

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

МОДУЛЬ МС149.05

Руководство по эксплуатации

ЮФКВ.469355.011РЭ

Перв. примен. ЮФКВ.469355.011		Справ. №		Подп. и дата		Инв. № дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.		Содержание									
														1 Описание и работа изделия ..... 4									
														1.1 Назначение изделия ..... 4									
														1.2 Технические характеристики ..... 5									
														1.3 Состав изделия ..... 7									
														1.4 Устройство и работа ..... 8									
														1.5 Маркировка и пломбирование ..... 9									
														1.6 Упаковка..... 10									
														2 Использование по назначению ..... 12									
														2.1 Эксплуатационные ограничения ..... 12									
														2.2 Использование изделия ..... 13									
														3 Техническое обслуживание..... 22									
														3.1 Общие указания..... 22									
														4 Текущий ремонт ..... 23									
														4.1 Условия текущего ремонта ..... 23									
														5 Хранение ..... 24									
														5.1 Условия хранения..... 24									
														5.2 Срок сохраняемости..... 24									
														5.3 Консервация..... 24									
														6 Транспортирование ..... 25									
														6.1 Условия транспортирования ..... 25									
														7 Утилизация..... 26									
														7.1 Условия утилизации..... 26									
														Приложение А (обязательное) Бинарный протокол обмена NVMeX ..... 27									
														Приложение Б (обязательное) Протокол NMEA 0183 v.4.10 ..... 47									
														Удостоверен ЮФКВ.469355.011-УЛ									
														ЮФКВ.469355.011РЭ									
														Изм. Лист № докум. Подп. Дата									
														Разраб. Чижигов									
														Пров. Дадашев									
														Н. контр.									
														Утв. Павлов									
														Модуль MC149.05									
														Руководство по эксплуатации									
														Лит. Лист Листов									
														2 54									

Настоящее руководство по эксплуатации (далее настоящее РЭ) предназначено для ознакомления с основными принципами работы и правилами эксплуатации Модуля МС149.05 ЮФКВ.469355.011 (далее по тексту – Модуль) производства АО НТЦ «Модуль».

Принятые в руководстве по эксплуатации обозначения:

GPS – Global Positioning System;

PLL – Phase-locked loop;

RTC – Real Time Clock;

SPI – Serial Peripheral Interface;

UART – Universal Asynchronous Receiver-Transmitter;

ГЛОНАСС – Глобальная навигационная спутниковая система;

ГУН – генератор, управляемый напряжением;

КПД – коэффициент полезного действия;

МШУ – малошумящий усилитель;

НКА – навигационный космический аппарат;

ПО – программное обеспечение;

ПЗУ – постоянное запоминающее устройство;

РЧ – радиочастотный;

РЭ – руководство по эксплуатации;

СРНС – спутниковая радионавигационная система;

ТУ – технические условия;

ФАПЧ – фазовая автоподстройка частоты.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата					
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата					
					ЮФКВ.469355.011РЭ				Лист
									3

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

*Формат А4*

## 1.2 Технические характеристики

1.2.1 Основные технические характеристики Модуля приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные технические характеристики Модуля

Параметр		Значение	Примечание
Количество каналов слежения		21	
Обрабатываемые сигналы		GPS L1OC C/A	
		ГЛОНАСС L1OF CT	
Режим работы		Автономный	
Режимы решения навигационной задачи		Совместный (GPS + ГЛОНАСС), GLONASS-only, GPS-only	Примеч. 1
Поддерживаемая система координат		WGS-84	
Погрешность определения координат (GPS + ГЛОНАСС)	В плане, м	±2	Примеч. 2
	По высоте, м	±3	Примеч. 2
Среднее время захвата (до первых координат), режим «холодного старта» (Cold start), с		30	Примеч. 2
Среднее время в режиме повторного захвата, с		5	Примеч. 2
Темп выдачи навигационных данных, Гц		1, 10, 20	Примеч. 3, 4
Чувствительность (GPS + ГЛОНАСС)	Захват, дБмВт	минус 153	Примеч. 5
	Сопровождение, дБмВт	минус 160	
Предельная высота, м		18000	Примеч. 6
Предельная скорость, м/с		500	
Предельное ускорение, м/с <sup>2</sup> (g)		39,2 (4)	
Точность определения полной скорости, м/с		±0,3	Примеч. 7
Точность измерения путевого угла, град.		±0,3	
Поддерживаемые протоколы информационного взаимодействия		Binary NVMX, NMEA 0183 v.4.10	Примеч. 8, 9
Привязка к шкале времени		GPST	
Характеристики секундной метки времени 1PPS	Точность, нс	40	Примеч. 2
	Стабильность (1σ), нс	5	Примеч. 2
	Разрешение, нс	±2,5	Примеч. 2

Изн.	№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата

Изн.	№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата

ЮФКВ.469355.011РЭ

Лист  
5

Копировал

Формат А4

Параметр		Значение	Примечание
Масса	нетто (только Модуль), г, не более	10	
	брутто (полный комплект), г, не более	100	
Напряжение питания, В		от 3,2 до 3,4	
Обеспечиваемое номинальное напряжение питания активной антенны, В		3,3	Примеч. 10
Обеспечиваемый ток питания активной антенны, мА, не более		100	
Максимальная потребляемая мощность, Вт		2	Примеч. 11
Габаритные размеры, мм, не более		60 x 30 x 4,9	
Диапазон рабочих температур, °С		от минус 40 до плюс 85	Примеч. 6

#### Примечания

1 Режим решения навигационной задачи по умолчанию – совместный. Для переключения между режимами решения навигационной задачи следует осуществить действия согласно пункту 2.2.2.11 настоящего РЭ.

2 Соответствие реальных характеристик Модуля приведённым в таблице значениям выполняется в условиях «открытого» неба, «спокойной» ионосферы, отсутствии аномальных ошибок эфемерид НКА и значении GDOP не более 3.

3 Значение темпа выдачи данных по умолчанию составляет 1 Гц. Для установления значения темпа выдачи данных, отличного от данного, следует осуществить действия согласно пункту 2.2.2.15 настоящего РЭ.

4 При темпе выдачи данных 20 Гц Модуль не выдает часть информационных данных, не являющихся значимыми для решения навигационной задачи, в соответствии с пунктами 2.2.2.16 и 2.2.2.17 настоящего РЭ.

5 При условии использования внешней активной антенны.

6 Возможны поставки с расширенными характеристиками по индивидуальным требованиям по запросу на почту [nm-support@module.ru](mailto:nm-support@module.ru).

7 В условиях равномерного движения со скоростью 30 м/с на доверительном интервале 50%.

8 Описание протокола Binary NVMX представлено в приложении А настоящего РЭ. Описание протокола NMEA 0183 v.4.10 представлено в приложении Б настоящего РЭ.

9 По умолчанию Модуль выдает сообщения в формате протокола NMEA 0183 v.4.10. Для переключения между протоколами информационного взаимодействия следует осуществить действия согласно пунктам 2.2.2.12 – 2.2.2.14 настоящего РЭ.

10 Номинальное напряжение питания активной антенны соответствует входному напряжению питания модуля (VCC).

11 Во всём интервале напряжений питания и диапазоне рабочих температур.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЮФКВ.469355.011РЭ

Лист

6

Копировал

Формат А4

1.2.2 Габаритные размеры Модуля приведены на рисунке 1.1.

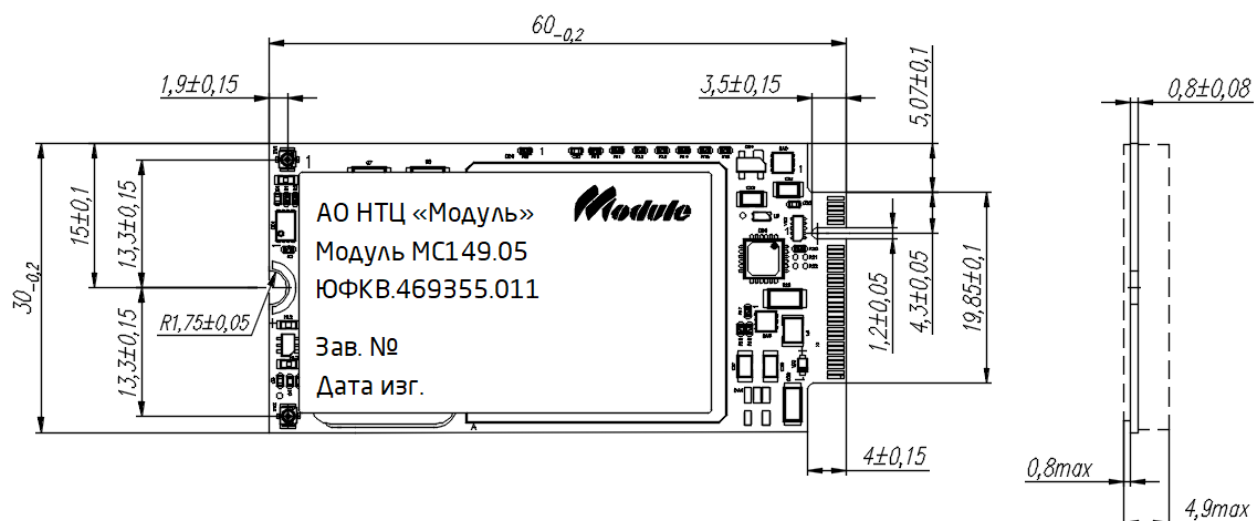


Рисунок 1.1 – Габаритные и присоединительные размеры Модуля

### 1.3 Состав изделия

#### 1.3.1 Комплектность Модуля:

- Модуль МС149.05 ЮФКВ.469355.011;
- Этикетка ЮФКВ.469355.011ЭТ;
- Комплект принадлежностей ЮФКВ.466934.015;
- Упаковка ЮФКВ.468926.223.

#### 1.3.2 Конструктивно Модуль состоит из следующих основных частей:

- печатная плата с установленными на неё элементами поверхностного монтажа;
- защитный экран.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										7
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата						

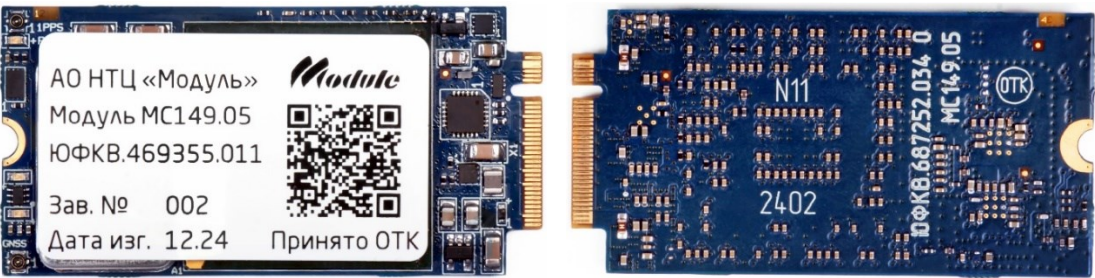
Инв. № подл.	Подп. и дата
Изм	Лист
№ докум	Подпись
Дата	

Взам. инв. №
--------------

Инв. № дубл.
--------------

Подп. и дата
--------------

1.3.3 На рисунке 1.2 показан внешний вид Модуля.



а) Лицевая сторона (Top)                      б) Тыльная сторона (Bottom)

Рисунок 1.2 – Внешний вид Модуля

### 1.4 Устройство и работа

1.4.1 Функциональная схема Модуля представлена на рисунке 1.3.

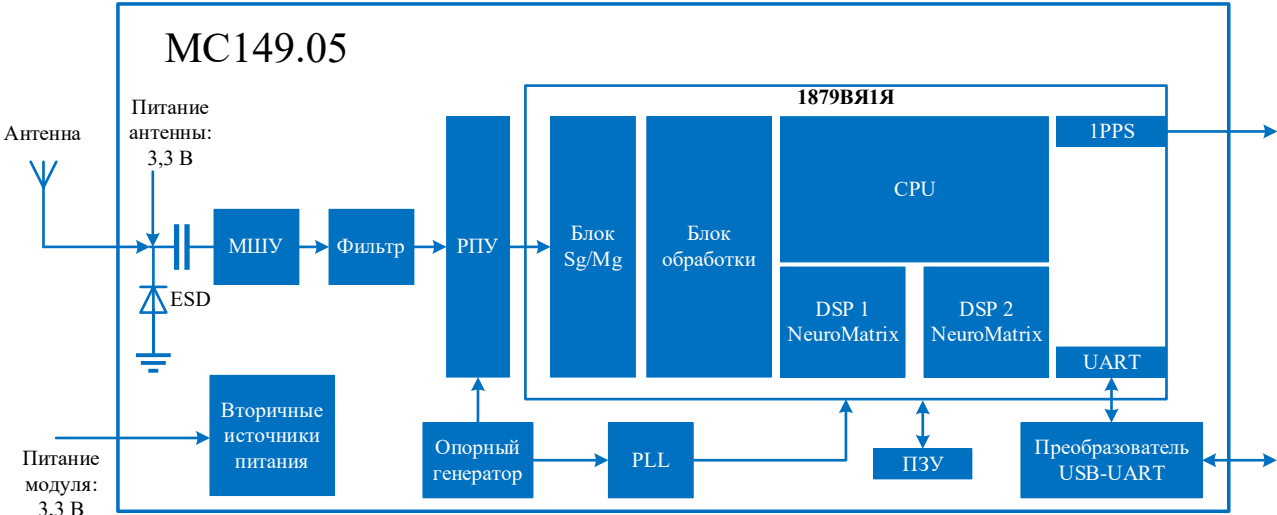


Рисунок 1.3 – Функциональная схема Модуля

1.4.2 Основными функциональными элементами Модуля являются:

- маломощный усилитель (МШУ);
- фильтр;
- микросхема радиоприёмного устройства;
- микросхема интегральная 1879ВЯ1Я;
- генератор тактового сигнала;
- микросхема ФАПЧ (PLL);
- микросхема постоянного запоминающего устройства;
- микросхема преобразователя интерфейсов USB-to-UART.



1.4.3 Малошумящий усилитель предназначен для усиления входного РЧ-сигнала.

1.4.4 Фильтр осуществляет режекцию внеполосных помех и излучений.

1.4.5 Микросхема радиоприёмного устройства осуществляет приём сигналов на высокой частоте, преобразование сигналов на промежуточную частоту и аналого-цифровое преобразование, необходимое для последующей обработки навигационным процессором.

1.4.6 Микросхема интегральная 1879ВЯ1Я выполняет функции навигационного процессора и осуществляет первоначальную загрузку Модуля, выполнение алгоритмов цифровой обработки сигналов и слежения за спутниками, а также взаимодействие с внешними устройствами.

1.4.7 Генератор тактового сигнала с термокомпенсацией предназначен для обеспечения высокостабильных опорных синхросигналов Модуля.

1.4.8 Микросхема ФАПЧ предназначена для формирования тактового синхросигнала навигационного процессора.

1.4.9 Микросхема постоянного запоминающего устройства хранит данные начальной загрузки Модуля.

1.4.10 Микросхема преобразователя интерфейсов USB-to-UART обеспечивает информационное взаимодействие между навигационным процессором Модуля и внешним управляющим устройством.

## 1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 Модуль содержит маркировку, расположенную на шильдике, приклеенном к лицевой стороне Модуля (top) (рисунок 1.2а), и на тыльной стороне печатной платы (bottom) (рисунок 1.2б).

1.5.2 Данные на шильдике содержат:

- наименование организации;
- логотип АО НТЦ «Модуль»;
- наименование Модуля;
- обозначение Модуля;

Подп. и дата		Инв.№ дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.	
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ				Лист
									9



Таблица 1.2 – Информационные знаки на упаковке

Беречь от влаги	Верх товара	Бумага (картон) / Пластик / Алюминий	Изделие, чувствительное к воздействию разряда статического электричества
			
Беречь от нагрева	Ограничение температуры хранения	Особая утилизация	
			

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										11

## 2 Использование по назначению

### 2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Запрещается подвергать Модуль воздействию сильных электромагнитных полей, конденсации влаги, внешних осадков, значительных ударов и вибрации.

2.1.2 **Внимание! Модуль содержит крайне чувствительные к статическому электричеству микросхемы.**



При манипуляциях с Модулем следует избегать накопления статических зарядов на теле и одежде пользователя. В процессе монтажа необходимо использовать антистатический браслет, подключенный к общему контуру заземления.

2.1.3 При манипуляциях с Модулем следует удерживать его за неметаллизированные торцы печатной платы. Следует избегать прикосновений к контактам.

2.1.4 Не допускать короткого замыкания электрических цепей Модуля токопроводящими предметами, например, элементами одежды, инструментом.

2.1.5 В процессе работы с Модулем необходимо руководствоваться нормативными требованиями по электробезопасности и пожарной безопасности, действующими на территории стран Евразийского экономического союза.

2.1.6 Оборудование, контактирующее с Модулем и подключенное к электросети переменного тока, должно иметь заземление корпуса.

2.1.7 Модуль предназначен для эксплуатации при следующих условиях:

- температура окружающей среды от минус 40 °С до плюс 85 °С;
- относительная влажность воздуха от 40 % до 95 % при 30 °С;
- атмосферное давление от 84 до 107 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- отсутствие выпадения конденсата на поверхности Модуля;
- отсутствие сильных электромагнитных полей.

Подп. и дата		Инв.№ дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.	
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ				Лист
									12

## 2.2 Использование изделия

### 2.2.1 Интерфейсы и сигналы

2.2.1.1 Расположение соединителей и светодиодной индикации представлено на рисунке 2.1.

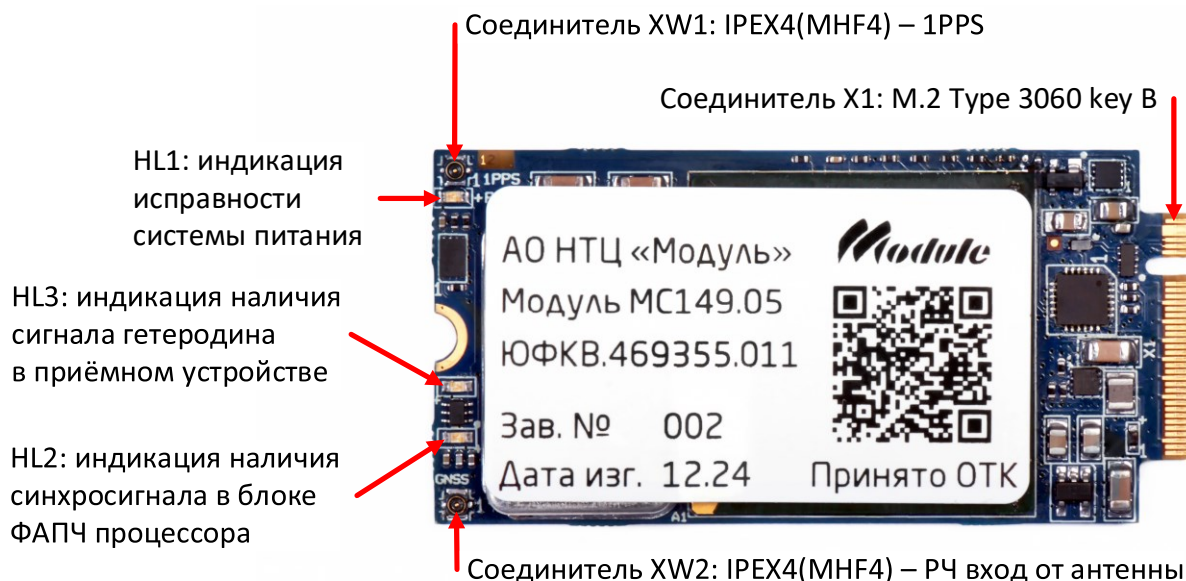


Рисунок 2.1 – Расположение соединителей и светодиодов в Модуле

2.2.1.2 Для подключения питания, обеспечения информационного взаимодействия с внешними устройствами и управления режимами работы в Модуле предусмотрен соединитель X1, выполненный в формфакторе M.2 Type 3060 key B в соответствии со спецификацией PCI Express M.2 Specification Revision 4.0, Version 1.1 (Table 5-6. «Socket 2 Pinout Diagram (Mechanical Key B) On Platform»). Описание и назначение контактов соединителя приведено в таблице 2.1, а их расположение представлено на рисунке 2.2.

Таблица 2.1 – Описание и назначение выводов Модуля

Номер контакта	Наименование сигнала	Тип	Назначение
2, 4, 70, 72, 74	VCC 3V3	Питание	Питание 3,3 В
7	USB Dp	Вход/Выход	Интерфейс USB
9	USB Dn	Вход/Выход	
3, 5, 11, 27, 33, 39, 45, 51, 57, 71	GND	—	Общий
1, 6, 8, 10, 12-27, 34-38, 40-44, 46-50, 52-56, 58-69, 73, 75	DNC	—	Оставить выводы неподключенными

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										13

Изм	Лист
-----	------



## 2.2.2 Использование в аппаратуре потребителя

2.2.2.1 По умолчанию Модуль поддерживает работу с активными антеннами и обеспечивает напряжение питания антенны  $U_{пит} = 3,3 \text{ В}$ . Непосредственно на радиочастотном входе Модуля установлены защитный ESD-диод и конденсатор, развязывающий по постоянному току. Пояснение приведено на рисунке 2.3.

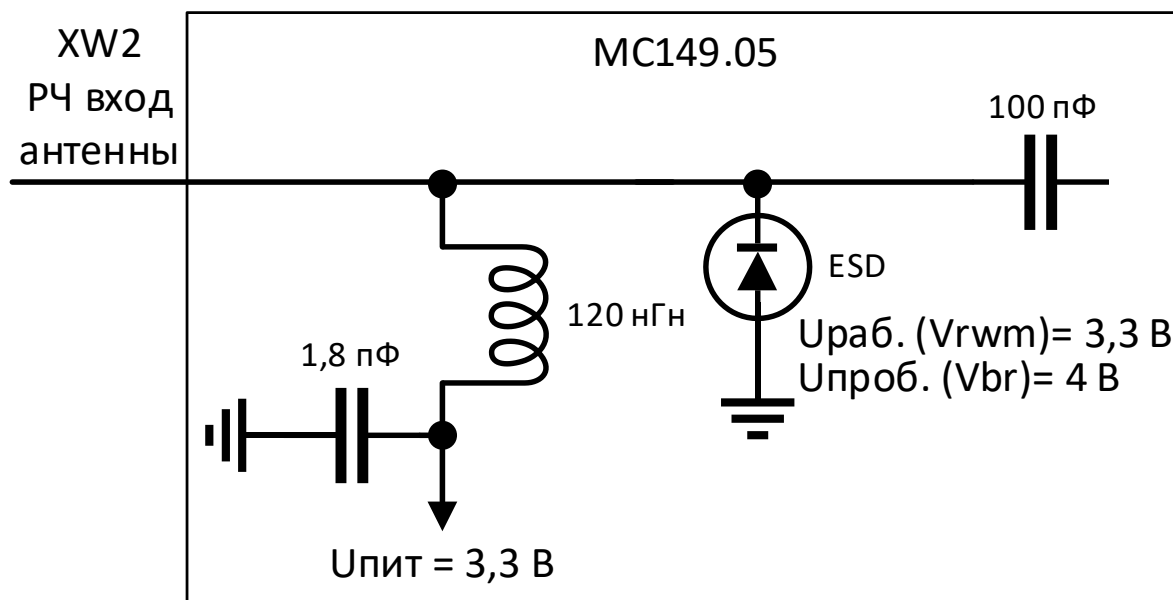


Рисунок 2.3 – Схема радиочастотного входа



**Внимание! Запрещено подключать к РЧ-входу пассивные антенны без обеспечения развязки по постоянному току между антенной и РЧ-входом!**



**Внимание! Запрещено прикладывать на РЧ-вход внешнее напряжение питания активной антенны без обеспечения развязки по постоянному току между антенной и РЧ-входом!**



**Внимание! Запрещено осуществлять подключение антенны к включённому Модулю! Все работы по коммутации осуществлять только при отключенном электропитании!**

2.2.2.2 В случае применения с Модулем пассивных антенн рекомендуется использовать антенны с высоким коэффициентом

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
ЮФКВ.469355.011РЭ				Лист
				15

направленного действия (не менее 3 дБи), высоким КПД, хорошей эллиптичностью и правой круговой поляризацией. Не рекомендуется применять штыревые (дипольные) антенны с линейной поляризацией. На рисунке 2.4 приведена рекомендуемая схема включения Модуля с применением пассивной антенны. Между антенной и РЧ-входом Модуля включен конденсатор, развязывающий по постоянному току.

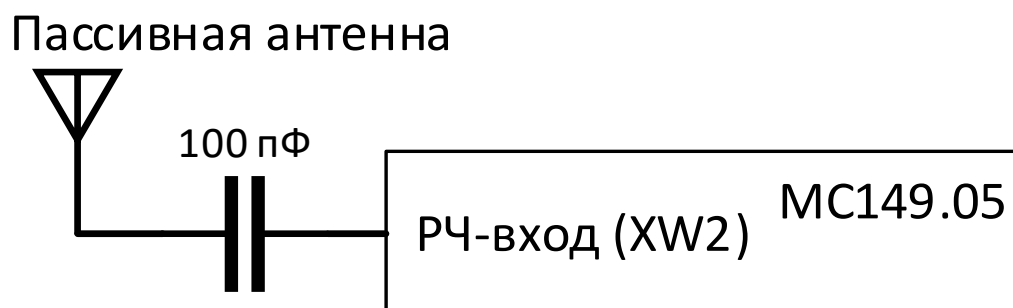


Рисунок 2.4 – Схема включения Модуля с пассивной антенной

2.2.2.3 В случае использования активной антенны рекомендуется использовать антенны с коэффициентом усиления 10 – 15 дБ. На рисунке 2.5 приведена рекомендуемая схема включения Модуля с применением активной антенны, напряжение питания которой соответствует 3,3 В. На рисунке 2.6 приведена рекомендуемая схема включения Модуля с применением активной антенны, напряжение питания которой обеспечивается потребителем. Номиналы катушки индуктивности 56 нГн и конденсатора 22 пФ являются референсными. Более точные значения рекомендуется подбирать в зависимости от конструкции печатной платы, длины проводника и прочих параметров.

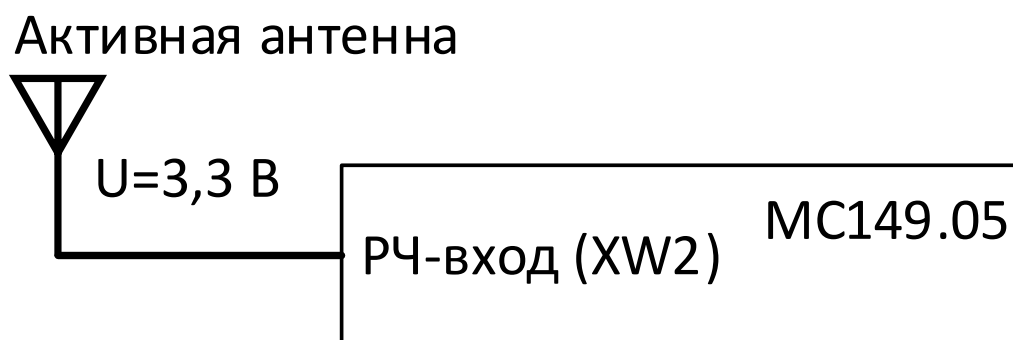
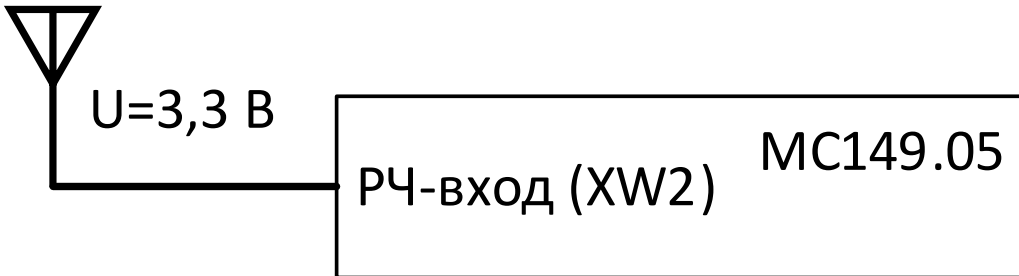


Рисунок 2.5 – Схема включения с активной антенной с питанием от Модуля

Подп. и дата		Инв. № дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.	
<p>приведена рекомендуемая схема включения Модуля с применением активной антенны, напряжение питания которой соответствует 3,3 В. На рисунке 2.6 приведена рекомендуемая схема включения Модуля с применением активной антенны, напряжение питания которой обеспечивается потребителем. Номиналы катушки индуктивности 56 нГн и конденсатора 22 пФ являются референсными. Более точные значения рекомендуется подбирать в зависимости от конструкции печатной платы, длины проводника и прочих параметров.</p>									
<div><div>Активная антенна</div><div></div></div>									
<p>Рисунок 2.5 – Схема включения с активной антенной с питанием от Модуля</p>									
					ЮФКВ.469355.011РЭ				
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Лист 16				



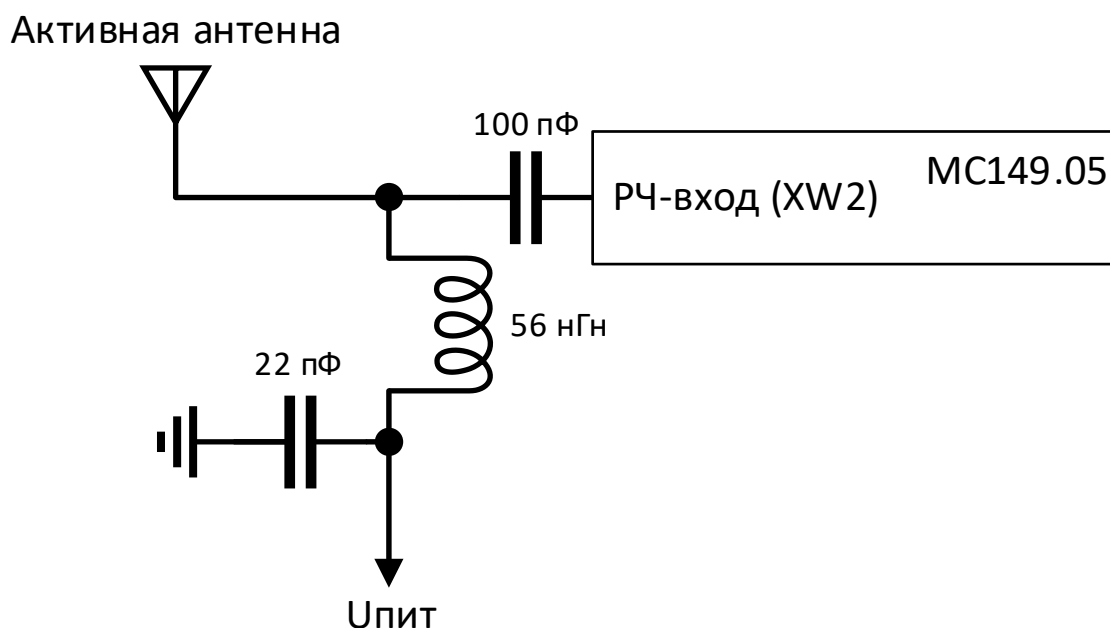


Рисунок 2.6 – Схема включения с внешним питанием активной антенны

2.2.2.4 Для возможности оценки исправности работы Модуля предусмотрены светодиоды HL1 – HL3.

Присутствие световой индикации на светодиоде HL1 сигнализирует о наличии корректного питания Модуля.

Присутствие световой индикации на светодиоде HL2 сигнализирует об успешности захвата частоты ГУН блока ФАПЧ навигационного процессора.

Присутствие световой индикации на светодиоде HL3 сигнализирует об успешности захвата блоком ФАПЧ частоты гетеродина в приёмном тракте.

2.2.2.5 Модуль обеспечивает информационное взаимодействие с внешними устройствами по интерфейсу USB согласно бинарному протоколу информационного обмена NVMX, приведённому в приложении А настоящего РЭ. Подключенный Модуль отображается в операционной системе управляющего устройства как виртуальный COM-порт. Параметры виртуального COM-порта указаны в таблице 2.2.

Ине. № дубл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № подл.	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ	Лист
											17

Таблица 2.2 – Параметры виртуального СОМ-порта

Параметр	Значение
Скорость, бод	145500*, 230400
Контроль чётности	Отсутствует
Количество бит данных	8
Длительность стоп-бита	1, 2*
Управление потоком	Отсутствует
Примечание – символом «*» обозначены параметры работы виртуального СОМ-порта в начальный момент процедуры обновления ПО Модуля	

2.2.2.6 Буфер сигнала 1PPS имеет максимально допустимую нагрузочную способность по току не более 8 мА. В случае необходимости применения сигнала на низкоомную нагрузку требуется установить дополнительный внешний буфер.

2.2.2.7 С целью обеспечения корректного функционирования Модуля в случае его работы по сигналу имитатора навигационного поля необходимо осуществлять сброс Модуля каждый раз после окончания воспроизводимого имитатором сценария, а также в случае его зацикливания.

2.2.2.8 Модуль может получать команды управления и выдавать сообщения о результате их выполнения. Формат команд управления Модулем, а также сообщений о результате их выполнения, не зависит от типа выбранного протокола (всегда в формате бинарного протокола NVMX). Описание команд управления приведено в разделе А.2 приложения А настоящего РЭ, а ответных сообщений о результатах выполнения команд – в разделе А.3 приложения А настоящего РЭ.

2.2.2.9 Для получения информации о версии встроенного ПО, а также о заводском и физическом номерах Модуля следует воспользоваться командой управления «Запрос информации об устройстве» (NVMXV) согласно ее описанию в подразделе А.2.3 приложения А настоящего РЭ. По результату

Изн.	№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469355.011РЭ				Лист
										18
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата						

запроса Модулем будет сформировано и выдано сообщение «Информация об устройстве» (NVMXv), описание которого приведено в подразделе А.1.8 приложения А настоящего РЭ.

2.2.2.10 Актуальная версия встроенного ПО Модуля на момент написания настоящего РЭ: 1.0.0.

2.2.2.11 Модуль может переключаться между совместным режимом решения навигационной задачи GLONASS+GPS, режимом GLONASS-only (только ГЛОНАСС) и режимом GPS-only (только GPS). По умолчанию Модуль работает в совместном режиме решения навигационной задачи. Для переключения между режимами следует воспользоваться командой «Выбор созвездия» (NVMXF) согласно ее описанию в подразделе А.2.4 приложения А настоящего РЭ.

2.2.2.12 По умолчанию Модуль выдает сообщения в формате протокола NMEA 0183 v.4.10 согласно его описанию в приложении Б настоящего РЭ. При этом включена возможность выдачи следующих сообщений: GGA, GLL, GSA, GSV, RMC, VTG, ZDA.

2.2.2.13 Для переключения Модуля в режим выдачи сообщений в формате протокола NMEA 0183 v.4.10, а также для изменения набора выдаваемых сообщений протокола NMEA необходимо воспользоваться командой управления «Установка выходного протокола: NMEA» (NVMXM) согласно ее описанию в подразделе А.2.6 приложения А настоящего РЭ. Минимально возможный набор сообщений в формате протокола NMEA 0183 v.4.10 состоит из одного сообщения – RMC.

2.2.2.14 Для переключения Модуля в режим выдачи сообщений в формате бинарного протокола NVMX, описанного в приложении А настоящего РЭ, следует воспользоваться командой управления «Установка выходного протокола: бинарный» (NVMXX) согласно ее описанию в подразделе А.2.7 приложения А настоящего РЭ.

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Взам. инв. №				
	Инв. № дубл.				
	Подп. и дата				
	ЮФКВ.469355.011РЭ				
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	19

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Инв. № 1

- Инв. № 1

Инв. № 1

- Инв. № 1

Инв. № 1

- Инв. № 1

Инв. № 1

- Инв. № 1

### 2.2.3 Монтаж и демонтаж Модуля

2.2.3.1 Все работы по монтажу и демонтажу Модуля должны выполняться только при отключенном электропитании.

2.2.3.2 Вспомогательное оборудование: отвертка. Тип шлица определяется винтом.

2.2.3.3 Для взаимодействия с Модулем на плате-носителе должен быть предусмотрен ответный соединитель с ключом type B, соответствующий спецификации PCI Express M.2 Specification Revision 4.0, Version 1.1.

2.2.3.4 Для монтажа Модуля на плату-носитель последовательно выполнить следующие действия:

– кабельную сборку от приёмной антенны при наличии на ней разъёма соответствующего типа подключить напрямую к соединителю XW2 Модуля или использовать кабельную сборку с разъёмом SMA из комплекта принадлежностей ЮФКВ.466934.015;

– при необходимости использования сигнала 1PPS, подключить соответствующую кабельную сборку напрямую к соединителю XW1 Модуля или использовать кабельную сборку с разъёмом SMA из комплекта принадлежностей ЮФКВ.466934.015;

– установить Модуль на плату-носитель в соответствии с взаимным положением ключей на соединителе X1 Модуля и ответном соединителе платы-носителя и зафиксировать его винтом (крепеж в комплект поставки не входит);

– при необходимости, закрепить разъёмы SMA на кронштейне из комплекта принадлежностей ЮФКВ.466934.015 и установить его в корпус. Кронштейн позволяет закрепить разъёмы SMA кабельных сборок на задней панели корпусов персональных компьютеров и серверов.

#### 2.2.3.5 Демонтаж Модуля осуществляют в обратном порядке.

Инв. № подл.	Подп. и дата				Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	
<p>при необходимости коннектирования сигнала ГПС, подаче или соответствующую кабельную сборку напрямую к соединителю XW1 Модуля или использовать кабельную сборку с разъёмом SMA из комплекта принадлежностей ЮФКВ.466934.015;</p> <p>– установить Модуль на плату-носитель в соответствии с взаимным положением ключей на соединителе X1 Модуля и ответном соединителе платы-носителя и зафиксировать его винтом (крепеж в комплект поставки не входит);</p> <p>– при необходимости, закрепить разъёмы SMA на кронштейне из комплекта принадлежностей ЮФКВ.466934.015 и установить его в корпус. Кронштейн позволяет закрепить разъёмы SMA кабельных сборок на задней панели корпусов персональных компьютеров и серверов.</p> <p>2.2.3.5 Демонтаж Модуля осуществляют в обратном порядке.</p>								
					ЮФКВ.469355.011РЭ			Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата				21

### 3 Техническое обслуживание

#### 3.1 Общие указания

3.1.1 Модуль не требует технического обслуживания.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										22









## 7 Утилизация

### 7.1 Условия утилизации

7.1.1 При утилизации Модуля необходимо руководствоваться требованиями ГОСТ Р 55102-2012 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутьсодержащих устройств и приборов».

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
ЮФКВ.469355.011РЭ				Лист
				26

## Приложение А

(обязательное)

### Бинарный протокол обмена NVMX

#### А.1 Сообщения, формируемые Модулем

##### А.1.1 Общие сведения о сообщениях

А.1.1.1 Сообщения используются для периодической выдачи данных местоположения, «сырых» навигационных данных, эфемерид спутников, а также информации об исключенных из решения навигационной задачи спутников.

А.1.1.2 Все сообщения протокола имеют общую структуру, приведённую в таблице А.1.

Таблица А.1 – Общая структура сообщений

Название поля	Размер, байт	Описание поля
Преамбула	4	NVMX (ASCII) 0x4E564D58
Идентификатор сообщения	1	В соответствии с таблицей А.2 бинарного протокола NVMX
Полезная нагрузка	$\leq 121$	В соответствии с описанием полей отдельных сообщений
Контрольная сумма	2	В соответствии с алгоритмом расчета контрольной суммы, приведённым в пунктах А.1.1.5 – А.1.1.6 приложения А настоящего РЭ

А.1.1.3 Список доступных сообщений и их идентификаторов представлен в таблице А.2. Допустимые номера НКА (навигационных космических аппаратов) приведены в таблице А.3.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата													
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата													
<table><tr><td>Преамбула</td><td>4</td><td>NVMX (ASCII) 0x4E564D58</td></tr><tr><td>Идентификатор сообщения</td><td>1</td><td>В соответствии с таблицей А.2 бинарного протокола NVMX</td></tr><tr><td>Полезная нагрузка</td><td>≤ 121</td><td>В соответствии с описанием полей отдельных сообщений</td></tr><tr><td>Контрольная сумма</td><td>2</td><td>В соответствии с алгоритмом расчета контрольной суммы, приведённым в пунктах А.1.1.5 – А.1.1.6 приложения А настоящего РЭ</td></tr></table>					Преамбула	4	NVMX (ASCII) 0x4E564D58	Идентификатор сообщения	1	В соответствии с таблицей А.2 бинарного протокола NVMX	Полезная нагрузка	≤ 121	В соответствии с описанием полей отдельных сообщений	Контрольная сумма	2	В соответствии с алгоритмом расчета контрольной суммы, приведённым в пунктах А.1.1.5 – А.1.1.6 приложения А настоящего РЭ	
Преамбула	4	NVMX (ASCII) 0x4E564D58															
Идентификатор сообщения	1	В соответствии с таблицей А.2 бинарного протокола NVMX															
Полезная нагрузка	≤ 121	В соответствии с описанием полей отдельных сообщений															
Контрольная сумма	2	В соответствии с алгоритмом расчета контрольной суммы, приведённым в пунктах А.1.1.5 – А.1.1.6 приложения А настоящего РЭ															
<p>А.1.1.3 Список доступных сообщений и их идентификаторов представлен в таблице А.2. Допустимые номера НКА (навигационных космических аппаратов) приведены в таблице А.3.</p>																	
ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист												
					27												

Копировал

Формат А4

Таблица А.2 – Список доступных сообщений

Сообщение	Идентификатор	ASCII	Название
1	0x65	e	Эфемериды ГЛОНАСС
2	0x68	h	LLA-сообщение
3	0x69	i	Эфемериды GPS
4	0x72	r	«Сырые» измерения L1
5	0x73	s	Исключённые НКА
6	0x78	x	Измеренная позиция
7	0x76	v	Информация об устройстве
8	0x77	w	Параметры движения в ENU

Таблица А.3 – Номера НКА

Навигационная система	Номера НКА
GPS	от 1 до 32
ГЛОНАСС	от 33 до 56

А.1.1.4 Сообщения приёмника содержат конечное количество типов полей. Описание типов представлено в таблице А.4.

Таблица А.4 – Описание типов полей сообщений

Тип поля	Описание типа поля
Беззнаковое поле	При описании полей различных сообщений, следует воспринимать любое поле как беззнаковое целочисленное, если не указано иное. Порядок следования байтов – big-endian.
Знаковое поле	Представляет собой знаковое целочисленное поле, представленное дополнительным кодом. Порядок следования байтов – big-endian.
Битовое поле	Набор битов, порядок и назначение которых описывается для каждого битового поля отдельно.

Изн.	Лист	№ докум	Подпись	Дата						ЮФКВ.469355.011РЭ	Лист
											28

Изн.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Изн.	№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата					

полей. Описание типов представлено в таблице А.4.										
Таблица А.4 – Описание типов полей сообщений										
Тип поля					Описание типа поля					
Беззнаковое поле					При описании полей различных сообщений, следует воспринимать любое поле как беззнаковое целочисленное, если не указано иное. Порядок следования байтов – big-endian.					
Знаковое поле					Представляет собой знаковое целочисленное поле, представленное дополнительным кодом. Порядок следования байтов – big-endian.					
Битовое поле					Набор битов, порядок и назначение которых описывается для каждого битового поля отдельно.					

А.1.1.5 В расчете контрольной суммы участвуют поля «Идентификатор сообщения» и «Полезная нагрузка». Поле «Контрольная сумма» принимаемого сообщения должно совпадать с рассчитанной контрольной суммой, в таком случае принятое сообщение считается достоверным.

#### A.1.1.6 Пример реализации алгоритма расчета контрольной суммы на языке C:

```
uint16_t CalculateChecksum(const uint8_t* message, uint32_t sizeofMessage)
{
    const uint32_t preambleSize = 4;
    const uint32_t csSize = 2;

    uint16_t checksum = 0;

    for (int32_t i = preambleSize; i < (sizeofMessage - csSize); i += 2)
    {
        uint16_t highByte = message[i] << 8;
        uint16_t lowByte = message[i + 1];

        checksum += highByte | lowByte;
    }

    return checksum;
}
```

Ниже представлено тестовое сообщение NVMe в виде hex-массива. Результат расчета контрольной суммы данного сообщения 0xC4BF.

```
uint8_t exampleTotalMessage[] =
{
    0x4E, 0x56, 0x4D, 0x58, 0x72, 0x2D, 0x00, 0x05, 0x15, 0x00,
    0x71, 0x28, 0x10, 0x2D, 0x00, 0x0D, 0xFF, 0xFF, 0xF8, 0x70,
    0xAF, 0x46, 0x00, 0x63, 0x4C, 0x4A, 0x00, 0xDF, 0x52, 0x04,
    0x80, 0x84, 0xFF, 0xFF, 0xF8, 0x70, 0xAF, 0x46, 0x00, 0x63,
    0x4C, 0x4A, 0xC4, 0xBF
};
```



### А.1.3 Сообщение 2: «LLA-сообщение» (NVMXh)

А.1.3.1 В сообщении передаются широта, долгота и высота приёмника в системе координат WGS-84. Описание полей приведено в таблице А.6. Размер полезной нагрузки: 17 байт.

Таблица А.6 – Описание полей сообщения «LLA-сообщение»

Наименование поля	Размер, байт	Масштаб	Размерность	Описание поля
Идентификатор	1			ASCII h
Зарезервировано	1			
RcvTime	4		мс	Показания часов приёмника, соответствующие навигационному решению в миллисекундах от начала недели GPS
Широта	4, знаковый	$*2^{-10}$	Угловые секунды	LLA-координата приёмника по широте
Долгота	4	$*2^{-10}$	Угловые секунды	LLA-координата приёмника по долготе
Высота	4, знаковый	$*2^{-5}$	м	LLA-высота приёмника

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469355.011РЭ	Лист				
						31				
						Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

### А.1.4 Сообщение 3: «Эфемериды GPS» (NVMXi)

А.1.4.1 В сообщении передаются эфемериды НКА системы GPS.

Описание полей приведено в таблице А.7. Размер полезной нагрузки: 79 байт.

Таблица А.7 – Описание полей сообщения «Эфемериды GPS»

Наименование поля	Размер, байт	Масштаб	Размерность	Описание поля
Идентификатор	1			ASCII i
Номер НКА (PRN)	1			См. таблицу А.3
Tow	4			
Зарезервировано	2			
Wn	2			
Prec&health	2			См. таблицу А.8
Tgd	2, знаковый	$*2^{-31}$	с	
Iodc	2			
Toc	2	$*2^4$	с	
Af2	2, знаковый	$*2^{-55}$	с/с <sup>2</sup>	
Af1	2, знаковый	$*2^{-43}$	с/с	
Af0	4, знаковый	$*2^{-31}$	с	
Iode	2			
Cuc	2, знаковый	$*2^{-29}$	рад	
Cus	2, знаковый	$*2^{-29}$	рад	
Crc	2, знаковый	$*2^{-5}$	м	
Crs	2, знаковый	$*2^{-5}$	м	
Cic	2, знаковый	$*2^{-29}$	рад	
Cis	2, знаковый	$*2^{-29}$	рад	
Deltan	2, знаковый	$*2^{-43}$	полуциклы/с	
M0	4, знаковый	$*2^{-31}$	полуциклы	
e	4	$*2^{-33}$		
Roota	4	$*2^{-19}$	м <sup>1/2</sup>	
Toe	2	$*2^4$	с	
Omega0	4, знаковый	$*2^{-31}$	полуциклы	
i0	4, знаковый	$*2^{-31}$	полуциклы	
Omega	4, знаковый	$*2^{-31}$	полуциклы	
Omegadot	4, знаковый	$*2^{-43}$	полуциклы/с	
Idot	2, знаковый	$*2^{-43}$	полуциклы/с	
Зарезервировано	2			
Флаг достоверности	4			Если поле имеет значение 0x80000000, то эфемериды достоверны, иначе данное сообщение необходимо игнорировать

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
-----	------	---------	---------	------

ЮФКВ.469355.011РЭ

Лист  
32

Копировал

Формат А4



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

					ЮФКВ.469355.011РЭ
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	

Лист
33

*Копировал*

*Формат А4*

Наименование поля	Размер, байт	Масштаб	Размерность	Описание поля
Идентификатор	1			ASCII r
Номер НКА	1			См. таблицу А.3
Зарезервировано	1			
Номер литеры	1, знаковый			Для спутников ГЛОНАСС может принимать значения -7...6. Для спутников GPS данное поле игнорировать.
Зарезервировано	2			
Угол места НКА	1	$*2^{-10}$	циклы	
Азимут НКА	1	$*2^{-8}$	циклы	
Номер канала	1			
SNR	1		дБГц	
Зарезервировано	2			
Псевдофаза L1	6, знаковый	$*2^{-12}$	циклы	
Псевдозадержка L1	4	$*10^{-10}$	с	
Псевдодоплер L1	4, знаковый	$*10^{-4}$	Гц	
Статус	2			См. таблицу А.10
Зарезервировано	10			

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Наименование поля	Размер, байт	Описание поля
Идентификатор	1	ASCII s
Зарезервировано	1	
Номер НКА	1	См. таблицу А.3
Причина исключения	1	Причины исключения: 0x01: исключен пользователем*; 0x02: низкий SNR (< 33 дБГц); 0x03: малый угол возвышения (< 13°); 0x04: ошибка в измерении псевдодальности; 0x05: эфемеридные данные устарели.

\* Статус «0x01» присваивается НКА системы, исключенной из решения навигационной задачи в результате выбора режима работы Модуля GLONASS-only, либо GPS-only в соответствии с командой «Выбор созвездия» (NVMXF), описание которой приведено в подразделе А.2.4 приложения А настоящего РЭ.

А.1.6.1 Сообщение содержит номера исключённых спутников и причину их исключения. Описание полей приведено в таблице А.11. Размер полезной нагрузки: 3 байта.

ЮФКВ.469355.011РЭ

### А.1.7 Сообщение 6: «Измеренная позиция» (NVMXx)

А.1.7.1 Сообщение содержит информацию об измеренной позиции.

Описание полей приведено в таблице А.12. Размер полезной нагрузки: 41 байт.

Таблица А.12 – Описание полей сообщения «Измеренная позиция»

Наименование поля	Размер, байт	Масштаб	Размерность	Описание поля
Идентификатор	1			ASCII x
Статус решений	1		Битовое поле	[0] Зарезервировано [1-2] Статус решения: b00: Нет решения b01: Корректное решение b10: «Большое» решение [3-7] Зарезервировано
RcvTime	4		мс	Показания часов приёмника, соответствующие навигационному решению в миллисекундах от начала недели GPS
X-position	4, знаковый	$*2^{-5}$	м	ЕCEF-координата X антенны приёмника
Y-position	4, знаковый	$*2^{-5}$	м	ЕCEF-координата Y антенны приёмника
Z-position	4, знаковый	$*2^{-5}$	м	ЕCEF-координата Z антенны приёмника
R-offset	4, знаковый	$*2^{-5}$	м	Смещение часов приёмника
X-dot	2, знаковый	$*2^{-4}$	м/с	Составляющая X вектора скорости антенны приёмника
Y-dot	2, знаковый	$*2^{-4}$	м/с	Составляющая Y вектора скорости антенны приёмника
Z-dot	2, знаковый	$*2^{-4}$	м/с	Составляющая Z вектора скорости антенны приёмника
R-dot	2, знаковый	$*2^{-4}$	м/с	Скорость смещения часов приёмника
Разность шкал GPS и ГЛОНАСС	4, знаковый	$*2^{-5}$	м	Сдвиг шкалы времени системы ГЛОНАСС относительно шкалы времени системы GPS

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист
										35
					Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Наименование поля	Размер, байт	Масштаб	Размерность	Описание поля
DOP	1	$\cdot 2^{-3}$		Геометрический фактор: GDOP для 3D-решения
Число спутников GPS	1			Количество спутников GPS, используемых в решении навигационной задачи
Число спутников ГЛОНАСС	1			Количество спутников ГЛОНАСС, используемых в решении навигационной задачи
Leap second	1		с	Дополнительная секунда, добавляемая к шкале UTC с целью ее согласования со средним солнечным временем UT1
Режим	1			0x00: GPS-only; 0x02: GPS+GLONASS; 0x04: GLONASS-only
Статус RAIM	1			0x00: ОК; 0x01: RAIM не доступен по причине малого числа отслеживаемых НКА; 0x02: ошибка была исправлена; 0x03: ошибка не может быть исправлена 0x04: RAIM выключен**
Wn	2			Номер недели GPS с последней эпохи
** Операции включения и отключения RAIM осуществляются посредством команды «Включение/выключение RAIM» (NVMXQ), описание которой приведено в подразделе А.2.5 приложения А настоящего РЭ.				

### А.1.8 Сообщение 7 «Информация об устройстве» (NVMXv)

А.1.8.1 Сообщение содержит информацию о заводском номере устройства, физическом номере устройства, а также о версии встроенного ПО. Сообщение выдается только в ответ на команду «Запрос информации об устройстве» (подраздел А.2.3 приложения А настоящего РЭ). Подробное описание команды приведено в таблице А.13. Размер полезной нагрузки: 13 байт.

Таблица А.13 – Описание полей сообщения «Информация об устройстве»

Наименование поля	Размер, байт	Описание поля
Идентификатор	1	ASCII v
Зарезервировано	1	
Заводской номер	4	
Физический номер	4	
Версия встроенного ПО*	4	Версия ПО в формате: X.Y.Z-p, где X старший байт поля.
* Актуальная версия встроенного ПО Модуля на момент написания настоящего РЭ: 1.0.0.		

### А.1.9 Сообщение 8 «Параметры движения в ENU» (NVMXw)

А.1.9.1 Сообщение содержит информацию об измеренной скорости и путевом угле в локальной системе координат. Описание полей приведено в таблице А.14. Размер полезной нагрузки: 15 байт.

Таблица А.14 – Описание полей сообщения «Параметры движения в ENU»

Наименование поля	Размер, байт	Масштаб	Размерность	Описание поля
Идентификатор	1			ASCII w
Зарезервировано	1			
Путевой угол	2	$*10^{-2}$	градусы	Угол между вектором путевой скорости и направлением на север
velN	4, знаковый	$*2^{-8}$	м/с	Северная составляющая полного вектора скорости в локальной системе координат

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469355.011РЭ	Лист				
						37				
						Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Наименование поля	Размер, байт	Масштаб	Размерность	Описание поля
velE	4, знаковый	$\cdot 2^{-8}$	м/с	Восточная составляющая полного вектора скорости в локальной системе координат
velU	4, знаковый	$\cdot 2^{-8}$	м/с	Вертикальная составляющая полного вектора скорости в локальной системе координат
Зарезервировано	6			

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469355.011РЭ	Лист				
						38				
						Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

## А.2 Команды управления Модулем

### А.2.1 Общие сведения о командах управления

А.2.1.1 Модуль может получать команды управления и выдавать сообщения о результате их выполнения.

А.2.1.2 В ответ на команду управления формируется одно из сообщений: «Подтвержденная команда», «Неподтвержденная команда», «Неизвестная команда». Описание ответных сообщений приведено в разделе А.3 приложения А настоящего РЭ.

А.2.1.3 Все команды управления имеют общую структуру, приведённую в таблице А.15.

Таблица А.15 – Общая структура команд управления

Название поля	Размер, байт	Описание поля
Преамбула	4	NVMX (ASCII) 0x4E564D58
Идентификатор команды	1	В соответствии с таблицей А.16 приложения А настоящего РЭ
Полезная нагрузка	≤ 121	В соответствии с описанием полей отдельных сообщений
Контрольная сумма	2	В соответствии с пунктами А.1.1.5 и А.1.1.6 приложения А настоящего РЭ
Постамбула	10	0xFFFFFFFFFFFFFFFF

А.2.1.4 Список доступных команд управления представлен в таблице А.16.

Таблица А.16 – Список доступных команд управления

Команда	Идентификатор	ASCII	Название
1	0x35	5	Настройка темпа выдачи решения
2	0x56	V	Запрос информации об устройстве
3	0x46	F	Выбор созвездия
4	0x51	Q	Включение/выключение RAIM
5	0x4D	M	Установка выходного протокола: NMEA
6	0x58	X	Установка выходного протокола: бинарный

А.2.1.5 Результатом успешного выполнения команды управления является сообщение «Подтвержденная команда». Размер полезной нагрузки составляет 1 байт. Описание полей сообщения приведено в таблице А.17.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата							Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		ЮФКВ.469355.011РЭ					39

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

					ЮФКВ.469355.011РЭ
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	

## Копировал

*Формат А4*

*Копировал*

*Копировал*

*Копировал*

*Копировал*



### А.2.3 Команда 2: «Запрос информации об устройстве» (NVMXV)

А.2.3.1 Команда позволяет получить информацию о заводском номере устройства, физическом номере устройства, а также о версии встроенного ПО. Размер полезной нагрузки: 3 байта. Описание полей команды содержится в таблице А.19.

Таблица А.19 – Описание полей команды «Запрос информации об устройстве»

Наименование поля	Размер, байт	Описание поля
Идентификатор	1	ASCII V
Зарезервировано	3	

### А.2.4 Команда 3: «Выбор созвездия» (NVMXF)

А.2.4.1 Команда позволяет переключаться между совместным режимом решения навигационной задачи GLONASS+GPS, режимом GLONASS-only (только ГЛОНАСС) и режимом GPS-only (только GPS). Описание полей команды содержится в таблице А.20.

Таблица А.20 – Описание полей команды «Выбор созвездия»

Наименование поля	Размер, байт	Описание поля
Идентификатор	1	ASCII F
Идентификатор подсообщения	1	0x4
Зарезервировано	1	
Режим	1	Если в поле значение 0x00, Модуль переходит в режим GPS+GLONASS. Если в поле значение 0x01, Модуль переходит в режим GLONASS-only. Если в поле значение 0x02, Модуль переходит в режим GPS-only.

А.2.4.2 В случае переключения Модуля в режим решения навигационной задачи GLONASS-only, либо режим GPS-only, в сообщении «Исключённые НКА» (NVMXs) для НКА-системы, исключенной из решения, в поле «Причина исключения» будет отображаться статус «0x01» (исключен

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										41

пользователем) в соответствии с описанием полей сообщения, приведенным в таблице А.11.

#### А.2.5 Команда 4: «Включение/выключение RAIM» (NVMXQ)

А.2.5.1 Команда позволяет включить или выключить RAIM. Описание полей команды содержится в таблице А.21.

Таблица А.21 – Описание полей команды «Включение/выключение RAIM»

Наименование поля	Размер, байт	Описание поля
Идентификатор	1	ASCII Q
Включение/выключение RAIM	1	0x00 – Выключить RAIM 0x01 – Включить RAIM
Зарезервировано	2	

#### А.2.6 Команда 5: «Установка выходного протокола: NMEA» (NVMXM)

А.2.6.1 Команда позволяет включить протокол NMEA с выбранным набором выходных сообщений. Описание полей команды содержится в таблице А.22.

Таблица А.22 – Описание полей команды «Установка выходного протокола: NMEA»

Наименование поля	Размер, байт	Описание поля
Идентификатор	1	ASCII M
Зарезервировано	2	
Конфигурация протокола NMEA	1	См. таблицу А.23. Значения битов 0-8 соответствуют: 0 – Соответствующее номеру бита сообщение NMEA не выдается; 1 – Соответствующее номеру бита сообщение NMEA выдается.

Таблица А.23 – Битовое поле «Конфигурация протокола NMEA»

Сообщение	ZDA	VTG	RMC	GSV	GSA	GLL	GGA	Зарезервировано
Номер бита	7	6	5	4	3	2	1	0

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата						Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					42

А.2.7 Команда 6: «Установка выходного протокола: бинарный»  
(NVMXX)

А.2.7.1 Команда позволяет включить выходные сообщения бинарного протокола. Описание полей команды содержится в таблице А.24.

Таблица А.24 – Описание полей команды «Установка выходного протокола: бинарный»

Наименование поля	Размер, байт	Описание поля
Идентификатор	1	ASCII X
Зарезервировано	3	

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата					
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата					
					ЮФКВ.469355.011РЭ				
					Лист				
					43				

### А.3 Ответы на команды управления

#### А.3.1 Общие сведения об ответных сообщениях

А.3.1.1 В случае поступления команд управления Модуль формирует и выдает сообщения о результатах их выполнения.

А.3.1.2 Все ответные сообщения имеют общую структуру, приведенную в таблице А.25.

Таблица А.25 – Общая структура ответных сообщений

Название поля	Размер, байт	Описание поля
Преамбула	4	NVMX (ASCII) 0x4E564D58
Идентификатор ответного сообщения	1	В соответствии с таблицей А.26 приложения А настоящего РЭ
Идентификатор поступившей команды	$\leq 121$	В соответствии с таблицей А.16 приложения А настоящего РЭ
Контрольная сумма	2	В соответствии с пунктами А.1.1.5 и А.1.1.6 приложения А настоящего РЭ

А.3.1.3 Список существующих ответных сообщений представлен в таблице А.26.

Таблица А.26 – Список ответных сообщений

Ответное сообщение	Идентификатор	ASCII	Название
1	0x2B	+	Подтвержденная команда
2	0x2D	-	Неподтвержденная команда
3	0x3F	?	Неизвестная команда

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										44

### А.3.2 Сообщение «Подтвержденная команда»

А.3.2.1 Сообщение посылается при успешном выполнении команды.

Описание полей приведено в таблице А.27. Размер полезной нагрузки: 1 байт.

Таблица А.27 – Описание полей сообщения «Подтвержденная команда»

Наименование поля	Размер, байт	Описание поля
Идентификатор ответного сообщения	1	ASCII +
Идентификатор поступившей команды	1	Содержит идентификатор успешно выполненной команды в соответствии с таблицей А.16 приложения А настоящего РЭ

### А.3.3 Сообщение «Неподтвержденная команда»

А.3.3.1 Сообщение посылается при некорректных значениях полей команды или при несовпадении принятой контрольной суммы и рассчитанной Модулем. Описание полей приведено в таблице А.28. Размер полезной нагрузки: 1 байт.

Таблица А.28 – Описание полей сообщения «Неподтвержденная команда»

Наименование поля	Размер, байт	Описание поля
Идентификатор ответного сообщения	1	ASCII -
Идентификатор поступившей команды	1	Содержит идентификатор невыполненной команды в соответствии с таблицей А.16 приложения А настоящего РЭ

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										45

### А.3.4 Сообщение «Неизвестная команда»

А.3.4.1 Сообщение посылается при получении Модулем нераспознанной команды. Описание полей приведено в таблице А.29. Размер полезной нагрузки: 1 байт.

Таблица А.29 – Описание полей сообщения «Неизвестная команда»

Наименование поля	Размер, байт	Описание поля
Идентификатор ответного сообщения	1	ASCII ?
Идентификатор поступившей команды	1	Содержит идентификатор неизвестной команды

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										46

## Приложение Б

(обязательное)

### Протокол NMEA 0183 v.4.10

#### Б.1 Сообщения, формируемые Модулем

##### Б.1.1 Общие сведения о сообщениях

Б.1.1.1 Сообщения используются для периодической выдачи данных местоположения, информации о скорости и курсе движения, а также сведений о видимых спутниках и геометрическом факторе точности.

Б.1.1.2 Все передаваемые данные должны интерпретироваться как символы ASCII. Старший бит 8-битного символа всегда должен передаваться как ноль ( $d7 = 0$ ).

Б.1.1.3 Все сообщения соответствуют формату протокола NMEA 0183 v.4.10 и имеют общий вид, представленный на рисунке Б.1.

**\$aacc,c--c\*hh<CR><LF>**

Рисунок Б.1 – Структура сообщений NMEA

Б.1.1.4 Подробное описание структуры сообщений приведено в таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Описание структуры сообщений NMEA 0183 v.4.10

Структурный элемент	HEX	Описание
\$	24	Начало сообщения
aaccs		Преамбула и идентификатора сообщения. Первые два символа – преамбула, определяющая используемую в решении СРНС.  Используются следующие комбинации символов: - GP для GPS; - GL для ГЛОНАСС; - GN для совмещенного режима.  Последние три символа — идентификатор сообщения.
,	2C	Разделитель регулярных полей.
c--c		Блок данных сообщения. Следует за полем адреса и представляет собой группу полей с передаваемыми данными. Последовательность полей данных фиксирована и определяется идентификатором сообщения. Поле данных может быть переменной длины и начинается с символа ”,”.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										47
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата						





Б.1.2.2 Подробное описание структуры сообщения приведено в таблице

Б.3.

Таблица Б.3 – Описание структуры сообщения GGA

Номер структурного элемента	Описание
1	Время UTC определения координат
2	Широта. Формат: первые два символа – целое число градусов; следующие два символа – целое число угловых минут; последующее после десятичной точки переменное число символов – дробная часть угловых минут
3	Индикатор N/S - Север/Юг
4	Долгота. Формат: первые три символа – целое число градусов; следующие два символа – целое число угловых минут; последующие после десятичной точки переменное число символов – дробная часть угловых минут
5	Индикатор E/W - Восток/Запад
6	Индикатор качества определения местоположения: 0 – Решение недоступно или некорректно, 1 – Корректное решение.
7	Количество видимых спутников: от 00 по 12
8	HDOP
9	Высота над средним уровнем моря, м
10	Индикатор единицы измерения М
11	Отклонение геоида, м
12	Индикатор единицы измерения М
13	Возраст дифференциальных поправок
14	Идентификатор дифференциальной станции, от 0000 по 1023
15	Контрольная сумма

Б.1.3 Сообщение GLL: «Географические координаты – широта/долгота»

Б.1.3.1 Структура сообщения приведена на рисунке Б.3.

```

      1       2 3       4 5       6 7 8
      |       | |       | |       | | |
$--GLL,1111.11,a,yyyyy.yy,a,hmmss.ss,A,a*hh<CR><LF>

```

Рисунок Б.3 – Структура сообщения GLL

Б.1.3.2 Подробное описание структуры сообщения приведено в таблице

Б.4.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата					
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата					
					ЮФКВ.469355.011РЭ				
					Лист				
					49				

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

#### Б.1.4 Сообщение GSA: «Геометрический фактор ухудшения точности и активные спутники»

1 2 3 4 5 6 7 8  
\$--GSA,A,x,xx,xx,xx,xx,xx,xx,xx,xx,xx,xx,xx,x.x,x.x,x.x,h\*hh<CR><LF>

Б.1.4.2 Подробное описание структуры сообщения приведено в таблице

Б.5.

Номер структурного элемента	Описание
1	Индикатор А - автоматический режим (фиксировано)
2	Статус решения: 1 – навигационное решение недоступно, 3 – 3D решение.
3	Идентификационные номера спутников, используемых в решении: GPS: 1...32, ГЛОНАСС: 65...88.
4	PDOP
5	HDOP
6	VDOP

					ЮФКВ.469355.011РЭ	Лист
						50
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Номер структурного элемента	Описание
7	Идентификатор СРНС: GPS: 1, ГЛОНАСС: 2.
8	Контрольная сумма

### Б.1.5 Сообщение GSV: «Видимые спутники»

Б.1.5.1 Структура сообщения приведена на рисунке Б.5.

1 2 3 4 5 6 7
8
9
10 11

\$--GSV,x,x,xx,xx,xx,xxx,xx,.....,xx,xx,xxx,xx,h\*hh<CR><LF>

Рисунок Б.5 – Структура сообщения GSV

Б.1.5.2 Подробное описание структуры сообщения приведено в таблице

Б.6.

Таблица Б.6 – Описание структуры сообщения GSV

Номер структурного элемента	Описание
1	Общее количество сообщений
2	Номер сообщения
3	Общее количество видимых спутников
4	Идентификационный номер спутника: GPS: 1...32, ГЛОНАСС: 65...88
5	Угол места, градусы (максимум 90°)
6	Азимут, градусы: от 000 по 359
7	SNR (C/N0), дБГц: от 00 по 99 (нулевое поле, если спутник не в слежении)
8	Данные для 2-го и 3-го спутников в соответствии с полями 4-7 сообщения: - Идентификационный номер спутника; - Угол места; - Азимут; - SNR.
9	Данные для 4-го спутника в соответствии с полями 4-7 сообщения: - Идентификационный номер спутника; - Угол места; - Азимут; - SNR.
10	Идентификатор сигнала СРНС: GPS (L1 C/A): 1, ГЛОНАСС (L1 СТ): 1
11	Контрольная сумма

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист
										51
					Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ

Б.1.6 Сообщение RMC: «Минимальный рекомендованный набор данных»

Б.1.6.1 Структура сообщения приведена на рисунке Б.6.

```

      1      2 3      4 5      6 7      8      9      10      12      14
      |      | |      | |      | |      |      |      |      | |      |
$--RMC,hhmmss.ss,A,1111.11,a,yyyyy.yy,a,x.x,x.x,xxxx,x.x,a,a,a*hh<CR><LF>
  
```

Рисунок Б.6 – Структура сообщения RMC

Б.1.6.2 Подробное описание структуры сообщения приведено в таблице Б.7.

Таблица Б.7 – Описание структуры сообщения RMC

Номер структурного элемента	Описание
1	Время UTC определения координат
2	Статус: А – данные достоверны, V – данные недостоверны.
3	Широта. Формат: первые два символа – целое число градусов; следующие два символа – целое число угловых минут; последующее после десятичной точки переменное число символов – дробная часть угловых минут.
4	Индикатор N/S - Север/Юг
5	Долгота. Формат: первые три символа – целое число градусов; следующие два символа – целое число угловых минут; последующее после десятичной точки переменное число символов – дробная часть угловых минут.
6	Индикатор E/W - Восток/Запад
7	Скорость относительно земли, узлы
8	Курс, градусы (истинный)
9	Дата: ддммгг
10	Магнитное склонение, градусы
11	Индикатор E/W - Восток/Запад
12	Индикатор режима: А – автономный режим, N – данные недостоверны.
13	Статус навигационных определений – V (фиксировано)
14	Контрольная сумма

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ					Лист
										52

### Б.1.7 Сообщение VTG: «Курс и скорость относительно земли»

Б.1.7.1 Структура сообщения приведена на рисунке Б.7.

```

      1   2 3   4 5   6 7   8 9 10
      |   | |   | |   | |   | |
$--VTG,x.x,T,x.x,M,x.x,N,x.x,K,a*hh<CR><LF>
  
```

Рисунок Б.7 – Структура сообщения VTG

Б.1.7.2 Подробное описание структуры сообщения приведено в таблице Б.8.

Таблица Б.8 – Описание структуры сообщения VTG

Номер структурного элемента	Описание
1	Курс, градусы (на истинный полюс)
2	Индикатор Т
3	Курс, градусы (магнитное склонение)
4	Индикатор М
5	Скорость относительно земли, узлы
6	Индикатор единицы измерения N
7	Скорость относительно земли, км/ч
8	Индикатор единицы измерения К
9	Индикатор режима: А = автономный режим, N = данные недостоверны.
10	Контрольная сумма

### Б.1.8 Сообщение ZDA: «Время и дата»

Б.1.8.1 Структура сообщения приведена на рисунке Б.8.

```

      1       2 3 4   5 6 7
      |       | | |   | | |
$--ZDA,hhmmss.ss,xx,xx,xxxx,xx,xx*hh<CR><LF>
  
```

Рисунок Б.8 – Структура сообщения ZDA

Б.1.8.2 Подробное описание структуры сообщения приведено в таблице Б.9.

Таблица Б.9 – Описание структуры сообщения VTG

Номер структурного элемента	Описание
1	Время UTC
2	День (UTC): с 01 по 31
3	Месяц (UTC): с 01 по 12
4	Год (UTC)
5	Смещение местного времени по UTC, час: 00...±13
6	Смещение местного времени по UTC, мин: 00...+59
7	Контрольная сумма

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469355.011РЭ	Лист
											54