

## NAVIMATRIX EVALUATION KIT

Описание программно-аппаратного интерфейса

ЮФКВ.469335.009Д11

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ отбл.	Подл. и дата

Справ. №	
Перв. примен.	
ЮФКВ.469335.009	
<b>Содержание</b>	
1 Бинарный протокол обмена NVMX .....	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

Удостоверен ЮФКВ.469335.009-УЛ

Подп.	Подп.	ЮФКВ.469335.009Д11				
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Ннв. № подл.	Разраб.	Чижиков				
	Пров.	Дадашев				
	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 НТИ «Модуль» с внешними устройствами.

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

- на странице Модуля MC149.04 по адресу:  
<https://www.module.ru/directions/navigacia/modul-ms14904>;
- на странице Модуля MC149.05 по адресу:  
<https://www.module.ru/directions/navigacia/modul-ms14905>;
- на странице Модуля MC149.06 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](mailto: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.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

3

# 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 – Протокол) имеют общую структуру, приведённую в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Общая структура сообщений

Название поля	Размер, байт	Описание поля
Пreamble	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.

Изв. № подп.	Подп. и дата	Взам. изв. №	Изв.№ дубл.	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.

Изв. № подп.	Подп. и дата	Взам. изв. №	Изв.№ дубл.	Подп. и дата
Изв. № подп.	Подп. и дата	Взам. изв. №	Изв.№ дубл.	Подп. и дата

Лист

5

ЮФКВ.469335.009Д11

Изв	Лист	№ докум	Подпись	Дата

## 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	$*2^{-15}$	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 <sup>2</sup>	
Ydotdot	2, знаковый	$*2^{-30}$	км/с <sup>2</sup>	
Zdotdot	2, знаковый	$*2^{-30}$	км/с <sup>2</sup>	
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

Изв. № подп.	Подп. и дата	Взам. изв. №	Изв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Лист
					6

ЮФКВ.469335.009Д11

### 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

Изв. № подп.	Подп. и дата	Взам. изв. №	Изв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Лист
					7

ЮФКВ.469335.009Д11

#### 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	$*2^{-55}$	c/c <sup>2</sup>	
Af1	2, знаковый	$*2^{-43}$	c/c	
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	$*2^{-43}$	полуцикли/с	
M0	4, знаковый	$*2^{-31}$	полуцикли	
e	4	$*2^{-33}$		
Roota	4	$*2^{-19}$	$m^{1/2}$	
Toe	2	$*2^4$	с	
Omega0	4, знаковый	$*2^{-31}$	полуцикли	
i0	4, знаковый	$*2^{-31}$	полуцикли	
Omega	4, знаковый	$*2^{-31}$	полуцикли	
Omegadot	4, знаковый	$*2^{-43}$	полуцикли/с	
Idot	2, знаковый	$*2^{-43}$	полуцикли/с	
Зарезервировано	2			

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изв.№ дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

8

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

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Лист
					9

ЮФКВ.469335.009Д11

### 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 ином случае u = 0.																	
E = 1, если доступны эфемеридные данные, в ином случае E = 0.																	
P1 = 0, если обнаружена ошибка в измерениях псевдодальности, в ином случае P1 = 1.																	

Изв. № подп.	Подп. и дата	Взам. изв. №	Изв.№ дубл.

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 (< 32 дБГц); 0x03: малый угол возвышения (< 10°); 0x04: ошибка в измерении псевдодальности; 0x05: эфемеридные данные устарели.

Изв. № подп.	Подп. и дата	Взам. изв. №	Изв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Лист
					11

ЮФКВ.469335.009Д11

## 1.1.7 Сообщение 6: «Измеренная позиция» (NVMXx)

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: «Больное» решение [3-7] Зарезервировано
RcvTime	4		мс	Показания часов Модуля, соответствующие навигационному решению в миллисекундах от начала недели GPS
X-position	4, знаковый	*2 <sup>-5</sup>	м	ECEF-координата X антенны Модуля
Y-position	4, знаковый	*2 <sup>-5</sup>	м	ECEF-координата Y антенны Модуля
Z-position	4, знаковый	*2 <sup>-5</sup>	м	ECEF-координата Z антенны Модуля
R-offset	4, знаковый	*2 <sup>-5</sup>	м	Смещение часов Модуля
X-dot	2, знаковый	*2 <sup>-4</sup>	м/с	Составляющая X вектора скорости антенны Модуля
Y-dot	2, знаковый	*2 <sup>-4</sup>	м/с	Составляющая Y вектора скорости антенны Модуля
Z-dot	2, знаковый	*2 <sup>-4</sup>	м/с	Составляющая Z вектора скорости антенны Модуля
R-dot	2, знаковый	*2 <sup>-4</sup>	м/с	Скорость смещения часов Модуля
Разность шкал GPS и ГЛОНАСС	4, знаковый	*2 <sup>-5</sup>	м	Сдвиг шкалы времени системы ГЛОНАСС относительно шкалы времени системы GPS
DOP	1	*2 <sup>-3</sup>		Геометрический фактор: GDOP для 3D-решения

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

Лист

12

ЮФКВ.469335.009Д11

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: OK; 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

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изв.№ 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: Х.Y.Z-р, где Х старший байт поля.

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

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

14

### 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			

Изм. № подп.	Подп. и дата	Взам. иnev. №	Изв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Лист
					15

ЮФКВ.469335.009Д11

## 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: «Подтверждена команда», «Неподтверждена 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

Изв. № подп.	Подп. и дата	Взам. изв. №	Изв.№ дубл.
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			

Изв. № подл.	Подл. и дата	Взам. изв. №	Изв.№ дубл.

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Лист
					17

ЮФКВ.469335.009Д11

### 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	

Изв. № подп.	Подп. и дата	Взам. изв. №	Изв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

18

#### 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.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Изв. № дубл.	Подл. 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

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

Изв. № подп.	Подп. и дата	Взам. изв. №	Изв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

21

## 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.

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

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

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

23

### **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

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

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

24

### 1.3.3 Сообщение «Неизвестная команда»

1.3.3.1 Сообщение посыпается 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

Изв. № подл.	Подл. и дата	Взам. изв. №	Изв.№ дубл.	Подл. и дата

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

25

## 1.4 Расчет контрольной суммы

1.4.1 Ниже представлена функция расчета контрольной суммы сообщения на языке С. 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 принятное 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
};
```

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №	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.

**\$aaccс,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
aaccс		<p>Пreamble и идентификатор сообщения. Первые два символа – преамбула, определяющая используемую в решении СРНС.</p> <p>Используются следующие комбинации символов: - GP для GPS; - GL для ГЛОНАСС; - GN для совмещенного режима.</p> <p>Последние три символа — идентификатор сообщения.</p>
,	2C	Разделитель регулярных полей.

Изв. № подп.	Подп. и дата	Взам. изв. №	Изв.№ 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

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изв. № дубл.	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

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

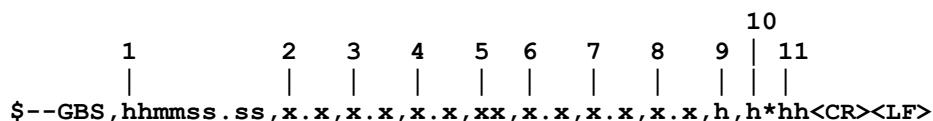


Рисунок 2.3 – Структура сообщения GBS

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 CT): 1.
11	Контрольная сумма

Изв. № подп.	Подп. и дата	Взам. изв. №	Изв.№ дубл.	Подп. и дата
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.

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

```
$--GGA,hhmmss.ss,1111.11,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

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Лист
					31

ЮФКВ.469335.009Д11

### 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,yyyyyy.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

## 2.1.6 Сообщение GNS: «Данные местоположения по ГНСС»

2.1.6.1 Структура сообщения приведена на рисунке 2.6.

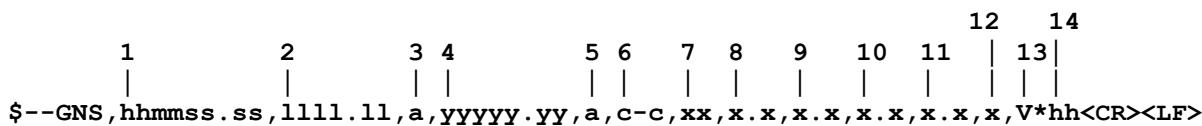


Рисунок 2.6 – Структура сообщения GNS

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

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

```

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

```

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 СРНС: GPS: 1, ГЛОНАСС: 2.
8	Контрольная сумма

Изв. № подп.	Подп. и дата	Взам. изв. №	Изв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

34

## 2.1.8 Сообщение GSV: «Видимые спутники»

2.1.8.1 Структура сообщения приведена на рисунке 2.8.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11  
| | | | | | |  
\$--GSV,x,x,xx,xx,xx,xxxx,xx,.....,.....,.....,xx,xx,xxxx,xx,h\*hh<CR><LF>

Рисунок 2.8 – Структура сообщения GSV

2.1.8.2 Подробное описание структуры сообщения приведено в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – 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 CT): 1
11	Контрольная сумма

2.1.9 Сообщение RMC: «Минимальный рекомендованный набор данных»

2.1.9.1 Структура сообщения приведена на рисунке 2.9.

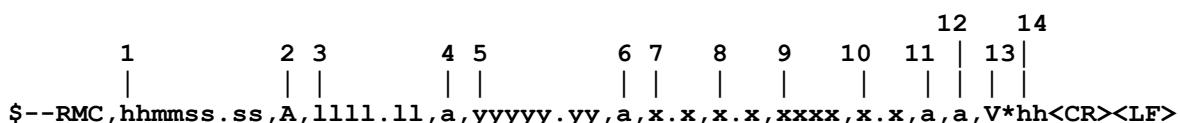


Рисунок 2.9 – Структура сообщения RMC

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

Изв. № подп.	Подп. и дата	Взам. изв. №	Изв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Лист
					36

ЮФКВ.469335.009Д11

## 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 K
9	Индикатор режима: A = автономный режим, N = данные недостоверны.
10	Контрольная сумма

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Лист
					37

ЮФКВ.469335.009Д11

## 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

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

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЮФКВ.469335.009Д11

Лист

38