

МОДУЛЬ МС149.01
Руководство по эксплуатации
ЮФКВ.469355.006РЭ
Версия 0.1

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

Справ. №	Перв. примен. ЮФКВ.469355.006
----------	----------------------------------

Содержание

1	История изменений	3
2	Условные обозначения и сокращения.....	4
3	Назначение.....	5
4	Структурная схема.....	6
5	Соединители и сигналы.....	7
6	Функциональные возможности.....	10
7	Работа с пакетом прикладных программ RTKLib.....	12
8	Технические характеристики.....	14
9	Конструкция.....	15
10	Рекомендации по использованию в аппаратуре потребителей.....	16

Подп. и дата	Изм. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Изм. № дубл.	Изм. № дубл.
Подп. и дата	Изм. № дубл.	Изм. № дубл.

Удостоверен ЮФКВ.469355.006РЭ-УД

ЮФКВ.469355.006РЭ					
2	Все	ЮФКВ.574-2018	Романов	15.11.18	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Романов			
Пров.		Дадашев			
Н.контр.					
УТВ.		Павлов			
Модуль МС149.01			Лит.	Лист	Листов
Руководство по эксплуатации			О	2	16

1 История изменений

Версия	Изменение	Примечание
0.1	Первая версия	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮФКВ.469355.006РЭ				
Копировал				

Лист
3

2 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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЮФКВ.469355.006РЭ	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

3 Назначение

3.1 Трёхчастотный встраиваемый модуль ГНСС MC149.01 (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.

3.2 Ключевые особенности

3.2.1 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 (1σ):
 - а) автономный режим: 2м;
 - б) SBAS: 0.75м;
 - 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.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469355.006РЭ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

4 Структурная схема

4.1 Структурная схема Модуля приведена на рисунке 1.

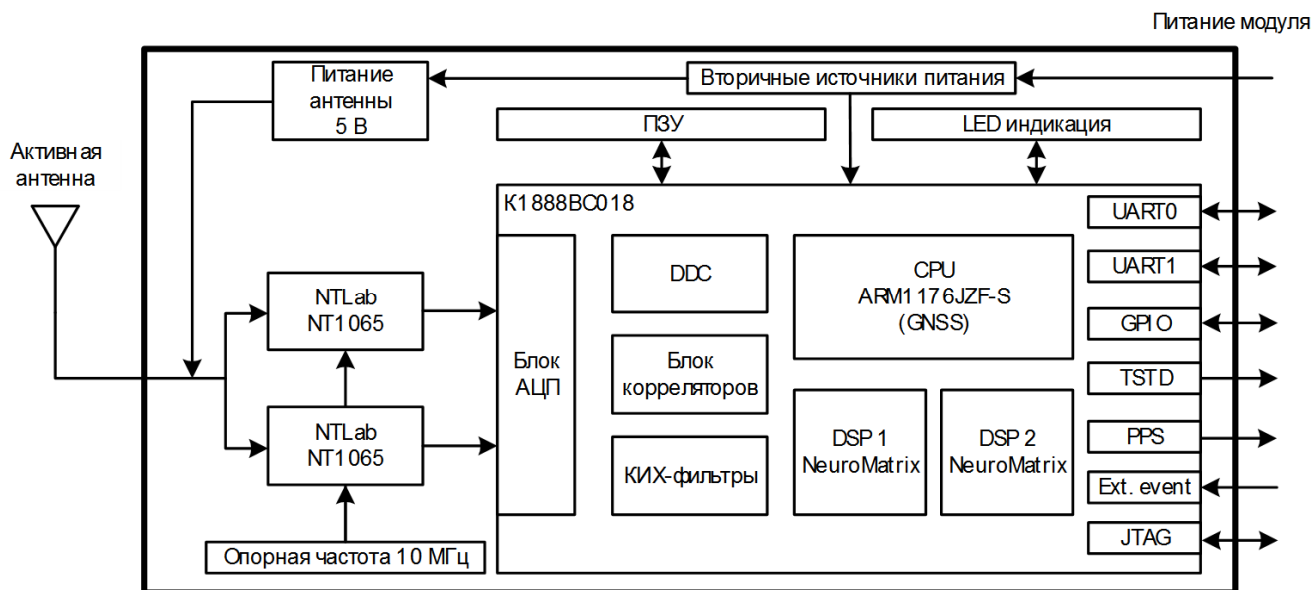


Рисунок 1 — Структурная схема Модуля

4.2 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
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

5 Соединители и сигналы

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

Таблица 1 — Описание и назначение соединителей Модуля

Позиционное обозначение	Маркировка	Соединитель	Описание
XW1	RFin	MMCX-KHD2	СВЧ-вход 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

5.2 СВЧ-вход антенны

5.2.1 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.

5.3 Интерфейсы UART

5.3.1 Модуль содержит два интерфейса UART, предназначенных для обмена информацией по бинарному протоколу, а также по протоколу RTCM для реализации дифференциального режима. Сообщения, передаваемые по каждому из интерфейсов UART, приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Сообщения, передаваемые по интерфейсам UART

Интерфейс	Тип	Сообщения
UART 0	Вход	RTCM
UART 1	Вход/выход	Сообщения бинарного протокола

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЮФКВ.469355.006РЭ	Лист
						7

5.4 Интерфейс программирования JTAG

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

5.5 Соединитель питания

5.5.1 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 Вт.

5.6 Сигналы статуса и управления

Соединитель X4 предназначен для ввода и вывода управляющих сигналов, краткое описание которых приведено в таблице 3.

Таблица 3 — Описание управляющих сигналов 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

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

20	DGND	—	Земля
21	INT	Вход	Вход внешних прерываний
22	DGND	—	Земля
23	Reserved	—	Зарезервировано
24	Reserved	—	Зарезервировано
25	IT_1SO	Выход	Сигнал 1PPS
26	TSTD4	Выход	Зарезервировано
27	TSTD3	Выход	Зарезервировано
28	DGND	—	Земля
29	TSTD7	Выход	Зарезервировано
30	Reserved	—	Зарезервировано
31	TSTD6	Выход	Зарезервировано
32	TSTD5	Выход	Зарезервировано
33	TSTD2	Выход	Зарезервировано
34	DGND	—	Земля
35	TSTD0	Выход	Зарезервировано
36	TSTD1	Выход	Зарезервировано
37	Reserved	—	Зарезервировано
38	Reserved	—	Зарезервировано
39	DGND	—	Земля
40	DGND	—	Земля

5.7 LED-индикация

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

Таблица 4 — Описание сигналов индикации

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЮФКВ.469355.006РЭ	Лист
						9

6 Функциональные возможности

6.1 Режимы работы

6.1.1 Модуль обеспечивает работу в следующих режимах:

- 1) автономный;
- 2) дифференциальный.

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

6.1.3 При передаче команды Бинарного Протокола и наличии RTCM-поправок, поступающих по порту UART0, приёмник переключается в дифференциальный режим.

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

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

6.2 Используемые сигналы навигационных систем

6.2.1 Модуль обеспечивает одновременный приём и обработку следующих навигационных сигналов:

- 1) GPS:
 - а) L1 C/A;
 - б) L2CM;
 - в) L5;
- 2) ГЛОНАСС:
 - а) L1OF;

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469355.006РЭ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- б) L2OF;
- в) L3OC;
- 3) SBAS:
 - а) WAAS L1;
 - б) EGNOS L1.

6.2.2 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.

6.3 Секундная метка времени

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

6.4 Темп навигационного решения

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

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469355.006РЭ				Лист
									11
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

7 Работа с пакетом прикладных программ RTKLib

7.1 Пакет прикладных программ RTKLib

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

7.2 Состав Пакета

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

Таблица 5 — Состав Пакета

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮФКВ.469355.006РЭ			
12			

Лист
12

7.3 Получение утилит

7.3.1 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. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инев. № дубл.	Подп. и дата
					ЮФКВ.469355.006РЭ				Лист
									13

8 Технические характеристики

8.1 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 6.

Таблица 6 — Основные технические характеристики

Параметр	Значение
Общее количество каналов слежения	80
Обрабатываемые сигналы GPS	L1 C/A, L2CM, L5
Обрабатываемые сигналы ГЛОНАСС	L1OF, L2OF, L3OC
Погрешность определения координат, автономный режим, м, не более	В плане: 2
	По высоте: 3
Погрешность определения координат, дифференциально-фазовый режим, мм, не более	В плане: $10 + 10^{-6} \cdot D$
	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, °C	от минус 40 до плюс 70
Примечание – D это измеренная длина базиса в мм	

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

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

ЮФКВ.469355.006РЭ

Лист
14

9 Конструкция

9.1 Модуль выполнен в виде одноплатной конструкции. Габаритные размеры печатной платы Модуля совместимы со стандартом РС/104 и приведены на рисунке 2.

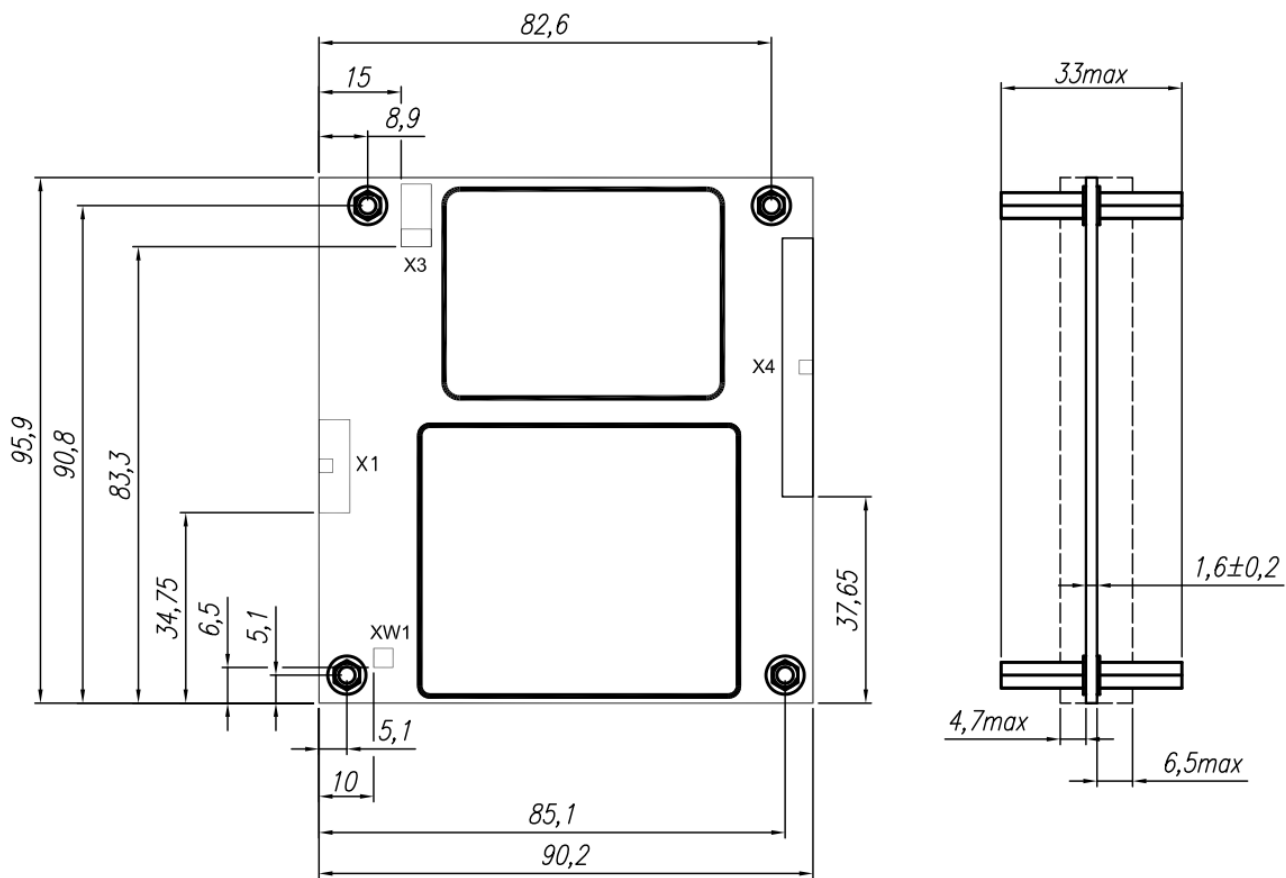


Рисунок 2 — Габаритные размеры Модуля

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инев. № дубл.	Подп. и дата

ЮФКВ.469355.006РЭ

Лист

15

10 Рекомендации по использованию в аппаратуре потребителей

10.1 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 Бинарному Протоколу. Параметры основного порта RS-232 приведены в таблице 7.

Таблица 7 — Параметры основного порта

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

10.2 В исполнении ЮФКВ.469355.006-01ТУ 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 СОМ 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 СОМ порты.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

				ЮФКВ.469355.006РЭ	Лист
					16