

МОДУЛЬ МС149.01  
Руководство по эксплуатации  
ЮФКВ.469355.006РЭ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
36040-3	02.12.2019	36040-2		

Перв. примен.	ЮФКВ.469355.006
Справ. №	

## Содержание

Условные обозначения и сокращения.....	3
1 Описание и работа.....	4
1.1 Назначение.....	4
1.2 Структурная схема.....	5
1.3 Функциональные возможности.....	6
1.4 Технические характеристики.....	8
1.5 Конструкция.....	9
2 Использование по назначению.....	10
2.1 Работа с пакетом прикладных программ RTKLib.....	10
2.2 Соединители и сигналы.....	11
2.3 Рекомендации по использованию в аппаратуре потребителей.....	16
3 Хранение.....	17
4 Транспортирование.....	18
5 Утилизация.....	19
Приложение А.....	20
А.1 Описание Протокола.....	20
А.2 Общий вид сообщения.....	20
А.3 Входящие сообщения.....	21
А.4 Исходящие сообщения.....	23
А.5 Расчёт CRC-суммы для пакетов.....	33

Удостоверен ЮФКВ.469355.006РЭ-УД

Подп. и дата	02.12.2019	Взам. инв. №	36040-2	Инв. № дубл.		Подп. и дата		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЮФКВ.469355.006РЭ			
3	Все	ЮФКВ.084-2019	Романов	26.11.19	Модуль МС149.01 Руководство по эксплуатации			
Лит.	Лист	Листов						
О <sub>1</sub>		2	33					
Ив. № подл.	36040-3	Разраб.	Романов					
		Пров.	Дадашев					
		Н.контр.	Перегудова					
		УТВ.	Павлов					

## Условные обозначения и сокращения

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

BSD license: Berkeley Software Distribution (программная лицензия университета Беркли)

C/A: Coarse Acquisition (грубый захват)

DGND: Digital Ground (цифровая земля)

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

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

GPS: Global Positioning System

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

LED: Light Emitting Diode (светодиод)

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

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

RTK: Real Time Kinematic (кинематика реального времени)

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

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

UTC: Universal Time Coordinated

WAAS: Wide Area Augmentation System (широкозонная система дополнений)

ГЛОНАСС: Глобальная Навигационная Спутниковая Система

ГНСС: глобальные навигационные спутниковые системы

НКА: навигационный космический аппарат

ПАВ: поверхностные акустические волны

ПО: программное обеспечение

ПЗУ: постоянное запоминающее устройство

СВЧ: сверхвысокие частоты

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469355.006РЭ	Лист
36040-3	02.12.2019	36040-2				3
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

# 1 Описание и работа

## 1.1 Назначение

1.1.1 Трёхчастотный встраиваемый модуль ГНСС МС149.01 (далее — Модуль) представляет собой специализированный модуль геодезического навигационного приёмника, предназначенный для решения задач высокоточного позиционирования и временной синхронизации. Модуль выполнен на базе отечественного навигационного процессора K1888BC018 производства ЗАО НТЦ «Модуль». Модуль осуществляет приём и обработку сигналов системы GPS в диапазонах L1, L2, L5 и ГЛОНАСС в диапазонах L1, L2, L3. Модуль выполнен в виде платы, конструктивно совместимой с процессорными платами формата РС/104.

1.1.2 Модуль обладает следующими ключевыми особенностями:

- 1) одновременная обработка всех видимых НКА систем GPS и ГЛОНАСС в трёх частотных диапазонах;
- 2) поддержка SBAS (WAAS, EGNOS);
- 3) точность местоположения ( $1 \sigma$ ):
  - а) автономный режим: 2 м;
  - б) SBAS: 0,75 м;
  - в) RTK: 1 см + 1 ppm (в плане), 1,5 см + 1 ppm (по высоте);
- 4) аппаратная поддержка сигналов и систем:
  - а) BeiDou B1/B2;
  - б) Galileo E1/E5a/E5b;
  - в) QZSS L1/L2;
- 5) темп навигационного решения: до 20 Гц;
- 6) конструктивная совместимость с процессорными модулями РС/104.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЮФКВ.469355.006РЭ	Лист
36040-3						4
36040-2	02.12.2019	36040-2	Инев. № дубл.	Подп. и дата		

## 1.2 Структурная схема

1.2.1 Структурная схема Модуля приведена на рисунке Рисунок 1.1.

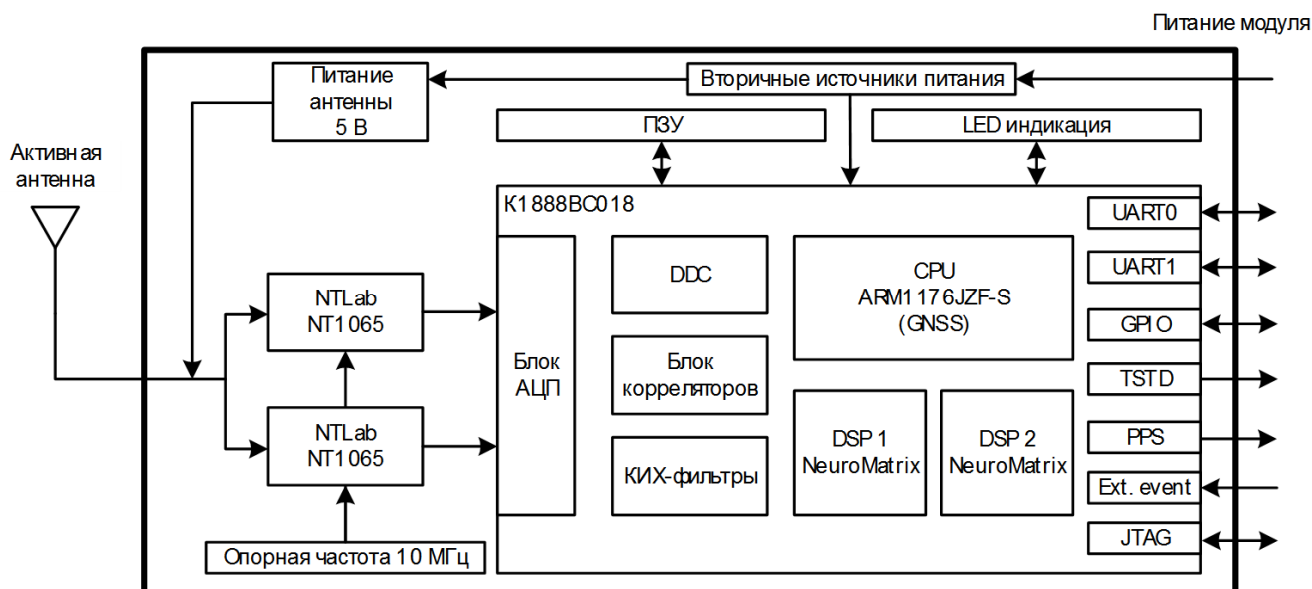


Рисунок 1.1 — Структурная схема Модуля

1.2.2 В состав Модуля входят следующие функциональные элементы:

- 1) навигационный процессор K1888BC018;
- 2) два радиоприёмных устройства NT1065;
- 3) ПЗУ, предназначенное для хранения встроенных программ, настроек и конфигурации модуля;
- 4) устройство питания активной антенны;
- 5) опорные генераторы аналоговой (0,2 ppm) и цифровой (20 ppm) частот приёмника;
- 6) фильтры на ПАВ для диапазонов L1/L2/L3/L5;
- 7) LED-индикация;
- 8) порты ввода-вывода.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЮФКВ.469355.006РЭ	Лист
						5
Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инев. № дубл.	Подп. и дата		
36040-3	02.12.2019	36040-2				

### 1.3 Функциональные возможности

1.3.1 Модуль обеспечивает работу в следующих режимах:

- 1) автономный;
- 2) дифференциальный.

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

1.3.3 При передаче команды Бинарного Протокола (далее Протокол) и наличии RTCM-поправок, поступающих по порту UART0, приёмник переключается в дифференциальный режим.

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

- 1) приём «сырых» данных от Модуля по интерфейсу UART1;
- 2) приём поправок от базовой станции;
- 3) решение навигационной задачи в дифференциально-фазовом режиме средствами набора прикладных программ RTKLib.

1.3.5 Модуль обеспечивает одновременный приём и обработку следующих навигационных сигналов:

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

Инв. № подл. 36040-3	Подп. и дата 02.12.2019	Взам. инв. № 36040-2	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469355.006РЭ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

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

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

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

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата	
36040-3	02.12.2019	36040-2			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
ЮФКВ.469355.006РЭ					Лист
					7

## 1.4 Технические характеристики

1.4.1 Модуль представляет собой 80-канальный многосистемный (GPS и ГЛОНАСС) встраиваемый модуль приёмника ГНСС. Приведённые характеристики соответствуют следующим условиям: «открытое небо», в поле зрения приёмника наблюдается не менее пяти спутников по каждому из созвездий (GPS и ГЛОНАСС). Основные технические характеристики приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 — Основные технические характеристики

Параметр	Значение
Общее количество каналов слежения	80
Обрабатываемые сигналы GPS	L1 C/A, L2CM, L5
Обрабатываемые сигналы ГЛОНАСС	L1OF, L2OF, L3OC
Погрешность определения координат, автономный режим, м, не более	В плане: 2
	По высоте: 3
Погрешность определения координат, дифференциально-фазовый режим, мм, не более	В плане: $10 + 10^{-6} \cdot D$
	По высоте: $15 + 10^{-6} \cdot D$
Погрешность секундной метки времени (1PPS), нс, не более	50
Среднее время до первых координат, с	Холодный старт: 36
	Горячий старт: 5
	Повторный захват: 1,8
Темп обновления данных местоположения, Гц	1, 2, 5, 10, 20
Интерфейсы	2xUART
Напряжение питания, В	от 3,5 до 8,4
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм, не более	приведены на рисунке 2
Масса, г, не более	100 (со стойками) 77 (без стоек)
Диапазон рабочих температур, °С	от минус 40 до плюс 70
Примечание – D это измеренная длина базиса в мм	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изн. № подл.	36040-3			
Подп. и дата	02.12.2019			
Взам. инв. №	36040-2			
Изн. № дубл.				
Подп. и дата				

Изн. № подл.	36040-3			
Подп. и дата	02.12.2019			
Взам. инв. №	36040-2			
Изн. № дубл.				
Подп. и дата				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮФКВ.469355.006РЭ

Лист

8



## 1.5 Конструкция

1.5.1 Модуль выполнен в виде одноплатной конструкции. Габаритные размеры печатной платы Модуля совместимы со стандартом РС/104 и приведены на рисунке 1.2.

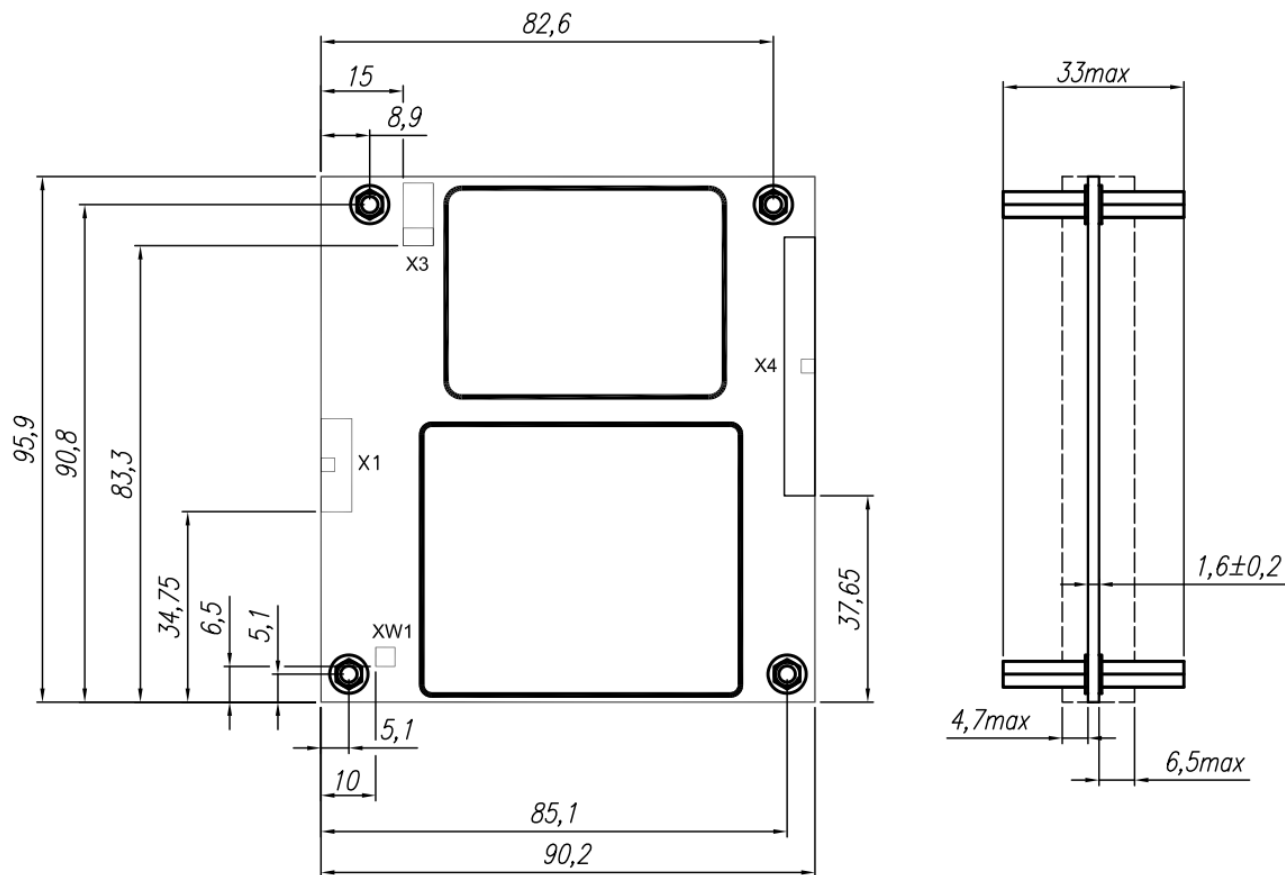


Рисунок 1.2 — Габаритные размеры Модуля

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата
36040-3	02.12.2019	36040-2		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ЮФКВ.469355.006РЭ				Лист
				9

## 2 Использование по назначению

### 2.1 Работа с пакетом прикладных программ RTKLib

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

2.1.2 Пакет содержит утилиты как с консольным, так и с графическим интерфейсом. Список предоставляемых программ приведён в таблице 2.1.

Таблица 2.1 — Состав Пакета

Назначение	Название утилиты с графическим интерфейсом	Название утилиты с консольным интерфейсом
Центр запуска утилит	rtklaunch.exe	—
Обработка в реальном времени	rtknavi.exe rtknavi_mkl.exe rtknavi_win64.exe	rtkrcv.exe
Сервер коммуникаций	strsvr.exe	str2str (только Linux)
Пост-обработка	rtkpost.exe rtkpost_mkl.exe rtkpost_win64.exe	rnx2rtkp.exe rnx2rtkp_win64.exe
RINEX-конвертер	rtkconv.exe	convbin.exe
KML-конвертер	—	pos2kml.exe
Визуализация данных	rtkplot.exe	—
Получение данных	rtkget.exe	—
NTRIP-браузер	srctblbrows.exe	—

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## 2.2 Соединители и сигналы

2.2.1 Для обеспечения взаимодействия с внешними устройствами и приёма навигационных сигналов в Модуле предусмотрены соединители, описание которых приведено в таблице 2.2.

Таблица 2.2 — Описание соединителей Модуля

Позиционное обозначение	Маркировка	Соединитель	Описание
XW1	RFin	MMCX-KHD2	СВЧ вход для сигнала от антенны
X1	UART0/1	BH2-10R	Интерфейсы UART
X2	JTAG_ARM	3220-10-0300-00	Интерфейс программирования JTAG
X3	DCin	DS1070-2MRV6A	Соединитель питания
X4	CTRL/IO	DS1014-40 RF1B	Сигналы статуса и управления

2.2.2 Модуль поддерживает работу только с активными антеннами. Активная антенна должна обеспечивать усиление не менее 25 дБ с учётом потерь в кабеле. Модуль содержит встроенную схему инжектора питания, обеспечивающую питание антенны током не более 200 мА. Напряжение питания активной антенны ограничивается напряжением внешнего питания модуля  $U_{пит}$  и не может быть больше  $U_{пит} - 0,1$  В, при напряжении  $U_{пит}$  больше 5,2 В напряжение питания антенны равно 5 В.

2.2.3 Модуль содержит два интерфейса UART, предназначенных для обмена информацией по Протоколу, а также по протоколу RTCM для реализации дифференциального режима. Сообщения, передаваемые по каждому из интерфейсов UART, приведены в таблице Таблица 1.3.

Таблица 1.3 — Сообщения, передаваемые по интерфейсам UART

Интерфейс	Тип	Сообщения
UART 0	Вход	RTCM
UART 1	Вход/выход	Сообщения Протокола

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изн.	№ подл.	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата
	36040-3	36040-2		
				02.12.2019

ЮФКВ.469355.006РЭ

Лист

11

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

2.2.5 Модуль поддерживает диапазон входных напряжений от 3,5 до 8,4 В. Средняя потребляемая мощность Модуля без учета питания антенны составляет от 1,6 до 1,9 Вт. Максимальная потребляемая мощность не превосходит 2,1 Вт.

2.2.6 Соединитель X1 предназначен для сигналов двух интерфейсов UART. Назначение выводов представлено в таблице 2.4.

Таблица 2.4 — Назначение выводов соединителя X1

Номер контакта	Наименование сигнала	Интерфейс
1	GND	UART 1
2	UART1_RXD	
3	UART1_TXD	
4	XCTS1	
5	XRTS1	
6	GND	UART 0
7	UART0_RXD	
8	UART0_TXD	
9	XCTS0	
10	XRTS0	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЮФКВ.469355.006РЭ

Лист
12

2.2.7 Соединитель X2 предназначен для служебного интерфейса JTAG. Назначение выводов представлено в таблице 2.5.

Таблица 2.5 — Назначение выводов соединителя X2

Номер контакта	Наименование сигнала
1	VTREF
2	TMS
3	GND
4	TCK
5	GND
6	TDO
7	NC
8	TDI
9	GND
10	nSRST

2.2.8 Соединитель X3 предназначен для подключения питания модуля. Назначение выводов представлено в таблице 2.6.

Таблица 2.6 — Назначение выводов соединителя X3

Номер контакта	Наименование сигнала	Описание
1	PWR	Напряжение от 3,5 до 8,4 В
2	GND	Земля

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЮФКВ.469355.006РЭ	Лист
						13

2.2.9 Соединитель X4 предназначен для ввода и вывода управляющих сигналов, краткое описание которых приведено в таблице 2.7.

Таблица 2.7 — Назначение выводов соединителя X4

Номер контакта	Наименование сигнала	Тип	Функциональное назначение
1	DGND	—	Земля
2	DGND	—	Земля
3	GPIO_10	Вход/выход	Зарезервировано
4	GPIO_7	Вход/выход	Зарезервировано
5	GPIO_4	Вход/выход	Зарезервировано
6	GPIO_3	Вход/выход	Зарезервировано
7	GPIO_1	Вход/выход	Зарезервировано
8	DGND	—	Земля
9	GPIO_9	Вход/выход	Зарезервировано
10	GPIO_0	Вход/выход	Зарезервировано
11	GPIO_6	Вход/выход	Зарезервировано
12	GPIO_2	Вход/выход	Зарезервировано
13	GPIO_5	Вход/выход	Зарезервировано
14	DGND	—	Земля
15	GPIO_13	Вход/выход	Зарезервировано
16	GPIO_8	Вход/выход	Зарезервировано
17	GPIO_11	Вход/выход	Зарезервировано
18	GPIO_12	Вход/выход	Зарезервировано
19	EXT_RESET	Вход	Внешний сброс Модуля
20	DGND	—	Земля
21	INT	Вход	Вход внешних прерываний
22	DGND	—	Земля
23	Reserved	—	Зарезервировано
24	Reserved	—	Зарезервировано
25	IT_ISO	Выход	Сигнал 1PPS

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЮФКВ.469355.006РЭ	Лист
						14

Номер контакта	Наименование сигнала	Тип	Функциональное назначение
26	TSTD4	Выход	Зарезервировано
27	TSTD3	Выход	Зарезервировано
28	DGND	—	Земля
29	TSTD7	Выход	Зарезервировано
30	Reserved	—	Зарезервировано
31	TSTD6	Выход	Зарезервировано
32	TSTD5	Выход	Зарезервировано
33	TSTD2	Выход	Зарезервировано
34	DGND	—	Земля
35	TSTD0	Выход	Зарезервировано
36	TSTD1	Выход	Зарезервировано
37	Reserved	—	Зарезервировано
38	Reserved	—	Зарезервировано
39	DGND	—	Земля
40	DGND	—	Земля

2.2.10 Для удобства работы пользователя была предусмотрена светодиодная индикация на светодиодах HL1-HL6. Описание сигналов индикации приведено в таблице 2.8.

Таблица 2.8 — Описание сигналов индикации

Позиционное обозначение	Маркировка	Описание
HL1	ANT_PWR	Сигнал исправности цепей питания антенны
HL2	TSTD_0	Зарезервировано
HL3	PG	Сигнал исправности цепей питания Модуля
HL4	TSTD_4	Зарезервировано
HL5	GPIO_0	Зарезервировано
HL6	1PPS	Сигнал секундной метки времени, синхронизированной со шкалой времени UTC

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## 2.3 Рекомендации по использованию в аппаратуре потребителей

2.3.1 Для работы модуля требуется подключение активной ГНСС-антенны к с ХW1, а также источника питания к соединителю Х3. После запуска и старта программы информация передаётся по порту UART1 по Протоколу. Параметры основного порта RS-232 приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 — Параметры основного порта

Параметр	Значение
Скорость, бод	230400
Контроль чётности	Отсутствует
Количество бит данных	8
Длительность стоп-бита	2
Управление потоком	Отсутствует

2.3.2 В исполнении ЮФКВ.469355.006-01 предусмотрен комплект принадлежностей ЮФКВ.466934.002, содержащий следующие элементы:

- жгут питания ЮФКВ.685621.235 позволяет подключать к соединителю Х3 Модуля сетевые адаптеры питания с вилкой 2,1 мм / 5,5 мм;
- адаптер питания GS06E-1P1J (Mean Well) для питания Модуля через жгут питания от бытовой сети 220 В 50 Гц;
- жгут передачи данных ЮФКВ.685622.091 позволяет подключать Модуль к COM портам (RS232) персонального компьютера;
- кабель-переходник U-700 (St-Lab) вместе со жгутом передачи данных позволяет подключиться к персональному компьютеру, если в нем есть USB порт, но не предусмотрены COM порты.

Инв. № подл.	36040-3	Подп. и дата	02.12.2019	Взам. инв. №	36040-2	Инв. № дубл.		Подп. и дата		ЮФКВ.469355.006РЭ					Лист
															16
										Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	



### 3 Хранение

3.1 Хранение Модуля производить в упаковке изготовителя в отапливаемом хранилище при температуре от 5 до 35 °С, относительной влажности не более 80 % при температуре 20 °С без конденсации влаги. В складских помещениях, где хранится Модуль, не должно быть паров кислот, щелочей или других химически активных веществ, пары или газы которых могут вызвать коррозию.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЮФКВ.469355.006РЭ	Лист
36040-3						17
36040-2						
02.12.2019						
Взам. инв. №	36040-2					
Ине. № дубл.						
Подп. и дата						

## 4 Транспортирование

4.1 Модуль в упакованном виде устойчив к транспортированию при температуре окружающего воздуха от минус 40 °С до 50 °С и относительной влажности воздуха до 98 % при температуре 25 °С. Транспортирование упакованного изделия возможно всеми видами крытых транспортных средств (автомобильным, железнодорожным, речным, авиационным и т.д.) в соответствии с действующими на данном виде транспорта правилами перевозки грузов.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469355.006РЭ				Лист				
36040-3	02.12.2019	36040-2											18
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата									

## 5 Утилизация

5.1 Утилизации не подлежит.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата
36040-3	02.12.2019	36040-2		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮФКВ.469355.006РЭ

	<i>Лист</i>
	19

## Приложение А

### А.1 Описание Протокола

А.1.1 Протокол определяет требования к интерфейсу взаимодействия между Модулем и внешним оборудованием. Модуль может получать команды от внешнего оборудования и выдавать результат. Команды содержат управление, при помощи которого внешнее управляющее оборудование может устанавливать, либо запрашивать параметры навигационного приёмника. Исходящие сообщения используются для индикации корректности полученных команд, выдачи запрошенных параметров, а также периодической выдачи данных местоположения и «сырых» навигационных данных.

### А.2 Общий вид сообщения

А.2.1 Все сообщения Протокола имеют общую структуру, приведённую в таблице А.1.

Таблица А.1 — Общая структура сообщения

Название поля	Размер, байт	Значение
Преамбула	4	DGR8 (ASCII) 0x44 0x47 0x52 0x38 (Hex)
Идентификатор сообщения	1	В соответствии с таблицами А.2 и А.6
Полезная нагрузка	≤ 121	
Контрольная сумма	2	В соответствии с алгоритмом в главе А.5
Постамбула (только для исходящих сообщений)	10	0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF (hex)

Изн. № подл.	36040-3
Подп. и дата	02.12.2019
Взам. инв. №	36040-2
Изн. № дубл.	
Подп. и дата	

Изн. № подл.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
--------------	------	----------	-------	------

ЮФКВ.469355.006РЭ

Лист  
20

## А.3 Входящие сообщения

### А.3.1 Идентификаторы входящих сообщений

А.3.1.1 Идентификаторы входящих сообщений приведены в таблице А.2. Далее для каждого сообщения приведено краткое описание с указанием значений полей и общим размером полезной нагрузки.

Таблица А.2 — Список входящих сообщений

Идентификатор (hex)	ASCII	Название
0x35	5	Настройки режима
0x56	V	Запрос версии
0x46	A	Отладочные команды

### А.3.2 Настройки режима

А.3.2.1 Команда осуществляет тонкую настройку параметров навигационного приёмника. Описание полей приведено в таблице А.3. Размер полезной нагрузки: 25 байт.

Таблица А.3 — Описание полей настроек режима

Название	Размер, байт	Масштаб	Пример	Размерность
Идентификатор	1		0x35	
Зарезервировано	18		0x00	
Темп решения	1	*0.05	0x14	с
Зарезервировано	6		0x00	

### А.3.3 Запрос версии

А.3.3.1 Команда осуществляет запрос версии ПО и аппаратуры Модуля. Описание полей приведено в таблице А.4. Размер полезной нагрузки: 3 байта.

Таблица А.4 — Описание полей запроса версии

Название	Размер, байт	Пример
Идентификатор	1	0x56
Зарезервировано	3	0x00

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

### А.3.4 Отладочные команды

А.3.4.1 Набор команд служит для отладки и дополнительного контроля ПО Модуля. Помимо основного идентификатора, содержит идентификатор подсообщения. Описание полей приведено в таблице А.5. Размер полезной нагрузки  $2N$  байт, где  $N = [1, 60]$ . Для получения информации об отладочных командах обращайтесь к производителю.

Таблица А.5 — Описание полей отладочных команд

Название	Размер, байт	Пример	Описание
Идентификатор	1	0x46	Основной идентификатор
Идентификатор подсообщения	1	0x00	Идентификатор, определяющий отладочную команду
Данные	1	0x00	Байт отладочного сообщения №0
...	...	...	...
Данные	1	0x00	Байт отладочного сообщения № $2N-1$

Изн. № подл. 36040-3	Подп. и дата 02.12.2019	Взам. инв. № 36040-2	Изн. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469355.006РЭ				Лист
									22
									Изм.

#### А.4 Исходящие сообщения

##### А.4.1 Идентификаторы исходящих сообщений

А.4.2 Идентификаторы исходящих сообщений приведены в таблице А.6. Далее для каждого сообщения приведено краткое описание с указанием значений полей и общим размером полезной нагрузки.

Таблица А.6 — Список исходящих сообщений

Идентификатор (hex)	ASCII	Название
0x2B	+	Подтверждённая команда
0x35	5	«Сырые» измерения L3/L5
0x3F	?	Неподтверждённая команда
0x65	e	Эфемериды ГЛОНАСС
0x68	h	LLA-сообщение
0x69	i	Эфемериды GPS
0x72	r	«Сырые» измерения L1/L2
0x73	s	Исключённые НКА
0x76	v	Версия ПО и аппаратуры
0x78	x	Измеренная позиция

##### А.4.3 Подтверждённая команда

А.4.3.1 Сообщение посылается при успешном получении команды. Описание полей приведено в таблице А.7. Размер полезной нагрузки: 1 байт.

Таблица А.7 — Описание полей подтверждения команды

Название	Размер, байт	Пример
Идентификатор	1	0x2B
Подтверждаемая команда	1	0x56

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

#### А.4.4 «Сырые» измерения L3/L5

А.4.4.1 Сообщение содержит «сырые» измерения сигналов ГЛОНАСС L3OC и GPS L5. Описание полей приведено в таблице А.8. Размер полезной нагрузки: 15 байт.

Таблица А.8— Описание полей измерений L3/L5

Название	Размер, байт	Масштаб	Пример	Размерность
Идентификатор	1		0x35	
Номер НКА	1		0x21	
Номер системы	1		0x00	
Счетчик ФАП	1		0x0F	
Сигнал/шум	1		0x30	дБГц
Зарезервировано	1		0x00	
Псевдофаза	6, знаковый	$*2^{-12}$		циклы
Псевдозадержка	4	$*10^{-10}$		секунды

А.4.4.2 Допустимые номера НКА приведены в таблице А.9. Нумерация систем приведена в таблице А.10.

Таблица А.9 — Номера НКА

Навигационная система	Номера НКА
GPS	1 - 32
ГЛОНАСС	33 - 48

Таблица А.10 — Нумерация систем

Навигационная система	Номер системы
GPS	0
ГЛОНАСС	1

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
36040-3				
Взам. инв. №	36040-2			
Ине. № дубл.				
Подп. и дата	02.12.2019			
Подп. и дата				

					ЮФКВ.469355.006РЭ		Лист
							24
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			



#### А.4.5 Неподтверждённая команда

А.4.5.1 Сообщение посылается при неуспешном получении команды.

Описание полей приведено в таблице А.11. Размер полезной нагрузки: 1 байт.

Таблица А.11 — Описание полей подтверждения команды

Название	Размер, байт	Пример
Идентификатор	1	0x3F
Подтверждаемая команда	1	0x56

#### А.4.6 Эфемериды ГЛОНАСС

А.4.6.1 В сообщении передаются эфемериды НКА системы ГЛОНАСС.

Описание полей приведено в таблице А.12. Размер полезной нагрузки: 63 байта.

Таблица А.12 — Описание полей эфемерид ГЛОНАСС

Название	Размер, байт	Масштаб	Пример	Размерность
Идентификатор	1		0x65	
Номер НКА	1		0x55	
Зарезервировано	1		0x00	
Номер литеры	1, знаковый		0x0F	
Качество эфемерид	2			битовое поле
t <sub>b</sub>	2	*2 <sup>-15</sup>		МИН
X	4, знаковый	*2 <sup>-11</sup>		КМ
Y	4, знаковый	*2 <sup>-11</sup>		КМ
Z	4, знаковый	*2 <sup>-11</sup>		КМ
Xdot	4, знаковый	*2 <sup>-20</sup>		КМ/с
Ydot	4, знаковый	*2 <sup>-20</sup>		КМ/с
Zdot	4, знаковый	*2 <sup>-20</sup>		КМ/с
Xdotdot	4, знаковый	*2 <sup>-30</sup>		КМ/с <sup>2</sup>
Ydotdot	4, знаковый	*2 <sup>-30</sup>		КМ/с <sup>2</sup>
Zdotdot	4, знаковый	*2 <sup>-30</sup>		КМ/с <sup>2</sup>

Изн. № подл.	36040-3	Подп. и дата	02.12.2019
	Взам. инв. №		36040-2
	Изн. № дубл.		
Подп. и дата		Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ЮФКВ.469355.006РЭ

Лист  
25

Название	Размер, байт	Масштаб	Пример	Размерность
$t_k$	2			битовое поле
$t_n$	4, знаковый	$*2^{-30}$		с
$G_n$	2, знаковый	$*2^{-40}$		
$E_n$	2			дни
Зарезервировано	4			
$t_c$	4, знаковый	$*2^{-27}$		с
Зарезервировано	4			
Флаг достоверности	4		0x80 0x00 0x00 0x00	битовое поле

#### А.4.7 LLA-сообщение

А.4.7.1 В сообщении передаются ширина, долгота и высота приёмника в системе координат WGS-84. Описание полей приведено в таблице А.13. Размер полезной нагрузки: 17 байт.

Таблица А.13 — Описание полей LLA-сообщения

Название	Размер, байт	Масштаб	Пример	Размерность
Идентификатор	1		0x68	
Зарезервировано	1		0x00	
Время приёмника	4			мс
Широта	4, знаковый	$*2^{-10}$		угловые секунды
Долгота	4	$*2^{-10}$		угловые секунды
Высота	4, знаковый	$*2^{-5}$		м

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮФКВ.469355.006РЭ

Лист  
26

## А.4.8 Эфемериды GPS

А.4.8.1 В сообщении передаются эфемериды НКА системы GPS. Описание полей приведено в таблице А.14. Размер полезной нагрузки: 79 байта.

Таблица А.14 — Описание полей эфемерид GPS

Название	Размер, байт	Масштаб	Пример	Размерность
Идентификатор	1		0x69	
Номер НКА	1		0x10	
TOW	4	*6		с
Зарезервировано	2		0x00	
W <sub>N</sub>	2			
Prec&Health	2			битовое поле
tGD	2, знаковый	*2 <sup>-31</sup>		битовое поле
I <sub>ODC</sub>	2			
tOC	2,	*2 <sup>4</sup>		с
a <sub>f2</sub>	2, знаковый	*2 <sup>-55</sup>		с/с <sup>2</sup>
a <sub>f1</sub>	2, знаковый	*2 <sup>-43</sup>		с/с
a <sub>f0</sub>	2, знаковый	*2 <sup>-31</sup>		с
I <sub>ODE</sub>	2			
C <sub>UC</sub>	2, знаковый	*2 <sup>-29</sup>		рад
C <sub>US</sub>	2, знаковый	*2 <sup>-29</sup>		рад
C <sub>RC</sub>	2, знаковый	*2 <sup>-5</sup>		м
C <sub>RS</sub>	2, знаковый	*2 <sup>-5</sup>		м
C <sub>IC</sub>	2, знаковый	*2 <sup>-29</sup>		рад
C <sub>IS</sub>	2, знаковый	*2 <sup>-29</sup>		рад
DeltaN	2, знаковый	*2 <sup>-43</sup>		полуциклы/с
M <sub>0</sub>	4, знаковый	*2 <sup>-31</sup>		полуциклы
E	4	*2 <sup>-33</sup>		
√A	4	*2 <sup>-19</sup>		√м

Изн. № подл.	36040-3
Подп. и дата	02.12.2019
Взам. инв. №	36040-2
Изн. № дубл.	
Подп. и дата	

Изн.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ЮФКВ.469355.006РЭ

Лист  
27

Название	Размер, байт	Масштаб	Пример	Размерность
Toe	2	$*2^4$		с
Omega <sub>0</sub>	4, знаковый	$*2^{-31}$		полуциклы
i <sub>0</sub>	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		0x80 0x00 0x00 0x00	битовое поле

Изн. № подл. 36040-3	Подп. и дата 02.12.2019	Взам. инв. № 36040-2	Изн. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469355.006РЭ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

#### А.4.9 «Сырые» измерения L1/L2

А.4.9.1 Сообщение содержит «сырые» измерения сигналов ГЛОНАСС L1OF/L2OF и GPS L1/L2CM. Описание полей приведено в таблице А.15. Размер полезной нагрузки: 37 байт

Таблица А.15 — Описание полей измерений L1/L2

Название	Размер, байт	Масштаб	Пример	Размерность
Идентификатор	1		0x72	
Номер НКА	1		0x21	
Номер системы	1		0x00	
Номер литеры	1, знаковый		0x0F	
Счетчик ФАП L1	1		0x0F	
Счетчик ФАП L2	1		0x0F	
Угол места НКА	1	$*2^{-10}$		циклы
Азимут НКА	1	$*2^{-8}$		циклы
Номер канала	1			
Сигнал/шум	1			дБГц
Невязка ССЗ	1	$*0.1$		м
Невязка ФАП	1	$*2^{-10}$		циклы
Псевдофаза L1	6, знаковый	$*2^{-12}$		циклы
Псевдозадержка L1	4	$*10^{-10}$		с
Доплеровское смещение	4, знаковый	$*10^{-4}$		Гц
Статус	2			битовое поле
Псевдофаза L2	6, знаковый	$*2^{-12}$		циклы
Псевдозадержка L2	4	$*10^{-10}$		с

А.4.9.2 Допустимые номера НКА приведены в таблице А.9. Нумерация систем приведена в таблице А.10.

Изн. № подл.	36040-3	Взам. инв. №	36040-2	Изн. № дубл.		Подп. и дата	
Подп. и дата	02.12.2019						

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮФКВ.469355.006РЭ

Лист  
29

#### А.4.10 Исключённые НКА

А.4.10.1 Сообщение номера исключённых спутников и причину исключения. Описание полей приведено в таблице А.16. Размер полезной нагрузки: 3 байта.

Таблица А.16 — Описание полей исключённых НКА

Название	Размер, байт	Пример	Размерность
Идентификатор	1	0x73	
Номер НКА	1		
Номер системы	1		
Причина	1		битовое поле

А.4.10.2 Допустимые номера НКА приведены в таблице А.9. Нумерация систем приведена в таблице А.10. Причины исключения приведены в таблице А.17.

Таблица А.17 — Причины исключения

Причина	Выставленный бит
Исключён пользователем	1
Низкое отношение сигнал/шум	2
Малый угол места	3
Ошибка псевдодальностей	4
Устаревшие эфемериды	5
Ошибка часов НКА	6
Потеря слежения в ССЗ	7

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
36040-3	02.12.2019	36040-2	Изн. № дубл.	Подп. и дата

				ЮФКВ.469355.006РЭ		Лист
						30

#### А.4.11 Версия ПО и аппаратуры

А.4.11.1 Сообщение версии ПО и аппаратуры. Описание полей приведено в таблице А.18. Размер полезной нагрузки: 19 байт.

Таблица А.18 — Описание полей ПО и аппаратуры

Название	Размер, байт	Пример
Идентификатор	1	0x76
Зарезервировано	1	0x00
Версия ПО	4	
Версия аппаратуры	4	
Конфигурация каналов	4	
Серийный номер платы	4	
Версия нулевого сектора	2	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЮФКВ.469355.006РЭ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

#### А.4.12 Измеренная позиция

А.4.12.1 Сообщение содержит информацию об измеренной позиции и участвующих в решении спутниках. Описание полей приведено в таблице А.19.

Размер полезной нагрузки: 41 байт

Таблица А.19 — Описание полей измеренной позиции

Название	Размер, байт	Масштаб	Пример	Размерность
Идентификатор	1		0x78	
Статус решения	1			битовое поле
Время приёмника	4			мс
X	4, знаковый	$*2^{-5}$		м
Y	4, знаковый	$*2^{-5}$		м
Z	4, знаковый	$*2^{-5}$		м
Смещение часов	4, знаковый	$*2^{-5}$		м
Xdot	2, знаковый	$*2^{-4}$		м/с
Ydot	2, знаковый	$*2^{-4}$		м/с
Zdot	2, знаковый	$*2^{-4}$		м/с
Скорость ухода часов	2, знаковый	$*2^{-4}$		м/с
Разность шкал GPS и ГЛОНАСС	4, знаковый	$*2^{-5}$		
Геометрический фактор	1	$*2^{-3}$		
Число спутников GPS	1			
Число спутников ГЛОНАСС	1			
Leap seconds	1			с
Тип решения	1		0x02	битовое поле
RAIM	1		0x00	битовое поле
W <sub>N</sub>	2			

Изн. № подл.	36040-3	Подп. и дата	02.12.2019	Взам. инв. №	36040-2	Изн. № дубл.		Подп. и дата	
--------------	---------	--------------	------------	--------------	---------	--------------	--	--------------	--

Изн. № подл.	36040-3	Подп. и дата	02.12.2019	Взам. инв. №	36040-2	Изн. № дубл.		Подп. и дата	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

ЮФКВ.469355.006РЭ

Лист

32



## А.5 Расчёт CRC-суммы для пакетов

А.5.1 Для расчёта CRC формируется буфер из 16-битных слов, состоящий из MID + полезной нагрузки. Далее, производится суммирование всех 16-битных величин и отбрасывание старших бит.

Инв. № подл.	36040-3	Подп. и дата	02.12.2019	Взам. инв. №	36040-2	Инв. № дубл.		Подп. и дата	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЮФКВ.469355.006РЭ				Лист
									33