

ТДЦК.460951.001 Д11

УТВЕРЖДЕН
ТДЦК.460951.001 Д11-ЛУ

ПРОТОКОЛ ОБМЕНА
BINR

ТДЦК.460951.001 Д11

ред. от 27/05/09

Содержание

1	Общие положения	4
2	Линия передачи данных	5
3	Формат сообщений	6
3.1	Структура пакета	6
3.2	Используемые типы данных	6
4	Контроль передачи информации	7
4.1	Условия обработки принятого пакета	7
4.2	Алгоритм вычисления контрольной информации	7
5	Описание функционирования протокола	8
5.1	Циклограмма работы	8
5.2	Переключение режима работы порта	9
6	Описание типов пакетов	10
6.1	Классификация пакетов	10
6.2	Управляющие пакеты	10
6.2.1	Пакет 01h - перезапуск системы	12
6.2.2	Пакет 0Bh - запрос/установка состояния порта	13
6.2.3	Пакет 0Dh - установка параметров работы	14
6.2.4	Пакет 0Eh - отмена всех запросов на передачу	16
6.2.5	Пакет 11h - запрос на тест РПУ	17
6.2.6	Пакет 12h - запрет/разрешение использования спутника	18
6.2.7	Пакет 13h - запрос выдачи путевого угла и скорости	19
6.2.8	Пакет 14h - установка оцифровки секундной метки времени	20
6.2.9	Пакет 17h - запрос/изменение текущего состояния каналов приемника	21
6.2.10	Пакет 18h - запрос измерений каналов РПУ (старый вариант)	22
6.2.11	Пакет 19h - запрос/загрузка эфемеридной информации	23
6.2.12	Пакет 1Bh - запрос версии ПМО	24
6.2.13	Пакет 1Eh - запрос параметров связи шкал времени	25
6.2.14	Пакет 1Fh - запрос параметров связи времени и частоты	26
6.2.15	Пакет 20h - запрос/загрузка альманаха	27
6.2.16	Пакет 21h - запрос количества используемых спутников и геометрического фактора	28
6.2.17	Пакет 22h - запрос/установка частотного плана	29
6.2.18	Пакет 23h - запрос/установка часового пояса	30
6.2.19	Пакет 24h - запрос видимых спутников	31
6.2.20	Пакет 25h - запрос оцифровки секундной метки времени	32
6.2.21	Пакет 26h - контроль наличия связи	33
6.2.22	Пакет 27h - запрос передачи вектора состояния	34
6.2.23	Пакет 2Ah - запрос ионосферных параметров	35
6.2.24	Пакет 2Bh - запрос о связи шкал GPS, ГЛОНАСС и UTC	36
6.2.25	Пакет 30h. Управление задачами статистики	37
6.2.26	Пакет 31h. Запрос ГФ и СКО решения	38
6.2.27	Пакет 32h - ввод информации о местоположении и времени	39
6.2.28	Пакет 35h - запрос выдачи информации об используемых и исключенных спутниках	40
6.2.29	Пакет 37h - запрос выдачи последнего решения	41
6.2.30	Пакет 38h - запрос выдачи экстраполированных координат	42
6.2.31	Пакет 39h - запрос информации о каналах РПУ	43
6.2.32	Пакет 5Ch - запрос атмосферных поправок	44
6.2.33	Пакет A2h - запрос/установка параметров систем координат	45
6.2.34	Пакет B1h - запрос прогноза геометрического фактора	46

ТДЦК.460951.001 Д11

6.2.35	Пакет B2h - запрос/установка режима работы протокола BINR	47
6.2.36	Пакет D4h - запрос измерений каналов РПУ (новый вариант).....	48
6.2.37	Пакет D7h - установка дополнительных параметров работы	49
6.3	Ответные пакеты	52
6.3.1	Пакет 40h - альманах на указанный спутник.....	53
6.3.2	Пакет 41h - путевой угол, скорость	55
6.3.3	Пакет 42h - текущее состояние каналов приемника	56
6.3.4	Пакет 43h - результаты тестирования.....	57
6.3.5	Пакет 44h. Состояние внутренней статистики	58
6.3.6	Пакет 46h - время, дата, часовой пояс	59
6.3.7	Пакет 47h - запрет/разрешение использования спутников.....	60
6.3.8	Пакет 48h - измерения каналов РПУ (старый вариант)	61
6.3.9	Пакет 49h - эфемериды на спутник.....	63
6.3.10	Пакет 4Ah - параметры ионосферы	65
6.3.11	Пакет 4Bh -связь шкал GPS, ГЛОНАСС и UTC.....	66
6.3.12	Пакет 4Ch - частотный план	67
6.3.13	Пакет 50h - текущее состояние порта.....	68
6.3.14	Пакет 51h - параметры работы аппаратуры	69
6.3.15	Пакет 52h - видимые спутники	70
6.3.16	Пакет 53h - оцифровка секундной метки времени.....	71
6.3.17	Пакет 54h - ответ на контроль связи.....	72
6.3.18	Пакет 5Dh – атмосферные поправки	73
6.3.19	Пакет 60h - количество используемых спутников и геометрический фактор 74	
6.3.20	Пакет 61h. ГФ и СКО решения	75
6.3.21	Пакет 70h - версия ПМО	76
6.3.22	Пакет 72h - параметры времени и частоты	77
6.3.23	Пакет 74h - параметры связи шкал времени	78
6.3.24	Пакет 84h - последнее решение.....	79
6.3.25	Пакет 85h - экстраполированные координаты.....	80
6.3.26	Пакет 87h - информация о каналах РПУ	81
6.3.27	Пакет 88h - вектор состояния	82
6.3.28	Пакет 89h - ответ на ввод информации о местоположении и времени.....	83
6.3.29	Пакет 93h - информации об используемых и исключенных спутниках	84
6.3.30	Пакет A3h – пользовательская система координат	85
6.3.31	Пакет C1h - результаты прогноза геометрического фактора	86
6.3.32	Пакет C2h - слово состояния протокола BINR.....	87
6.3.33	Пакет E4h - измерения каналов РПУ (новый вариант).....	88
6.3.34	Пакет E7h - дополнительные параметры работы аппаратуры	89
	Приложение А (обязательное)	90
	А.1 Структуры типов данных с плавающей точкой.....	90
	А.2 Программа вычисления ЦИК поразрядным методом.....	91
	А.3 Программа вычисления ЦИК табличным методом.....	91
	А.4 Алгоритм экстраполяции координат	92
	Сокращения и обозначения	93
	Список использованной литературы	94

1 Общие положения

При составлении документа были использованы интерфейсные документы по спутниковым навигационным системам ГЛОНАСС и GPS. Обозначения используемых параметров бортовой и навигационной информации дается в соответствии с обозначениями этих параметров в интерфейсном документе рассматриваемой спутниковой навигационной системы.

Во всех пакетах (если не оговорено отдельно) время представлено как UTC с учетом часового пояса, вводимого в пакете 23h. Представление времени – количество секунд (или миллисекунд) от начала недели. Началом недели считается 00 часов в ночь с субботы на воскресенье.

Дата также представлена с учетом поясного времени в виде номера недели от 22.08.1999г по модулю 1024 (1024-я неделя будет 0-й, 1025-я - 1-й и т.д.). Отрицательный номер недели информирует об отсутствии значения даты.

Координаты потребителя передаются и принимаются в системе координат, выбранной потребителем, а высота – над геоидом или эллипсоидом. При этом широта и долгота выражены в радианах, а высота - в метрах. Северная широта и восточная долгота выражаются положительными числами, а южная широта и западная долгота - отрицательными.

В прямоугольной проекции Гаусса-Крюггера используется система координат СК-42, а координаты передаются в виде:

вместо широты - координата X в метрах,
вместо долготы - координата Y, увеличенная на 500000, в метрах
плюс номер зоны, умноженный на 1000000.

Например, если принята пара чисел

широта 5452812.5
долгота 06417534.2,

то это означает, что

номер зоны - 06
X = 5452812.5 метров
Y = 417534.2-500000=-82465.8 метров.

Использование прямоугольных пространственных координат может быть задано в режиме работы протокола. В этом случае координаты передаются в метрах от центра Земли:

вместо широты - координата X,
вместо долготы - координата Y,
вместо высоты - координата Z.

Проекция скорости также передается в прямоугольных пространственных координатах. При задании проекции Гаусса-Крюггера в данном режиме используется система координат СК-42.

Настройка поясного времени и системы координат для каждого протокола и порта совершается отдельно.

После включения питания аппаратуры для протокола действуют следующие настройки:

система координат - WGS-84;
время - по Гринвичу;
высота - над уровнем моря (геоидом).

2 Линия передачи данных

В качестве линии передачи данных используется двунаправленный последовательный интерфейс RS-232C (COM-порт). Подключение производится по схеме нуль модема (используются только 3 линии: прием, передача и общий).

Для работы необходимы следующие настройки COM-порта:

- один стартовый бит;
- битов данных 8;
- один стоповый бит;
- проверка на нечетность;
- управление потоком данных отсутствует.

Скорость передачи может выбираться потребителем в пределах от 4800 бод до 115200 бит/с¹.

¹ Максимальная скорость передачи зависит от типа аппаратуры

3 Формат сообщений

3.1 Структура пакета

Обмен информацией по протоколу BINR с аппаратурой происходит посредством следующих пакетов:

- <DLE><ID>[данные][<DLE><CRC><KC>]<DLE><ETX>**, где
- <DLE> - 1 байт, признак начала служебного кода (код 10h или 00010000b);
 - <ID> - 1 байт, идентификатор пакета, может иметь любое значение отличное от <DLE>, <ETX> и <CRC>;
 - [данные] - необязательная часть, содержащая передаваемые данные;
 - <CRC> - 1 байт, признак начала контрольной информации (код FFh или 11111111b);
 - <KC> - 2 байта, контрольная информация пакета;
 - <ETX> - 1 байт, признак конца пакета (код 03h или 00000011b).

При необходимости передать байт со значением 10h (<DLE>) в поле данных, он должен быть повторен дважды. Приемные устройства должны подвергнуть сжатию все входящие двойные <DLE> символы в одиночные <DLE>.

Вставка контрольной информации <DLE><CRC><KC> присутствует в пакете только при включении режима «формирование контрольной информации» протокола BINR (см. пакет B2h - настройка протокола). Если значение контрольной информации содержит код 10h (<DLE>), то он передается без повторений.

3.2 Используемые типы данных

Форматы используемых типов данных с плавающей точкой соответствуют стандарту ANSI/IEEE Std 754 (см. Таблица 1).

Целочисленные типы со знаком представляются в дополнительном коде.

В типах данных, состоящих из нескольких байт, первыми передаются младшие байты. В байте первым также передается младший бит.

Данные с этими типами передаются в том виде, в каком они находятся в машинной памяти IBM-совместимых компьютеров, то есть передача данных осуществляется младшими байтами вперед.

Таблица 1. Форматы типов данных.

Тип	Размер, бит	Диапазон значений
INT8U	8	0..255
INT8S	8	-128..127
INT16U	16	0..65,535
INT16S	16	-32,768..32,767
INT32U	32	0..4,294,967,295
INT32S	32	2,147,483,648..2,147,483,647
FP32	32	$3.4 \cdot 10^{-38}$.. $3.4 \cdot 10^{38}$
FP64	64	$1.7 \cdot 10^{-308}$.. $1.7 \cdot 10^{308}$
FP80	80	$3.4 \cdot 10^{-4932}$.. $3.4 \cdot 10^{4932}$

Таблицы с побитовой структурой типов данных с плавающей точкой приведены в Приложении.

4 Контроль передачи информации

4.1 Условия обработки принятого пакета

Обработка пакетов производится в соответствии с описанием структуры данных пакета. В режиме «формирование контрольной информации» производится дополнительный контроль содержимого пакета путем сравнения вычисленной и принятой контрольной информации. В случае несовпадения контрольной информации пакет не используется.

Помимо этого пакет должен содержать не выходящие за границы допустимые для каждого поля данные. В противном случае поведение аппаратуры не определено.

4.2 Алгоритм вычисления контрольной информации

В качестве алгоритма проверки содержимого пакета применяется контроль циклическим избыточным кодом (ЦИК или cyclical redundancy check), основанный на делении и умножении многочленов.

В математическом виде, если представить набор данных D в виде многочлена по степеням двойки можно записать:

$$D = Q \cdot G + R,$$

где G - предварительно согласованный многочлен, называемый порождающим многочленом, Q - многочлен частное (отбрасывается за ненадобностью), R - остаточный многочлен, известный просто как ЦИК. Одно из важных свойств порождающих многочленов заключается в том, что число разрядов в остатке непосредственно определяется числом разрядов G . При выборе порождающего многочлена руководствуются двумя соображениями: желательной разрядностью остатка и его способностью выявлять ошибки.

В аппаратуре используется один из наиболее известных порождающих многочленов ССИТТ-16 (МККТТ-16):

$$x^{16} + x^{12} + x^5 + 1.$$

Расчет ЦИК производится для всех байт сообщения, начиная с идентификатора сообщения $\langle ID \rangle$, и заканчивая последним байтом перед $\langle DLE \rangle \langle CRC \rangle$, включая повторные $\langle DLE \rangle$.

Пример программы реализующий табличный алгоритм на языке С и программа вычисления таблицы для табличного метода поразрядным алгоритмом, поясняющая данный метод контроля прилагаются (см. Приложение).

5 Описание функционирования протокола

5.1 Циклограмма работы

Навигационные данные, передаваемые аппаратурой, привязаны к темпу решения навигационной задачи ($1 \div 10$ Гц). Значения широты и долготы, содержащиеся в пакете N и соответствующие метке времени N, представляют собой либо координаты, полученные на предыдущем цикле, то есть ранее на интервал решения навигационной задачи, либо экстраполированные на данный интервал координаты, в зависимости от типа пакета. Значения составляющих скорости не экстраполируются. Описание алгоритма экстраполяции приведено в Приложении.

Время реакции на установочные пакеты – не более 100 мс при отсутствии передачи более высокоприоритетных пакетов. Пользователь не должен посылать тот же запрос не получив ответной реакции от аппаратуры. Выдача пакетов, привязанных к темпу решения навигационной задачи, начинается после окончания соответствующего интервала решения в пределах 20 мс¹. Для пояснения вышесказанного, на рисунке 1 показана циклограмма работы протокола.

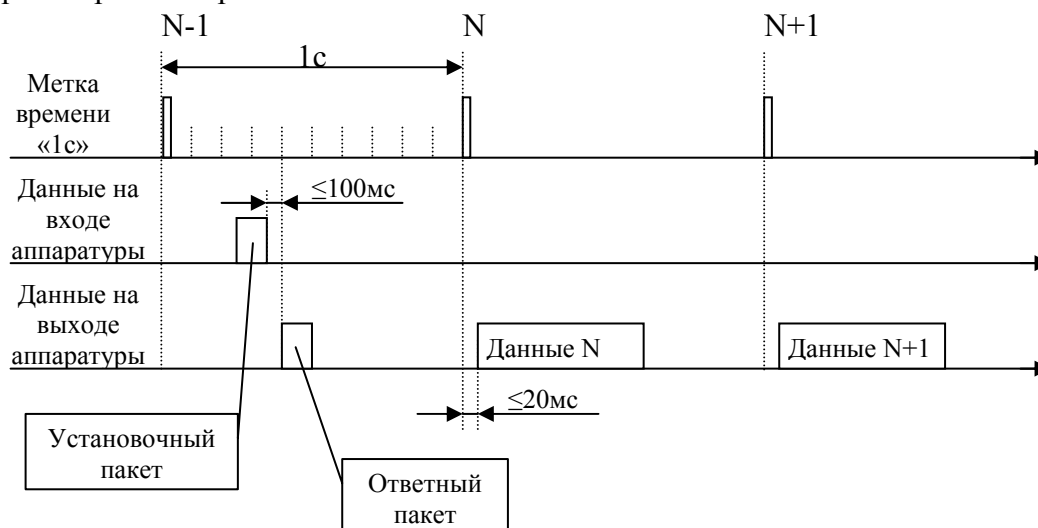


Рисунок 1. Циклограмма работы протокола.

Пакеты, темп выдачи которых привязан к темпу решения навигационной задачи, являются более приоритетными при выдаче. Среди данных пакетов пакеты выдаются в той же последовательности, в которой они были запрошены. Остальные пакеты выдаются в том же порядке.

Размер пакета ограничен 1 Кб. При выдаче, общий размер пакетов аппаратура стремится ограничить 3 Кб, то есть если размер составленных пакетов будет превышать 3 Кб, то следующее сообщение не будет составляться. При этом пакеты, период выдачи которых привязан к темпу решения навигационной задачи, не будут выдаваться для данного момента времени, остальные пакеты будут выдаваться по возможности. Таким образом, при перегрузке канала потребителем, путем запроса большого числа пакетов, преимущественно будут выдаваться пакеты с навигационной информацией, с темпом, который позволяет пропускная способность линии. Число выдаваемых пакетов, привязанных к темпу решения навигационной задачи, а также остальных пакетов ограничено 20.

Следует заметить, если пакет был запрошен несколькими различными способами, то результат будет определяться последним управляющим пакетом. То есть при наличии периодической выдачи пакета, однократный его запрос отменяет периодическую выдачу.

¹ Время задержки выдачи может меняться в зависимости от типа аппаратуры

5.2 Переключение режима работы порта

Переключение протокола или скорости линии производится после выдачи потребителю ответного пакета с настройками порта, на которые аппаратура будет переключаться. Данный пакет не является высокоприоритетным и выдается в порядке общей очереди. Все пакеты, сформированные в тот же момент времени, что и пакет с новыми настройками порта, будут выданы. Реальное переключение настроек произойдет по окончании внутреннего 100 мс интервала, на котором закончилась выдача этих пакетов.

6 Описание типов пакетов

6.1 Классификация пакетов

Множество пакетов передаваемых по линии обмена делиться на управляющие пакеты, которые передаются аппаратуре потребителем, и ответные, передаваемые потребителю.

6.2 Управляющие пакеты

Список управляющих пакетов и соответствующих им ответных пакетов изложен в Таблица 2.

Таблица 2. Соответствие управляющих и ответных пакетов.

Идентификатор управляющего пакета	Краткое описание	Идентификатор ответного пакета
01h	Перезапуск системы	-
0Bh	Запрос/установка состояния порта	50h
0Dh	Установка параметров работы	51h
0Eh	Отмена всех запросов на передачу	-
11h	Запрос на тест РПУ	43h
12h	Запрет/разрешение использования спутника	47h
13h ¹	Запрос выдачи путевого угла и скорости	41h
14h ¹	Установка оцифровки секундной метки времени	53h
17h	Запрос/изменение текущего состояния каналов приемника	42h
18h ¹	Запрос измерений каналов РПУ (старый вариант)	48h, 49h
19h	Запрос/загрузка эфемеридной информации	49h
1Bh	Запрос версии ПМО	70h
1Eh	Запрос параметров связи шкал времени	74h
1Fh	Запрос параметров связи времени и частоты	72h
20h	Запрос/загрузка альманаха	40h
21h	Запрос количества используемых спутников и геометрического фактора	60h
22h	Запрос/установка частотного плана	4Ch
23h	Запрос/установка часового пояса	46h
24h	Запрос видимых спутников	52h
25h ¹	Запрос оцифровки секундной метки времени	53h
26h	Контроль наличия связи	54h
27h ¹	Запрос передачи вектора состояния	88h
2Ah	Запрос ионосферных параметров	4Ah
2Bh	Запрос о связи шкал GPS, ГЛОНАСС и UTC	4Bh
30h	Управление задачей статистики	44h
31h ¹	Запрос ГФ и СКО решения	61h
32h	Ввод информации о местоположении и времени	89h
37h ¹	Запрос выдачи последнего решения	41h, 84h
38h ¹	Запрос выдачи экстраполированных координат	41h, 85h
39h ¹	Запрос информации о каналах РПУ	87h
A2h	Запрос/установка пользовательской системы	A3h

¹ Пакеты, по запросу которых, темп выдачи ответных пакетов привязан к темпу решения навигационной задачи

	координат	
B1h	Запрос прогноза геометрического фактора	C1h
B2h	Запрос/установка режима работы протокола BINR	C2h
D4h ¹	Запрос измерений каналов РПУ (новый вариант)	E4h
D7h	Установка дополнительных параметров работы	E7h

¹ Пакеты, по запросу которых, темп выдачи ответных пакетов привязан к темпу решения навигационной задачи

6.2.1 Пакет 01h - перезапуск системы

Этот пакет осуществляет принудительный перезапуск системы и по параметру №6 очистку сохраняемых системных данных. Данные пакета являются постоянными (см. Таблица 3). Размер данных пакета – 6 байт.

Таблица 3. Данные пакета 01h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Значение
1	0	INT8U	00h
2	1	INT8U	01h
3	2	INT8U	21h
4	3	INT8U	01h
5	4	INT8U	00h
6	5	INT8U	00h – со стиранием 01h – без стирания

6.2.2 Пакет 0Bh - запрос/установка состояния порта

Пакет запрашивает или устанавливает скорость обмена и тип используемого протокола портов. Переключение протокола или скорости линии производится после выдачи потребителю ответного пакета 50h с настройками порта, на которые аппаратура будет переключаться, и только после этого производится переключение на новые установки. При запросе состояния порта пакет содержит только номер порта, не содержит данных при запросе текущего порта. При настройке порта распределение полей пакета показано в Таблица 4. Размер данных пакета – 0, 1 или 6 байт.

Таблица 4. Поля пакета 0Bh.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание параметра	Значения
1	0	INT8U	Номер порта	0 – текущий порт 1 – порт №1 2 – порт №2
2	1	INT32U	Скорость обмена	150÷115200
3	5	INT8U	Тип протокола	0 – текущий протокол 1 – протокол отключен 2 – протокол NMEA 3 – протокол RTCM 4 – протокол BINR 5 – протокол BINR2

6.2.3 Пакет 0Dh - установка параметров работы

Пакет запрашивает или устанавливает следующие параметры работы аппаратуры:

- используемая система координат;
- рабочие спутниковые навигационные системы;
- настройки навигационной задачи.

При запросе пакет не содержит данных. Установка осуществляется в соответствии с типом данных, указываемым в первом параметре. За одну посылку могут быть установлены параметры, соответствующие только одному типу данных. Ответным пакетом служит пакет 51h с текущими рабочими параметрами. Параметры описаны в Таблица 5. Размер данных пакета – от 0 до 5 байт.

Таблица 5. Параметры пакета 0Dh.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание параметра	Значения
1	0	INT8U	Тип данных	1÷4
Тип данных = 1 Установка системы координат				
2	1	INT8U	Система координат	См. Таблица 6
Тип данных = 2 Установка рабочей спутниковой навигационной системы				
2	1	INT8U	Рабочая спутниковая навигационная система	0 – GPS, ГЛОНАСС 1 – GPS 2 – ГЛОНАСС 10 – GPS, ГЛОНАСС, SBAS 11 – GPS, SBAS 12 – ГЛОНАСС, SBAS
Тип данных = 3 Настройка навигационной задачи				
2	1	INT8U	Величина минимального угла возвышения спутника над горизонтом, начиная с которого будет осуществляться поиск и слежение, градусы 0÷90°	
3	2	INT8U	Минимальный уровень СШ для использования в навигации. Значения от 0 до 39.	
4	3	INT16U	Максимальная величина СКО в метрах, при которой решение навигационной задачи считается действительным, метры. Значение параметра, равное нулю, оставляет значение параметра неизменным.	
Тип данных = 4 Установка коэффициента фильтрации решения				
2	1	FP32	Коэффициент фильтрации решения	0 – фильтрация выключена; Максимальное значение = 10

Таблица 6. Используемые системы координат.

Код	Система координат	Опорный эллипсоид
0	WGS-84	WGS-84
1	ПЗ-90	ПЗ-90
2	Система координат 1942 г.	Красовского

3	Система координат 1995 г.	Красовского
4	ПЗ-90.02	ПЗ-90.02
249,255	Пользовательская система координат №1	
250	Пользовательская система координат №2	
251	Пользовательская система координат №3	
252	Пользовательская система координат №4	
253	Пользовательская система координат №5	
254	Прямоугольная проекция Гаусса-Крюгера на СК-42	Красовского

6.2.4 Пакет 0Eh - отмена всех запросов на передачу

Пакет производит очистку списка выдаваемых пакетов. Данных не содержит.

6.2.5 Пакет 11h - запрос на тест РПУ

Пакет позволяет, как запустить, так и повторно запросить результаты теста РПУ. При запуске теста аппаратура посылает ответный пакет 43h, подтверждающий переход в режим тестирования РПУ. По окончании тестирования посылается пакет 43h с результатами тестов. Пакет содержит 1 байт данных (см. Таблица 7).

Таблица 7. Данные пакета 11h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Значение
1	0	INT8U	0 – выдать результат теста РПУ 1 – запустить тест РПУ

6.2.6 Пакет 12h - запрет/разрешение использования спутника

Пакет запрашивает, разрешает или запрещает использование указанного спутника в решении навигационной задачи. В ответ передается пакет 47h. При запросе пакет не содержит данных, при разрешении или запрете использования спутника размер данных (см. Таблица 8) составляет 3 байта.

Таблица 8. Данные пакета 12h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Спутниковая система	1 – GPS 2 – ГЛОНАСС
2	1	INT8U	Бортовой номер спутника	1÷32 для GPS 1÷24 для ГЛОНАСС
3	2	INT8U	Использование	1 – разрешить 2 – запретить

6.2.7 Пакет 13h - запрос выдачи путевого угла и скорости

При запросе или отмене периодической выдачи пакета 41h содержит 1 байт данных (см. Таблица 9). При запросе однократной передачи не содержит данных.

Таблица 9. Данные пакета 13h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Отмена выдачи	0
			Темп передачи в интервалах решения	1÷255

6.2.8 Пакет 14h - установка оцифровки секундной метки времени

Этот пакет осуществляет установку внутренней шкалы времени относительно внешней. Пакет содержит время и дату, соответствующую последней сформированной внешней временной метке, а так же отклонение внешней секунды от истинной. Последний параметр пакета (см. Таблица 10) необходим для режима «горячего» старта, в противном случае можно передавать нулевое значение. Ответным является пакет 53h.

Таблица 10. Параметры пакета 14h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Значение
1	0	FP80	Время с начала недели, мс
2	10	INT16S	Номер недели по GPS
3	12	FP32	Отклонение периода внешнего опорного генератора, мс
4	16	INT16S	Отклонение бортовой шкалы времени GPS от UTC (LEAP Second GPS), сек

6.2.9 Пакет 17h - запрос/изменение текущего состояния каналов приемника

Этот пакет запрашивает пакет 42h с информацией о всех каналах приемника, а также может принудительно заставить канал следить за спутником. Тем самым канал переводится в режим ручного наведения. Канал в этом режиме будет находиться до тех пор, пока не будет явно переведен в автоматический режим или до перезапуска.

Если будут заданы неверные параметры, то канал будет выключен.

При запросе пакет не содержит данных. При установке распределение полей приведено в Таблица 11, размер данных пакета изменяется в зависимости от наличия параметра №5 и составляет 4 или 8 байт.

Таблица 11. Поля пакета 17h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Номер канала	0÷23 ¹
2	1	INT8U	Спутниковая система	1 – GPS 2 – ГЛОНАСС 3 – ГЛОНАСС L2 4 – SBAS 8 – Galileo E1 9 – Galileo E5a 10 – Galileo E5b
3	2	INT8U	Бортовой номер спутника для GPS и SBAS	1÷32 для GPS 120÷138 для SBAS 1÷50 для Galileo
		INT8S	Литер для ГЛОНАСС	-7÷13
4	3	INT8U	Состояние канала	0 – автоматическое 1 – ручное
5	4	FP32	Вставка доплера	Гц
¹ – число каналов зависит от типа аппаратуры				

6.2.10 Пакет 18h - запрос измерений каналов РПУ (старый вариант)

Пакет осуществляет установку/отмену периодической выдачи измерений (пакет 48h), а также эфемерид для всех рабочих спутников (пакет 49h). Выдача пакета 48h осуществляется с заданным интервалом, а пакет 49h выдается при запросе, а далее по мере получения или обновления эфемерид (в начале каждого получаса для ГЛОНАСС и в начале каждого часа для GPS).

Пакет содержит 1 байт данных (см. Таблица 12) при запросе или отмене периодической передачи и не содержит данных при запросе однократной передачи.

Таблица 12. Данные пакета 18h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Отмена выдачи	0
			Темп передачи в интервалах решения	1÷255

6.2.11 Пакет 19h - запрос/загрузка эфемеридной информации

Пакет запрашивает или загружает эфемериды на указанный спутник. Для запроса эфемерид пакет должен содержать 2 байта данных, а для запроса эфемерид ГЛОНАСС пакет может добавляться еще 1 байт данных, поскольку бортовой номер спутника ГЛОНАСС становится известен только после выделения альманаха. В этом случае эфемеридная информация будет выдана и при отсутствии такового, при этом бортовой номер в запросе должен быть равным нулю.

Состав данных пакета приведен в Таблица 13. Пакет также позволяет запросить все имеющиеся эфемериды и получать их добавления и обновления (в начале каждого получаса для ГЛОНАСС и в начале каждого часа для GPS).

В случае загрузки эфемерид формат данных приведен в описании ответного пакета 49h (см. Таблица 46).

Таблица 13. Данные пакета 19h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
Параметр №1 равен 255				
1	0	INT8U	Запрос всех эфемерид и их обновлений и добавлений	255
2	1	INT8U	Отмена выдачи	0
			Включить выдачу	1
Параметр №1 не равен 255				
1	0	INT8U	Спутниковая система	1 – GPS 2 – ГЛОНАСС
2	1	INT8U	Бортовой номер спутника	1÷32 для GPS 1÷24 для ГЛОНАСС
Спутниковая система ГЛОНАСС (опционально)				
3	2	INT8S	Литер для ГЛОНАСС	-7÷13

6.2.12 Пакет 1Вh - запрос версии ПМО

Служит для запроса пакета 70h с версией ПМО. Данных не содержит.

6.2.13 Пакет 1Eh - запрос параметров связи шкал времени

Пакет запрашивает расхождение внутренней шкалы прибора со шкалами ГЛОНАСС, GPS, UTC(SU), UTC. Данных не содержит. Ответным является пакет 74h.

6.2.14 Пакет 1Fh - запрос параметров связи времени и частоты

Пакет используется в аппаратуре частотно-временной привязки. Ответным является пакет 72h. Пакет содержит данные размером 1 байт при запросе периодической выдачи (см. Таблица 14) и не содержит данных при запросе однократной передачи.

Таблица 14. Данные пакета 1Fh.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Отмена выдачи	0
			Включить выдачу с темпом 1 сек.	1

6.2.15 Пакет 20h - запрос/загрузка альманаха

Этот пакет запрашивает от аппаратуры либо загружает в аппаратуру данные альманаха для одного спутника.

В случае запроса данных альманаха пакет содержит 2 байта данных, значение которых приведено в Таблица 15.

В случае загрузки альманаха формат данных приведен в описании ответного пакета 40h (см. Таблица 38).

Таблица 15. Данные пакета 20h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Спутниковая система	1 – GPS 2 – ГЛОНАСС
2	1	INT8U	Бортовой номер спутника	1÷32 для GPS 1÷24 для ГЛОНАСС

6.2.16 Пакет 21h - запрос количества используемых спутников и геометрического фактора

Пакет запрашивает данные о количестве спутников GPS и ГЛОНАСС, участвующих в решении, а также значение геометрических факторов HDOP и VDOP. Содержит 1 байт данных (см. Таблица 16) при запросе или отмене периодической передачи и не содержит данных при запросе однократной передачи. Ответным является пакет 60h.

Таблица 16. Данные пакета 21h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Отмена выдачи	0
			Темп передачи, сек.	1÷255

6.2.17 Пакет 22h - запрос/установка частотного плана

В случае отсутствия данных пакет запрашивает текущий частотный план. Установка частотного плана осуществляется в соответствии с Таблица 17, размер данных пакета в этом случае – 1 байт. Ответным является пакет 4Ch.

Таблица 17. Поля пакета 22h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значение
1	0	INT8U	Частотный план до 2005 года	0
			Частотный план после 2005 года	1

6.2.18 Пакет 23h - запрос/установка часового пояса

Пакет запрашивает или устанавливает поправку местного (поясного) времени относительно Гринвичского меридиана. Для восточных долгот поправка положительная, для западных - отрицательная. В случае запроса часового пояса пакет не должен содержать данных, данные установки описаны в Таблица 18. Ответным пакетом является пакет 46h. Размер данных пакета 2 байта.

Таблица 18. Данные пакета 23h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8S	Часы	± 13
2	1	INT8S	Минуты	± 59

6.2.19 Пакет 24h – запрос видимых спутников

Пакет запрашивает информацию о расположении спутников относительно потребителя. Ответный пакет 52h содержит азимуты и углы возвышения для всех спутников в зоне радиовидимости, то есть находящихся над горизонтом в точке с текущими координатами с углом возвышения выше минимального (см. пакет 0Dh), а также отношение сигнал/шум для спутников, за которыми происходит слежение в момент передачи пакета.

Пакет содержит 1 байт данных (см. Таблица 19) при запросе или отмене периодической передачи и не содержит данных при запросе однократной передачи.

Таблица 19. Данные пакета 24h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Отмена выдачи	0
			Темп передачи, сек	1÷255

6.2.20 Пакет 25h - запрос оцифровки секундной метки времени

Пакет осуществляет включение/выключение выдачи пакета 53h, содержащего время формирования аппаратной временной метки. Темп выдачи пакета 53h равен темпу решения навигационной задачи. Пакет содержит одно поле данных (см. Таблица 20) размером 1 байт.

Таблица 20. Данные пакета 25h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Отмена выдачи	0
			Включить выдачу	1

6.2.21 Пакет 26h - контроль наличия связи

При получении пакета аппаратура инициирует однократную выдачу ответного пакета 54h. Пакет данных не содержит. Может использоваться с целью контроля наличия связи с аппаратурой.

6.2.22 Пакет 27h - запрос передачи вектора состояния

Пакет запрашивает/отменяет периодическую выдачу вектора состояния. Ответный пакет 88h содержит основной набор данных, описывающих положение потребителя: дату, время, координаты, составляющие вектора скорости, оценку точности координат, признак решения/счисления. Один байт данных пакета, определяет период выдачи в интервалах решения навигационной задачи (см. Таблица 21). Для однократной выдачи пакета 88h данные должны отсутствовать.

Таблица 21. Данные пакета 27h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Отмена выдачи	0
			Темп передачи в интервалах решения	1÷255

6.2.23 Пакет 2Ah - запрос ионосферных параметров

Пакет запрашивает значения ионосферных параметров, передаваемых спутниками системы GPS. Пакет содержит один байт данных при запросе или отмене периодической передачи (см. Таблица 22) и не содержит данных при запросе однократной передачи.

Таблица 22. Данные пакета 2Ah.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Отмена выдачи	0
			Темп передачи, сек	1÷255

6.2.24 Пакет 2Bh - запрос о связи шкал GPS, ГЛОНАСС и UTC

Пакет запрашивает данные об отклонении шкал времени GPS и ГЛОНАСС от UTC и UTC(SU) соответственно. Эти данные передают спутники соответствующей системы. Пакет содержит один байт данных при запросе или отмене периодической передачи (см. Таблица 23) и не содержит данных при запросе однократной передачи. Ответным пакетом является пакет 4Bh.

Таблица 23. Данные пакета 2Bh.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Отмена выдачи	0
			Темп передачи, сек	1÷255

6.2.25 Пакет 30h. Управление задачей статистики

Пакет производит установку параметров внутренней статистики.

Внутренней статистикой называется функция аппаратуры, обеспечивающая статистическую обработку обсерваций. В результате статистической обработки определяются мат. ожидания для координат и высоты, а также СКП координат на плоскости, СКП по высоте и по скорости. Этот режим имеет смысл только на неподвижном основании и позволяет уточнить координаты точки. Длительность статистической обработки - 65535 обсерваций. Период обсерваций задается в параметрах и может принимать значения от 1 до 255 секунд. Возможен режим приостановки и продолжения статистической обработки.

Ответным пакетом является Пакет 44h. Состояние внутренней статистики

Таблица 24. Параметры пакета 30h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание
1	0	INT8U	0 – отменить выдачу пакета 44h n>0 – запустить выдачу пакета 44 с темпом n
2	1	INT8U	0 – выключить статистику #0 – включить статистику
3	2	INT8U	0 – продолжить набор статистики #0 – начать набор статистики заново
4	3	INT8U	период обсерваций, с

6.2.26 Пакет 31h. Запрос ГФ и СКО решения.

Пакет запрашивает/отменяет периодическую выдачу информации о геометрическом факторе и составляющих СКО полученного решения. Ответный пакет – 61h, является дополнением к пакету 88h.

. Один байт данных пакета, определяет период выдачи в интервалах решения навигационной задачи (см. Таблица 25). Для однократной выдачи пакета h данные должны отсутствовать.

Таблица 25. Данные пакета 31h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Отмена выдачи	0
			Темп передачи, сек	1÷255

6.2.27 Пакет 32h - ввод информации о местоположении и времени

Пакет позволяет загрузить информацию о векторе состояния потребителя. Координаты загружаются в соответствии с выбранной системой координат и настройками протокола. При передаваемом СКО больше 10 км координаты не устанавливаются. Время должно быть передано с точностью 1 секунда по шкале UTC (местное). Параметры пакета показаны в Таблица 26. Допускается не передавать информацию о скорости или о скорости и о времени. Размер пакета 28, 40 или 64 байта. Ответным пакетом является пакет 89h, который повторяет входную информацию.

Таблица 26. Параметры пакета 32h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание
1	0	FP64	Широта, рад ¹
2	8	FP64	Долгота, рад ¹
3	16	FP64	Высота, м ¹
4	24	FP32	СКО координат, м
5	28	FP80	Время местное, мс
6	38	INT16S	Номер недели по GPS
7	40	FP64	Скорость по широте ¹
8	48	FP64	Скорость по долготе ¹
9	56	FP64	Скорость по высоте ¹
¹ – при установленной СК Гаусса-Крюгера или режиме прямоугольных пространственных координат формат координат описан в Общих положениях			

6.2.28 Пакет 35h - запрос выдачи информации об используемых и исключенных спутниках

При запросе или отмене периодической выдачи пакета 93h содержит 1 байт данных (см. Таблица 27). При запросе однократной передачи не содержит данных.

Таблица 27. Параметры пакета 35h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Отмена выдачи	0
			Темп передачи в интервалах решения	1÷255

6.2.29 Пакет 37h - запрос выдачи последнего решения

Пакет запрашивает информацию о последней обсервации. Аппаратура возвращает пакет 84h (координаты последнего решения) и пакет 41h (вектор скорости).

Пакет содержит 1 байт данных (см. Таблица 28) при запросе или отмене периодической передачи и не содержит данных при запросе однократной передачи.

Таблица 28. Данные пакета 37h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Отмена выдачи	0
			Темп передачи в интервалах решения	1÷255

6.2.30 Пакет 38h - запрос выдачи экстраполированных координат

Пакет запрашивает экстраполированные координаты и вектор скорости. Аппаратура возвращает пакет 85h (экстраполированные координаты) и пакет 41h (вектор скорости).

Пакет содержит 1 байт данных (см. Таблица 29) при запросе или отмене периодической передачи и не содержит данных при запросе однократной передачи.

Таблица 29. Данные пакета 38h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Отмена выдачи	0
			Темп передачи в интервалах решения	1÷255

6.2.31 Пакет 39h - запрос информации о каналах РПУ

Этот пакет запрашивает расширенную информацию о состоянии каналов приемника. Ответным является пакет 87h, который содержит номера (или литеры) спутников, состояния каналов и отношения сигнал/шум, а также измерения псевдодальности и доплеровской частоты.

Пакет содержит 1 байт данных (см. Таблица 30) при запросе или отмене периодической передачи и не содержит данных при запросе однократной передачи.

Таблица 30. Данные пакета 39h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Отмена выдачи	0
			Темп передачи в интервалах решения	$1 \div 255$

6.2.32 Пакет 5Ch – запрос атмосферных поправок

Этот пакет запрашивает результаты расчёта ионосферных и тропосферных поправок для спутников использующихся при решении навигационной задачи.

Ответным является пакет 5Dh, который содержит номера спутников использующихся при решении НЗ, а также, тропосферные и ионосферные поправки к измерениям.

Запросный пакет содержит 1 байт данных (см. Таблица 31) при запросе или отмене периодической передачи и не содержит данных при запросе однократной передачи.

Таблица 31. Данные пакета 5Ch.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Отмена выдачи	0
			Темп передачи в интервалах решения	1÷255

6.2.33 Пакет A2h – запрос/установка параметров систем координат

С помощью этого пакета можно запросить или установить параметры системы координат. Для пользовательских систем координат выделены индексы: 249÷253. При запросе пакет содержит 1 байт данных, при установке – 43 байта (см. Таблица 32).

Таблица 32. Данные пакета A2h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Обозначение	Описание
1	0	INT8U		Индекс системы координат: 0÷255
2	1	FP32	Δa	Поправка к большой полуоси эллипсоида WGS84, м
3	5	FP32	Δf	Поправка к коэффициенту сжатия
4	9	FP32	ΔX	Смещение центра масс, м
5	13	FP32	ΔY	
6	17	FP32	ΔZ	
4	21	FP32	ω_x	
5	25	FP32	ω_y	Углы разворота осей, угл. мин.
6	29	FP32	ω_z	
7	33	FP32	m	
				Различие линейных масштабов * 10^{-6}
8	37	INT8U*6		Название системы

6.2.34 Пакет B1h - запрос прогноза геометрического фактора

Пакет запрашивает расчет интервалов времени удовлетворяющих вводимому геометрическому фактору GDOP. Расчет ведется по данным альманаха на 6 часов от вводимого начального времени, которое не должно выходить за пределы 30 суток от последнего обновления альманаха, в противном случае возможна большая погрешность в расчете. Параметрами для расчета являются координаты места, спутниковая система и маска угла возвышения, ниже которой спутники считаются невидимыми (см. Таблица 33). Последние два параметра могут не задаваться, в этом случае тип спутниковой системы принимается GPS и ГЛОНАСС, а угол возвышения 5 градусов. Ответный пакет C1h выдается по окончании расчета, что занимает примерно 1÷2 секунды. Размер данных пакета составляет 33 или 35 байт.

Таблица 33. Параметры пакета B1h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT16U	Год	
2	2	INT8U	Месяц	1÷12
3	3	INT8U	День	1÷31
4	4	INT8U	Час	0÷23
5	5	FP32	Допустимый GDOP	
6	9	FP64	Долгота места расчета, рад ¹	$\pm\pi^1$
7	17	FP64	Широта места расчета, рад ¹	$\pm\pi/2^1$
8	25	FP64	Высота места расчета, м ¹	
9	33	INT8U	Спутниковая система	0 – GPS и ГЛОНАСС 1 – GPS 2 – ГЛОНАСС
10	34	INT8U	Маска угла возвышения, град	0÷90
¹ – при установленной СК Гаусса-Крюгера или режиме прямоугольных пространственных координат формат координат описан в Общих положениях				

6.2.35 Пакет B2h - запрос/установка режима работы протокола BINR

Пакет позволяет изменять режим работы протокола. При запросе пакет не содержит данных. В случае установки параметры приведены в Таблица 34. Размер данных пакета составляет 2 байта. Ответным является пакет C2h, который содержит слово состояния протокола BINR. При изменении режима формирования контрольной информации изменения вступают в силу при получении данного пакета.

Таблица 34. Данные пакета B2h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значение	
				Бит	Значение
1	0	INT16U	Слово состояния протокола BINR	0	Не используется
				1	0 – запретить формирование контрольной информации 1 – разрешить формирование контрольной информации
				2	0 – высота над геоидом 1 – высота над эллипсоидом
				3	0 – геодезические координаты 1 – прямоугольные пространственные координаты
				4÷15	Резерв

6.2.36 Пакет D4h - запрос измерений каналов РПУ (новый вариант)

Пакет осуществляет включение/выключение выдачи пакета E4h, содержащего измерения каналов РПУ.

Пакет содержит 1 байт данных (см. Таблица 35) при запросе или отмене периодической передачи и не содержит данных при запросе однократной передачи.

Таблица 35. Данные пакета D4h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Отмена выдачи	0
			Темп передачи в интервалах решения	1÷255

6.2.37 Пакет D7h - установка дополнительных параметров работы

Пакет запрашивает или устанавливает следующие параметры работы аппаратуры:

- максимально возможное ускорение потребителя;
- темп решения навигационной задачи;
- интервал сглаживания псевдодальности;
- максимальная категория затягивания кольца слежения по несущей и коду;
- управление меткой времени;
- временная задержка в антенном кабеле;
- режим работы навигационной задачи;
- режим работы с дифференциальными поправками;
- режим работы с атмосферными поправками;
- приоритеты спутниковых систем;
- разрешение использования SBAS при получении тестового сообщения №0
- настройки управления РПУ.

Тип запрашиваемых или устанавливаемых данных определяется в первом параметре (см. Таблица 36). При запросе пакет содержит только 1 байт данных. Ответным пакетом служит пакет E7h. Размер пакета зависит от типа данных.

Таблица 36. Параметры пакета D7h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание параметра	
1	0	INT8U	Тип данных: 1÷11	
Тип данных = 1				
Максимально возможное ускорение потребителя				
2	1	FP32	Максимально возможное ускорение потребителя 0.1÷100 м/с ²	
Тип данных = 2				
Темп решения навигационной задачи				
2	1	INT8U	Темп решения навигационной задачи: 1,2,5,10 Гц	
Тип данных = 3				
Интервал сглаживания псевдодальности				
2	1	INT16U	Интервал сглаживания псевдодальности, сек (не 0)	
Тип данных = 4				
Максимальная категория затягивания кольца слежения по несущей и коду				
2	1	INT8U	Максимальная категория затягивания кольца слежения по несущей 1÷5	
3	2	INT8U	Максимальная категория затягивания кольца слежения по коду 1÷12	
Тип данных = 5				
Управление меткой времени				
2	1	INT8U	Бит	Значение
			0	0 – программная метка 1 – аппаратная метка
			1	Только для программной метки 0 – интервальная 1 – секундная
			2	Резерв
			3	0 – инверсная 1 – прямая

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание параметра	
			4÷7	Тип метки времени 1 – GPS 2 – ГЛОНАСС 3 – UTC 4 – UTC SU
3	2	INT8U	Удержание шкалы времени аппаратуры в пределах ±1 мс от шкалы UTC: 0 – выключено 1 – включено	
4	3	INT32U	Длительность программной метки времени, нс	
Тип данных = 6				
Временная задержка в антенном кабеле				
2	1	FP64	Временная задержка, мс	
Тип данных = 7				
Режим работы навигационной задачи				
2	1	INT16U	Бит	Значение
			0	1 – включить RAIM 0 – выключить RAIM
			1	1 – RAIM FDE 0 – RAIM Robust
			2	1 – запретить 2D 0 – разрешить 2D
			3	1 – запретить использование 1 спутника из спутниковой системы 0 – разрешить использование 1 спутника из спутниковой системы
			4÷15	Резерв
Тип данных = 8				
Режим работы с дифференциальными поправками				
2	1	INT16U	Бит	Значение
			0	1 – разрешить использование поправок RTCM 0 – запретить
			1	1 – разрешить использование поправок SBAS 0 – запретить
			2	1 – разрешить использование поправок GBAS 0 – запретить
			3	резерв
			4	1 – запрещение коррекции за счёт ионосферы 0 – запретить
			5	1 – запрещение коррекции за счёт тропосферы 0 – запретить
			6-8	резерв
			9	0 – модель тропосферы согласно SPS GPS 1 – модель тропосферы согласно RTCA
			10-15	резерв

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание параметра
Тип данных = 9			
Приоритеты спутниковых систем			
2	1	INT8U	Количество каналов для ГЛОНАСС по умолчанию
3	2	INT8U	Количество каналов для GPS по умолчанию
4	3	INT8U	Количество каналов для SBAS по умолчанию
Тип данных = 10			
Тип дискриминатора			
2	1	INT8U	0 – уровневый дискриминатор #0 – узкостробо́вый дискриминатор
Тип данных = 11			
Использование тестового сообщения SBAS №0			
		INT8U	N=0...255 Если N не 0, то тестовое сообщение 0 обрабатывается как сообщение N

6.3 Ответные пакеты

Список ответных пакетов и соответствующих им управляющих пакетов изложен в Таблица 37.

Таблица 37. Соответствие ответных и управляющих пакетов.

Идентификатор ответного пакета	Краткое описание	Идентификатор управляющего пакета
40h	Альманах на указанный спутник	20h
41h ¹	Путевой угол, скорость	13h, 37h, 38h
42h	Текущее состояние каналов приемника	17h
43h	Результаты тестирования	11h
46h	Время, дата, часовой пояс	23h
47h	Запрет/разрешение использования спутников	12h
48h ¹	Измерения каналов РПУ (старый вариант)	18h
49h	Эфемериды на спутник	19h, 18h
4Ah	Параметры ионосферы	2Ah
4Bh	Связь шкал GPS, ГЛОНАСС и UTC	2Bh
4Ch	Частотный план	22h
50h	Текущее состояние порта	0Bh
51h	Параметры работы аппаратуры	0Dh
52h	Видимые спутники	24h
53h ¹	Оцифровка секундной метки времени	25h
54h	Ответ на контроль связи	26h
60h	Количество используемых спутников и геометрический фактор	21h
70h	Версия ПМО	1Bh
72h	Параметры времени и частоты	1Fh
74h	Параметры связи шкал времени	1Eh
84h ¹	Последнее решение	37h
85h ¹	Экстраполированные координаты	38h
87h	Информация о каналах РПУ	39h
88h ¹	Вектор состояния (основной набор данных о положении пользователя)	27h
89h	Ответ на ввод информации о местоположении и времени	32h
C1h	Результаты прогноза геометрического фактора	B1h
C2h	Слово состояния протокола BINR	B2h
E4h ¹	Измерения каналов РПУ (новый вариант)	D4h
E7h	Дополнительные параметры работы аппаратуры	D7h
¹ – пакеты, темп выдачи которых, привязан к темпу решения навигационной задачи		

6.3.1 Пакет 40h - альманах на указанный спутник

Пакет передает данные альманаха на указанный спутник. При отсутствии данных пакет содержит только первые два параметра из всех описанных в Таблица 38. Размер данных пакета может составлять 2, 60 и 42 байта.

Таблица 38. Данные пакета 40h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Обозначение	Описание
1	0	INT8U		Спутниковая система: 1 – GPS 2 – ГЛОНАСС
Спутниковая система GPS				
2	1	INT8U	ID	Бортовой номер: 1÷32
3	2	INT8U	Health	Состояние спутника: 0 – здоров
4	3	INT8U	ID	Бортовой номер: 1÷32
5	4	FP32	e	Эксцентриситет орбиты
6	8	FP32	i ₀	Наклонение орбиты, рад
7	12	FP32	OMEGADOT	Скорость восходящего узла, рад/мс
8	16	FP64	(A) ^{1/2}	Квадратный корень большой полуоси орбиты, м ^{1/2}
9	24	FP32	OMEGA ₀	Долгота восходящего узла, рад
10	28	FP32	ω	Аргумент перигея, рад
11	32	FP32	M ₀	Средняя аномалия на опорное время, рад
12	36	FP32	a _{f0}	Поправка времени (коэффициент полинома), мс
13	40	FP32	a _{f1}	Поправка времени (коэффициент полинома), мс/мс
14	44	FP32	a _{f01}	Старшая часть a _{f0} (для совместимости – передается 0), мс
15	48	FP80	t _{oa}	Опорное время альманаха, мс от начала недели
16	58	INT16S	Week	Номер недели GPS от 22.08.1999г по модулю 1024
Спутниковая система ГЛОНАСС				
2	1	INT8U	n _a	Бортовой номер: 1÷24
3	2	INT8U	C _n ^A	Состояние спутника: 0 – здоров!
4	3	INT8U	H _n ^A	Литер частоты спутника (отрицательные литеры с 25 по 31)
5	4	FP32	τ _n ^A	Значение сдвига шкалы времени спутника относительно шкалы ГЛОНАСС, мс
6	8	FP32	λ _n ^A	Долгота восходящего узла орбиты, рад
7	12	FP32	I	Наклонение орбиты, рад
8	16	FP32	ε _n ^A	Эксцентриситет орбиты
9	20	FP32	ω _n ^A	Аргумент перигея орбиты, рад
10	24	FP32	t _n ^A	Время прохождения восходящего узла орбиты, мс
11	28	FP64	T _n ^A	Драконический период, мс/виток

12	36	FP32	(T_n^A) DOT	Скорость изменения драконического периода, мс/виток ²
13	40	INT16U	N _a	Номер суток в четырехлетнем периоде

6.3.2 Пакет 41h - путевой угол, скорость

Пакет содержит экстраполированные данные о путевом угле, скорости и времени. Формат данных пакета показан в Таблица 39. Размер данных пакета 12 байт.

Таблица 39. Данные пакета 41h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание
1	0	FP32	Путевой угол, градусы
2	4	FP32	Скорость, км/ч
3	8	INT32U	Время с начала недели, сек

6.3.3 Пакет 42h - текущее состояние каналов приемника

Формат данных пакета показан в Таблица 40, где указанные параметры повторяются для каждого канала. Размер данных пакета 5·число каналов байт.

Таблица 40. Параметры пакета 42h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Спутниковая система	1 – GPS 2 – ГЛОНАСС 3 – ГЛОНАСС L2 4 – SBAS 5 – ГЛОНАСС BT 6 – ГЛОНАСС BT L2 8 – Galileo E1 9 – Galileo E5a 10 – Galileo E5b
2	1	INT8U	Бортовой номер спутника для GPS и SBAS	1÷32 для GPS 120÷138 для SBAS 1÷50 для Galileo
		INT8S	Литер для ГЛОНАСС	-7÷13
3	2	INT8U	Отношение сигнал/шум	
4	3	INT8U	Состояние канала	0 – автоматическое управление 1 – ручное управление 2 – тестируется 3 – отказ
5	4	INT8U	Признак псевдодальности	0 – есть оцифровка и измерение псевдодальности 1 – сбойное 2 – измерение псевдодальности есть, оцифровки нет

6.3.4 Пакет 43h - результаты тестирования

Пакет передается в трех случаях: по включению питания, подтверждение запуска теста и передача результатов тестирования. Данные пакета для всех этих случаев показаны в Таблица 41. Размер данных пакета составляет 1 или 6 байт.

Таблица 41. Данные пакета 43h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значение	
1	0	INT8U	Тип ответа	0 – после включения питания 1 – подтверждение запуска теста 2 – результаты тестирования	
Тип ответа равен 0					
2	1	INT8U	Отказы устройств	Бит	Бит установлен – отказ устройства
				0	Процессор
				1	ОЗУ
				2	ПЗУ
				3	Прерывания
				7	Антенна
3	2	INT32U	Отказы каналов	Установленный бит 0 означает отказ 1 канала, 1 бит – второго канала и. т. д. Состояние отсутствующих каналов передается нулями.	
Тип ответа равен 2					
2	1	INT8U	Результаты тестирования	Бит	
				4	Тест GPS
				5	Тест ГЛОНАСС
				6	Тест ГЛОНАСС L2
				7	Антенна
3	2	INT32U	Отказы каналов	Установленный бит 0 означает отказ 1 канала, 1 бит – второго канала и. т. д. Состояние отсутствующих каналов передается нулями.	

6.3.5 Пакет 44h. Состояние внутренней статистики

Пакет содержит данные статистической обработки. Формат пакета показан в Таблица 42. Структура пакета 44h.

Таблица 42. Структура пакета 44h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значение
1	0	INT8U	режим набора статистики	0 – Выкл. #0 – Вкл.
2	1	INT8U	период обсерваций	
3	2	INT16U	количество обработанных обсерваций.	
4	4	FP64	Мат. ожидание широты	радианы
5	12	FP64	Мат. ожидание долготы	радианы
6	20	FP64	Мат. ожидание высоты	метры
7	28	FP32	СКО координат	метры
8	32	FP32	СКО высоты	метры
9	36	FP32	СКП скорости	м/с

6.3.6 Пакет 46h - время, дата, часовой пояс

Формат пакета показан в Таблица 43. Часы и минуты поправки поясного времени складываются арифметически со знаком. Размер данных пакета – 10 байт.

Таблица 43. Структура пакета 46h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значение
1	0	INT32U	Время с начала недели, сек	
2	4	INT8U	День	1÷31
3	5	INT8U	Месяц	1÷12
4	6	INT16U	Год	
5	8	INT8S	Поправка поясного времени, часы	±13
6	9	INT8S	Поправка поясного времени, минуты	±59

6.3.7 Пакет 47h - запрет/разрешение использования спутников

Пакет сообщает информацию об использовании спутников GPS и ГЛОНАСС. Пакет передает информацию о 32 спутниках GPS и 24 спутниках ГЛОНАСС. Формат данных для одного спутника приведен в Таблица 44. Размер данных пакета $3 \cdot 56 = 168$ байт.

Таблица 44. Данные пакета 47h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Спутниковая система	1 – GPS 2 – ГЛОНАСС
2	1	INT8U	Бортовой номер спутника	1÷32 для GPS 1÷24 для ГЛОНАСС
3	2	INT8U	Использование	1 – разрешить 2 – запретить

6.3.8 Пакет 48h - измерения каналов РПУ (старый вариант)

Пакет содержит данные о времени измерений и данные для каждого канала РПУ (см. Таблица 45). Размер данных пакета составляет $36+36 \cdot \text{число каналов}$ байт.

Таблица 45. Данные пакета 48h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значение
1	0	FP80	Текущее время с начала недели, мс	
2	10	INT16S	Номер недели GPS от 22.08.1999г по модулю 1024	
3	12	FP80	Разность времени GPS и текущего времени, мс	
4	22	FP80	Разность времени ГЛОНАСС и текущего времени, мс	
5	32	FP32	Отклонение периода опорного генератора, мс	
Следующие поля повторяются для каждого канала				
6	36	INT8U	Номер канала	$0 \div \text{число каналов} - 1$
		INT8U	Спутниковая система	1 – GPS 2 – ГЛОНАСС 3 – ГЛОНАСС L2 4 – SBAS 5 – ГЛОНАСС BT 6 – ГЛОНАСС BT L2 8 – Galileo E1 9 – Galileo E5a 10 – Galileo E5b
8	38	INT8U	Бортовой номер спутника для GPS и SBAS	$1 \div 32$ для GPS $120 \div 138$ для SBAS $1 \div 50$ для Galileo
		INT8S	Литер для ГЛОНАСС	$-7 \div 13$
9	39		Бортовой номер спутника	$1 \div 32$ для GPS $120 \div 138$ для SBAS $1 \div 24$ для ГЛОНАСС $1 \div 50$ для Galileo
10	40	INT8U	Отношение сигнал/шум	
11	41	INT8U	Состояние канала	0 – автоматическое

				управление 1 – ручное управление 2 – тестируется 3 – отказ
12	42	INT16U	Состояние канала	
			Бит	Значение
			0	Наличие значения сигнал/шум
			1	Наличие дальности и доплера
			2	Наличие сглаженной дальности
			3	Наличие фазы
			4	Наличие оцифровки
			5	Наличие битовой синхронизации
			6	Тип дискриминатора 0 – уровневый 1 – узкостробоный
			7	резерв
			8	Наличие эфемерид
			9	Наличие альманаха
			10	резерв
			11	Признак ГЛОНАСС-М
			12	измерения поступают в решение НЗ
			13	измерения использовались в решении НЗ
			14	резерв
			15	измерения заблокированы RAIM контролем
13	44	INT16S	Признак псевдодальности	-1 – есть оцифровка и измерение псевдодальности 0 – сбойное 1 – измерение псевдодальности есть, оцифровки нет
14	46	INT32U	Время излучения сигнала (оцифровка), мс	
15	50	FP64	Псевдодальность, мс	
16	58	FP32	Оценка измерения псевдодальности	Всегда передается 0
17	62	INT16S	Признак доплеровского интеграла	-1 – Нормальное 0 – Сбойное 1 – Сбойное
18	64	FP32	Доплеровский интеграл, Гц	
19	68	FP32	Оценка измерения доплеровского интеграла	Всегда передается 0

6.3.9 Пакет 49h - эфемериды на спутник

Формат данных соответствует Таблица 46. Размер данных пакета 130 и 93 байта.

Таблица 46. Данные пакета 49h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Обозначение	Описание
1	0	INT8U		Спутниковая система: 1 – GPS 2 – ГЛОНАСС
Спутниковая система GPS				
2	1	INT8U	ID	Бортовой номер: 1÷32
3	2	FP32	C_{ts}	Синусная поправка радиуса орбиты, м
4	6	FP32	Δn	Отличие главного движения от расчетного, рад/мс
5	10	FP64	M_0	Средняя аномалия, рад
6	18	FP32	C_{uc}	Косинусная поправка аргумента долготы, рад
7	22	FP64	E	Эксцентриситет
8	30	FP32	C_{us}	Синусная поправка аргумента широты, рад
9	34	FP64	$(A)^{1/2}$	Квадратный корень главной полуоси, м ^{1/2}
10	42	FP64	t_{oe}	Опорное время привязки эфемерид, мс
11	50	FP32	C_{ic}	Косинусная поправка к углу наклона, рад
12	54	FP64	$OMEGA_0$	Долгота восходящего узла орбитальной плоскости, рад
13	62	FP32	C_{is}	Синусная поправка к углу наклона, рад
14	66	FP64	i_0	Угол наклона, рад
15	74	FP32	C_{rc}	Косинусная поправка радиуса орбиты, м
16	78	FP64	ω	Аргумент перигея, рад
17	86	FP64	OMEGADOT	Скорость изменения прямого восхождения, рад/мс
18	94	FP64	IDOT	Скорость изменения угла наклона, рад/мс
19	102	FP32	T_{GD}	Оценка групповой дифференциальной задержки, мс
20	106	FP64	t_{oc}	Поправка времени (коэффициент полинома), мс
21	114	FP32	a_{f2}	Поправка времени (коэффициент полинома), мс/мс ²
22	118	FP32	a_{f1}	Поправка времени (коэффициент полинома), мс/мс
23	122	FP32	a_{f0}	Поправка времени (коэффициент полинома), мс
24	126	INT16U	URA	Точность измерения дальности потребителем

25	128	INT16U	IODE	Идентификатор набора эфемерид
Спутниковая система ГЛОНАСС				
2	1	INT8U	n_a	Бортовой номер: 1÷24, 0 – неизвестен
3	2	INT8S	H_n^A	Литера
4	3	FP64	X	Координаты, м
5	11	FP64	Y	
6	19	FP64	Z	
7	27	FP64	V_x	Скорости, м/мс
8	35	FP64	V_y	
9	43	FP64	V_z	
10	51	FP64	A_x	Ускорения, м/мс ²
11	59	FP64	A_y	
12	67	FP64	A_z	
13	75	FP64	t_b	Временной интервал внутри текущих суток, мс
14	83	FP32	γ_n	Относительное отклонение значения несущей частоты сигнала
15	87	FP32	τ_n	Сдвиг временной шкалы спутника относительно шкалы ГЛОНАСС, мс
16	91	INT16U	E_n	Возраст эфемерид, сутки

6.3.10 Пакет 4Ah - параметры ионосферы

Пакет содержит параметры ионосферы, передаваемые спутниками системы GPS согласно ICD-GPS-200 Таблица 20-X. Данные пакета показаны в Таблица 47. Размер пакета составляет 33 байта.

Таблица 47. Данные пакета 4Ah.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Обозначение	Описание
1	0	FP32	α_0	сек
2	4	FP32	α_1	сек/полуцикл
3	8	FP32	α_2	сек/(полуцикл) ²
4	12	FP32	α_3	сек/(полуцикл) ³
5	16	FP32	β_0	сек
6	20	FP32	β_1	сек/полуцикл
7	24	FP32	β_2	сек/(полуцикл) ²
8	28	FP32	β_3	сек/(полуцикл) ³
9	32	INT8U		Признак достоверности: 255 – данные достоверны

6.3.11 Пакет 4Bh -связь шкал GPS, ГЛОНАСС и UTC

Пакет содержит данные о связи шкал времени GPS UTC, а также ГЛОНАСС и UTC(SU) соответственно (см. Таблица 48).

Таблица 48. Данные пакета 4Bh.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Обозначение	Описание
1	0	FP64	A_0	сек
2	8	FP64	A_1	сек/ сек
3	16	INT32U	t_{ot}	сек
4	20	INT16U	WN_t	недели
5	22	INT16S	Δt_{LS}	сек
6	24	INT16U	WN_{LSF}	недели
7	26	INT16U	DN	сутки
8	28	INT16S	Δt_{LSF}	сек
9	30	INT8U		Признак достоверности данных связи шкал GPS и UTC: 255 – данные достоверны
10	31	INT16U	N^A	номер суток, к которому относится поправка времени τ_c
11	33	FP64	τ_c	поправка к шкале времени системы ГЛОНАСС относительно UTC(SU), сек
12	41	INT8U		Признак достоверности данных связи шкал ГЛОНАСС и UTC(SU): 255 – данные достоверны

6.3.12 Пакет 4Ch - частотный план

Пакет передает частотный план. Данные пакета соответствуют данным запросного пакета 22h (см. Таблица 17).

6.3.13 Пакет 50h - текущее состояние порта

Информация о режиме работы запрошенного порта (см. Таблица 49). Размер данных пакета 6 байт.

Таблица 49. Поля пакета 50h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание параметра	Значения
1	0	INT8U	Номер порта	1 – порт №1 2 – порт №2
2	1	INT32U	Скорость обмена	150÷115200
3	5	INT8U	Тип протокола	1 – протокол отключен 2 – протокол NMEA 3 – протокол DIFF 4 – протокол BINR 5 – протокол BINR2

6.3.14 Пакет 51h - параметры работы аппаратуры

Пакет содержит текущие параметры работы аппаратуры (см. Таблица 50). Размер данных пакета 11 байт.

Таблица 50. Параметры пакета 51h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание параметра	Значения
1	0	INT8U	Рабочая спутниковая навигационная система	0 – GPS, ГЛОНАСС 1 – GPS 2 – ГЛОНАСС 10 – GPS, ГЛОНАСС, SBAS 11 – GPS, SBAS 12 – ГЛОНАСС, SBAS
2	1	INT8U	Резерв	
3	2	INT8U	Система координат	См. Таблица 6
4	1	INT8U	Величина минимального угла возвышения спутника над горизонтом, начиная с которого будет осуществляться поиск и слежение, градусы 0÷90°	
3	2	INT8U	Резерв	
4	3	INT16U	Максимальная величина СКО в метрах, при которой решение навигационной задачи считается действительным, метры. Значение параметра, равное нулю, оставляет значение параметра неизменным.	
2	1	FP32	Степень фильтрации решения	Не используется

6.3.15 Пакет 52h - видимые спутники

Пакет содержит азимуты и углы возвышения для всех спутников в зоне радиовидимости, то есть находящихся над горизонтом в точке с текущими координатами с углом возвышения выше минимального (см. пакет 0Dh), а также отношение сигнал/шум для спутников, за которыми происходит слежение в момент передачи пакета. Данные пакета показаны в Таблица 51. Размер данных пакета 7·число видимых спутников, в случае отсутствия информации пакет данных не содержит.

Таблица 51. Данные пакета 52h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Спутниковая система	1 – GPS 2 – ГЛОНАСС 4 – SBAS
2	1	INT8U	Бортовой номер спутника	1÷32 для GPS 1÷24 для ГЛОНАСС 120÷138 для SBAS
3	2	INT8S	Литер	-7÷13 для ГЛОНАСС FFh для GPS и SBAS
4	3	INT8U	Угол возвышения над горизонтом, градусы	0÷90
5	4	INT16U	Азимут, градусы	0÷359
6	6	INT8U	Отношение сигнал/шум	

6.3.16 Пакет 53h - оцифровка секундной метки времени

Пакет содержит время и дату, соответствующую последней сформированной временной метке, а также отклонение частоты опорного генератора аппаратуры (см. Таблица 52). Размер данных пакета 17 байт.

Таблица 52. Данные пакета 53h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	
1	0	FP80	Время от начала недели, мс	
2	10	INT16S	Номер недели по GPS	
3	12	FP32	Отклонение периода опорного генератора, мс	
4	16	INT8U	Статус решения	
			Бит	Значение
			0	0 – на предыдущем интервале решения не было получено 1 – на предыдущем интервале получено решение
			1	1 – получено 2D решение
			2	Резерв
			3	1 – в решении использовались дифференциальные поправки
			4	1 – подтверждение данных RAIM контролем
			5	1 – режим работы с дифференциальными поправками
			6	Резерв
			7	Не используется

6.3.17 Пакет 54h - ответ на контроль связи

Пакет выдается в ответ на запрос контроля связи и не содержит данных.

6.3.18 Пакет 5Dh – атмосферные поправки

Пакет содержит номера спутников использующихся при решении навигационной задачи и поправки на ионосферу и тропосферу к ним.

Данные пакета показаны в Таблица 53. Размер данных пакета $1+14 \times \text{число спутников}$.

Таблица 53. Данные пакета 5Dh.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значения
1	0	INT8U	Количество спутников в пакете	
Следующие поля повторяются для каждого спутника				
2	1	INT8U	Спутниковая система	1 – GPS 2 – ГЛОНАСС 4 – SBAS
3	2	INT8U	Бортовой номер спутника	1÷32 для GPS 1÷24 для ГЛОНАСС 120÷138 для SBAS
4	3	FP32	Тропосферная задержка, м	
5	7	FP32	Ионосферная задержка, м	
6	11	FP32	Ионосферная задержка рассчитанная по измерениям L1/L2 – только для двухчастотной аппаратуры	

6.3.19 Пакет 60h - количество используемых спутников и геометрический фактор

Пакет передает данные о количестве спутников GPS и ГЛОНАСС, участвующих в решении, а также значение геометрических факторов HDOP и VDOP (см. Таблица 54). Размер данных пакета 10 байт.

Таблица 54. Данные пакета 60h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание
1	0	INT8U	Количество спутников GPS
2	1	INT8U	Количество спутников ГЛОНАСС
3	2	FP32	HDOP
4	6	FP32	VDOP

6.3.20 Пакет 61h. ГФ и СКО решения

Пакет содержит информацию всех составляющих геометрического фактора и о оценке координат и скорости последнего полученного решения. Этот пакет является дополнением пакета 88.

Структура пакета 61h представлена в Таблица 55. Структура пакета 61h.

Таблица 55. Структура пакета 61h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание
1	0	FP32	HDOP
2	4	FP32	VDOP
3	8	FP32	TDOP
4	12	FP32	Оценка ошибки по широте, м
5	16	FP32	Оценка ошибки по долготе, м
6	20	FP32	Оценка ошибки по высоте, м
7	24	FP32	Оценка ошибки скорости по широте, м
8	28	FP32	Оценка ошибки скорости по долготе, м
9	32	FP32	Оценка ошибки скорости по высоте, м

6.3.21 Пакет 70h - версия ПМО

Пакет передает информацию о количестве каналов РПУ, а также номерах версий аппаратуры и ПМО (см. Таблица 56). Размер данных пакета 76 байт.

Таблица 56. Данные пакета 70h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание
1	0	INT8U	Количество каналов РПУ
2	1	INT8U·21	Идентификатор аппаратуры и версии ПМО
3	22	INT32U	Шифр
4	26	INT8U·21	Не используется
5	47	INT32U	Не используется
6	51	INT8U·21	Не используется
7	72	INT32U	Не используется

6.3.22 Пакет 72h - параметры времени и частоты

Применяется в аппаратуре временной и частотно-временной привязки и содержит данные о текущих времени и дате, статистических значениях параметров опорного генератора, отклонении шкалы GPS от UTC (см. Таблица 57). Размер пакета 34 байт.

Таблица 57. Данные пакета 72h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание
1	0	FP80	Текущее время с начала недели, мс
2	10	INT16S	Номер недели GPS от 22.08.1999г по модулю 1024
3	12	INT8U	Тип шкалы времени 0 – шкала ГЛОНАСС 1 – шкала GPS 2 – UTC(SU) 3 – UTC
4	13	FP64	Отклонение периода опорного генератора, мс
5	21	FP64	Текущее отклонение метки времени от истинной шкалы, нс
6	29	INT16U	Отклонение шкалы GPS от UTC, сек
7	31	INT8U	Не используется
8	32	INT16U	Не используется

6.3.23 Пакет 74h - параметры связи шкал времени

Пакет передает информацию о расхождении различных шкал времени с признаками их достоверности. Размер пакета 51 байт (см. Таблица 58).

Таблица 58. Данные пакета 74h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	
1	0	FP80	Отклонении шкалы GPS от шкалы прибора, мс	
2	10	FP80	Отклонении шкалы ГЛОНАСС от шкалы прибора (без учета 3 часов), мс	
3	20	FP80	Отклонении шкалы GPS от UTC, мс	
4	30	FP80	Отклонении шкалы ГЛОНАСС от шкалы UTC(SU), мс	
5	40	FP80	Отклонении шкалы GPS от шкалы ГЛОНАСС (без учета 3 часов), мс	
6	50	INT8U	Признаки достоверности	
			Бит	Значение
			0	Время GPS достоверно
			1	Время ГЛОНАСС достоверно
			2	Время UTC достоверно
			3	Время UTC(SU) достоверно

6.3.24 Пакет 84h - последнее решение

Формат данных пакета показан в Таблица 59. Размер данных пакета 38 байт.

Таблица 59. Данные пакета 84h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание
1	0	FP64	Широта, рад ¹
2	8	FP64	Долгота, рад ¹
3	16	FP64	Высота, м ¹
4	24	FP80	Время определения с начала недели, мс
5	34	FP32	СКО координат, м
¹ – при установленной СК Гаусса-Крюгера или режиме прямоугольных пространственных координат формат выдачи описан в Общих положениях			

6.3.25 Пакет 85h - экстраполированные координаты

Формат данных пакета соответствует Таблица 59. Размер данных пакета 38 байт.

6.3.26 Пакет 87h - информация о каналах РПУ

Пакет содержит упрощенный набор данных для каждого канала (см. Таблица 60) по сравнению с пакетом 48h. Размер данных пакета 20·число каналов байт.

Таблица 60. Данные пакета 87h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значение
1	0	INT8U	Спутниковая система	1 – GPS 2 – ГЛОНАСС 3 – ГЛОНАСС L2 4 – SBAS 5 – ГЛОНАСС BT 6 – ГЛОНАСС BT L2 8 – Galileo E1 9 – Galileo E5a 10 – Galileo E5b
2	1	INT8S	Бортовой номер спутника для GPS и SBAS, литер для ГЛОНАСС	1÷32 для GPS 120÷138 для SBAS 1÷50 для Galileo -7÷13 для ГЛОНАСС
3	2	INT8U	Отношение сигнал/шум	
4	3	INT8U	Состояние канала	0 – автоматическое управление 1 – ручное управление 2 – тестируется 3 – отказ
5	4	INT16U	Состояние канала	
			Бит	Значение
			см. описание 48-го пакета (стр. 61)	
6	6	FP64	Псевдодальность	
7	14	FP32	Доплеровский интеграл	
8	18	INT16S	Признак псевдодальности	-1 – есть оцифровка и измерение псевдодальности 0 – сбойное 1 – измерение псевдодальности есть, оцифровки нет

6.3.27 Пакет 88h - вектор состояния

Пакет содержит экстраполированные координаты, скорости, дату, время определения координат, СКО координат, признак решения (см. Таблица 61). Во время тестирования аппаратуры пакет содержит тестовые значения, показанные в Таблица 62. Размер данных пакета 69 байт.

Таблица 61. Данные пакета 88h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	
1	0	FP64	Широта, рад ¹	
2	8	FP64	Долгота, рад ¹	
3	16	FP64	Высота, м ¹	
4	24	FP32	СКО плоских координат, м	
5	28	FP80	Время определения с начала недели, мс	
6	38	INT16S	Номер недели по GPS	
7	40	FP64	Скорость по широте ¹	
8	48	FP64	Скорость по долготе ¹	
9	56	FP64	Скорость по высоте ¹	
10	64	FP32	Отклонение периода опорного генератора, мс	
11	68	INT8U	Статус решения	
			Бит	Значение
			0	0 – на предыдущем интервале решения не было получено 1 – на предыдущем интервале получено решение
			1	1 – получено 2D решение
			2	Резерв
			3	1 – в решении использовались дифференциальные поправки
			4	1 – подтверждение данных RAIM контролем
			5	1 – режим работы с дифференциальными поправками
			6	Резерв
			7	Не используется
¹ – при установленной СК Гаусса-Крюгера или режиме прямоугольных пространственных координат формат выдачи описан в Общих положениях				

Таблица 62. Тестовые значения пакета 88h.

Номер параметра	Значение
1	0.19635
2	-0.19635
3	8192
4	8
5	0
6	0
7	105.358
8	105.358
9	105.358
10	0
11	1

6.3.28 Пакет 89h - ответ на ввод информации о местоположении и времени

Пакет повторяет полученную в пакете 32h информацию (см. Таблица 26).

6.3.29 Пакет 93h - информации об используемых и исключенных спутниках

Пакет содержит информацию о статусе решения, о номерах спутников, используемых в решении, о номерах и величине ошибок дальности исключенных спутников (см. Таблица 63).

Таблица 63. Данные пакета 93h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание	Значение
1	0	INT32U	Статус решения	
			бит	значение
			0	получено достоверное решение
			1	получено решение 2D
			2	получено решение 1D
			3	использовались поправки RTCM
			4	решение прошло RAIM
			5	режим опорной станции
			6	использованы внешние данные (баровысота)
			7	выявлена аномалия
			8	резерв
			9	в решении использовались спутники GPS
			10	в решении использовались спутники ГЛОНАСС
			11	в решении использовались спутники SBAS
			12	резерв
			13	использовались поправки SBAS
			14	использовались поправки GBAS
			15	СКО координат меньше максимально допустимого
			16-31	резерв
2	8	INT32U	Используемые спутники GPS Каждому спутнику соответствует один бит в слове. 1 - спутник использовался в решении НЗ 0 – спутник не использовался в решении НЗ 0-й бит соотв. 1-ому PRN, 31-й бит – 32-ому PRN	
3	16	INT32U	Используемые спутники ГЛОНАСС Каждому спутнику соответствует один бит в слове. 0-й бит соотв. 1-ому борту ГЛОНАСС 23-й бит – 24-ому борту ГЛОНАСС	
4	24	INT32U	Используемые спутники SBAS Каждому спутнику соответствует один бит в слове. 0-й бит соотв. 120-ому PRN SBAS 18-й бит – 138-ому PRN SBAS	
Следующие поля повторяются для каждого исключенного спутника				
5	32	INT8U	Номер спутника	1÷32 – GPS, 65÷88 - ГЛОНАСС
6	33	FP32	Ошибка дальности, м	

6.3.30 Пакет A3h – пользовательская система координат

Формат пакета соответствует запросному пакету A2h, указанному в Таблица 32.

6.3.31 Пакет C1h - результаты прогноза геометрического фактора

Пакет содержит рассчитанные временные интервалы с допустимым геометрическим фактором GDOP по данным из запросного пакета B1h и альманаху. Пакет содержит количество временных интервалов и их начало и конец (см. Таблица 64). Размер данных пакета $1+12 \cdot \text{количество интервалов}$ байт.

Таблица 64. Данные пакета C1h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание
1	0	INT8U	Количество временных интервалов
Следующие поля повторяются для каждого интервала			
2	1	FP32	Средний GDOP на интервале
3	5	INT32U	Начало интервала в минутах относительно введенного начального времени
4	9	INT32U	Конец интервала в минутах относительно введенного начального времени

6.3.32 Пакет C2h - слово состояния протокола BINR

Формат пакета соответствует запросному пакету B2h, указанному в Таблица 34.

6.3.33 Пакет E4h - измерения каналов РПУ (новый вариант)

Пакет содержит измерения каналов РПУ и данные о времени (см. Таблица 65).
Размер данных пакета 18+16·число каналов байт.

Таблица 65. Данные пакета D4h.

Номер параметра	Смещение, байт	Тип	Описание		Значение
1	0	INT16U	Интервал формирования измерений, мс		
2	2	INT8U	Тип шкалы времени		0 – TIMER 1 – шкала ГЛОНАСС 2 – шкала GPS 3 – шкала SBAS 4 – UTC
3	3	FP64	Время с начала недели, мс		
4	11	INT16S	Номер недели GPS от 22.08.1999г по модулю 1024		
5	13	FP32	Расхождение времени GPS и UTC в мс. (С точностью до 1 мкс его можно считать расхождением между GPS и ГЛОНАСС)		
6	17	INT8U	Количество каналов РПУ с измерениями		
Следующие поля повторяются для каждого канала					
7	18	INT8U	Бит	Описание	Значение
			0÷4	Бортовой номер спутника	0÷31 ¹
			5÷7	Спутниковая система	1 – GPS 2 – ГЛОНАСС 3 – ГЛОНАСС L2 4 – SBAS 5 – ГЛОНАСС BT 6 – ГЛОНАСС BT L2 0 – канал выключен
8	19	INT8S	Литер ГЛОНАСС		-7÷13
9	20	INT8U	Отношение сигнал/шум		
10	21	INT8U	Признак наличия измерений псевдодальности		0 – нет 1 – 1 мс 2 – 20 мс 3 – полная
11	22	FP64	Псевдодальность, мс		
12	30	FP32	Приращение дальности (доплеровский интеграл за время интервала измерений), Гц за интервал		

¹ – для спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС надо прибавить 1, для SBAS бортовым номерам 0÷18 соответствуют идентификаторы спутников 120÷138.

6.3.34 Пакет E7h - дополнительные параметры работы аппаратуры

Пакет выдает дополнительные параметры работы аппаратуры в соответствии с типом запрошенных данных. Формат пакета соответствует запросуному пакету и показан в Таблица 36.

Приложение А (обязательное)

А.1 Структуры типов данных с плавающей точкой

А.1.1 Обозначения

MSB (most significant bit) – старший значащий бит,

LSB (least significant bit) – младший значащий бит,

denormalized number – ненулевое значение числа, экспонента которого имеет минимальное значение, а первый значащий бит мантииссы нулевой.

NaN (not a number) – недопустимое значение числа.

А.1.2 Тип числа с одинарной точностью

Четырехбайтовое (32-битовое) число типа FP32 подразделяется на три поля:

1	8		23	
s	e		f	
	MSB	LSB	MSB	LSB

Значение v этого числа определяется с помощью выражений:

- 1) If $0 < e < 255$, then $v = (-1)^s \cdot 2^{e-127} \cdot (1 \cdot f)$;
- 2) If $e = 0$ and $f \neq 0$, then $v = (-1)^s \cdot 2^{-126} \cdot (0 \cdot f)$ (denormalized numbers);
- 3) If $e = 0$ and $f = 0$, then $v = (-1)^s \cdot 0$;
- 4) If $e = 255$ and $f = 0$, then $v = (-1)^s \cdot \infty$;
- 5) If $e = 255$ and $f \neq 0$, then $v = \text{NaN}$.

А.1.3 Тип числа с двойной точностью

Восьмибайтовое (64-битовое) число типа FP64 подразделяется на три поля:

1	11		52	
s	e		f	
	MSB	LSB	MSB	LSB

Значение v этого числа определяется с помощью выражений:

- 1) If $0 < e < 2047$, then $v = (-1)^s \cdot 2^{e-1023} \cdot (1 \cdot f)$;
- 2) If $e = 0$ and $f \neq 0$, then $v = (-1)^s \cdot 2^{-1022} \cdot (0 \cdot f)$ (denormalized numbers);
- 3) If $e = 0$ and $f = 0$, then $v = (-1)^s \cdot 0$;
- 4) If $e = 2047$ and $f = 0$, then $v = (-1)^s \cdot \infty$;
- 5) If $e = 2047$ and $f \neq 0$, then $v = \text{NaN}$.

А.1.4 Тип числа с повышенной точностью

Десятибайтовое (80-битовое) число типа FP80 подразделяется на четыре поля:

1	15		1	63	
s	e		i	f	
	MSB	LSB		MSB	LSB

Значение v этого числа определяется с помощью выражений:

- 1) If $0 < e < 32767$, then $v = (-1)^s \cdot 2^{e-16383} \cdot (1 \cdot f)$;

- 2) If $e = 0$ and $f \neq 0$, then $v = (-1)^s \cdot 2^{-16382} \cdot (0 \cdot f)$ (denormalized numbers);
- 3) If $e = 0$ and $f = 0$, then $v = (-1)^s \cdot 0$;
- 4) If $e = 32767$ and $f = 0$, then $v = (-1)^s \infty$;
- 5) If $e = 32767$ and $f \neq 0$, then $v = \text{NaN}$.

Поле $i = 1$, за исключением случая, когда все остальные разряды нулевые.

А.2 Программа вычисления ЦИК поразрядным методом

При расчете 16-разрядного ЦИК отдельные разряды сообщения последовательно объединяются в одно большое двоичное число, значения разрядов этого числа образуют набор коэффициентов набора данных. Перед операцией деления многочлен данных умножается на x^{16} . Это обеспечивает добавление 16 нулевых разрядов на его конце. Затем многочлен данных делится на порождающий многочлен. На практике вместо деления используется обычная арифметика по модулю 2 и реализуется с помощью XOR. Добавление 16 разрядов необходимо, чтобы пропустить через операцию деления все разряды сообщения. Отметим также, что в программной реализации порождающий многочлен используется просто как 16-разрядная величина 1021h.

Программа, составленная на языке C, вычисляет все значения ЦИК для чисел от 0 до 255 и записывает их в файл. Таблица, составленная при помощи данной программы, используется в табличном алгоритме расчета ЦИК.

```
#include <stdio.h>
#define CRC_POLY 0x1021
int crc16bit(unsigned char c){
    int crc=0;
    int j;
    crc=c;
    crc=crc<<8;
    for(j=0;j<8;j++) {
        if (crc&0x8000) crc=(crc<<1)^CRC_POLY;
        else crc=crc<<1;
    }
    return (crc&0xFFFF);
}
int main(){
    int i;
    FILE *fcrc=fopen("crc.txt","w");
    for(i=0;i<256;i++) {
        fprintf(fcrc,"0x%04X",crc16bit(i));
        if (!((i+1)%11)) fprintf(fcrc,"\n");
    }
    fclose(fcrc);
}
```

А.3 Программа вычисления ЦИК табличным методом

Наиболее эффективным, с точки зрения скорости вычисления, является табличный алгоритм. В табличном алгоритме восемь старших разрядов аккумулятора объединяются по XOR-у с байтом данных. В результате получается промежуточная величина, которую часто называют объединяющей величиной. Далее рассчитывается ЦИК для этой объединяющей величины (по таблице), который затем объединяется с младшими разрядами аккумулятора для получения нового ЦИК.

Данный исходный текст на языке C содержит функцию add_CRC для вычисления ЦИК, которой в качестве параметров передается вычисленный для предыдущих данных ЦИК (0 - при первом вызове) и байт данных.

```

unsigned short Table_CRC[256]={
0x0000,0x1021,0x2042,0x3063,0x4084,0x50A5,0x60C6,0x70E7,0x8108,0x9129,0xA14A,
0xB16B,0xC18C,0xD1AD,0xE1CE,0xF1EF,0x1231,0x0210,0x3273,0x2252,0x52B5,0x4294,
0x72F7,0x62D6,0x9339,0x8318,0xB37B,0xA35A,0xD3BD,0xC39C,0xF3FF,0xE3DE,0x2462,
0x3443,0x0420,0x1401,0x64E6,0x74C7,0x44A4,0x5485,0xA56A,0xB54B,0x8528,0x9509,
0xE5EE,0xF5CF,0xC5AC,0xD58D,0x3653,0x2672,0x1611,0x0630,0x76D7,0x66F6,0x5695,
0x46B4,0xB75B,0xA77A,0x9719,0x8738,0xF7DF,0xE7FE,0xD79D,0xC7BC,0x48C4,0x58E5,
0x6886,0x78A7,0x0840,0x1861,0x2802,0x3823,0xC9CC,0xD9ED,0xE98E,0xF9AF,0x8948,
0x9969,0xA90A,0xB92B,0x5AF5,0x4AD4,0x7AB7,0x6A96,0x1A71,0x0A50,0x3A33,0x2A12,
0xDBFD,0xCBDC,0xFBBF,0xEB9E,0x9B79,0x8B58,0xBB3B,0xAB1A,0x6CA6,0x7C87,0x4CE4,
0x5CC5,0x2C22,0x3C03,0x0C60,0x1C41,0xEDAE,0xFD8F,0xCDEC,0xDDCD,0xAD2A,0xBD0B,
0x8D68,0x9D49,0x7E97,0x6EB6,0x5ED5,0x4EF4,0x3E13,0x2E32,0x1E51,0x0E70,0xFF9F,
0xEFBE,0xDFDD,0xCFFC,0xBF1B,0xAF3A,0x9F59,0x8F78,0x9188,0x81A9,0xB1CA,0xA1EB,
0xD10C,0xC12D,0xF14E,0xE16F,0x1080,0x00A1,0x30C2,0x20E3,0x5004,0x4025,0x7046,
0x6067,0x83B9,0x9398,0xA3FB,0xB3DA,0xC33D,0xD31C,0xE37F,0xF35E,0x02B1,0x1290,
0x22F3,0x32D2,0x4235,0x5214,0x6277,0x7256,0xB5EA,0xA5CB,0x95A8,0x8589,0xF56E,
0xE54F,0xD52C,0xC50D,0x34E2,0x24C3,0x14A0,0x0481,0x7466,0x6447,0x5424,0x4405,
0xA7DB,0xB7FA,0x8799,0x97B8,0xE75F,0xF77E,0xC71D,0xD73C,0x26D3,0x36F2,0x0691,
0x16B0,0x6657,0x7676,0x4615,0x5634,0xD94C,0xC96D,0xF90E,0xE92F,0x99C8,0x89E9,
0xB98A,0xA9AB,0x5844,0x4865,0x7806,0x6827,0x18C0,0x08E1,0x3882,0x28A3,0xCB7D,
0xDB5C,0xEB3F,0xFB1E,0x8BF9,0x9BD8,0xABBB,0xBB9A,0x4A75,0x5A54,0x6A37,0x7A16,
0x0AF1,0x1AD0,0x2AB3,0x3A92,0xFD2E,0xED0F,0xDD6C,0xCD4D,0xBDAA,0xAD8B,0x9DE8,
0x8DC9,0x7C26,0x6C07,0x5C64,0x4C45,0x3CA2,0x2C83,0x1CE0,0x0CC1,0xEF1F,0xFF3E,
0xCF5D,0xDF7C,0xAF9B,0xBFBA,0x8FD9,0x9FF8,0x6E17,0x7E36,0x4E55,0x5E74,0x2E93,
0x3EB2,0x0ED1,0x1EF0};
// crc - исходное значение (0-при первом вызове)
// c - байт данных
void add_CRC(unsigned short int *crc,unsigned char c) {
    unsigned short int cval=((*crc>>8)^c)&0xff; //получить объединяющую величину
    *crc=(*crc<<8)^Table_CRC[cval]; // новый CRC
}

```

А.4 Алгоритм экстраполяции координат

Обозначим через $(X, Y, Z, V_x, V_y, V_z)_{t_0}$ вектор, характеризующий вектор состояния пользователя на момент t_0 , где

- X, Y, Z – координаты пользователя относительно системы координат ECEF,
- V_x, V_y, V_z – скорость пользователя относительно системы координат ECEF.

Рассматривается линейный прогноз в момент t_0 вектора состояния на момент t_1 .

В качестве приближения вектора состояния на момент t_1 берется следующий вектор $(X + V_x \cdot (t_1 - t_0), Y + V_y \cdot (t_1 - t_0), Z + V_z \cdot (t_1 - t_0), V_x, V_y, V_z)_{t_1}$.

Сокращения и обозначения

ПМО	Программно-математическое обеспечение.
РПУ	Радиоприемное устройство.
СКО	Среднеквадратичное отклонение
ЦИК	Циклический избыточный код.
COM	Двунаправленный последовательный интерфейс RS-232C
FDE	Обнаружение и исключение отказа
GDOP	Пространственно-временной геометрический фактор
HDOP	Горизонтальный геометрический фактор
RAIM	Автономный контроль целостности
VDOP	Вертикальный геометрический фактор
UTC	Эталонное всемирное время относительно Гринвичского меридиана
UTC(SU)	Вторичный эталон времени UTC относительно часового пояса Москвы
Оцифровка	Время излучения сигнала (эпохи кода, по которой производится измерение псевдодальности) по бортовой шкале спутника

Список использованной литературы

1. “Глобальная навигационная спутниковая система “ГЛОНАСС”. Интерфейсный контрольный документ. Редакция 4.0.” Москва 1998 г.
2. ICD-GPS-200, Navstar GPS Space Segment / Navigation User Interfaces. Interface Control Document. 2000.
3. Хаммел Р. Л. Последовательная передача данных: Руководство для программиста: Пер. с англ. – М. Мир, 1996. – 752 с., ил.
4. ANSI/IEEE Std 754-1985, IEEE Standart for Binary Floating-Point Arithmetic. 1985.

[illegible][illegible]