ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 53612— 2009

Глобальная навигационная спутниковая система

МОРСКИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОДСИСТЕМЫ

Формат передачи корректирующей информации

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2011

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Государственный научно-исследовательский навигационно-гидрографический институт»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 363 «Радионавигация»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2009 г. № 938-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра, замены или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2011

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Термины и определения . . . 1
3 Обозначения и сокращения . . . 1
4 Требования к формату передачи корректирующей информации . . . 2
4.1 Общие требования . . . 2
4.2 Общий формат кадра . . . 2
4.2.1 Первая и вторая строка . . . 2
4.3 Содержание и форматы кадров сообщений . . . 3
4.3.1 Кадр 1-го типа. Дифференциальные поправки GPS . . . 4
4.3.2 Кадр 2-го типа. Приращение дифференциальных поправок GPS . . . 6
4.3.3 Кадр 3-го типа. Параметры опорной станции GPS . . . 9
4.3.4 Кадр 4-го типа. Опорный эллипсоид опорной станции . . . 9
4.3.5 Кадр 5-го типа. Состояние созвездия GPS . . . 11
4.3.6 Кадр 6-го типа. Нулевой кадр GPS . . . 12
4.3.7 Кадр 7-го типа. Альманах радиомаяков DGPS . . . 12
4.3.8 Кадр 8-го типа. Альманах псевдоспутников . . . 14
4.3.9 Кадр 9-го типа. Дифференциальные поправки GPS . . . 15
4.3.10 Кадр 13-го типа. Параметры наземной передающей станции . . . 15
4.3.11 Кадр 14-го типа. Время недели GPS . . . 16
4.3.12 Кадр 15-го типа. Ионосферная задержка . . . 16
4.3.13 Кадр 16-го типа. Специальное сообщение GPS . . . 17
4.3.14 Кадр 18-го типа. Некорректированные фазы несущей . . . 18
4.3.15 Кадр 19-го типа. Некорректированные псевдодальности . . . 20
4.3.16 Кадр 20-го типа. Поправки фазы несущей . . . 22
4.3.17 Кадр 21-го типа. Высокоточные поправки псевдодальности . . . 25
4.3.18 Кадр 31-го типа. Дифференциальные поправки ГЛОНАСС . . . 27
4.3.19 Кадр 32-го типа. Параметры опорной станции ГЛОНАСС . . . 29
4.3.20 Кадр 33-го типа. Состояние созвездия ГЛОНАСС . . . 30
4.3.21 Кадр 34-го типа. Дифференциальные поправки ГЛОНАСС . . . 31
4.3.22 Кадр 34-го типа. Нулевой кадр ГЛОНАСС . . . 32
4.3.23 Кадр 35-го типа. Альманах радиомаяков ДГЛОНАСС . . . 32
4.3.24 Кадр 36-го типа. Специальное сообщение ГЛОНАСС . . . 34
4.3.25 Кадр 37-го типа. Разница системного времени ГНСС . . . 34
Приложение (справочное) 8-битовое представление русского алфавита . . . 35
Библиография . . . 36

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Глобальные навигационные спутниковые системы

МОРСКИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОДСИСТЕМЫ

Формат передачи корректирующей информации

The global navigation satellite systems. Sea differential subsystems.
Message formats of corrected information

Дата введения — 2011 — 01 — 01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на формат передачи корректирующей информации, передаваемые морскими дифференциальными подсистемами глобальной навигационной спутниковой системы.

Настоящий стандарт устанавливает содержание и форматы кадров сообщений для передачи корректирующей информации морской дифференциальной подсистемой глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS и определяет назначение и структуру для кадров и типов в их окончательной форме.

2 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

2.1 **дифференциальные поправки**: Корректирующие поправки, передаваемые контрольно-корректирующими станциями для повышения точности определения координат места.

2.2 **дифференциальный режим**: Режим работы навигационной аппаратуры потребителей ГЛОНАСС/GPS с целью достижения в заданном районе прецизионной точности обсерваций при расчете координат с учетом дифференциальных поправок.

2.3 **контрольно-корректирующая станция**; ККС: Комплекс радиоэлектронных и технических средств, расположенный в точке с известными координатами, с помощью которого по сигналам спутниковых навигационных систем определяются дифференциальные поправки в реальном масштабе времени, которые передаются потребителям для повышения точности определения координат места при нахождении этого объекта в радиусе действия поправок ККС.

3 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:

ГЛОНАСС — глобальная навигационная спутниковая система Российской Федерации;
ГНСС — глобальная навигационная спутниковая система;
ДГНСС — дифференциальный режим ГНСС;
ККС — контрольно-корректирующая станция;
НАП — навигационная аппаратура потребителей;
ПЗ-90 — параметры Земли;
ACSII — 7-битовый буквенно-цифровой символьный код;
GPS — глобальная навигационная спутниковая система Соединенных Штатов Америки.
WGS-84 (GPS) — мировая геодезическая система.

Издание официальное

4 Требования к формату передачи корректирующей информации

4.1 Общие требования

Настоящий стандарт определяет требования к формату данных, необходимых потребителям ДГНСС для коррекции ошибок, которые являются общими для опорной станции и потребителя, а также передачу данных альманаха и технического состояния.

Передаваемые данные разделены на кадры, которые различаются по типу. Кадр каждого типа имеет индивидуальный идентификатор (один из 64).

4.2 Общий формат кадра

Кадр передается в виде потока цифровой информации, которая разделена на строки по 30 битов. Данные в строках записываются старшими разрядами слева. Передача строк осуществляется старшими разрядами вперед.

Формат первой и второй строк для всех кадров показан на рисунке 1.

<table>
<tr><td>Номер строки кадра</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="8">0 1 1 0 0 1 1 0
Преамбула</td><td colspan="6">Идентификатор (тип) кадра</td><td colspan="10">Индекс опорной станции</td><td colspan="6">Четность</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="14">Модифицированный Z-счет</td><td colspan="3">Номер последовательности</td><td colspan="4">Число строк с данными</td><td colspan="4">Состояние опорной станции</td><td colspan="6">Четность</td></tr>
</table>

Рисунок 1 — Формат первой и второй строк для всех типов кадров

Длина каждого кадра $N + 2$ строк, где N — число строк, содержащих информацию данного кадра. Если N равно нулю, то это означает, что нет ни одной строки после заголовка и длина кадра будет равна 2. N изменяется в зависимости от типа кадра, а также от его содержания.

Последние 6 битов каждой строки являются проверочными битами на четность. Алгоритм формирования проверочных битов (четности) идентичен используемому в навигационном сообщении GPS и определен в [1].

4.2.1 Первая и вторая строка

Первые две строки (заголовок) каждого кадра содержат данные, которые являются общими для кадров всех типов.

Содержание первой и второй строки указаны в таблице 1.

Таблица 1 — Содержание первой и второй строки

Строка	Состав	Число битов	Масштабный коэффициент	Диапазон
Первая	Преамбула	8	—	—
	Идентификатор (тип) кадра	6	1	1—64*
	Индекс опорной станции	10	1	0—1023
	Четность	6	—	—
Вторая	Модифицированный Z-счет	13	0,6 с	0—3599,4 с
	Номер последовательности	3	1	0—7
	Число строк с данными (N)	5	1 строка	0—31строки
	Состояние опорной станции	3	—	8 состояний
	Четность	6	—	—

*) 64 обозначается нулями во всех разрядах.

Синхронизация кадра потребителем осуществляется способом, который применяется для синхронизации данных GPS с отличиями, связанными с переменной длиной кадров.

Начало первой строки представляет собой 8-битовую преамбулу, которая отыскивается потребителем.

Идентификаторы (типы) кадров представлены в настоящем стандарте. Индекс опорной станции является произвольным и устанавливается владельцем опорной станции. Он не предназначен для идентификации станций линий передачи данных, которые различны для каждого из радиомаяков.

Диапазон Z-счета ДГНСС основан на времени GPS или ГЛОНАСС. Поправки для системы GPS используют время GPS, полученное опорной станцией, поправки для системы ГЛОНАСС рассчитывают с использованием времени ГЛОНАСС. Диапазон Z-счета составляет 1 ч с целью сокращения числа битов, так как все пользователи ДГНСС инициализируются через систему ГНСС и им известно время для сообщений GPS и ГЛОНАСС соответственно.

Номер последовательности является вспомогательным средством, заменяя последовательный Z-счет, когда имеется приращение параметра. Он будет увеличиваться в каждом кадре.

Значения трех битов состояния опорной станции представлены в таблице 2.

Таблица 2 — Показатель технического состояния опорной станции

Код	Значения
000	Масштабный коэффициент UDRE = 1
001	Масштабный коэффициент UDRE = 0,75
010	Масштабный коэффициент UDRE = 0,5
011	Масштабный коэффициент UDRE = 0,3
100	Масштабный коэффициент UDRE = 0,2
101	Масштабный коэффициент UDRE = 0,1
110	Передача опорной станции не контролируется
111	Опорная станция не работает

Техническое состояние относится к части опорной станции, предназначенной для GPS или ГЛОНАСС, и отражается в индивидуальных сообщениях. Совмещенная опорная станция GPS/ГЛОНАСС может иметь различные показатели технического состояния для GPS и ГЛОНАСС.

Производители аппаратуры ККС и аппаратуры потребителей могут использовать все значения таблицы 2 или использовать только коды «000», «110» и «111». Если используются все значения, то коды от «001» до «101» должны применяться только в кадрах 1, 2, 9, 31 и 34-го типов. Если эти кадры передаются с кодами «110» или «111», приемник потребителя должен использовать масштабный коэффициент UDRE, равный единице.

Приемники потребителя могут игнорировать состояния от кода «001» до кода «101», при этом масштабный коэффициент UDRE должен приниматься равным единице.

4.3 Содержание и форматы кадров сообщений

Типы кадров сообщений указаны в таблице 3.

Таблица 3 — Типы кадров сообщений

Тип кадра	Название
1	Дифференциальные поправки GPS
2	Приращение дифференциальных поправок GPS
3	Параметры опорной станции GPS
4	Опорный эллипсоид опорной станции
5	Состояние созвездия GPS
6	Нулевой кадр GPS
7	Альманах радиомаяков DGPS
8	Альманах псевдоспутников

Окончание таблицы 3

Тип кадра	Название
9	Дифференциальные поправки GPS
13	Параметры наземной передающей станции
14	Время недели GPS
15	Ионосферная задержка
16	Специальное сообщение GPS
18	Некорректированные фазы несущей
19	Некорректированные псевдодальности
20	Поправки фазы несущей
21	Высокоточные поправки псевдодальности
31	Дифференциальные поправки ГЛОНАСС
32	Параметры опорной станции ГЛОНАСС
33	Состояние созвездия ГЛОНАСС
34	Дифференциальные поправки ГЛОНАСС или нулевой кадр ГЛОНАСС
35	Альманах радиомаяков ДГЛОНАСС
36	Специальное сообщение ГЛОНАСС
37	Сдвиг системного времени ГНСС

4.3.1 Кадр 1-го типа. Дифференциальные поправки GPS

Содержание кадра 1-го типа указано в таблице 4, формат — на рисунке 2.

Таблица 4 — Содержание кадра 1-го типа

Параметр	Число битов	Масштабный коэффициент	Диапазон
Масштабный коэффициент	1	См. таблицу 5	2 состояния
Ошибка дифференциальной дальности потребителя (UDRE)	2	См. таблицу 6	4 состояния
Номер спутника в системе GPS	5	1	1—32[4]*
Поправка псевдодальности (PRC(t_0)*)	16	0,02 или 0,32 м	± 655,34 или ± 10485,44 м**
Скорость изменения поправки псевдодальности (RRC*)	8	0,002 или 0,032 м/с	± 0,254 или ± 4,064 м/с***
Возраст данных (IOD)	$\frac{8}{40 \times N_S}$	См. [1, параграф 20.3.4.4]	
Заполнение	$8 \times [N_S \times \text{mod}3]$	биты	0, 8 или 16
Четность	N x 6	См. [1, раздел 20.3.5]	

* Дополнительный код.

** Двоичный код 1000 0000 0000 0000 указывает на наличие проблемы, при которой оборудование потребителя должно немедленно прекратить использование данного спутника.

*** Двоичный код 1000 0000 указывает на наличие проблемы, при которой оборудование потребителя должно немедленно прекратить использование данного спутника.

[4]* Номер спутника 32 обозначается нулями во всех разрядах.

N_S Число спутников, поправки для которых содержатся в кадре.

N Число строк с данными в кадре.

Номер строки кадра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3, 8, 13, 18	*	**		Номер спутника					Поправка псевдодальности																Четность					
4, 9, 14, 19	Скорость изменения поправки псевдодальности								Возраст данных (IOD)								*	**		Номер спутника					Четность					
5, 10, 15, 20	Поправка псевдодальности																Скорость изменения поправки псевдодальности								Четность					
6, 11, 16, 21	Возраст данных								*	**		Номер спутника					Поправка псевдодальности (старшие биты)								Четность					
7, 12, 17, 22	Поправка псевдодальности (младшие биты)								Скорость изменения поправки псевдодальности								Возраст данных								Четность					
N_S + 2, если N_S = 1, 4, 7, 10	Скорость изменения поправки псевдодальности								Возраст данных								Заполнение								Четность					
N_S + 2, если N_S = 2, 5, 8, 11	Возраст данных								Заполнение																Четность					

* Масштабный коэффициент.

** Ошибка дифференциальной дальности потребителя (UDRE).

Рисунок 2 — Формат кадра 1-го типа

Это основной кадр, который необходим для расчета поправки (PRC(t)) к псевдодальности, измеренной GPS приемником потребителя.

$$PRC(t) = PRC(t_0) + RRC\,[t - t_0], \quad (1)$$

где $PRC(t_0)$ — 16-битовая поправка псевдодальности;

RRC — 3-битовая скорость изменения поправки псевдодальности;

t_0 — 13-битовый модифицированный Z-счет из второй строки кадра (опорное время);

t — время, связанное с моментом измерения псевдодальности потребителем.

Эти параметры относятся к спутнику, видимому с ККС и обозначенному 5-битовым индексом, который определяет его номер в системе GPS.

Псевдодальность (PRM (t)), измеренная GPS-приемником потребителя, корректируется следующим образом:

$$PR(t) = PRM(t) + PRC(t), \quad (2)$$

где PR(t) — является дифференциальное измерение псевдодальности, которое обрабатывается оборудованием потребителя.

Потребителю передается 1-битный масштабный коэффициент (см. таблицу 5) и 2-битная ошибка дифференциальной дальности потребителя (UDRE, см. таблицу 6). UDRE представляет собой оценку неопределенности в поправке псевдодальности на уровне одной сигмы, которая определяется опорной станцией и включает ошибки из-за воздействия многолучевого распространения, отношения сигнал/шум и других воздействий.

Кадр 1-го типа содержит данные для всех спутников, находящихся в зоне видимости опорной станции. Для представления поправки по каждому спутнику необходимо 40 битов. Появившиеся свободные строки до целого числа дополняются 8 или 16 битами. Дополнение производится кодом «1» или «0».

Формат кадра 1-го типа показан на рисунке 2.

Каждая строка с данными, за исключением последней строки в кадре, имеет один из пяти видов. Последняя строка может иметь 3 вида:

- не содержать дополнения;
- содержать 8 битов дополнения;
- содержать 16 битов дополнения.

Поправка псевдодальности PRC (t_0) будет отличаться от истинной величины с увеличением «возраста поправки». По этой причине поправка должна обновляться и передаваться так часто, насколько это возможно.

Скорость изменения поправки псевдодальности (RRC) предназначена для коррекции поправки псевдодальности по прогнозируемой скорости изменения. RRC обеспечивает возможность использования поправки псевдодальности с увеличением «возраста поправки». Оборудование потребителя не должно использовать RRC как поправку фазы несущей — это может ухудшить качество измерений. Измерения фазы несущей должны корректироваться только за счет использования кадров 18-го или 20-го типа.

Опорная станция не должна применять модели ионосферной и тропосферной задержек при формировании дифференциальных поправок. Влияние времени спутника и релятивистских (связанных с относительным перемещением и положением спутника) параметров должно определяться с использованием алгоритмов, описанных в [1].

Возраст данных (IOD) включен в сообщение для того, чтобы оборудование потребителя могло сравнить его с возрастом данных эфемерид и времени (см. [1]), используемых в навигационных данных GPS.

Возраст данных является признаком, гарантирующим, что аппаратура потребителя и поправки опорной станции базируются на одном и том же наборе передаваемых параметров орбит и времени.

Если данные параметры не согласуются, оборудование потребителя обязано выполнить соответствующие действия для приведения их к параметрам, используемым опорной станцией.

Это может быть выполнено двумя способами, если:

- потребитель располагает более свежими (по сравнению с опорной станцией) данными об эфемеридах и времени GPS, то он не должен их использовать, пока опорная станция не сформирует поправки, базируемые на этих же данных GPS;
- у потребителя более старые данные, то должна использоваться информация из кадра 2-го типа. В общем случае дифференциальная станция должна использовать текущие навигационные данные, передаваемые спутником.

Никогда не следует обрабатывать дифференциально скорректированные и дифференциально нескорректированные псевдодальности для расчета одного и того же местоположения.

Таблица 5 — Масштабный коэффициент

Код	Число	Значение
0	(0)	Масштабный коэффициент для поправки псевдодальности — 0,02 м, а для поправки скорости изменения дальности — 0,002 м/с
1	(1)	Масштабный коэффициент для поправки псевдодальности — 0,32 м, а для поправки скорости изменения дальности — 0,032 м/с

Использование двухуровневого масштабного коэффициента заключается в поддержании высокой степени точности в течение большего промежутка времени и в обеспечении возможности увеличить диапазон поправок, когда это необходимо.

Таблица 6 — Ошибка дифференциальной дальности потребителя (UDRE)

Код	Число	Дифференциальная ошибка
00	(0)	$1\sigma \le 1$ м
01	(1)	1 м $< 1\sigma \le 4$ м
10	(2)	4 м $< 1\sigma \le 8$ м
11	(3)	8 м $< 1\sigma$

4.3.2 Кадр 2-го типа. Приращение дифференциальных поправок GPS

Кадр 2-го типа предназначен для ситуаций, когда оборудование потребителя не может немедленно декодировать новые данные эфемерид спутников.

Дифференциальная станция должна немедленно перейти к использованию новых спутниковых эфемеридных данных при их обновлении. Поэтому могут быть интервалы времени, в течение которых потребитель и опорная станция используют различные спутниковые эфемеридные данные, что может привести к ошибкам.

Если в опорной станции предусмотрена передача кадра 2-го типа, то он должен передаваться каждый раз, когда опорная станция переходит на использование новых спутниковых эфемеридных данных GPS. Это должно идентифицироваться изменением параметра «Возраст данных» (IOD) в кадре 1-го типа. Дифференциальный приемник потребителя не должен использовать новые спутниковые навигационные данные до тех пор, пока опорная станция не выдаст соответственный IOD в кадре 1-го типа.

При изменении параметров эфемерид опорная станция должна передавать кадр 2-го типа в паре с кадром 1-го типа и продолжать передавать кадр 2-го типа в течение нескольких минут после изменения спутниковых эфемеридных данных. В течение этого периода дифференциальное оборудование потребителя примет новые навигационные данные и начнет использовать данные «нового» кадра 1-го типа.

Кадр 2-го типа используется для продолжения высокоточной навигации в течение переходного периода. При использовании кадра 2-го типа точность сохраняется. Предпочтительно, но не обязательно, передавать кадр 2-го типа перед кадром 1-го типа. Если кадр 2-го типа передается с кадром 9-го типа, то кадр 2-го типа должен предшествовать кадру 9-го типа, использующему новые спутниковые эфемеридные данные.

Данный кадр содержит различия в поправках псевдодальности и скорости изменения дальности, вызванные изменением спутниковых эфемеридных данных.

Опорная станция должна вычислять разность поправок, для определения ΔPRC и ΔRRC, необходимые для кадра 2-го типа.

ΔPRC равна PRC, рассчитанной с использованием старых спутниковых эфемеридных данных, минус PRC, рассчитанная с использованием новых спутниковых эфемеридных данных, или

$$\Delta PRC = PRC\ (\text{старый IOD}) - PRC\ (\text{новый IOD}). \qquad (3)$$

Аналогично ΔRRC равна RRC, рассчитанной с использованием старых спутниковых эфемеридных данных, минус RRC, рассчитанная с использованием новых спутниковых эфемеридных данных, или

$$\Delta RRC = RRC\ (\text{старый IOD}) - RRC\ (\text{новый IOD}). \qquad (4)$$

Чтобы использовать поправку кадра 2-го типа оборудованию потребителя необходимо:

1) использовать в данный момент времени спутниковые навигационные данные с IOD, который составляет пару с IOD кадра 2-го типа для данного спутника;

2) принимать сообщения кадра 1-го типа с новым IOD, который не является парой для IOD, использующегося в данный момент времени;

3) вычислять корректирующую поправку псевдодальности в соответствии с приведенным ниже уравнением, в котором используется информация кадров 1-го и 2-го типов:

$$\begin{aligned} PRC(t) = {} & [\,PRC\ (\text{новый IOD}) + && (\text{из кадра 1-го типа}) \\ & \Delta PRC\ (\text{старый IOD})\,] + && (\text{из кадра 2-го типа}) \\ & [PRC\ (\text{старый IOD})]\,[t - t_2] + && (\text{из кадра 1-го типа}) \\ & [\Delta PRC\ (\text{старый IOD})]\,[t - t_2] && (\text{из кадра 2-го типа}) \end{aligned} \qquad (5)$$

где t — время применения (использования) коррекции;

t_1 — модифицированный Z-счет из сообщений кадра 1;

t_2 — модифицированный Z-счет из сообщений кадра 2.

Общий формат кадра 2-го типа такой же, что и для кадра 1-го типа. Описание однобитового масштабного коэффициента соответствует таблице 5, а описание двухбитовой ошибки дифференциальной дальности потребителя соответствует таблице 6.

Содержание кадра 2-го типа указано в таблице 7, формат — на рисунке 3.

Таблица 7 — Содержание кадра 2-го типа

Параметр	Число битов	Масштабный коэффициент	Диапазон
Масштабный коэффициент	1	См. таблицу 5	2 состояния
Ошибка дифференциальной дальности пользователя (UDRE)	2	См. таблицу 6	4 состояния
Номер спутника в системе GPS	5	1	1—32[4]*
Приращение поправки псевдодальности (ΔPRC*)	16	0,02 или 0,32 м	± 655,34 или ± 10485,44 м**
Приращение скорости изменения поправки псевдодальности (ΔRRC*)	8	0,002 или 0,032 м/с	± 0,254 или ± 4,064 м/с***
Возраст данных (IOD)	$\frac{8}{40 \times N_S}$	См. [1, параграф 20.3.4.4]	
Заполнение	8 × [N_S × mod3]	биты	0,8 или 16
Четность	N x 6	См. [1, раздел 20.3.5]	

* Дополнительный код.

** Двоичный код 1000 0000 0000 0000 указывает на наличие проблемы, при которой оборудование потребителя должно немедленно прекратить использование данного спутника.

*** Двоичный код 1000 0000 указывает на наличие проблемы, при которой оборудование потребителя должно немедленно прекратить использование данного спутника.

4* Номер спутника 32 обозначается нулями во всех разрядах.

N_S Число спутников, поправки для которых содержатся в сообщении.

N Число слов с данными в сообщении. Длина кадра = N + 2 слова.

Номер строки кадра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3, 8, 13, 18	*	**		Номер спутника					Приращение поправки псевдодальности Δ(PRC)																Четность					
4, 9, 14, 19	Приращение скорости изменения поправки псевдодальности (ΔRRC)								Возраст данных (IOD)								*	**		Номер спутника					Четность					
5, 10, 15, 20	Приращение поправки псевдодальности (ΔPRC)																Приращении скорости изменения поправки псевдодальности (ΔRRC)								Четность					
6, 11, 16, 21	Возраст данных (IOD)								*		**				Номер спутника		Приращение поправки псевдодальности (ΔPRC) (старшие биты)								Четность					
7, 12, 17, 22	Приращение поправки псевдодальности Δ(PRC) (младшие биты)								Приращении скорости изменения поправки псевдодальности (ΔRRC)								Возраст данных (IOD)								Четность					
N_S + 2, если N_S = 1, 4, 7, 10	Приращении скорости изменения поправки псевдодальности (ΔRRC)								Возраст данных (IOD)								Заполнение								Четность					
N_S + 2, если N_S = 2, 5, 8, 11	Возраст данных (IOD)								Заполнение																Четность					

* Масштабный коэффициент.

** Ошибка дифференциальной дальности потребителя (UDRE).

Рисунок 3 — Формат кадра 2-го типа.

4.3.3 Кадр 3-го типа. Параметры опорной станции GPS

Кадр 3-го типа содержит информацию об опорной станции.

Содержание кадра 3-го типа указано в таблице 8, формат — на рисунке 4.

Кадр 3-го типа состоит из четырех строк данных ($N = 4$) при полной длине кадра в шесть строк. Кадр содержит координаты антенны приемника опорной станции GPS во Всемирной геоцентрической системе координат (ECEF) с точностью до 1 см.

Рекомендуемым опорным эллипсоидом является WGS-84.

Таблица 8. Содержание сообщения кадра 3-го типа

Параметр	Число битов	Масштабный коэффициент	Диапазон
X-координата ECEF*	32	0,01 м	± 21474836,47 м
Y-координата ECEF*	32	0,01 м	± 21474836,47 м
Z-координата ECEF*	32	0,01 м	± 21474836,47 м
Четность	24	См. [1. раздел 20.3.5]	
* Дополнительный код			

Номер строки кадра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3	X-координата ECEF (старшие биты)																								Четность					
4	X-координата ECEF (младшие биты)													Y-координата ECEF (старшие биты)											Четность					
5	Y-координата ECEF (младшие биты)																								Z-координата ECEF (старшие биты)					Четность
6	Z-координата ECEF (младшие биты)																								Четность					

Рисунок 4 — Формат кадра 3-го типа.

Потребитель может использовать систему координат, отличающуюся от WGS-84, но это не рекомендуется. Если опорная станция использует опорный эллипсоид, отличающийся от WGS-84, необходимо периодически передавать кадр 4-го типа для информирования потребителей об опорном эллипсоиде, использованном для определения координат опорной станции. Так как приемник потребителя будет рассчитывать координаты в системе WGS-84 до тех пор, пока он не примет сообщение кадра 4-го типа, возможна погрешность определения места.

Рекомендуется передавать кадр 3-го типа с кадром 4-го типа, чтобы исключить любую неопределенность в использовании опорного эллипсоида.

4.3.4 Кадр 4-го типа. Опорный эллипсоид опорной станции

Кадр 4-го типа содержит информацию об опорном эллипсоиде, который используется для расчета координат опорной станции в кадрах 3-го или 32-го типа, связанных с поправками, передаваемыми опорной станцией.

Информация представляется в коде ASCII и идентифицирует опорный эллипсоид и дополнительно — смещение координат опорной станции в используемом опорном эллипсоиде по отношению к WGS-84 (для GPS) или ПЗ-90 (для ГЛОНАСС).

Содержание кадра 4-го типа указано в таблице 9, формат — на рисунке 5.

Таблица 9 — Содержание кадра 4-го типа

Параметр	Число битов	Масштабный коэффициент	Диапазон
Тип ГНСС	3	1	000 = GPS 001 = ГЛОНАСС 010 = Резерв 011 = Резерв 100 = Резерв 101 = Резерв 110 = Резерв 111 = Резерв

Окончание таблицы 9

Параметр	Число битов	Масштабный коэффициент	Диапазон
Опорный эллипсоид (DAT)	1	1	0 — локальный опорный эллипсоид 1 — WGS-84 (ПЗ-90)
Зарезервированы	4	1	
Опорный эллипсоид и символ кода № 1	8	1	
Опорный эллипсоид и символ кода № 2	8	1	
Опорный эллипсоид и символ кода № 3	8	1	
Символ № 1 подзоны опорного эллипсоида	8	1	
Символ № 2 подзоны опорного эллипсоида	8	1	
DX (по выбору)*	16	0.1 метра	± 3276.7 метра
DY (по выбору)*	16	0.1 метра	± 3276.7 метра
DZ (по выбору)*	16	0.1 метра	± 3276.7 метра
Четность	12 или 24	См. [1] (раздел 20.3.5)	
* Дополнительный код			

Номер строки кадра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3	**			*	Резерв				Символ буквы № 1 опорного эллипсоида								Символ буквы № 2 опорного эллипсоида								Четность					
4	Символ буквы № 3 опорного эллипсоида								Символ буквы № 1 подзоны опорного эллипсоида								Символ буквы № 2 подзоны опорного эллипсоида								Четность					
5	DX																DY (старшие биты)								Четность					
6	DY (младший байт)								DZ																Четность					
* DAT ** Тип ГНСС																														

Рисунок 5 — Формат кадра 4-го типа

Поле DAT идентифицирует опорный эллипсоид для формирования поправок: WGS-84 (GPS), ПЗ-90 (ГЛОНАСС) или локальный опорный эллипсоид. Владельцы дифференциальных подсистем, как правило, не должны применять локальные опорные эллипсоиды из-за возможных погрешностей, которые могут возникнуть в результате этого выбора.

Три символа буквенного кода опорного эллипсоида, которые используются для идентификации опорного эллипсоида, выбранного для ДГНСС, представляют собой трехсимвольный буквенный код для геодезических опорных эллипсоидов [2].

Если буквенный код опорного эллипсоида неизвестен, должны быть введены три нулевых символа. Для опорного эллипсоида, определенного пользователем, вводится 999.

Если код подзоны не применяется или его нет в распоряжении, должны быть введены два нулевых символа.

Параметры DX, DY, DZ определяют смещение ECEF координат опорной станции.

Значение смещения определяется для DAT = 0 так, что, если DX, DY и DZ прибавляются к позиционным координатам опорной станции, выраженным в локальной ECEF, позиционные координаты опорной станции определяются в координатах ГНСС.

Значение смещения определяется для DAT = 1 так, что, если DX, DY и DZ прибавляются к позиционным координатам опорной станции, выраженным в WGS-84 (GPS)/ПЗ-90 (ГЛОНАСС), позиционные координаты опорной станции определяются в координатах локального опорного эллипсоида.Так как различия между опорными эллипсоидами неточно представляются смещениями (они включают разности координат из-за разворота осей), точность местоположения потребителя может ухудшаться в рабочей зоне опорной станции, особенно при больших расстояниях между подвижным приемником и опорной станцией.

Длина кадра 4-го типа является переменной. В том случае, когда передаются параметры данных DX, DY и DZ, установленные по умолчанию, полная длина кадра будет 6 строк, включая две строки заголовка. Если эти параметры не передаются, длина кадра — 4 строки, включая две строки заголовка.

Рекомендуется передавать кадр 4-го типа периодически, независимо от применяемого опорного эллипсоида. Особенно важно передавать кадр 4-го типа, когда опорная станция передает поправки в координатах опорного эллипсоида, отличающегося от опорного эллипсоида выбранной ГНСС. Скорость передачи для этого сообщения должна быть такой, чтобы потребители получили сообщение в пределах приемлемого интервала времени. Это необходимо, так как по умолчанию отсутствие кадра 4-го типа означает применение WGS-84 или ПЗ-90; таким образом, когда бортовой приемник принимает поправки, он будет выдавать координаты местоположения в WGS-84 (или ПЗ-90) до тех пор, пока не примет первый кадр 4-го типа.

Совмещенная GPS/ГЛОНАСС опорная станция должна всегда передавать периодически кадр 4-го типа, чтобы исключить любую неопределенность относительно опорного эллипсоида опорной станции.

4.3.5 Кадр 5-го типа. Состояние созвездия GPS

Кадр 5-го типа обеспечивает информацией, которая может использоваться в работе дифференциального оборудования потребителя GPS. Кадр может содержать информацию об одном или нескольких спутниках. Спутник может находиться как в зоне, так и вне зоны видимости опорной станции. Кадр должен передаваться периодически, необходимость передачи должна определяться опорной станцией.

Содержание кадра 5-го типа указано в таблице 10, формат — на рисунке 6.

Первый бит зарезервирован для расширения номера спутника больше 32 для обеспечения возможности принимать не только спутники GPS.

Таблица 10 — Содержание кадра 5-го типа

Параметр	Номер битов	Значение
R (зарезервирован)	1	Бит зарезервирован для возможного увеличения номера спутника более 32
Номер спутника	2—6	0—31
Индекс возраста данных (IOD)	7	0 — данная информация относится к навигационным данным с IOD в кадрах 1, 9, 20 и 21-го типа. 1 — данная информация относится к навигационным данным с IOD в кадре 2-го типа
Состояния спутника	8—10	Стандартная информация о состоянии навигационных данных спутника см. [1, параграф 20.3.3.5.1.2]. Это поле повторяет три старших бита из 8-битового слова состояния, передаваемого в сообщении альманаха GPS, подкадры 4 и 5
C/N_0 (отношение сигнал/шум)	11—15	Отношение сигнал/шум для спутника, измеренное опорной станцией. Масштабный коэффициент дБ/Гц. Диапазон от 25 до 55 дБ/Гц Код «00000» — спутник не сопровождается опорной станцией. Код «00001» –25 дБ/Гц для нижнего уровня. Код «11111» — 55 дБ/Гц для верхнего уровня
Допустимое состояние	16	Код «1» — спутник может рассматриваться ДГНСС-оборудованием потребителя как исправный, несмотря на тот факт, что спутниковые навигационные данные указывают на его неисправность

Окончание таблицы 10

Параметр	Номер битов	Значение
Новые навигационные данные	17	Код «1» — опорная станция приняла новые спутниковые эфемеридные данные и включила их в процесс выработки поправок. Это означает, что в сообщениях кадра 1-го или 9-го типа будет индицироваться новое значение возраста данных (IOD)
Сигнализация о потери сигнала спутника	18	Код «1» — изменение состояния спутника на «неисправное» запрограммировано. Оставшийся интервал времени состояния «исправности» оценивается следующими четырьмя битами
Длительность неисправного состояния	19—22	Масштабный коэффициент 5 мин. Диапазон от 0 до 75 мин. Код «0000» — спутник близок к переходу в «неисправное» состояние. Код «1111» — спутник перейдет в «неисправное» состояние приблизительно через 75 мин
Резерв	23—24	Будет определено позже
Четность	25—30	См. [1, раздел 20.3.5]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R	Номер спутника					*	Состояние спутника			C/N_0					**	***	4*	Длительность неисправного состояния				Резерв		Четность					

* Индекс возраста данных (IOD).
** Допустимое состояние.
*** Новые навигационные данные.
4* Сигнализация о потере сигнала спутника.

Рисунок 6 — Формат кадра 5-го типа

4.3.6 Кадр 6-го типа. Нулевой кадр GPS

Кадр 6-го типа не содержит никаких параметров. Его назначение — обеспечить непрерывную передачу в том случае, когда опорная станция GPS не передает других сообщений, готовых для передачи, или для синхронизации начала сообщения некоторой неопределенной эпохи. Может не быть причин для передачи этого кадра. Он может использоваться в будущем как кадр — заполнитель, если не будет нужна более высокая скорость передачи кадров вследствие медленного нарастания ошибки. Кадр также может быть использован для индексации состояния станции, т. е. «Не работает», когда опорный приемник не работает. Хотя это короткий кадр, он снабжает потребителя дополнительными преамбулами. Передача этого кадра могла бы стать средством установления и поддерживания кадра синхронизации.

Данный кадр, как и другие кадры, содержит две первые строки, за которыми следует $N = 0$ или $N = 1$ строка. Если $N = 1$, то 24 бита цифровой информации в строке должны быть заполнены чередующимися «0» и «1». Четность должна контролироваться в соответствии с [1, раздел 20.3.5].

4.3.7 Кадр 7-го типа. Альманах радиомаяков DGPS

Кадр 7-го типа обеспечивает потребителей данными о местоположении, частотах, дальностях действия и состоянии сети морских радиомаяков, оборудованных средствами передачи дифференциальных поправок GPS. Кадр 7-го типа также обеспечивает идентификацию передающих станций. Дискретность данных о координатах радиомаяков — 0,3 км по широте и 0,6 км по долготе. Информация о дальности основана на данных об эффективной дальности действия, которая определяется для опорной станции. Диапазон частот перекрывает диапазоны морских и авиационных ненаправленных радиомаяков. Данные о состоянии маяка могут представлять четыре вида информации:

- нормально;
- нет контроля целостности;
- не доступна исправная информация;
- не использовать.

В кадре предусмотрен признак применяемой модуляции передаваемых данных: MSK (манипуляция минимальным сдвигом) или FSK (частотная манипуляция). Определение используемой схемы модуляции осуществляется владельцем маяка.

Кроме того, предусмотрен признак для указания типа передачи данных: синхронная и асинхронная. В синхронной передаче все биты являются битами «данных». В асинхронной передаче только 6 из 8 битов являются битами «данных», первый бит в байте является «стартовым», последний — «стоповым». Тип передачи устанавливается владельцем дифференциальной подсистемы.

Владельцем дифференциальной подсистемы может быть предусмотрено дополнительное помехоустойчивое кодирование передаваемой информации. В данном кадре предусмотрен признак использования кода обнаружения и/или исправления ошибок (FEC). В этом случае владелец системы должен довести до потребителей информацию о применяемом коде.

Скорость обновления альманаха радиомаяков не должна быть очень высокой. Для морских служб достаточна передача кадра через каждые 10 мин. Кадр 7-го типа должен немедленно формироваться и выдаваться при изменении состояния исправности радиомаяка.

Для правильного формирования кадра 7-го типа, ККС должна иметь доступ к информации от всех радиомаяков, перечисленных в сообщении об альманахе. Владелец дифференциальной подсистемы должен обеспечить ретрансляцию данных о радиомаяках.

Содержание кадра 7-го типа указано в таблице 11, формат — на рисунке 7.

Таблица 11 — Содержание кадра 7-го типа

Параметр	Число битов	Масштабный коэффициент	Диапазон
Широта*	16	0,002747°	±90°***
Долгота*	16	0,005493°	±180°***
Дальность действия радиомаяка	10	1 км	0—1023 км
Частота	12	100 Гц	190 (все нули) — 599,5 кГц (все единицы)
Состояние радиомаяка**	2	—	4 состояния
Индекс передающей станции	10	1	0 — 1023
Скорость передачи в битах4*	3	—	8 состояний
Код модуляции	1	«0» — MSK «1» — FSK	2 состояния
Тип синхронизации	1	«0» — асинхронный «1» — синхронный	2 состояния
Кодирование передачи	1	«0» — нет дополнительного кодирования «1» — FEC кодирование	2 состояния
Всего бит	$72 \times N_b$,	где N_b — число радиомаяков в сообщении	
Четность	$N \times 6$	См. [1, раздел 20.3.5]	

* «+» обозначает северную широту и восточную долготу.

** Состояние радиосигнала:
00 (0) — Нормальное функционирование радиомаяка;
01 (1) — Не выполняется контроль целостности;
10 (2) — Нет данных спутника;
11 (3) — Данный радиомаяк не использовать.

*** Дополнительный код.

4* Скорость передачи в битах:
000 (0) 25 бит/с 100 (4) 150 бит/с;
001 (1) 50 бит/с 101 (5) 200 бит/с;
010 (2) 100 бит/с 110 (6) 250 бит/с;
011 (3) 110 бит/с 111 (7) 300 бит/с.

Номер строки кадра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3	Широта																Долгота (старшие биты)								Четность					
$3N_b$+1	Долгота (младшие биты)								Дальность действия радиомаяка								Частота (старшие биты)								Четность					
$3N_b$+2	Частота (младшие биты)						*		Индекс передающей станции								Ско-рость переда-чи в битах				**		***	4*	Четность					

* Состояние радиомаяка.
** Код модуляции.
*** Тип синхронизации.
4* Кодирование передачи.

Рисунок 7 — Формат кадра 7-го типа

4.3.8 Кадр 8-го типа. Альманах псевдоспутников

Кадр 8-го типа подобен кадру 7-го типа и предназначен для передачи альманаха псевдоспутников. Широта и долгота представляются двоичными числами в дополнительном коде, определяющим приблизительное местоположение псевдоспутника с дискретностью 180/65,536 градуса для широты и 360/65,536 градуса для долготы. Соответствующее значение кода Голда представляется кодовым числом в двоичной форме. Биты состояния определяются в примечании под таблицей. Четыре 7-битовых буквенно-цифровых символа в коде ACSII формируют имя псевдоспутника. Четыре резервных бита включены для будущего использования и округляют сообщение до трех целых 30-битовых строк для каждого псевдоспутника. Кадр может содержать альманах не более трех псевдоспутников.

Содержание кадра 8-го типа указано в таблице 12.

Таблица 12 — Содержание кадра 8-го типа

Параметр	Число битов	Масштабный коэффициент	Диапазон
Широта*	16	0,002747°	±90°***
Долгота*	16	0,005493°	± 180°***
Кодовый номер4*	6	1	0—63
Состояние	2	—	**
4 буквенно-цифровых символа	28	—	7-битовый ASCII
Резерв	4	—	
Всего битов	72 × N_p	N_p — число псевдоспутников в сообщении	
Четность	N × 6	См. [1, раздел 20.3.5]	

* «+» обозначает северную широту и восточную долготу.
** Состояние радиосигнала:
00 — Нормальная работа псевдоспутника;
01 — Не определено;
10 — Состояние неизвестно;
11 — Станция не работает, или данный псевдоспутник не использовать.
*** Дополнительный код.
4* Кодовые числа обозначают коды, которые не являются парой для GPS кодов.

4.3.9 Кадр 9-го типа. Дифференциальные поправки GPS

Кадр 9-го типа предназначен для тех же целей, что и кадр 1-го типа. Он содержит основные дифференциальные поправки GPS. Однако, по сравнению с кадром 1-го типа для кадра 9-го типа не требуется полный набор спутников. При передаче кадра 9-го типа требуется более стабильный генератор, чем в том случае, когда станция передает только кадр 1-го типа, поэтому поправки спутников имеют различное опорное время.

Для предупреждения ухудшения навигационной точности из-за неучитываемого дрейфа генератора, который может иметь место в промежутке между кадрами 9-го типа, требуется датчик времени с высокой стабильностью. Кадр 9-го типа предпочтителен при наличии режима SA (селективного доступа) для обеспечения дополнительного уточнения данных для тех спутников, скорость изменения поправок которых высока. Он также предпочтителен для линий с низкой скоростью передачи данных в присутствии импульсных помех, которые появляется при функционировании радиомаяков. В течение периодов высокого уровня помех более высокая скорость передачи преамбул поддерживает более высокую частоту синхронизации. Группирование кадра по три спутника значительно улучшает характеристики линии передачи данных.

Во-первых, когда кадр 9-го типа содержит поправки для трех спутников с малым возрастом поправок, это компенсирует необходимость более продолжительного времени передачи.

Возраст поправок указан в таблице 13.

Таблица 13 — Возраст PRC (задержка времени ожидания) поправок при скорости 100 бит/с.

Число спутников	Максимальная задержка PRC	
	Кадр 1-го типа	Кадр 9-го типа (3 спутника)
4	5,4 с	5,4 с
6	7,2 с	6,3 с
8	9,6 с	8,1 с
9	10,2 с	8,4 с

Во-вторых, малая длина кадра 9-го типа обеспечивает повышенную устойчивость к шуму и создает возможность более быстрой синхронизации вследствие того, что преамбула передается более часто. По сравнению с использованием кадра 1-го типа, дифференциальные поправки из кадра 9-го типа могут использоваться сразу, как только они получены, снижая среднее время ожидания PRC и уменьшая чувствительность сообщений к шуму в канале.

Содержание и формат кадра 9-го типа идентично содержанию и формату кадра 1-го типа, за исключением того, что N_s (число спутников) и N (число 30-битовых строк) будут значительно меньше.

4.3.10 Кадр 13-го типа. Параметры наземной передающей станции

Кадр 13-го типа идентифицирует местоположение и эффективную дальность действия передатчика линии передачи передающей дифференциальные поправки. Этот кадр состоит из двух строк ($N = 2$).

Содержание кадра 13-го типа указано в таблице 14.

Таблица 14 — Содержание кадра 13-го типа

Параметр	Число битов	Масштабный коэффициент	Диапазон
Сообщение состояния	1	См. сообщение кадра 16	Y(да)/N(нет)
Признак дальности	1	—	Y(да)/N(нет)
Резерв	6	—	—
Широта*	16	0,01°	± 90°**
Долгота*	16	0,01°	±180°**
Дальность	8	4 км	4 — 1024***
Четность	6		

* Дополнительный код.

** «+» показывает северную широту и восточную долготу.

*** 1024 км представляются нулями во всех разрядах.

Если в бите 1 установлен признак «1», это означает предупреждение о том, что передатчик дифференциальной станции функционирует в нештатном режиме. Детально это предупреждение должно быть описано в кадре 16-го типа. Кроме того, это означает, что должен быть передан кадр 16-го типа. Это предупреждение, например, может констатировать, что передатчик может быть отключен для обслуживания и содержит данные о запланированном периоде нерабочего состояния. Оно может также сообщить, что предсказывается плохая погода, которая может уменьшить дальность передачи или нарушить связь.

Если установлен признак дальности, это указывает, что эффективная дальность передатчика отличается от дальности, которая передается в кадре 7-го типа (который содержит объявленную дальность действия маяка). Это может произойти по причинам атмосферных шумов или вследствие снижения мощности передатчика.

4.3.11 Кадр 14-го типа. Время недели GPS

Кадр 14-го типа представляет собой сообщение метки времени, предназначенное для поддержки информации о времени, обеспечиваемом модифицированным Z-счетом, который находится в заголовке кадра. Модифицированный Z-счет обеспечивает данные о текущем времени только в пределах 1 ч, не показывает часы или дни. Кадр необходим для восстановления часа, к которому относятся данные, указанные в настоящем стандарте.

Кадр должен передаваться по крайней мере два раза в час: один раз сразу после перехода границы часа и затем при признаке половины часа.

Первые 18 битов этого кадра используются для определения номера недели GPS и параметров часа недели. Чтобы дать потребителям возможность получать время UTC с точностью более 1 с последние 6 бит указывают разность в секундах между временем GPS и временем UTC. Время GPS привязывается к ближайшим 0,6 с в каждом кадре с использованием модифицированного Z-счета. Модифицированный Z-счет относится ко времени поправки, а не ко времени декодирования сообщения в приемнике потребителя.

Данное сообщение в будущем может быть расширено за счет введения дополнительных строк. Например, дополнительные строки могут содержать временные соотношения между навигационными системами ГНСС. Кадр 14-го типа занимает только одну строку ($N = 1$).

Содержание кадра 14-го типа указано в таблице 15.

Таблица 15 — Содержание кадра 14-го типа

Параметр	Число битов	Единица измерения	Диапазон
Неделя GPS	10	Недели	0 — 1023
Час недели	8	Часы	0 — 167
Разность времени (с UTC)	6	Секунды	0 — 63
Четность	6	См. [1, раздел 20.3.5]	

4.3.12 Кадр 15-го типа. Ионосферная задержка

Кадр 15-го типа предназначен для передачи ионосферной задержки и скорости изменения измерений, которая определяется двухчастотным приемником опорной станции. Он может использоваться потребителями с двухчастотным приемником для улучшения ионосферной декорреляции, которую будет в противном случае испытывать потребитель, удаленный от опорной станции. Если кадр 15-го типа предусмотрен для передачи, он должен передаваться каждые 5—10 мин. Опорная станция должна формировать значение ионосферной задержки в пределах последующего периода времени.

Кадр 15-го типа дает возможность потребителю непрерывно исключать ионосферные составляющие из полученных поправок псевдодальности, для формирования поправки, свободной от ионосферных задержек. Задержка и скорости ее изменения складываются точно так же, как поправки к псевдодальности (см. кадр 1-го типа). Суммарная ионосферная задержка вычитается из поправок к псевдодальности. Точно так же оборудование потребителя вычитает измерения ионосферной задержки из собственных измерений псевдодальности и использует свободные от ионосферы поправки. Данные по спутнику занимают полторы строки.

Содержание кадра 15-го типа указано в таблице 16, формат — на рисунке 8.

Таблица 16 — Содержание кадра 15-го типа (для одного спутника)

Параметр	Номера битов	Масштабный коэффициент	Диапазон
Зарезервированы	1—2		
Тип ГНСС	3	—	«0» — GPS «1» — ГЛОНАСС
Номер спутника	4—8	1	1 — 32*
Ионосферная задержка	9—22	1 см	0 — 16,383
Скорость изменения ионосферной задержки**	23—36	0,05 см/мин	± 409,55 см/с***
Четность	$N \times 6$	См. [1, раздел 20.3.5]	

* Номер спутника 32 обозначается нулями во всех разрядах.

** Дополнительный код.

*** Двоичное число 10 0000 0000 0000 обозначает, что потребитель должен прекратить использование ионосферных поправок.

Номер строки кадра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3, 6, 9, 12 или 15	**		*	Номер спутника					Ионосферная задержка														***		Четность					
4, 7, 10, 13 или 16	Скорость изменения ионосферной задержки (младшие биты)												**		*	Номер спутника							Ионосферная задержка (старшие биты)							Четность
5, 8, 11, 14 или 17	Ионосферная задержка (младшие биты)								Скорость изменения ионосферной задержки																					Четность
Последняя строка, если N_S — нечетная	Скорость изменения ионосферной задержки (младшие биты)								1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0						Четность

* Тип ГНСС.

** Зарезервированы.

*** Скорость изменения ионосферной задержки (старшие биты).

Рисунок 8 — Формат кадра 15 типа

4.3.13 Кадр 16-го типа. Специальное сообщение GPS

Кадр 16-го типа является специальным сообщением в коде ASCII, который может индицироваться аппаратурой потребителя. Кадр 16-го типа может иметь длину до 90 символов. Для согласованности с другими кадрами старшие значащие биты передаются первыми. В кадре для представления символа используется 8-битовый код ASCII. Старший значащий бит будет всегда равняться нулю вследствие того, что не существует стандарта на обозначение других символов, отличных от 7-битовых символов ASCII. Заполняющие биты в кадре представляются нулями во избежание случайной ошибочной интерпретации чередующихся «1» и «0», которые служат заполнителями в других сообщениях.

Формат кадра 16-го типа указан на рисунке 9.

Номер строки кадра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3	Символ в 8-битном коде ASCII								Символ в 8-битном коде ASCII								Символ в 8-битном коде ASCII								Четность					
4	Символ в 8-битном коде ASCII								Символ в 8-битном коде ASCII								0	0	0	0	0	0	0	0	Четность					

Рисунок 9 — Формат кадра 16-го типа

4.3.14 Кадр 18-го типа. Некорректированные фазы несущей

Кадр 18-го типа содержит измерения фазы несущей. Измерения не корректируются по эфемеридам, содержащимся в сообщениях спутников.Первая строка после заголовка содержит поле «время измерения», которое используется, для повышения разрешающей способности модифицированного Z-счета, указанного в заголовке. Далее следуют 2 строки, содержащие данные для каждого наблюдаемого спутника. Кадр занимает $N = 2N_S + 1$ строк с данными, где N_S — число спутников.

Ошибочные и непригодные данные для любого спутника не должны включаться в кадр, передаваемый опорной станцией.

Содержание кадра 18-го типа указано в таблице 17, формат — на рисунке 10.

Таблица 17 — Содержание кадра 18-го типа (для одного спутника)

Параметр	Число битов	Масштабный коэффициент	Диапазон
Идентификатор частотного диапазона (F)*	2	—	4 состояния
Зарезервированы	2	—	—
Время измерения	20	1 микросекунда	0 — 599999
Показатель длины волны (H)**	1	—	0 — полная; 1 — половина.
Показатель кода (C)	1	—	0 — C/A код; 1 — P код
Тип ГНСС (G)	1	—	0 — GPS; 1 — ГЛОНАСС
Номер спутника	5	1	1 — 32***
Качество данных	3	См. таблицу 4.18	8 состояний
Накопленные потери непрерывности	5	1	0—31
Фаза несущей	32	1/256 для полного цикла; 1/128 для половины цикла	± 8,388608 для полного цикла; ± 16,777216 для половины цикла
Четность	N x 6	См. [1, раздел 20.3.5]	

* Идентификатор частотного диапазона
00 — L1;
01 — ионосферная поправка;
10 — L2;
11 — специальный (потребители должны быть уверены, что специальные данные совместимы с их системой).

** Для диапазона L1 значение — «0».

*** Номер спутника 32 обозначается нулями во всех разрядах.

Номер строки кадра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3	F		*		Время измерения																								Четность	
$2N_S + 2$	H	C	G	Номер спутника					Качество данных			Накопленные потери непрерывности					Фаза несущей (старшие биты)												Четность	
$2N_S + 3$	Фаза несущей (младшие биты)																												Четность	
* Зарезервированы.																														

Рисунок 10 — Формат кадра 18-го типа

Все фазы несущей должны быть определены для расширенного времени измерения. Расширенное время измерения представляет собой сумму времени измерения и модифицированного Z-счета (из заголовка кадра). Время должно опираться на время GPS для спутников GPS и на время ГЛОНАСС для спутников ГЛОНАСС. Время измерения для кадра, содержащего дифференциальные данные для диапазона L2 или ионосферы, должно быть таким же, как для соответствующего кадра, содержащего данные диапазона L1.

Показатель кода (C) индицирует код несущей, используемой для расчета ионосферной поправки [C/A (стандартная точность) или P-код (код повышенной точности)]. Несущие C/A кода и P-кода для диапазона L1 передаются в квадратуре (со сдвигом на четверть периода). Переданные нескорректированные измерения фазы P-кода для диапазона L1 не должны подгоняться к эквивалентным измерениям кода C/A или наоборот. Измерения ионосферной поправки не должны подгоняться для поправок в квадратуре.

Показатель качества данных фазы несущей представляет собой оцененную опорной станцией ошибку измерения фазы на уровне одной сигмы, индицируемую $1/256\,e^{X/\sqrt{3}}$ циклами, где X — десятичный эквивалент 3-битовой индикации.

Квантование показателя качества данных указано в таблице 18.

Таблица 18 — Квантование показателя качества данных

Код (X)	Показатели качества данных
000 (0)	Ошибка фазы ≤ 0,00391 цикла
001 (1)	≤ 0,00696
010 (2)	≤ 0,01239
011 (3)	≤ 0,02208
100 (4)	≤ 0,03933
101 (5)	≤ 0,07006
110 (6)	≤ 0,12480
111 (7)	> 0,12480

Показатель накопленных потерь непрерывности должен увеличиваться каждый раз, когда непрерывность измерения фазы несущей потеряна (нефиксированное смещение цикла или потеря захвата). Для ионосферных поправок показатель накопленных потерь непрерывности должен увеличиваться каждый раз, когда одно или оба из измерений фазы несущей для диапазонов L1 или L2 потеряны.

Диапазон данных фазы несущей меньше, чем полный возможный диапазон, измеряемый опорным приемником. Данные фазы несущей для конкретного спутника не должны передаваться, если в распоряжении нет достоверных данных. Потребитель должен детектировать «перевороты» в данных и восстанавливать полное измерение фазы.

Ионосферная поправка измерения фазы

$\Phi_{ionodiff} = K\,\Phi_{L1} - \Phi_{L2}$ Полная длина волны цикла для диапазона L2

$\Phi_{ionodiff} = 2\,K\,\Phi_{L1} - \Phi_{L2}$ Половина длины волны цикла для диапазона L2

где

$\Phi_{ionodiff}$ — ионосферная поправка измерения фазы;

Φ_{L1} — измерение фазы несущей в диапазоне L1;

Φ_{L2} — измерение фазы несущей в диапазоне L2;

K — коэффициент:

60/77 для GPS и 7/9 для ГЛОНАСС

Данные полного цикла фазы несущей не должны передаваться до тех пор, пока не будет получено корректное определение полярности.

Примечание — Так как время GPS отличается от времени ГЛОНАСС, кадр 18-го типа должен генерироваться отдельно для спутников GPS и для спутников ГЛОНАСС.

4.3.15 Кадр 19-го типа. Некорректированные псевдодальности

Кадр 19-го типа содержит измерения псевдодальности. Измерения не корректируются по эфемеридам, содержащимся в сообщениях спутников. Первая строка после заголовка содержит поле «время измерения», которое используется для повышения разрешающей способности модифицированного Z-счета, указанного в заголовке. Далее следуют 2 строки, содержащие данные для каждого наблюдаемого спутника. Кадр занимает $N = 2N_S + 1$ строк с данными, где N_S — число спутников.

Ошибочные и непригодные данные для любого спутника не должны включаться в кадр, передаваемый опорной станцией.

Содержание кадра 19-го типа указано в таблице 19, формат — на рисунке 11.

Таблица 19 — Содержание кадра 19-го типа (для одного спутника).

Параметр	Число битов	Масштабный коэффициент	Диапазон
Идентификатор частотного диапазона (F)*	2	—	4 состояния
Интервал сглаживания (S)**	2	—	4 состояния
Время измерения	20	1 мкс	0 — 599999
Зарезервирован	1	—	—
Показатель кода (C)	1	—	0 — C/A код 1 — P код
Тип ГНСС (G)	1	—	0 — GPS 1 — ГЛОНАСС
Номер спутника	5	1	1 — 32***
Качество данных	4	См. таблицу 20	16 состояний
Ошибка от многолучевого распространения	4	См. таблицу 21	16 состояний
Псевдодальность	32	0,02 м	0 — 85899345,90 м
Четность	$N \times 6$	См. [1, раздел 20.3.5]	

* Идентификатор частотного диапазона
00 — L1;
01 — свободная от ионосферы;
10 — L2;
11 — специальный (потребители должны быть уверены, что специальные данные совместимы с их системой).

** Интервал сглаживания
00 — от 0 до 1 мин;
01 — от 1 до 5 мин;
10 — от 5 до 15 мин;
11 — не определен.

*** Номер спутника 32 обозначается нулями во всех разрядах.

Номер строки кадра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3	F		S		Время измерения																				Четность					
$2N_S + 2$	*	C	G	Номер спутника					Качество данных				Ошибка от многолучевого распространения			Псевдодальность (старшие биты)									Четность					
$2N_S + 3$	Псевдодальность (младшие биты)																								Четность					
* Зарезервированы.																														

Рисунок 11 — Формат кадра 19-го типа

Интервал сглаживания обозначает интервал для сглаживания несущей данных псевдодальности.

Все псевдодальности в кадре должны определяться для расширенного времени измерения.

Расширенное время измерения представляет собой сумму времени измерения и модифицированного Z-счета (из заголовка).

Время должно опираться на время GPS для спутников GPS и на время ГЛОНАСС для спутников ГЛОНАСС. Время измерения для кадра, содержащего данные диапазона L2, должно быть тем же самым, что и для соответствующего кадра, содержащего данные для диапазона L1.

Показатель качества данных представляет собой ошибку измерения псевдодальности, оцененную на уровне одной сигмы, выражаемую как $0{,}02e^{0{,}4X}$ метров, где X — десятичный эквивалент кода индикатора.

Квантование показателя качества данных псевдодальности указан в таблице 20.

Таблица 20 — Квантование показателя качества данных псевдодальности

Код (X)	Индикация качества данных
0000 (0)	Ошибка псевдодальности ≤ 0,020 м
0001 (1)	≤ 0,030
0010 (2)	≤ 0,045
0011 (3)	≤ 0,066
0100 (4)	≤ 0,099
0101 (5)	≤ 0,148
0110 (6)	≤ 0,220
0111 (7)	≤ 0,329
1000 (8)	≤ 0,491
1001 (9)	≤ 0,732
1010 (10)	≤ 1,092
1011 (11)	≤1,629
1100 (12)	≤ 2,430
1101 (13)	≤ 3,625
1110 (14)	≤ 5,409
1111 (15)	> 5,409

Показатель ошибки многолучевости представляет собой оценочную ошибку многолучевости, выраженную как $0{,}1e^{0{,}4X}$ м, где X — десятичный эквивалент кода показателя. X со значением 15 показывает, что ошибка многолучевости не определена.

Квантование показателя ошибки псевдодальности от многолучевости указано в таблице 21.

Таблица 21 — Квантование показателя ошибки псевдодальности от многолучевости

Код (X)	Индикация многолучевости
0000 (0)	Ошибка многолучевости ≤ 0,100 м
0001 (1)	≤ 0,149
0010 (2)	≤ 0,223
0011 (3)	≤ 0,322
0100 (4)	≤ 0,495
0101 (5)	≤ 0,739
0110 (6)	≤ 1,102
0111 (7)	≤ 1,644
1000 (8)	≤ 2,453
1001 (9)	≤ 3,660
1010 (10)	≤ 5,460
1011 (11)	≤ 8,145
1100 (12)	≤ 12,151
1101 (13)	≤ 18,127
1110 (14)	> 18,127
1111 (15)	Ошибки многолучевости не определены

Псевдодальности, свободные от ионосферы, должны рассчитываться по двум измерениям частоты, а не по единичным измерениям частоты, и параметрам модели ионосферы, передаваемым спутниками GPS.

Примечание — Так как время GPS отличается от времени ГЛОНАСС, одно сообщение кадра 19-го типа генерируется для спутников GPS, а второе — для спутников ГЛОНАСС.

4.3.16 Кадр 20-го типа. Поправки фазы несущей

Кадр 20-го типа корректируется по эфемеридам и рассматривается как «поправка».

Поправка фазы несущей подобна поправке псевдодальности, но рассчитывается с использованием измерений фазы несущей, выполняемых опорной станцией. На опорной станции эта поправка рассчитывается следующим образом:

поправка фазы несущей равна прогнозируемой дальности от спутника до опорной станции (в циклах несущей) минус измеренная фаза несущей для времени измерения ГНСС.

Чтобы исключить большие смещения в поправках, исходная неопределенность полного цикла снижается до малой величины в исходной эпохе. Поправки фазы несущей для диапазонов L1 и L2 корректируются на уход частоты генератора опорного приемника, но не корректируются на ионосферную и тропосферную задержки.

Ионосферные отклонения поправки фазы несущей корректируются на уход генератора опорного приемника, но не корректируются на тропосферную задержку.

В приемнике потребителя поправки фазы несущей используются следующим образом:

Скорректированная фаза несущей потребителя равна измеренной фазе несущей потребителя плюс поправка фазы несущей.

Первая строка после заголовка содержит поле «время измерения», которое используется, для повышения разрешающей способности модифицированного Z-счета, указанного в заголовке.

Далее следуют 2 строки, содержащие данные для каждого наблюдаемого спутника.

Кадр занимает $N = 2N_S + 1$ строк с данными, где N_S — число спутников.

Ошибочные и непригодные данные для любого спутника не должны включаться в кадр, передаваемый опорной станцией.

Содержание кадра 20-го типа указано в таблице 22, формат — на рисунке 12.

Таблица 22 — Содержание кадра 20-го типа (для одного спутника).

Параметр	Число битов	Масштабный коэффициент	Диапазон
Идентификатор частотного диапазона (F)*	2	—	4 состояния
Зарезервированы	2	—	—
Время измерения	20	1 мкс	0 — 599999
Показатель длины волны (H)**	1	—	0 — полная; 1 — половина
Показатель кода (C)	1	—	0 — C/A код; 1 — P код
Тип ГНСС (G)	1	—	0 — GPS; 1 — ГЛОНАСС
Номер спутника	5	1	1 — 32***
Качество данных	3	См. таблицу 23	8 состояний
Накопленные потери непрерывности	5	1	0—31
Возраст данных	8	Для ГНСС GPS — См. [1, параграф 20.3.4.4] Для ГНСС ГЛОНАСС — См. [1, параграф 4.4 (t_b)]	
Поправка фазы несущей	24	1/256 для полной длины волны; 1/128 для половины длины волны	± 32768 для полной длины волны; ± 5536 для половины длины волны
Четность	$N \times 6$	См. [1, раздел 20.3.5]	

* Идентификатор частотного диапазона
00 — L1;
01 — ионосферная разностная поправка фазы;
10 — L2;
11 — специальный (потребители должны быть уверены, что специальные данные совместимы с их системой).

** Для диапазона L1 значение — «0».

*** Номер спутника 32 обозначается нулями во всех разрядах.

Номер строки кадра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3	F		*		Время измерения ГНСС																				Четность					
2*N*S + 2	H	C	G	Номер спутника					Качество данных				Накопленные потери непрерывности					Возраст данных							Четность					
2*N*S + 3	Поправка фазы несущей																								Четность					

* Зарезервированы.

Рисунок 12 — Формат кадра 20-го типа

Все поправки фазы несущей должны быть определены для расширенного времени измерения.

Расширенное время измерения представляет собой сумму времени измерения и модифицированного Z-счета (из заголовка кадра).

Время должно опираться на время GPS для спутников GPS и на время ГЛОНАСС для спутников ГЛОНАСС. Время измерения для кадра, содержащего дифференциальные данные для диапазона L2 или ионосферы, должно быть таким же, как для соответствующего кадра, содержащего данные диапазона L1.

Показатель качества данных фазы несущей представляет собой оцененную опорной станцией ошибку измерения фазы на уровне одной сигмы, индицируемую $\frac{1}{256}e^{X/\sqrt{3}}$ циклами, где X — десятичный эквивалент 3-битовой индикации.

Квантование показателя качества данных указано в таблице 23.

Таблица 23 — Квантование показателя качества данных

Код (X)	Индикация качества данных
000 (0)	Ошибка фазы ≤ 0,00391 цикла
001 (1)	≤ 0,00696
010 (2)	≤ 0,01239
011 (3)	≤ 0,02208
100 (4)	≤ 0,03933
101 (5)	≤ 0,07006
110 (6)	≤ 0,12480
111 (7)	> 0,12480

Показатель накопленных потерь непрерывности должен увеличиваться каждый раз, когда поправка несущей фазы инициализируется повторно. Для ионосферных разностей показатель накопленных потерь непрерывности должен увеличиваться каждый раз, когда измерения несущей фазы в любом (или в обоих) из диапазонов (L1 или L2) потеряна.

Возраст данных должен содержать время к которому относятся эфемеридные данные GPS или ГЛОНАСС, которые использовались для расчета прогнозируемой дальности при вычислении поправки фазы несущей. Опорная станция должна задерживать набор принятых обновленных данных на 60 с, чтобы дать приемникам потребителя интервал времени для приема новых эфемеридных данных.

Поправка фазы несущей равна прогнозируемой дальности от спутника до опорной станции (в циклах несущей) минус измеренную фазу несущей для ГНСС времени измерения.

Чтобы избежать больших смещений в фазовой поправке, начальная величина полного цикла измерений фазы должна быть привязана к кодовой величине начального времени измерения ГНСС. Как альтернатива, она может быть установлена такой, чтобы фазовая поправка в начальный момент времени имела нулевую величину полного цикла. Поправка фазы несущей должна быть скорректирована на сдвиг часов приемника опорной станции в момент ГНСС времени измерения. Поправка фазы несущей для диапазонов L1 и L2 не должна корректироваться на ионосферную задержку. Поправка фазы несущей не должна корректироваться на тропосферную задержку.

Ионосферная разностная поправка фазы:

$\Phi_{ionodiff} = K\,\Phi_{L1} - \Phi_{L2}$ Полная длина волны для диапазона L2

$\Phi_{ionodiff} = 2\,K\,\Phi_{L1} - \Phi_{L2}$ Половина длины волны для диапазона L2

где

$\Phi_{ionodiff}$ — ионосферная разностная поправка фазы;

Φ_{L1} — поправка фазы несущей диапазона L1;

Φ_{L2} — поправка фазы несущей диапазона L2;

K — коэффициент:

60/77 для GPS и 7/9 для ГЛОНАСС

Поправки фазы несущей для диапазона L1 должны относиться к полной длине волны и не должны передаваться до тех пор, пока не будет правильно определена полярность. Измерения фазы несущей P-кода диапазона L1, используемые для расчета поправок фазы несущей для диапазона L1 или ионосферных разностных поправок фазы несущей, должны быть скорректированы на квадратуру, чтобы составить пару с фазой несущей кода C/A.

(Скорректированная фаза диапазона L1 равна Фазе Р-кода диапазона L1 –90 градусов).

Поправки фазы несущей для данного спутника не должны передаваться для тех времен измерения, когда в распоряжении нет корректных данных для расчета поправки.

Примечание — Кадр 20-го типа должен генерироваться отдельно для спутников GPS и для спутников ГЛОНАСС.

4.3.17 Кадр 21-го типа. Высокоточные поправки псевдодальности

Кадр 21-го типа корректируется по эфемеридам и рассматривается как «поправка».

Кадр похож на кадр 1-го типа, но содержит дополнительную информацию о качестве измерений и может использоваться для поддержки взаимной корреляции приемников. Кадр может использоваться при решении некинематических задач, требующих высокой точности.

В кадре 21-го типа диапазон показателя качества данных псевдодальности связан с масштабным коэффициентом поправки псевдодальности. Изменение масштабного коэффициента вызывается или большими ошибками поправок псевдодальности, или такими поправками псевдодальности, которые больше, чем диапазон высокой степени разрешения. При изменении диапазона уровни ошибок качества данных согласуются с разрешающими способностями поправок псевдодальностей. Использование отдельных масштабных коэффициентов для поправок псевдодальности и поправок скорости изменения псевдодальности дает возможность поддерживать высокую степень разрешения, когда режим селективного доступа усиливает передачу поправок скорости изменения дальности с грубым разрешением для GPS.

Первая строка после заголовка содержит поле «время измерения», которое используется, для повышения разрешающей способности модифицированного Z-счета, указанного в заголовке. Далее следуют 2 строки, содержащие данные для каждого наблюдаемого спутника.

Кадр занимает $N = 2N_S + 1$ строк с данными, где N_S — число спутников.

Ошибочные и непригодные данные для любого спутника не должны включаться в кадр, передаваемый опорной станцией.

Содержание кадра 21-го типа указано в таблице 24, формат — на рисунке 13.

Таблица 24 — Содержание кадра 21-го типа (для одного спутника).

Параметр	Число битов	Масштабный коэффициент	Диапазон
Идентификатор частотного диапазона (F)*	2	—	4 состояния
Интервал сглаживания (S)**	2	—	4 состояния
Время измерения	20	1 мкс	0 — 599999
Масштабный коэффициент поправки скорости изменения дальности (R)	1	—	0 — 0,002 м 1 — 0,032 м
Показатель кода (C)	1	—	0 — C/A код 1 — P код
Тип ГНСС (G)	1	—	0 — GPS 1 — ГЛОНАСС
Номер спутника	5	1	1 — 32***
Масштабный коэффициент поправки псевдодальности (P)	1	—	0 — 0,002 м 1 — 0,32 м
Качество данных	4	См. таблицу 25	16 состояний
Ошибка от многолучевого распространения	4	См. таблицу 26	16 состояний
Возраст данных	8	Для ГНСС GPS — см. [1, параграф 20.3.4.4] Для ГНСС ГЛОНАСС — см. [1, параграф 4.4 (t_b)]	

Окончание таблицы 24

Параметр	Число битов	Масштабный коэффициент	Диапазон
Поправка псевдодальности	16	0,02 м (при P = 0) 0,32 м (при P = 1)	± 655,34 м ±10485,44 м
Поправка скорости изменения дальности	8	0,002 м (при R = 0) 0,032 м (при R = 1)	± 0,254 м ± 4,064 м
Четность	$N \times 6$	См. [1, раздел 20.3.5]	

* Идентификатор частотного диапазона
00 — L1;
01 — свободная от ионосферы;
10 — L2;
11 — специальный (потребители должны быть уверены, что специальные данные совместимы с их системой).

** Интервал сглаживания
00 — от 0 до 1 мин;
01 — от 1 до 5 мин;
10 — от 5 до 15 мин;
11 — не определен.

*** Номер спутника 32 обозначается нулями во всех разрядах.

Номер строки кадра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3	F		S		Время измерения																				Четность					
2*N*S + 2	R	*	G		Номер спутника				Качество данных				Ошибка многолучевости				Возраст данных								Четность					
2*N*S + 3	Поправка псевдодальности																Поправка скорости изменения дальности								Четность					

* Зарезервированы.

Рисунок 13 — Формат кадра 21-го типа

Все поправки псевдодальности должны быть определены для расширенного времени измерения.

Расширенное время измерения представляет собой сумму времени измерения и модифицированного Z-счета (из заголовка кадра).

Время должно опираться на время GPS для спутников GPS и на время ГЛОНАСС для спутников ГЛОНАСС. Время измерения для кадра, содержащего дифференциальные данные для диапазона L2, должно быть таким же, как для соответствующего кадра, содержащего данные диапазона L1.

Показатель качества данных представлен оценочной ошибкой измерений псевдодальности на уровне одной сигмы, выражаемой как $0{,}02\ e^{0{,}4X}$ м (при масштабном коэффициенте поправки псевдодальности P = 0) и $0{,}4907\ e^{0{,}4X}$ м (при P = 1), где X — десятичный эквивалент кода качества данных.

Квантование показателя качества данных указано в таблице 25.

Таблица 25 — Квантование показателя качества данных

Код (X)	Ошибка псевдодальности	
	P = 0	P = 1
000 (0)	≤ 0,020	≤ 0,491
001 (1)	≤ 0,030	≤ 0,732
010 (2)	≤ 0,045	≤ 1,092
011 (3)	≤ 0,066	≤ 1,629
100 (4)	≤ 0,099	≤ 2,430
101 (5)	≤ 0,148	≤ 3,625
110 (6)	≤ 0,220	≤ 5,409
111 (7)	≤ 0,329	> 5,409

Показатель ошибки многолучевости представлен оценочной ошибкой многолучевости, выражаемой как 0,1 $e^{0,4X}$ м, где X — десятичный эквивалент кода показателя. X свыше 15 показывает, что ошибка многолучевости является неопределенной.

Квантование показателя ошибки псевдодальности от многолучевости указано в таблице 26.

Таблица 26 — Квантование показателя ошибки псевдодальности от многолучевости

Код (X)	Значение многолучевости
0000 (0)	Ошибка многолучевости ≤ 0,100 метра
0001 (1)	≤ 0,149
0010 (2)	≤ 0,223
0011 (3)	≤ 0,332
0100 (4)	≤ 0,495
0101 (5)	≤ 0,739
0110 (6)	≤ 1,102
0111 (7)	≤ 1,644
1000 (8)	≤ 2,453
1001 (9)	≤ 3,660
1010 (10)	≤ 5,460
1011 (11)	≤ 8,145
1100 (12)	≤ 12,151
1101 (13)	≤ 18,127
1110 (14)	>18,127
1111 (15)	Ошибки многолучевости не определены

Возраст данных должен содержать время к которому относятся эфемеридные данные GPS или ГЛОНАСС, которые использовались для расчета прогнозируемой дальности при вычислении поправки псевдодальности и скорости изменения псевдодальности. Опорная станция должна задерживать набор принятых обновленных данных на 60 с, чтобы дать приемникам потребителя интервал времени для приема новых эфемеридных данных.

Поправка псевдодальности равна прогнозируемой дальности от спутника до опорной станции (в метрах) минус измеренная дальность для времени измерения.

Поправка псевдодальности может быть скорректирована на сдвиг часов приемника опорной станции в момент времени измерения. Поправки на тропосферные задержки не должны применяться. Поправки псевдодальностей для диапазонов L1 и L2 не должны исправляться на ионосферную задержку. Поправки псевдодальности, свободные от ионосферы, должны рассчитываться по двойным измерениям частоты, но не должны рассчитываться по единичным измерениям частоты и передаваемым параметрам модели ионосферы. Поправки на многолучевость могут использоваться. Остаточные ошибки многолучевости должны отразиться в показателе ошибки многолучевости.

Поправки псевдодальности для данного спутника не должны передаваться в те моменты времени измерения, когда не приняты правильные данные для расчета поправки.

4.3.18 Кадр 31-го типа. Дифференциальные поправки ГЛОНАСС

Это основной кадр, который необходим для расчета поправки (PRC(t)) к псевдодальности измеренной ГЛОНАСС приемником потребителя.

$$PRC(t) = PRC(t_0) + RRC\ [t - t_0], \quad (5)$$

где $PRC(t_0)$ — 16-битовая поправка псевдодальности;

RRC — 3-битовая скорость изменения поправки псевдодальности;

t_0 — 13-битовый модифицированный Z-счет из второй строки кадра (опорное время);

t — время, связанное с моментом измерения псевдодальности потребителем.

Эти параметры относятся к спутнику, видимому с ККС и обозначенному 5-битовым индексом, который определяет его номер в системе ГЛОНАСС.

Псевдодальность (PRM (t)), измеренная GPS-приемником потребителя корректируется следующим образом:

$$PR(t) = PRM(t) + PRC(t), \quad (6)$$

где PR(t) — дифференциально скорректированное измерение псевдодальности, которое обрабатывается оборудованием потребителя.

Кроме того, потребителю передается 1-битный масштабный коэффициент (см. таблицу 5) и 2 битная ошибка дифференциальной дальности потребителя (UDRE, см. таблицу 6). UDRE представляет собой оценку неопределенности в поправке псевдодальности на уровне одной сигмы, которая определяется опорной станцией и включает ошибки из-за воздействия многолучевого распространения, отношения сигнал/шум и других воздействий.

Кадр 31-го типа содержит данные для всех спутников, находящихся в зоне видимости опорной станции.

Так как для представления поправки по каждому спутнику необходимо 40 бит, не всегда потребуется точно целое число строк. Могут появиться строки, которые надо дополнять 8 или 16 битами. Дополнение необходимо производить «1» или «0».

Формат кадра 31-го типа показан на рисунке 14.

Каждая строка с данными, за исключением последней строки в кадре, имеет один из пяти видов. Последняя строка может иметь три вида: не содержать дополнения, содержать 8 или 16 бит дополнения.

Поправка псевдодальности PRC(t_0) будет отличаться от истинной величины с увеличением «возраста поправки». По этой причине поправка должна обновляться и передаваться так часто, насколько это возможно.

Скорость изменения поправки псевдодальности (RRC) предназначена для коррекции поправки псевдодальности по прогнозируемой скорости изменения. RRC обеспечивает возможность использования поправки псевдодальности с увеличением «возраста поправки». Оборудование потребителя не должно использовать RRC как поправку фазы несущей — это может ухудшить качество измерений. Измерения фазы несущей должны корректироваться только за счет использования кадров 18-го или 20-го типа.

Содержание кадра 31-го типа указано в таблице 27, формат — на рисунке 14.

Таблица 27 — Содержание кадра 31-го типа

Параметр	Число битов	Масштабный коэффициент	Диапазон
Масштабный коэффициент	1	См. таблицу 5	2 состояния
Ошибка дифференциальной дальности потребителя (UDRE)	2	См. таблицу 6	4 состояния
Номер спутника в системе ГЛОНАСС	5	1	1—32[4*]
Поправка псевдодальности (PRC(t_0)*)	16	0,02 или 0,32 м	± 655,34 или ± 10485,44 м**
Скорость изменения поправки псевдодальности (RRC*)	8	0,002 или 0,032 м/с	± 0,254 или ± 4,064 м/с***
Резерв	1	—	
Возраст данных t_b	$\frac{7}{40 \times N_S}$	См . [1, параграф 4.3.3]	
Заполнение	$8 \times [N_S \times \text{mod}3]$	биты	0,8 или 16
Четность	$N \times 6$	См. [1, раздел 20.3.5]	

* Дополнительный код.

** Двоичный код 1000 0000 0000 0000 указывает на наличие проблемы, при которой оборудование потребителя должно немедленно прекратить использование данного спутника.

*** Двоичный код 1000 0000 указывает на наличие проблемы, при которой оборудование потребителя должно немедленно прекратить использование данного спутника.

4* Номер спутника 32 обозначается нулями во всех разрядах.

N_S Число спутников, поправки для которых содержатся в кадре.

N Число строк с данными в кадре.

Окончание таблицы 27

Номер строки кадра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3, 8, 13, 18	*	**		Номер спутника					Поправка псевдодальности																Четность					
4, 9, 14, 19	Скорость изменения поправки псевдодальности								Возраст данных (t_b)								*	**		Номер спутника					Четность					
5, 10, 15, 20	Поправка псевдодальности																Скорость изменения поправки псевдодальности								Четность					
6, 11, 16, 21	Возраст данных								*	**		Номер спутника					Поправка псевдодальности (старшие биты)								Четность					
7,12, 17, 22	Поправка псевдодальности (младшие биты)								Скорость изменения поправки псевдодальности								Возраст данных								Четность					
N_S + 2 если N_S = 1, 4, 7, 10	Скорость изменения поправки псевдодальности								Возраст данных								Заполнение								Четность					
N_S+2 если N_S=2, 5, 8, 11	Возраст данных								Заполнение																Четность					

* Масштабный коэффициент.
** Ошибка дифференциальной дальности потребителя (UDRE).

Рисунок 14 — Формат кадра 31-го типа

Опорная станция не должна применять модели ионосферной и тропосферной задержек при формировании дифференциальных поправок. Влияние времени спутника и релятивистских (связанных с относительным перемещением и положением спутника) параметров должно определяться с использованием алгоритмов, описанных в интерфейсном контрольном документе ГЛОНАСС.

Возраст данных (t_b) включается в кадр для того, чтобы оборудование потребителя могло сравнить его со временем навигационных данных ГЛОНАСС (T_b).

Время T_b гарантирует, что вычисления в оборудовании пользователя и поправка опорной станции используют одинаковые параметры орбиты и времени. Если время не совпадает, приемник потребителя должен обеспечивать использование тех параметров, которые составляют пару с параметрами опорной станции.

Это можно выполнить двумя способами:

- контролировать текущее значение времени t_b на соответствие времени t_b, принятому в кадре 31-го типа,

- или принять другое сообщение с навигационными данными от соответствующего спутника.

В общем случае опорная станция использует текущие навигационные данные, передаваемые спутником.

Не допускается обработка дифференциально скорректированных и дифференциально нескорректированных псевдодальностей для расчета одного и того же местоположения.

4.3.19 Кадр 32-го типа. Параметры опорной станции ГЛОНАСС

Кадр 32-го типа содержит информацию об опорной станции.

Он состоит из четырех строк данных (N = 4) при полной длине кадра в 6 строк. Кадр содержит координаты фазового центра антенны приемника опорной станции ГЛОНАСС во Всемирной геоцентрической системе координат (ECEF) с точностью до 1 см. Рекомендуемым опорным эллипсоидом является ПЗ-90.

Содержание кадра 32-го типа указано в таблице 28, формат — на рисунке 15.

Таблица 28 — Содержание сообщения кадра 32-го типа

Параметр	Число битов	Масштабный коэффициент	Диапазон
X-координата ECEF*	32	0,01 м	± 21474836,47 м
Y-координата ECEF*	32	0,01 м	± 21474836,47 м
Z-координата ECEF*	32	0,01 м	± 21474836,47 м
Четность	24	См. [1, раздел 20.3.5]	
* Дополнительный код.			

Номер строки кадра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3	X-координата ECEF (старшие биты)																								Четность					
4	X-координата ECEF (младшие биты)								Y-координата ECEF (старшие биты)																Четность					
5	Y-координата ECEF (младшие биты)																Z-координата ECEF (старшие биты)								Четность					
6	Z-координата ECEF (младшие биты)																								Четность					

Рисунок 15 — Формат кадра 32-го типа

Потребитель может использовать систему координат, отличающуюся от ПЗ-90, но это не рекомендуется. Если опорная станция использует опорный эллипсоид, отличающийся от ПЗ-90, необходимо периодически передавать кадр 4-го типа для информирования потребителей об опорном эллипсоиде, использованном для определения координат опорной станции.

Так как приемник потребителя будет рассчитывать координаты в системе ПЗ-90 до тех пор, пока он не примет сообщение кадра 4-го типа, возможна погрешность определения места.

Рекомендуется, передавать кадр 32-го типа с кадром 4-го типа, чтобы исключить любую неопределенность в использовании опорного эллипсоида.

4.3.20 Кадр 33-го типа. Состояние созвездия ГЛОНАСС

Кадра 33-го типа обеспечивает информацией, которая может использоваться в работе дифференциального оборудования потребителя ГЛОНАСС. Кадр может содержать информацию об одном или нескольких спутниках. Спутник может находиться как в зоне, так и вне зоны видимости опорной станции. Кадр должен передаваться периодически, необходимость передачи должна определяться опорной станцией.

Содержание кадра 33-го типа указано в таблице 29, формат — на рисунке 16.

Первый бит зарезервирован для расширения номера спутника больше 32 для обеспечения возможности принимать не только спутники ГЛОНАСС.

Таблица 29 — Содержание кадра 33-го типа

Параметр	Номер битов	Значение
R (зарезервирован)	1	Бит зарезервирован для возможного увеличения номера спутника более 32
Номер спутника	2—6	0—31
Индекс возраста данных (t_b)	7	Бит всегда установлен в «0».
Состояния спутника	8—10	Используется только 8-й бит. Код «1» — спутник рассматривается опорной станцией как неисправный, даже в том случае, если навигационное сообщение спутника указывает, что он исправен
C/N_0 (отношение сигнал/шум)	11—15	Отношение сигнал/шум для спутника, измеренное опорной станцией. Масштабный коэффициент дБ Гц. Диапазон от 25 до 55 дБГц. Код «00000» — спутник не сопровождается опорной станцией. «00001» — 25 дБ Гц для нижнего уровня. Код «11111» — 55 дБ Гц для верхнего

Окончание таблицы 29

Параметр	Номер битов	Значение
Допустимое состояние	16	Код «1» — спутник может рассматриваться ДГНСС-оборудованием потребителя как исправный, несмотря на тот факт, что спутниковые навигационные данные указывают на его неисправность
Новые навигационные данные	17	Код «1» — опорная станция приняла новые спутниковые эфемеридные данные и включила их в процесс выработки поправок. Это означает, что в сообщениях кадра 31-го или 34-го типа будет индицироваться новое значение возраста данных (t_b).
Сигнализация о потери сигнала спутника	18	Код «1» — изменение состояния спутника на «неисправное» запрограммировано. Оставшийся интервал времени состояния «исправности» оценивается следующими четырьмя битами
Длительность неисправного состояния	19—22	Масштабный коэффициент 5 мин. Диапазон от 0 до 75 мин. Код «0000» — спутник близок к переходу в «неисправное» состояние. Код «1111» — спутник перейдет в «неисправное» состояние приблизительно через 75 минут
Резерв	23—24	Будет определено позже
Четность	25—30	См.[1, раздел 20.3.5]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R	Номер спутника					*	Состояние спутника			C/N_0					**	***	4*	Длительность неисправного состояния				Резерв		Четность					

* Индекс возраста данных (t_b).
** Допустимое состояние.
*** Новые навигационные данные.
4* Сигнализация о потере сигнала спутника.

Рисунок 16 — Формат кадра 33-го типа

Первый бит зарезервирован для расширения номера спутника больше 32 для обеспечения возможности принимать не только спутники ГЛОНАСС.

4.3.21 Кадр 34-го типа. Дифференциальные поправки ГЛОНАСС

Кадр 34-го типа предназначен для тех же целей, что и кадр 31-го типа. Он содержит основные дифференциальные поправки ГЛОНАСС. Однако по сравнению с кадром 31-го типа для кадра 34-го типа не требуется полный набор спутников. При передаче кадра 34-го типа требуется более стабильный генератор, чем в том случае, когда станция передает только кадр 31-го типа, поэтому поправки спутников имеют различное опорное время.

Для предупреждения ухудшения навигационной точности из-за не учитываемого дрейфа генератора, который может иметь место в промежутке между кадрами 34-го типа, требуется датчик времени с высокой стабильностью. Кадр 34-го типа предпочтителен для обеспечения дополнительного уточнения данных для тех спутников, скорость изменения поправок которых высока. Он также предпочтителен для линий с низкой скоростью передачи данных в присутствии импульсных помех, которые появляются при функционировании радиомаяков. В течение периодов высокого уровня помех более высокая скорость передачи преамбул поддерживает более высокую частоту синхронизации. Группирование кадра по три спутника значительно улучшает характеристики линии передачи данных.

Во-первых, когда кадр 34-го типа содержит поправки для трех спутников, с малым возрастом поправок, это компенсирует необходимость более продолжительного времени передачи.

Во-вторых, малая длина кадра 34-го типа обеспечивает повышенную устойчивость к шуму и создает возможность более быстрой синхронизации вследствие того, что преамбула передается более часто. По сравнению с использованием кадра 31-го типа, дифференциальные поправки из кадра 34-го типа могут использоваться сразу, как только они получены, снижая среднее время ожидания PRC и уменьшая чувствительность сообщений к шуму в канале.

4.3.22 Кадр 34-го типа. Нулевой кадр ГЛОНАСС

Кадр 34-го типа не содержит никаких параметров при $N = 0$ или $N = 1$.

Его назначение — обеспечить непрерывную передачу, в том случае, когда опорная станция ГЛОНАСС не передает других сообщений, готовых для передачи, или, для синхронизации начала сообщения некоторой неопределенной эпохи. Может не быть причин для передачи этого кадра. Он может использоваться в будущем как кадр-заполнитель, если не будет нужна более высокая скорость передачи кадров вследствие медленного нарастания ошибки. Хотя это короткий кадр, он снабжает потребителя дополнительными преамбулами. Передача этого кадра могла бы стать средством установления и поддерживания кадра синхронизации.

Данный кадр, как и другие кадры, содержит две первые строки, за которыми следует $N = 0$ или $N = 1$ строк.

Если $N = 1$, то 24 бита цифровой информации в строке должны быть заполнены чередующимися кодами «0» и «1». Четность должна контролироваться в соответствии с [1, раздел 20.3.5].

4.3.23 Кадр 35-го типа. Альманах радиомаяков ДГЛОНАСС

Кадр 35-го типа обеспечивает потребителей данными о местоположении, частотах, дальностях действия и состоянии сети морских радиомаяков, оборудованных средствами передачи дифференциальных поправок ГЛОНАСС. Кадр 35-го типа обеспечивает также идентификацию передающих станций. Дискретность данных о координатах радиомаяков — 0,3 км по широте и 0,6 км — по долготе. Информация о дальности основана на данных об эффективной дальности действия, которая определяется для опорной станции. Диапазон частот перекрывает диапазоны морских и авиационных ненаправленных радиомаяков.

Данные о состоянии маяка могут представлять четыре вида информации:

«Нормально»;

«Нет контроля целостности»;

«Недоступна исправная информация»;

«Не использовать».

В кадре предусмотрен признак применяемой модуляции передаваемых данных: MSK (манипуляция минимальным сдвигом) или FSK (частотная манипуляция). Определение используемой схемы модуляции осуществляется владельцем маяка.

Кроме того, предусмотрен признак для указания типа передачи данных: синхронная и асинхронная. В синхронной передаче все биты являются битами «данных». В асинхронной передаче только 6 из 8 бит являются битами «данных», первый бит в байте является «стартовым», последний — «стоповым».

Тип передачи устанавливается владельцем дифференциальной подсистемы.

Владельцем дифференциальной подсистемы может быть предусмотрено дополнительное помехоустойчивое кодирование передаваемой информации. В данном кадре предусмотрен признак использования кода обнаружения и/или исправления ошибок (FEC). В этом случае владелец системы должен довести до потребителей информацию о применяемом коде.

Скорость обновления альманаха радиомаяков не должна быть очень высокой. Для морских служб достаточна передача кадра через каждые 15 мин. Кадр 35-го типа должен немедленно формироваться и выдаваться при изменении состояния исправности радиомаяка.

Для правильного формирования кадра 35-го типа, ККС должна иметь доступ к информации от всех радиомаяков, перечисленных в сообщении об альманахе. Владелец дифференциальной подсистемы должен обеспечить ретрансляцию данных о радиомаяках.

Содержание кадра 35-го типа указано в таблице 30, формат — на рисунке 17.

Таблица 30 — Содержание кадра 35-го типа

Параметр	Число битов	Масштабный коэффициент	Диапазон
Широта*	16	0,002747°	± 90°***
Долгота*	16	0,005493°	±180°***
Дальность действия радиомаяка	10	1 км	0—1023 км
Частота	12	100 Гц	190 (все нули) — 599,5 кГц (все единицы)
Состояние радиомаяка**	2	—	4 состояния
Индекс передающей станции	10	1	0 —1023
Скорость передачи в битах4*	3	—	8 состояний
Код модуляции	1	«0» — MSK «1» — FSK	2 состояния
Тип синхронизации	1	«0» — асинхронный «1» — синхронный	2 состояния
Кодирование передачи	1	«0» — нет дополнительного кодирования «1» — FEC кодирование	2 состояния
Всего бит	$72 \times N_b$,	где N_b — число радиомаяков в сообщении	
Четность	$N \times 6$	См. [1, раздел 20.3.5]	

* «+» обозначает северную широту и восточную долготу.

** Состояние радиосигнала: 00 (0) Нормальное функционирование радиомаяка;
01 (1) Не выполняется контроль целостности;
10 (2) Нет данных спутника;
11 (3) Данный радиомаяк не использовать.

*** Дополнительный код:

4* Скорость передачи в битах: 000 (0) 25 бит/с 100 (4) 150 бит/с;
001 (1) 50 бит/с 101 (5) 200 бит/с;
010 (2) 100 бит/с 110 (6) 250 бит/с;
011 (3) 110 бит/с 111 (7) 300 бит/с.

Номер строки кадра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3	Широта																Долгота (старшие биты)								Четность					
$3N_b + 1$	Долгота (младшие биты)								Дальность действия радиомаяка										Частота (старшие биты)						Четность					
$3N_b + 2$	Частота (младшие биты)							*	Индекс передающей станции										Скорость передачи в битах			**	***	4*	Четность					

* Код модуляции.
** Состояние радиомаяка.
*** Тип синхронизации.
4* Кодирование передачи.

Рисунок 17 — Формат кадра 35-го типа

4.3.24 Кадр 36-го типа. Специальное сообщение ГЛОНАСС

Кадр 36-го типа является специальным сообщением в коде ASCII, который может индицироваться аппаратурой потребителя. Кадр 36-го типа может иметь длину до 90 символов. Для согласованности с другими кадрами старшие значащие биты передаются первыми. В кадре для представления символа используется 8-битовый код ASCII. Старший значащий бит будет всегда равняться нулю вследствие того, что не существует стандарта на обозначение других символов, отличных от 7-битовых символов ASCII. Заполняющие биты в кадре представляются нулями во избежание случайной ошибочной интерпретации чередующихся кодов «1» и «0», которые служат заполнителями в других сообщениях.

Формат кадра 36-го типа представлен на рисунке 18.

Сообщение кадра 36-го типа должно передаваться на английском языке с использованием 7-битового кода ASCII и на русском — с использованием 8-битовой таблицы из обязательного приложения.

Номер строки кадра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3	Символ в 8-битном коде ASCII								Символ в 8-битном коде ASCII								Символ в 8-битном коде ASCII								Четность					
4	Символ в 8-битном коде ASCII								Символ в 8-битном коде ASCII								0	0	0	0	0	0	0		Четность					

Рисунок 18 — Формат кадра 36-го типа

4.3.25 Кадр 37-го типа. Разница системного времени ГНСС

Кадр 37-го типа используется для установки связи дифференциальных поправок от различных ГНСС. Когда дифференциальные поправки рассчитываются, они основаны на времени, вычисленном опорной станцией для данной ГНСС (GPS или ГЛОНАСС). Это значение для системного времени является индивидуальным для каждой отдельной дифференциальной опорной станции. В том случае, если опорная станция ДГНСС сопровождает спутники двух разных систем, должны выполняться два отдельных расчета времени. Поправки для каждой системы будут отнесены к расчетам времени для этой конкретной системы. Чтобы совместно обработать эти поправки для получения наилучшей точности, пользователю необходимо знать сдвиг между двумя вычислениями времени с высокой степенью точности. Вместо того чтобы обеспечивать сдвиг времени до величины 2 см при скорости изменения до 2 мм/с, которые согласовываются с точностью поправок, сдвиг времени должен быть рассчитан и поддерживаться постоянным. Частота передачи должна определяться скоростью изменения сдвига между опорным временем двух ГНСС, заданной точностью комбинированного режима для оборудования потребителя и любыми ожидаемыми потерями данных в радиоканале.

Содержание кадра 37-го типа указано в таблице 31, формат — на рисунке 19.

Таблица 31 — Содержание кадра 31-го типа

Параметр	Число битов	Масштабный коэффициент	Диапазон
Идентификатор системы 1	3	—	000 = GPS 001 = ГЛОНАСС 010 = зарезервировано 011 = зарезервировано 100 = зарезервировано 101 = зарезервировано 110 = зарезервировано 111 = зарезервировано
Идентификатор системы 2	3	—	То же, что и для системы 1
Резерв	3	—	—
Разность в целых секундах (t_{int})*	7	Секунды	± 63 с
Десятичные доли секунды (t_{dec})*	32	0,2 нс	± 0,4295 с
Четность	12	—	См. [1, раздел 20.3.5]
* Дополнительный двоичный код.			

Номер строки кадра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3	*			**			***			Разность в целых секундах							Десятичные доли секунды (старшие биты)								Четность					
4	Десятичные доли секунды(младшие биты)																								Четность					

* Идентификатор системы 1.
** Идентификатор системы 2.
*** Резерв.

Рисунок 19 — Формат кадра 37-го типа

Кадр 37-го типа должен быть передан до ввода в действие поправок системы 2, то есть поправки второй системы привязываются к последнему принятому кадру 37-го типа.

Параметры должны комбинироваться приемником потребителя таким образом чтобы время системы 1 было суммой времени системы 2 и t_{diff}, где $t_{diff} = t_{int} + t_{dec}$

Параметр t_{diff} рассчитывается опорной станцией ДГНСС и поддерживается с интервалом 1 нс. Этот постоянный сдвиг сохраняется в дифференциальных наборах поправок до тех пор, пока опорная станция не заменит t_{diff} новой величиной.

Параметр t_{diff} является текущим модифицированным Z-счетом и остается действующим до передачи следующего сообщения.

Приложение
(справочное)

8-битовое представление русского алфавита

Сообщение 36-го типа обеспечивает передачу символов от дифференциальной опорной станции ГЛОНАСС.

В дополнение к стандарту ASCII, который базируется на английских буквенных символах, приведенная ниже таблица представляет стандарт, который должен применяться при передаче символов кириллицы для сообщений на русском языке. Код является десятичным.

Коды от 0 до 127 соответствуют стандартному коду ASCII.

Код	Символ		Код	Символ		Код	Символ		Код	Символ
128	А		144	Р		160	а		176	р
129	Б		145	С		161	б		177	с
130	В		146	Т		162	в		178	т
131	Г		147	У		163	г		179	у
132	Д		148	Ф		164	д		180	ф
133	Е		149	Х		165	е		181	х
134	Ж		150	Ц		166	ж		182	ц
135	З		151	Ч		167	з		183	ч
136	И		152	Ш		168	и		184	ш
137	Й		153	Щ		169	й		185	щ
138	К		154	Ъ		170	к		186	ъ
139	Л		155	Ы		171	л		187	ы
140	М		156	Ь		172	м		188	ь
141	Н		157	Э		173	н		189	э
142	О		158	Ю		174	о		190	ю
143	П		159	Я		175	п		191	я

Библиография

[1] Интерфейсный контрольный документ GPS 200C (Interface Control Document ICD-GPS-200C)

[2] Публикация S-60 Международной гидрографической организации (International Hydrographic Organization Publication S-60).

УДК 621.396.98:629.783:006.354 ОКС 47.020.70 Э50

Ключевые слова: дифференциальные поправки GPS, опорная станция, альманах радиомаяков DGPS, дифференциальные поправки ГЛОНАСС, альманах радиомаяков ГЛОНАСС

Редактор *Е. С. Котлярова*
Технический редактор *В. Н. Прусакова*
Корректор *Н. И. Гаврищук*
Компьютерная верстка *В. Н. Романовой*

Сдано в набор 16.03.2011. Подписано в печать 02.06.2011. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,90. Тираж 89 экз. Зак. 398.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано и отпечатано в Калужской типографии стандартов, 248021 Калуга, ул. Московская, 256.

gost.e-ecolog.ru