

NAVIMATRIX EVALUATION KIT

Описание программно-аппаратного интерфейса

ЮФКВ.469335.009Д11

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

Содержание

1	Бинарный протокол обмена NVMMX.....	4
1.1	Сообщения, формируемые Модулями.....	4
1.2	Команды управления Модулями.....	16
1.3	Ответы на команды управления.....	24
1.4	Расчет контрольной суммы.....	26
2	Протокол NMEA 4.10.....	27
2.1	Сообщения, формируемые Модулями.....	27

Перв. примен. ЮФКВ.469335.009	Справ. №
----------------------------------	----------

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

Удостоверен ЮФКВ.469335.009-УЛ

ЮФКВ.469335.009Д11

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
	Разраб.	Чижигов			Navimatrix Evaluation Kit Описание программно-аппаратного интерфейса	Лит.	Лист	Листов
	Пров.	Дадашев				2	38	
	Н. контр.							
	Утв.	Павлов						

Настоящее описание программно-аппаратного интерфейса предназначено для реализации информационного взаимодействия модулей навигационных приёмников семейства NaviMatrix (далее по тексту – Модули) производства АО НТЦ «Модуль» с внешними устройствами.

Подробная информация о Модулях приведена на официальном сайте предприятия-изготовителя АО НТЦ «Модуль»:

– на странице Модуля МС149.04 по адресу:
<https://www.module.ru/directions/navigacia/modul-ms14904>;

– на странице Модуля МС149.05 по адресу:
<https://www.module.ru/directions/navigacia/modul-ms14905>;

– на странице Модуля МС149.06 по адресу:
<https://www.module.ru/directions/navigacia/modul-ms14906>.

Дополнительную информацию о Модулях можно получить по запросу на электронную почту nm-support@module.ru.

Принятые в описании программно-аппаратного интерфейса обозначения:

UART – Universal Asynchronous Receiver-Transmitter;

ГНСС – Глобальная навигационная спутниковая система;

НКА – навигационный космический аппарат;

СРНС – спутниковая радионавигационная система.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469335.009Д11	Лист
						3
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

1 Бинарный протокол обмена NVMX

1.1 Сообщения, формируемые Модулями

1.1.1 Общие сведения о сообщениях

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

1.1.1.2 Все сообщения бинарного протокола обмена NVMX (далее – Протокола) имеют общую структуру, приведённую в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Общая структура сообщений

Название поля	Размер, байт	Описание поля
Преамбула	4	NVMX (ASCII) 0x4E564D58
Идентификатор сообщения	1	В соответствии с таблицей 1.2 настоящего Протокола
Полезная нагрузка	≤ 121	В соответствии с описанием полей отдельных сообщений
Контрольная сумма	2	В соответствии с алгоритмом расчета контрольной суммы, приведённым в разделе 1.4

1.1.1.3 Список доступных сообщений и их идентификаторов представлен в таблице 1.2. Допустимые номера НКА приведены в таблице 1.3.

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

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

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

4

Таблица 1.2 – 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 1.3 – Номера НКА

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

1.1.1.4 Сообщения Модуля содержат конечное количество типов полей. Описание типов представлено в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – 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.

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

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

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

5

1.1.2 Сообщение 1: «Эфемериды ГЛОНАСС» (NVMXe)

1.1.2.1 В сообщении передаются эфемериды НКА системы ГЛОНАСС.

Описание полей приведено в таблице 1.5. Размер полезной нагрузки: 63 байта.

Таблица 1.5 – Описание полей сообщения «Эфемериды ГЛОНАСС»

Наименование поля	Размер, байт	Масштаб	Размерность	Описание поля
Идентификатор	1			ASCII e
Номер НКА	1			См. таблицу 1.3
Зарезервировано	1			
Номер литеры	1, знаковый			Номер литеры (-7...6)
Зарезервировано	2			
t _b	2	*15	МИН	
X	4, знаковый	*2 ⁻¹¹	КМ	
Y	4, знаковый	*2 ⁻¹¹	КМ	
Z	4, знаковый	*2 ⁻¹¹	КМ	
Xdot	4, знаковый	*2 ⁻²⁰	КМ/с	
Ydot	4, знаковый	*2 ⁻²⁰	КМ/с	
Zdot	4, знаковый	*2 ⁻²⁰	КМ/с	
Xdotdot	2, знаковый	*2 ⁻³⁰	КМ/с ²	
Ydotdot	2, знаковый	*2 ⁻³⁰	КМ/с ²	
Zdotdot	2, знаковый	*2 ⁻³⁰	КМ/с ²	
Зарезервировано	2			
t _n	4, знаковый	*2 ⁻³⁰	с	
G _n	2, знаковый	*2 ⁻⁴⁰	с/с	
Зарезервировано	14			
Флаг достоверности	4			Если поле имеет значение 0x80000000, то эфемериды достоверны, иначе данное сообщение необходимо игнорировать

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

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист
6

1.1.3 Сообщение 2: «LLA-сообщение» (NVMXh)

1.1.3.1 В сообщении передаются широта, долгота и высота Модуля в системе координат WGS-84. Описание полей приведено в таблице 1.6. Размер полезной нагрузки: 17 байт.

Таблица 1.6 – Описание полей сообщения «LLA-сообщение»

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

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

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

7

1.1.4 Сообщение 3: «Эфемериды GPS» (NVMXi)

1.1.4.1 В сообщении передаются эфемериды НКА системы GPS. Описание полей приведено в таблице 1.7. Размер полезной нагрузки: 79 байт.

Таблица 1.7 – Описание полей сообщения «Эфемериды GPS»

Наименование поля	Размер, байт	Масштаб	Размерность	Описание поля
Идентификатор	1			ASCII i
Номер НКА (PRN)	1			См. таблицу 1.3
Tow	4			
Зарезервировано	2			
Wn	2			
Prec&health	2			См. таблицу 1.8
Tgd	2, знаковый	$*2^{-31}$	с	
Iodc	2			
Toc	2	$*2^4$	с	
Af2	2, знаковый	$*2^{-55}$	с/с ²	
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 ^{1/2}	
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			

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. ине. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата

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

ЮФКВ.469335.009Д11

Наименование поля	Размер, байт	Масштаб	Размерность	Описание поля
Флаг достоверности	4			Если поле имеет значение 0x80000000, то эфемериды достоверны

Таблица 1.8 – Битовое поле «Prec&health»

Зарезервировано						URA (см. ICD GPS – 200C)				Satellite health (см. ICD GPS – 200C)					
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469335.009Д11	Лист
						9
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

1.1.5 Сообщение 4: «Сырые» измерения L1» (NVMXr)

1.1.5.1 Сообщение содержит «сырые» измерения сигналов GPS L1 (C/A) и ГЛОНАСС L1 (OF). Описание полей приведено в таблице 1.9. Размер полезной нагрузки: 37 байт.

Таблица 1.9 – Описание полей сообщения «Сырые» измерения L1»

Наименование поля	Размер, байт	Масштаб	Размерность	Описание поля
Идентификатор	1			ASCII r
Номер НКА	1			См. таблицу 1.3
Зарезервировано	1			
Номер литеры	1, знаковый			Для спутников ГЛОНАСС может принимать значения -7...6. Для спутников GPS данное поле необходимо 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 1.10
Зарезервировано	10			

Таблица 1.10 – Битовое поле «Статус»

Зарезервировано													P1	E	u
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Примечания u = 1, если «сырые» измерения по данному НКА используются в навигационном решении, в противном случае u = 0. E = 1, если доступны эфемеридные данные, в противном случае E = 0. P1 = 0, если обнаружена ошибка в измерениях псевдодальности, в противном случае P1 = 1.															

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

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

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист
10

1.1.6 Сообщение 5: «Исключённые НКА» (NVMXs)

1.1.6.1 Сообщение содержит номера исключённых спутников и причину их исключения. Описание полей приведено в таблице 1.11. Размер полезной нагрузки: 3 байта.

Таблица 1.11– Описание полей сообщения «Исключенные НКА»

Наименование поля	Размер, байт	Описание поля
Идентификатор	1	ASCII s
Зарезервировано	1	
Номер НКА	1	См. таблицу 1.3
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.

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

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

11

1.1.7 Сообщение 6: «Измеренная позиция» (NVMXh)

1.1.7.1 Сообщение содержит информацию об измеренной позиции. Описание полей приведено в таблице 1.12. Размер полезной нагрузки: 41 байт.

Таблица 1.12 – 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 Модуля, соответствующие навигационному решению в миллисекундах от начала недели GPS
X-position	4, знаковый	$*2^{-5}$	м	ECEF-координата X антенны Модуля
Y-position	4, знаковый	$*2^{-5}$	м	ECEF-координата Y антенны Модуля
Z-position	4, знаковый	$*2^{-5}$	м	ECEF-координата Z антенны Модуля
R-offset	4, знаковый	$*2^{-5}$	м	Смещение часов Модуля
X-dot	2, знаковый	$*2^{-4}$	м/с	Составляющая X вектора скорости антенны Модуля
Y-dot	2, знаковый	$*2^{-4}$	м/с	Составляющая Y вектора скорости антенны Модуля
Z-dot	2, знаковый	$*2^{-4}$	м/с	Составляющая Z вектора скорости антенны Модуля
R-dot	2, знаковый	$*2^{-4}$	м/с	Скорость смещения часов Модуля
Разность шкал GPS и ГЛОНАСС	4, знаковый	$*2^{-5}$	м	Сдвиг шкалы времени системы ГЛОНАСС относительно шкалы времени системы GPS
DOP	1	$*2^{-3}$		Геометрический фактор: GDOP для 3D-решения

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

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист
12

Наименование поля	Размер, байт	Масштаб	Размерность	Описание поля
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; 0x02: ошибка была исправлена; 0x03: ошибка не может быть исправлена; 0x04: RAIM выключен
Wn	2			Номер недели GPS с последней эпохи

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

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

13

1.1.8 Сообщение 7: «Информация об устройстве» (NVMXv)

1.1.8.1 Сообщение содержит информацию о заводском номере устройства, физическом номере устройства, а также о версии прошивки. Сообщение выдается только в ответ на команду «Запрос информации об устройстве». Описание полей приведено в таблице 1.13. Размер полезной нагрузки: 13 байт.

Таблица 1.13 – 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 прошивки	4	Версия прошивки в формате: X.Y.Z-p, где X старший байт поля.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469335.009Д11	Лист
						14
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

1.1.9 Сообщение 8: «Параметры движения в ENU» (NVMXw)

1.1.9.1 Сообщение содержит информацию о измеренной скорости и путевом угле в локальной системе координат. Описание полей приведено в таблице 1.14. Размер полезной нагрузки: 15 байт.

Таблица 1.14 – Описание полей команды «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
velE	4, знаковый	$*2^{-8}$	м/с	Восточная составляющая полного вектора скорости в локальной системе координат
velU	4, знаковый	$*2^{-8}$	м/с	Вертикальная составляющая полного вектора скорости в локальной системе координат
Зарезервировано	6			

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

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469335.009Д11	Лист
						15

1.2 Команды управления Модулями

1.2.1 Общие сведения о командах управления

1.2.1.1 Модули могут получать команды управления и выдавать сообщения о результате выполнения.

1.2.1.2 Все команды управления имеют общую структуру, приведённую в таблице 1.15.

1.2.1.3 В ответ на команду управления формируется одно из сообщений: «Подтвержденная команда», «Неподтвержденная команда», «Неизвестная команда». Описание ответных сообщений приведено в разделе 1.3.

Таблица 1.15 – Общая структура команд управления

Название поля	Размер, байт	Описание поля
Преамбула	4	NVMX (ASCII) 0x4E564D58
Идентификатор команды	1	В соответствии с таблицей 1.16 настоящего Протокола
Полезная нагрузка	≤ 121	В соответствии с описанием полей отдельных сообщений
Контрольная сумма	2	В соответствии с разделом 1.4

1.2.1.4 Список доступных команд управления представлен в таблице 1.16.

Таблица 1.16 – 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	Дополнительные команды
4	0x51	Q	Включение/выключение RAIM
5	0x4D	M	Установка выходного протокола: NMEA
6	0x58	X	Установка выходного протокола: бинарный

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

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

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

16

1.2.2 Команда 1: «Настройка темпа выдачи решения» (NVMX5)

1.2.2.1 Команда позволяет изменять период выдачи Модулями решения навигационной задачи дискретными значениями 50 мс, 100 мс и 1000 мс, что соответствует темпу 20 Гц, 10 Гц и 1 Гц. Описание полей команды содержится в таблице 1.17.

1.2.2.2 Переключение темпа выдачи решения происходит только в моменты целых секунд по шкале времени Модуля.

Таблица 1.17 – Описание полей команды «Настройка темпа выдачи решения»

Наименование поля	Размер, байт	Масштаб	Размерность	Описание поля
Идентификатор	1			ASCII 5
Зарезервировано	18			
Темп решения	1	*50	мс	Для темпа решения 20 Гц задается значение 0x01; для 10 Гц – 0x02; для 1 Гц – 0x14
Зарезервировано	6			

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. ине. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

17

1.2.3 Команда 2: «Запрос информации об устройстве» (NVMXV)

1.2.3.1 Команда позволяет получить информацию о заводском номере устройства, физическом номере устройства, а также о версии прошивки. Описание полей команды содержится в таблице 1.18.

Таблица 1.18 – Описание полей команды «Запрос информации об устройстве»

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

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469335.009Д11	Лист
						18
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

1.2.4 Команда 3: «Дополнительные команды» (NVMXF)

1.2.4.1 Команда «Дополнительные команды» – это отдельный набор команд, расширяемый за счет поля «Идентификатор подсообщения».

1.2.4.2 Команда «Выбор режима». 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 1.19.

Таблица 1.19 – Описание полей команды «Выбор режима»

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.

1.2.4.3 Команда «Управление скоростью UART». Команда позволяет переключать скорость выдачи и приема данных по UART. Описание полей команды содержится в таблице 1.20.

1.2.4.4 Новая скорость UART будет применена к посылке, которая будет выдаваться в ближайшую целую секунду по шкале времени Модуля. Сообщение «Подтвержденная команда» для этой команды будет выдаваться на новой скорости UART.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. ине. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469335.009Д11	Лист
						19

1.2.4.5 Порядок действий для передачи команды «Управление скоростью UART»:

1) передать все остальные необходимые команды управления Модулем, и принять все соответствующие сообщения «Подтвержденная команда»;

2) передать команду «Управление скоростью UART» на первоначальной скорости UART;

3) переключить скорость приема данных от Модуля на выбранную скорость в команде «Управление скоростью UART»;

4) дождаться сообщения «Подтвержденная команда» (ASCII"NVMX+F+F") на новой скорости;

5) если по истечении 5 секунд с момента передачи команды «Управление скоростью UART» не было получено сообщение «Подтвержденная команда» (ASCII"NVMX+F+F"), повторить попытку передачи, начиная с пункта 2.

Таблица 1.20 – Описание полей команды «Управление скоростью UART»

Наименование поля	Размер, байт	Описание поля
Идентификатор	1	ASCII F
Идентификатор подсообщения	1	0x0
Зарезервировано	1	
Скорость UART	1	0x0 – 38400 бод 0x1 – 115200 бод 0x2 – 230400 бод

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. ине. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469335.009Д11	Лист
						20

1.2.5 Команда 4: «Включение/выключение RAIM» (NVMXQ)

1.2.5.1 Команда позволяет включить или выключить RAIM. Описание полей команды содержится в таблице 1.21.

Таблица 1.21 – 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	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469335.009Д11	Лист
						21
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

1.2.6 Команда 5: «Установка выходного протокола: NMEA» (NVMXM)

1.2.6.1 Команда позволяет включить протокол NMEA с выбранным набором выходных сообщений. Описание полей команды содержится в таблице 1.22.

Таблица 1.22 – Описание полей команды «Установка выходного протокола: NMEA»

Наименование поля	Размер, байт	Описание поля
Идентификатор	1	ASCII M
Зарезервировано	1	
Конфигурация протокола NMEA	2	Битовое поле. [0]: Зарезервировано [1]: GGA [2]: GLL [3]: GSA [4]: GSV [5]: RMC [6]: VTG [7]: ZDA [8]: DTM [9]: GBS [10]: GNS [11-15]: Зарезервировано Установка соответствующего бита: 0 – сообщение не выдается; 1 – сообщение выдается.

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

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮФКВ.469335.009Д11	Лист
						22

1.2.7 Команда 6: «Установка выходного протокола: бинарный» (NVMXX)

1.2.7.1 Команда позволяет включить выходные сообщения бинарного протокола. Описание полей команды содержится в таблице 1.23.

Таблица 1.23 – Описание полей команды «Установка выходного протокола: бинарный»

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

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469335.009Д11	Лист
						23
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

1.3 Ответы на команды управления

1.3.1 Сообщение «Подтверждённая команда»

1.3.1.1 Сообщение посылается при успешном выполнении команды.

Описание полей приведено в таблице 1.24. Размер полезной нагрузки: 1 байт.

Общая структура сообщения соответствует таблице 1.1.

Таблица 1.24 – Описание полей сообщения «Подтверждённая команда»

Наименование поля	Размер, байт	Описание поля
Идентификатор	1	ASCII +
Команда	1	Содержит идентификатор успешно выполненной команды

1.3.2 Сообщение «Неподтверждённая команда»

1.3.2.1 Сообщение посылается при некорректных значениях полей команды, или при несовпадении принятой контрольной суммы и рассчитанной Модулями. Описание полей приведено в таблице 1.25. Размер полезной нагрузки: 1 байт. Общая структура сообщения соответствует таблице 1.1.

Таблица 1.25 – Описание полей сообщения «Неподтверждённая команда»

Наименование поля	Размер, байт	Описание поля
Идентификатор	1	ASCII -
Команда	1	Содержит идентификатор невыполненной команды

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. ине. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

24

1.3.3 Сообщение «Неизвестная команда»

1.3.3.1 Сообщение посылается при получении Модулями нераспознанной команды. Описание полей приведено в таблице 1.26. Размер полезной нагрузки: 1 байт. Общая структура сообщения соответствует таблице 1.1.

Таблица 1.26 – Описание полей сообщения «Неизвестная команда»

Наименование поля	Размер, байт	Описание поля
Идентификатор	1	ASCII ?
Команда	1	Содержит идентификатор неизвестной команды

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. ине. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата	ЮФКВ.469335.009Д11	Лист
						25
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

1.4 Расчет контрольной суммы

1.4.1 Ниже представлена функция расчета контрольной суммы сообщения на языке C. В расчете контрольной суммы участвуют поля «Идентификатор сообщения» и «Полезная нагрузка».

1.4.2 Поле «Контрольная сумма» принимаемого сообщения должно совпадать с рассчитанной контрольной суммой, в таком случае принятое сообщение считается достоверным.

```
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;
}
```

1.4.3 Ниже представлено тестовое сообщение NVMXr 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
};
```

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

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

26

2 Протокол NMEA 4.10

2.1 Сообщения, формируемые Модулями

2.1.1 Общие сведения о сообщениях

2.1.1.1 Сообщения используются для периодической выдачи данных местоположения, информации о скорости и курсе движения, а также сведений о видимых спутниках, геометрическом факторе точности, системе координат, времени и дате.

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

2.1.1.3 Все сообщения соответствуют формату протокола NMEA 0183 v.4.10 и имеют общую структуру, представленную на рисунке 2.1.

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

Рисунок 2.1 – Структура сообщений NMEA

2.1.1.4 Подробное описание структуры сообщений приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1– Описание структуры сообщений NMEA 0183 v.4.10

Структурный элемент	HEX	Описание
\$	24	Начало сообщения
aacc		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.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. ине. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

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

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист
27

Структурный элемент	HEX	Описание
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 ”,”.
*	2A	Разделитель контрольной суммы. Следует за последним полем данных в сообщении. Указывает, что следующие два буквенно-цифровых символа являются шестнадцатеричным представлением контрольной суммы.
hh		Поле контрольной суммы. Абсолютное значение вычисляется как «исключающее ИЛИ» всех 8-битных символов, расположенных между символами «\$» и «*» (не включая эти символы). Шестнадцатеричное значение старших 4-х бит и младших 4-х бит преобразуются в два ASCII символа (0-9, A-F (в верхнем регистре)). Старший символ передается первым. Контрольная сумма передается во всех сообщениях.
<CR><LF>	0D 0A	Завершающие символы.

2.1.1.5 Список доступных сообщений и их идентификаторов представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Список доступных сообщений

Идентификатор сообщения (ASCII)	Сообщение
DTM	Система координат
GBS	Обнаружение неисправностей спутников ГНСС
GGA	Данные местоположения
GLL	Географические координаты – широта/долгота
GNS	Данные местоположения по ГНСС
GSA	Геометрический фактор ухудшения точности и активные спутники
GSV	Видимые спутники
RMC	Минимальный рекомендованный набор данных
VTG	Курс и скорость относительно земли
ZDA	Время и дата

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

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

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист
28

2.1.2 Сообщение DTM: «Система координат»

2.1.2.1 Структура сообщения приведена на рисунке 2.2.

1	2	3	4	5	6	7	8
\$--DTM,ccc,,x.x,a,x.x,a,x.x,ccc*hh<CR><LF>							

Рисунок 2.2 – Структура сообщения DTM

2.1.2.2 Подробное описание структуры сообщения приведено в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Описание структуры сообщения DTM

Номер структурного элемента	Описание
1	Код локальной системы координат, в которой выдаются навигационные определения: W84: WGS-84; P90: ПЗ-90; 999: Пользовательская.
2	Смещение по широте, минуты; Положительное слагаемое. Сумма широты в референсной системе координат и данного смещения дает широту в локальной системе координат
3	Индикатор N/S - Север/Юг
4	Смещение по долготе, минуты; Положительное слагаемое. Сумма долготы в референсной системе координат и данного смещения дает долготу в локальной системе координат
5	Индикатор E/W - Восток/Запад
6	Смещение по высоте, м. Положительное или отрицательное слагаемое. Сумма высоты в референсной системе координат и данного смещения дает высоту в локальной системе координат
7	Код референсной системы координат: W84: WGS-84; P90: ПЗ-90.
8	Контрольная сумма

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

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

29

2.1.3 Сообщение GBS: «Обнаружение неисправностей спутников ГНСС»

2.1.3.1 Структура сообщения приведена на рисунке 2.3.

```

          1           2   3   4   5   6   7   8   9   10  11
          |           |   |   |   |   |   |   |   |   |
          §--GBS, hhhmss.ss, x.x, x.x, x.x, xx, x.x, x.x, x.x, h, h*hh<CR><LF>
    
```

Рисунок 2.3 – Структура сообщения GBS

2.1.3.2 Подробное описание структуры сообщения приведено в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Описание структуры сообщения GBS

Номер структурного элемента	Описание
1	Время UTC, соответствующее времени решения, определенному в связанном сообщении GGA или GNS
2	Ожидаемая ошибка по широте, метры
3	Ожидаемая ошибка по долготе, метры
4	Ожидаемая ошибка по высоте, метры
5	Идентификационный номер наиболее вероятного неисправного спутника: GPS: 1...32; ГЛОНАСС: 65...88.
6	Оценка смещения наиболее вероятного неисправного спутника, метры
7	Стандартное отклонение оценки смещения, метры
8	Вероятность пропуска обнаружения для наиболее вероятного неисправного спутника; данное поле всегда пустое.
9	Идентификатор ГНСС: GPS: 1; ГЛОНАСС: 2.
10	Идентификатор ГНСС: GPS (L1 C/A): 1; ГЛОНАСС (L1 СТ): 1.
11	Контрольная сумма

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

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

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист
30

2.1.4 Сообщение GGA: «Данные местоположения»

2.1.4.1 Структура сообщения приведена на рисунке 2.4.

											11				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	

§--GGA,hhhmss.ss,llll.ll,a,yyyyy.yy,a,x,xx,x.x,x.x,M,x.x,M,x.x,xxxx*hh<CR><LF>

Рисунок 2.4 – Структура сообщения GGA

2.1.4.2 Подробное описание структуры сообщения приведено в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – 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 M
11	Отклонение геоида, м
12	Индикатор единицы измерения M
13	Возраст дифференциальных поправок
14	Идентификатор дифференциальной станции, от 0000 по 1023
15	Контрольная сумма

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

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

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист
31

2.1.5 Сообщение GLL: «Географические координаты – широта/долгота»

2.1.5.1 Структура сообщения приведена на рисунке 2.5.

```

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

Рисунок 2.5 – Структура сообщения GLL

2.1.5.2 Подробное описание структуры сообщения приведено в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Описание структуры сообщения GLL

Номер структурного элемента	Описание
1	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
2	Индикатор N/S - Север/Юг
3	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
4	Индикатор E/W - Восток/Запад
5	Время UTC определения координат
6	Статус: A – данные достоверны, V – данные недостоверны.
7	Индикатор режима: A – автономный режим, N – данные недостоверны.
8	Контрольная сумма

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

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

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

32

2.1.6 Сообщение GNS: « Данные местоположения по ГНСС»

2.1.6.1 Структура сообщения приведена на рисунке 2.6.

1	2	3 4	5 6	7 8	9	10	11	12	13	14

\$--GNS,hhmmss.ss,llll.ll,a,yyyyy.yy,a,c-c,xx,x.x,x.x,x.x,x.x,x,V*hh<CR><LF>

Рисунок 2.6 – Структура сообщения GNS

2.1.6.2 Подробное описание структуры сообщения приведено в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Описание структуры сообщения GNS

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 режима. Первый символ указывает на использование спутников GPS, второй символ указывает на использование спутников ГЛОНАСС. Последующие символы поля указывают на использование иных ГНСС и имеют фиксированное значение N. Символы могут принимать одно из следующих значений: A – спутниковая система используется в недифференциальном (автономном) режиме определения местоположения; N – спутниковая система не используется в определении местоположения или определение местоположения недостоверно.
7	Общее количество спутников в решении: от 00 по 99
8	HDOP
9	Высота над средним уровнем моря, м
10	Отклонение геоида, м
11	Возраст дифференциальных поправок
12	Идентификатор дифференциальной станции: от 0000 по 1023
13	Статус навигационных определений = V (фиксировано)
14	Контрольная сумма

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. ине. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист
33

2.1.7 Сообщение GSA: «Геометрический фактор ухудшения точности и активные спутники»

2.1.7.1 Структура сообщения приведена на рисунке 2.7.

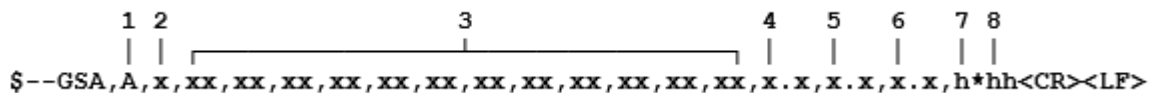


Рисунок 2.7 – Структура сообщения GSA

2.1.7.2 Подробное описание структуры сообщения приведено в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Описание структуры сообщения GSA

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
7	Идентификатор SPRS: GPS: 1, ГЛОНАСС: 2.
8	Контрольная сумма

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

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист
34

2.1.9 Сообщение RMC: «Минимальный рекомендованный набор данных»

2.1.9.1 Структура сообщения приведена на рисунке 2.9.

```

      1           2 3           4 5           6 7 8 9 10 11 | 12 14
      |           | |           | |           | | | | | | | | | |
$--RMC,hhmmss.ss,A,llll.l1,a,yyyyy.yy,a,x.x,x.x,xxxx,x.x,a,a,*hh<CR><LF>
  
```

Рисунок 2.9 – Структура сообщения RMC

2.1.9.2 Подробное описание структуры сообщения приведено в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Описание структуры сообщения RMC

Номер структурного элемента	Описание
1	Время UTC определения координат
2	Статус: A – 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: A – автономный режим, N – данные недостоверны.
13	Статус навигационных определений – V (фиксировано)
14	Контрольная сумма

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. ине. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист
36

2.1.10 Сообщение VTG: «Курс и скорость относительно земли»

2.1.10.1 Структура сообщения приведена на рисунке 2.10.

```

      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 2.10 – Структура сообщения VTG

2.1.10.2 Подробное описание структуры сообщения приведено в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – 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

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

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

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист
37

2.1.11 Сообщение ZDA: «Время и дата»

2.1.11.1 Структура сообщения приведена на рисунке 2.11.

```

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

Рисунок 2.11 – Структура сообщения ZDA

2.1.11.2 Подробное описание структуры сообщения приведено в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Описание структуры сообщения ZDA

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

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

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

38