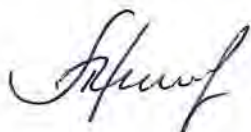


СОГЛАСОВАНО

Директор Центра сертификации типа
оборудования аэродромов (аэропортов),
воздушных трасс и оборудования центров
УВД ФГУП ГосНИИ ГА

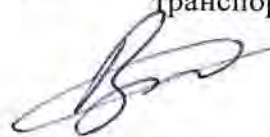


А.А. Примаков

« » _____ 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ

Начальник Управления
радиотехнического обеспечения полетов
и авиационной электросвязи
Федерального агентства воздушного
транспорта



Э.А. Войтовский

«30» декабря 2021 г.

СЕРТИФИКАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ (БАЗИС) к локальной контрольно-корректирующей станции наземного функционального дополнения глобальной навигационной спутниковой системы

Настоящие требования предназначены для проведения сертификации оборудования локальной контрольно-корректирующей станции наземного функционального дополнения глобальной навигационной спутниковой системы наземного базирования (далее – ЛККС).

ЛККС является подсистемой функционального дополнения наземного базирования глобальной навигационной спутниковой системы (GBAS) и предназначена для формирования и передачи воздушным судам дифференциальных поправок к псевдодальностям навигационных спутников и информации о целостности сигналов, излучаемых навигационными спутниками.

ЛККС с радиолинией VDB совместно с навигационными спутниками GNSS обеспечивает навигацию воздушного судна на маршрутах ОВД, в районе аэродрома и точный заход на посадку.

ЛККС с радиолинией VDL-4 совместно с навигационными спутниками GNSS обеспечивает навигацию воздушного судна на маршрутах ОВД и в районе аэродрома.

1. ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. ОБЪЕМ ОБСЛУЖИВАНИЯ (ЗОНА ДЕЙСТВИЯ)

1.1.1. Минимальный объем обслуживания ЛККС для обеспечения захода на посадку, кроме случаев наличия углов закрытия, является следующим:

а) в боковом направлении: начиная от 140 м с каждой стороны от посадочной/фиктивной точки порога ВПП (LTP/FTP) и расширяющейся под углом $\pm 35^\circ$ с каждой стороны траектории конечного этапа захода на посадку до удаления 28 км и под углом $\pm 10^\circ$ с каждой стороны траектории до удаления 37 км от порога ВПП;

б) в вертикальной плоскости: в пределах упомянутой боковой зоны выше 7° или 1,75 усредненного значения угла глиссады (GRA) над горизонтом с началом координат в точке захвата глиссады (GPIP) до верхней границы, определяемой относительной высотой над порогом ВПП (НАТ) в 3000 м и 0,45 GRA выше горизонта или менее вплоть до 0,30 GRA, такого, который требуется, чтобы поддержать назначенную процедуру захвата усредненной глиссады. Нижняя граница составляет половину от самой низкой обеспечиваемой относительной высоты принятия решения или 3,7 м, в зависимости от того, какое значение больше.

Примечание. Графическое изображение минимального объема обслуживания ЛККС приведено в приложении 2.

1.1.2. Минимальный дополнительный объем обслуживания ЛККС для обеспечения заходов на посадку, включая автоматическую посадку и пробег по ВПП, и выполнения взлетов с наведением является следующим:

а) в горизонтальной плоскости: в пределах сектора, включающего ширину ВПП, начиная от дальнего конца ВПП, и параллельно осевой линии ВПП по направлению к ЛТР до минимального объема обслуживания, описанного в п. 1.1.1;

б) в вертикальной плоскости: между двумя горизонтальными поверхностями, одна из которых находится на высоте 3,7 м, а другая – на высоте 30 м над осевой линией ВПП до минимального объема обслуживания, описанного в п. 1.1.1.

1.1.3. Объем обслуживания для определения местоположения должен обеспечиваться в пространстве, определенном радиусом 100 км, от места установки ЛККС (при высоте полета воздушного судна 10 км).

1.1.4. Зона приема спутниковой информации должна быть от 0° до 360° по азимуту и от 5° до 90° по углу места над местной горизонтальной плоскостью антенны любого опорного приемника ЛККС.

1.2. РАДИОЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.2.1. Для передачи сообщений, сформированных ЛККС, должна использоваться радиолиния VDB. Радиочастотные характеристики радиолинии VDB ЛККС должны соответствовать требованиям, приведенным в п. 1.2.3.

1.2.2. **Рекомендация.** Для передачи сообщений, сформированных ЛККС, может использоваться ОБЧ радиолиния режима 4 (далее - VDL-4). Радиочастотные характеристики радиолинии VDL-4 ЛККС должны соответствовать требованиям, приведенным в п. 1.2.4.

1.2.3. Радиочастотные характеристики радиолинии VDB:

1.2.3.1. Несущая частота должна находиться в пределах полосы частот 108,025 – 117,950 МГц с сеткой частот 25 кГц.

1.2.3.2. Стабильность несущей частоты должна находиться в пределах $\pm 0,0002\%$ от номинального значения.

1.2.3.3. Поляризация сигнала должна быть горизонтальной (HPOLE).

1.2.3.4. **Рекомендация.** Поляризация сигнала может быть эллиптической, включающей компоненты горизонтальной (HPOLE) и вертикальной поляризации (VPOLE).

1.2.3.5. Сообщения ЛККС должны формироваться в виде последовательности символов, каждый из которых состоит из трех последовательных битов сообщения. В случае необходимости формирования последнего 3-битового символа сообщения конец сообщения дополняется одним или двумя наборами битов-заполнителей, установленных в нуль. Символы преобразуются в D8PSK посредством сдвига фазы несущей частоты ($\Delta\varphi_k$) в соответствии с таблицей 1:

Таблица 1 – Кодирование данных

| Биты сообщения | | | Символ – фазовый сдвиг |
|----------------|------------|----------|------------------------|
| I_{3K-2} | I_{3K-1} | I_{3K} | $\Delta\varphi_k$ |
| 0 | 0 | 0 | $0\pi/4$ |
| 0 | 0 | 1 | $1\pi/4$ |
| 0 | 1 | 1 | $2\pi/4$ |

| | | | |
|---|---|---|----------|
| 0 | 1 | 0 | $3\pi/4$ |
| 1 | 1 | 0 | $4\pi/4$ |
| 1 | 1 | 1 | $5\pi/4$ |
| 1 | 0 | 1 | $6\pi/4$ |
| 1 | 0 | 0 | $7\pi/4$ |

Примечания. 1. Фаза несущей частоты для k -го символа (φ_k) описывается выражением: $\varphi_k = \varphi_{k-1} + \Delta\varphi_k$.

2. Сигнал D8PSK может быть получен путем суммирования двух квадратурных РЧ-сигналов, модулированных по амплитуде с независимым подавлением несущей импульсами, отфильтрованными в полосе частот модулирующего сигнала.

3. I_j представляет собой j -й бит подлежащего передаче пакета, где I_1 – первый бит установочной последовательности.

1.2.3.6. Выходной сигнал дифференциального фазового кодирующего устройства должен формироваться фильтром формирования импульса. Несущая частота должна модулироваться выходом $s(t)$ этого фильтра. Описание фильтра формирования импульса приведено в добавлении 2.

1.2.3.7. Величина вектора ошибки передаваемого сигнала не должна превышать 6,5 % от среднеквадратического значения (1σ).

1.2.3.8. Скорость передачи должна составлять 10500 символов/с \pm 0,005% (номинальная скорость передачи информации - 31500 бит/с).

1.2.3.9. Максимальная мощность, измеренная во время передачи в любом несанкционированном временном интервале в полосе частот 25 кГц с центром на частоте данного канала, не должна превышать -105 дБ относительно разрешенной мощности передатчика.

1.2.3.10. Эффективная изотропно излучаемая мощность (EIRP) в пределах минимального объема обслуживания ЛККС для обеспечения захода на посадку должна обеспечивать:

- минимальную напряженность поля горизонтальной составляющей сигнала (HPOL) 215 мкВ/м (-99 дБВт/м²);
- максимальную напряженность поля HPOL 0,879 В/м (-27 дБВт/м²).

Примечание. Напряженность поля измеряется как средняя за период времени синхронизации и решения неоднозначности пакета.

1.2.3.11. Эффективная изотропно излучаемая мощность (EIRP) в пределах минимального дополнительного объема обслуживания ЛККС для обеспечения заходов на посадку, включая автоматическую посадку и пробег по ВПП, выполнения взлетов с наведением должна обеспечивать минимальную напряженность поля горизонтальной составляющей сигнала (HPOL) 215 мкВ/м (-99 дБВт/м²) ниже 11 м до 3,7 м над поверхностью ВПП и 650 мкВ/м ($-89,5$ дБВт/м²) на высоте 11 м и более над поверхностью ВПП.

1.2.3.12. **Рекомендация.** Эффективная изотропно излучаемая мощность (EIRP) в пределах зоны объема обслуживания ЛККС при передаче эллиптически поляризованного сигнала должна обеспечивать:

- минимальную напряженность поля горизонтальной составляющей сигнала (HPOL) в соответствии с п.1.2.3.10;
- минимальную напряженность поля вертикальной составляющей сигнала (VPOL) 136 мкВ/м (-103 дБВт/м²);
- максимальную напряженность поля VPOL 0,555 В/м (-31 дБВт/м²).

Примечание. 1. Напряженность поля измеряется как средняя за период времени синхронизации и решения неоднозначности пакета.

2. Минимальные и максимальные значения напряженности поля относятся к минимальному расстоянию от антенны передатчика 80 м и границе зоны действия (43 км).

1.2.3.13. Уровень мощности, излучаемой на соседних каналах, при передаче ЛККС, измеренный в полосе частот 25 кГц с центром в *i*-ом соседнем канале, не должен превышать указанный в таблице 2:

Таблица 2 – Уровень мощности, излучаемой на соседних каналах

| Канал | Относительная мощность, дБиК | Максимальная мощность, дБм |
|-----------------------|------------------------------|----------------------------|
| 1-й соседний | - 40 | - 12 |
| 2-й соседний | - 65 | - 13 |
| 4-й соседний | - 74 | - 22 |
| 8-й соседний | - 88,5 | - 36,5 |
| 16-й соседний | - 101,5 | - 49,5 |
| 32-й соседний | - 105 | - 53 |
| 64-й соседний | - 113 | - 61 |
| 76-й соседний и далее | - 115 | - 63 |

Примечание. 1. Максимальная мощность применяется для мощности передатчика более 150 Вт.

2. Соотношение между единичными соседними точками выше указанных соседних каналов является линейным.

1.2.3.14. Нежелательные излучения, включающие побочные и внеполосные излучения, должны соответствовать уровням в соответствии с таблицей 3:

Таблица 3 – Нежелательные излучения

| Частота | Относительный уровень нежелательного излучения | Максимальный уровень нежелательного излучения |
|---------------------|--|---|
| 9 ÷ 150 кГц | - 93 дБиК | - 55 дБм/1 кГц |
| 150кГц ÷ 30 МГц | - 103 дБиК | - 55 дБм/10 кГц |
| 30 ÷ 106,125 МГц | - 115 дБиК | - 57 дБм/100 кГц |
| 106,425 МГц | - 113 дБиК | - 55 дБм/100 кГц |
| 107,225 МГц | - 105 дБиК | - 47 дБм/10 ^o кГц |
| 107,625 МГц | - 101,5 дБиК | - 53,5 дБм/10 кГц |
| 107,825 МГц | - 88,5 дБиК | - 40,5 дБм/10 кГц |
| 107,925 МГц | - 74 дБиК | - 36 дБм/1 кГц |
| 107,9625 МГц | - 71 дБиК | - 33 дБм/1 кГц |
| 107,975 МГц | - 65 дБиК | - 27 дБм/1 кГц |
| 118,000 МГц | - 65 дБиК | - 27 дБм/1 кГц |
| 118,0125 МГц | - 71 дБиК | - 33 дБм/1 кГц |
| 118,050 МГц | - 74 дБиК | - 36 дБм/1 кГц |
| 118,150 МГц | - 88,5 дБиК | - 40,5 дБм/10 кГц |
| 118,350 МГц | - 101,5 дБиК | - 53,5 дБм/10 кГц |
| 118,750 МГц | - 105 дБиК | - 47 дБм/100 кГц |
| 119,550 МГц | - 113 дБиК | - 55 дБм/10 ^o кГц |
| 119,850 МГц ÷ 1 ГГц | - 115 дБиК | - 57 дБм/100 кГц |
| 1 ÷ 1,7 ГГц | - 115 дБиК | - 47 дБм/1 кГц |

Примечание 1. Максимальная мощность применяется для мощности передатчика более 150 Вт.

Примечание 2. Относительный уровень нежелательных излучений рассчитывается с использованием одной и той же ширины полосы для полезных и нежелательных сигналов.

Примечание 3. Соотношение между одиночными соседними точками выше указанных соседних каналов является линейным.

1.2.3.15. Полная мощность любой гармоники ОБЧ-передачи данных или дискретного сигнала должна быть не более – 53 дБм.

1.2.3.16. Мощность передатчика VDB не должна превышать 50 Вт.

1.2.4. Радиочастотные характеристики радиолинии VDL-4.

Примечание 1. Требование обязательно при реализации п. 1.2.2.

1.2.4.1. Несущая частота должна находиться в пределах полосы частот 118,000 – 136,975 МГц с сеткой частот 25 кГц.

1.2.4.2. Стабильность несущей частоты должна находиться в пределах $\pm 0,0002\%$ от номинального значения.

1.2.4.3. Поляризация сигнала должна быть вертикальная.

1.2.4.4. Передатчик должен обеспечивать передачу данных в классе излучения F1D методом частотной манипуляции с гауссовой фильтрацией спектра сигнала (GFSK) с применением NRZI-кодирования. Скорость передачи данных в радиоканале 19200 бит/с, параметр ВТ фильтра Гаусса $0,28 \pm 0,03$, индекс модуляции $0,25 \pm 0,03$.

Примечание. NRZI-кодирование означает, что тональный сигнал не изменяется при передаче бита «1» и изменяется на противоположный при передаче бита «0».

1.2.4.5. Средняя выходная мощность, измеряемая на выходе передатчика при его работе на нагрузку 50 Ом без усреднения по временным интервалам между передачами, должна быть не менее 42 дБм.

1.2.4.6. Мощность любого паразитного излучения не должна превышать значений, указанных в таблице 4:

Таблица 4 – Мощность паразитных излучений

| Контрольный частотный диапазон | Мощность паразитных излучений в режиме «передатчик выключен» | Мощность паразитных излучений в режиме «передатчик включен» | Опорная частота пропускания |
|--------------------------------|--|--|-----------------------------|
| 9 кГц – 150 кГц | - 57 дБм | - 36 дБм | $B = 1$ кГц |
| 150 кГц – 1 ГГц* | - 57 дБм | - 36 дБм для гармоник - 46 дБм для негармонических паразитных излучений | $B = 10$ кГц |
| 1 ГГц – 4 ГГц | - 47 дБм | - 30 дБм для гармоник - 40 дБм для негармонических паразитных излучений | $B = 10$ кГц |

Примечание. * За исключением полосы ± 1 МГц относительно несущей частоты в режиме «передатчик включен».

1.2.4.7. Мощность излучения на соседних каналах относительно мощности несущей частоты не должна превышать:

- в полосе 25 кГц первого соседнего канала 2 дБм;
- в полосе 16 кГц первого соседнего канала – 18 дБм;

- в полосе 25 кГц второго соседнего канала – 28 дБм;
- в полосе 25 кГц четвертого соседнего канала – 38 дБм.

1.2.4.8. ВЧ мощность, измеренная в полосе пропускания 25 кГц, должна снижаться с минимальной скоростью 5дБ на октаву от четвертого соседнего канала до максимального значения минус 53 дБм.

1.2.4.9. Эффективная излучаемая мощность (ERP) в пределах зоны объема обслуживания ЛККС должна обеспечивать:

- минимальную напряженность поля 20 мкВ/м (– 120 дБВт/м²);
- максимальную напряженность поля 0,71 В/м (– 29 дБВт/м²).

Примечание 1. Напряженность поля измеряется как средняя за период времени синхронизации и решения неоднозначности пакета.

Примечание 2. Минимальные и максимальные значения напряженности поля относятся к минимальному расстоянию от антенны передатчика 80 м и границе зоны действия (43 км).

1.3. СТРУКТУРА ДАННЫХ

1.3.1. Структура данных радиолинии VDB

Синхронизация передатчика

1.3.1.1. Для передачи данных должен использоваться метод многостанционного доступа с временным разделением каналов (TDMA) с фиксированной длительностью кадра (500 мс). В каждой односекундной эпохе UTC должны содержаться два таких кадра. Первый из указанных кадров должен начинаться в начале эпохи UTC, а второй начинается спустя 0,5 сек. после начала эпохи UTC. Кадр должен мультиплексироваться по времени таким образом, чтобы он состоял из восьми отдельных временных интервалов (А–Н) длительностью 62,5 мс.

1.3.1.2. В каждом установленном временном интервале должно содержаться не более одного пакета. Чтобы инициировать использование временного интервала (слота), ЛККС должна передавать пакет в данном временном интервале в каждом из пяти последовательных кадров. Для каждого используемого временного интервала наземная подсистема должна передавать пакет как минимум в одном из каждых пяти последовательных кадров.

Примечание. Пакеты содержат не менее одного сообщения и могут иметь переменную длину, вплоть до максимально допустимой, в рамках временного интервала, как определено в п.1.3.1.6.

1.3.1.3. На каждый пакет должен приходиться временной интервал 62,5 мс.

1.3.1.4. Пакет должен начинаться через 95,2 мкс после начала временного интервала с допуском $\pm 95,2$ мкс.

1.3.1.5. **Рекомендация.** Для ЛККС, использующей эллиптическую поляризацию сигнала, начало синхронизирующей и решающей неоднозначности части пакета, передаваемого с горизонтальной поляризацией, должно приходиться на 10-й микросекундный интервал с начала пакета, передаваемого с вертикальной поляризацией.

1.3.1.6. Мощность передатчика должна достигать 90% уровня мощности установившегося режима в течение 190,5 мкс после начала пакета (2 символа). Мощность передатчика должна стабилизироваться на уровне установившегося режима в течение 476,2 мкс после начала пакета (5 символов).

1.3.1.7. После последнего информационного символа, переданного в рамках установленного временного интервала, уровень выходной мощности передатчика должен снижаться по меньшей мере на 30 дБ относительно уровня мощности установившегося режима в течение 285,7 мкс (3 символа).

Организация пакетов и кодирование

1.3.1.8. Каждый пакет должен включать элементы данных, представленные в табл. 5.

Таблица 5 – Содержание данных пакета

| Элемент | Содержание данных | Число битов |
|---|-------------------|-------------|
| Начало пакета | Все нули | 15 |
| Стабилизация мощности | | |
| Синхронизация и разрешение неоднозначности | п. 2.3.8 | 48 |
| Скремблированные данные: | | |
| идентификатор временного интервала станции (SSID) | Д.3.1 | 3 |
| длина передачи | Д.3.2 | 17 |
| FEC установочной последовательности | Д.3.3 | 5 |
| данные приложения | Д.3.4 | До 1776 |
| FEC приложения | Д.3.5 | 48 |
| биты заполнения | Д.3.7 | 0 - 2 |

Кодирование сообщений должно подчиняться следующей последовательности: форматирование данных приложения, формирование FEC установочной последовательности, формирование FEC приложения и скремблирование битов.

Примечание 1. Содержание шифруемых (скремблируемых) данных приведено в добавлении 3.

Примечание 2. Схема шифратора битов (скремблера) приведена на рисунке П.3.1 приложения 3.

1.3.1.9. Поле синхронизации и разрешения неоднозначности должно определяться приведенной 48-разрядной последовательностью с передачей первым правого старшего разряда:

010 001 111 101 111 110 001 100 011 101 100 000 011 110 010 000.

1.3.2. Структура данных радиолинии VDL-4

1.3.2.1. Сообщения ЛККС должны формироваться в виде пакета и передаваться в одном или нескольких последовательных временных слотах. Длительность одного слота определяется делением временного интервала 60 секунд на 4500 равных интервала. Каждый пакет должен состоять из следующих сегментов:

- стабилизации мощности передачи (А) продолжительностью 16 символьных периодов;
- синхронизации и неопределенности разрешения (В). Сегмент синхронизации должен состоять из обучающей 24-х битной последовательности 0101 0101 0101 0101 0101 0101, передаваемой слева направо. Первый передаваемый бит в обучающей последовательности должен иметь вид колебания высокого тона и передаваемый тональный сигнал должен изменяться на противоположный перед передачей 0;
- данных (С);
- затухания мощности передатчика (D);
- интервала безопасности на распространение (Е).

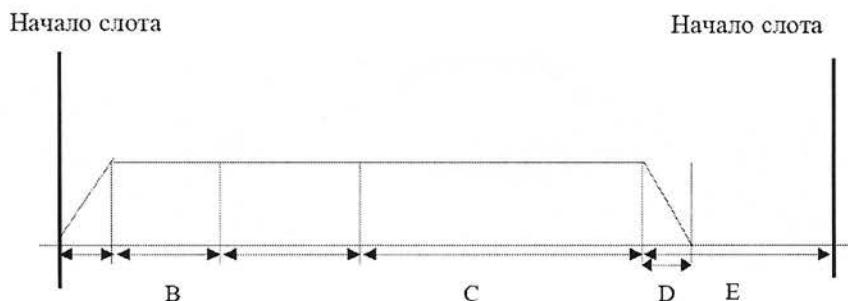


Рисунок 1 – Временная диаграмма передачи однослотового сообщения

1.3.3. Формат блоков сообщений, передаваемых по радиолиниям VDB и VDL-4

1.3.3.1. Блоки сообщения должны включать заголовок блока сообщения, сообщение и 32-битовый проверочный избыточный циклический код (CRC). Структура блока сообщения должна соответствовать таблице 6:

Таблица 6 – Структура блока сообщения ЛККС

| Блок сообщения | Биты |
|---------------------------|--------------|
| Заголовок блока сообщения | 48 |
| Сообщение | До 1696 вкл. |
| CRC | 32 |

Все параметры со знаком представляются как числа с точным двоичным дополнением, а все параметры без знака представляются как числа с фиксированной точкой без знака. Масштабирование данных должно соответствовать представленному в таблицах сообщений. Все поля данных в блоке сообщения передаются в порядке, определенном в таблицах Добавления 5, при этом первым передается младший бит каждого поля.

Примечание 1. Все двоичные представления, читаемые слева направо, являются представлениями от старшего к младшему разряду.

Примечание 2. CRC сообщения ЛККС рассчитывается в соответствии с добавлением 4.

1.3.3.2. Заголовок блока сообщения должен состоять из идентификатора блока сообщения, идентификатора ЛККС (ID), идентификатора типа сообщения и параметра длины сообщения, как показано в таблице 7:

Таблица 7 – Формат заголовка блока сообщений

| Поле данных | Биты |
|-------------------------------|------|
| Идентификатор блока сообщения | 8 |
| Идентификатор ID | 24 |
| Идентификатор типа сообщения | 8 |
| Длина сообщения | 8 |

Идентификатором блока сообщения (МВІ) является 8-битовый идентификатор для рабочего режима блока сообщения ЛККС, кодируемый как 1010 1010 для нормального сообщения или 1111 1111 для тестового сообщения.

Идентификатором ID является 4-символьная идентификация ЛККС. Каждый символ должен кодироваться с использованием битов с b_1 по b_6 его представления в Международном алфавите №5 (IA-5). Для каждого символа бит b_1 должен передаваться первым, при этом для каждого символа передаются 6 битов. Должны использоваться только прописные буквы, цифры и "пробел" IA-5. Первым передается правый старший символ. Для 3-символьного идентификатора ID правый старший символ (передается первым) представляет собой "пробел" IA-5.

Идентификатором типа сообщения должна быть цифровая метка, идентифицирующая содержание сообщения.

Длина сообщения должна быть в 8-битовых байтах, включая 6-байтовый заголовок блока сообщения, само сообщение и 4-байтовый CRC код.

1.3.3.3. Длина кода CRC должна составлять $k = 32$ бита.

Порождающий полином CRC имеет следующий вид:

$$G(x) = x^{32} + x^{31} + x^{24} + x^{22} + x^{16} + x^{14} + x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + x + 1.$$

Информационное поле CRC, $M(x)$, описывается выражением:

$$M(x) = \sum_{i=1}^n m_i x^{n-i} = m_1 x^{n-1} + m_2 x^{n-2} + \dots + m_n x^0.$$

$M(x)$ формируется из 48-битового заголовка блока сообщения ЛККС и всех битов сообщения переменной длины, исключая CRC. Биты устанавливаются в порядке передачи таким образом, что m_i соответствует первому передаваемому биту заголовка блока сообщения, а m_n соответствует последнему передаваемому биту из $(n-48)$ битов сообщения.

CRC строится таким образом, что r_1 представляет собой первый передаваемый бит, а r_{32} – последний передаваемый бит.

1.4. СОДЕРЖАНИЕ ДАННЫХ

1.4.1. В ЛККС должны формироваться следующие типы сообщений:

- 1 – поправки к псевдодальностям, сглаженные с интервалом 100 с;
- 2 – информация о ЛККС;
- 3 – нулевое сообщение;
- 4 – информация о конечном участке захода на посадку при обеспечении точного захода на посадку (FAS);
- 5 – данные о прогнозируемой эксплуатационной готовности дальномерного источника.
- 11 – поправки к псевдодальности, сглаженные с интервалом 30 с;
- 101 – поправки к псевдодальности GRAS.

Примечание 1. Содержание сообщений приведено в добавлении 5.

Примечание 2. Необходимость формирования конкретных типов сообщений в зависимости от вида обслуживания, обеспечиваемого ЛККС, приведено в таблице 8.

1.5. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.5.1. Точность.

1.5.1.1. Точность измерения по горизонтали не должна превышать 16 м, точность измерения по вертикали не должна превышать 4 м (с доверительной вероятностью 0,95).

1.5.1.2. Должно быть определено и указано в эксплуатационной документации буквенное обозначение точности ЛККС.

Примечание. Требования по определению вклада ЛККС в погрешность скорректированной псевдодальности приведены в добавлении 6.

1.5.2. Целостность.

1.5.2.1. Риск потери целостности для ЛККС

1.5.2.1.1. Риск потери целостности сигнала в пространстве при заходе на посадку при использовании ЛККС, классифицированной как FAST A, B или C, должен составлять менее $1,5 \times 10^{-7}$ на заход на посадку.

Примечание 1. Риск потери целостности, для ЛККС, представляет собой подмножество риска потери целостности сигнала GBAS в пространстве и включает отказы ЛККС и основной орбитальной системы (систем), кроме риска потери целостности уровня защиты, указанного в п. 1.5.2.1.8 Риск потери целостности ЛККС включает в себя риск потери целостности мониторинга спутникового сигнала, указанного в п. 1.7.3.

Примечание 2. Риск потери целостности сигнала GBAS в пространстве определяется как вероятность того, что ЛККС обеспечивает информацию, которая при обработке безотказным приемником с использованием воздушным судном данных ЛККС, полученных в объеме обслуживания, дает боковую или вертикальную относительную ошибку местоположения, превышающую допустимые пределы, без оповещения в течение периода, превышающего максимальную задержку срабатывания сигнализации при потере целостности сигнала в пространстве. Превышающая допустимые пределы боковая или вертикальная относительная ошибка местоположения определяется как погрешность, которая превышает уровень защиты при обслуживании при заходе на посадку с использованием GBAS и, если передается дополнительный блок данных I, предельную погрешность местоположения в эфемеридах.

1.5.2.1.2. Риск потери целостности сигнала в пространстве при заходе на посадку при использовании ЛККС, классифицированной как FAST D, вследствие любых причин, кроме погрешностей, привнесенными аномальными ионосферными условиями, должен составлять менее $1,5 \times 10^{-7}$ на заход на посадку.

Примечание 1. Риск потери целостности, для ЛККС, классифицированной как FAST D, представляет собой подмножество риска потери целостности сигнала GBAS в пространстве и включает отказы ЛККС и основной орбитальной системы (систем), кроме риска потери целостности уровня защиты, указанного в п. 1.5.2.1.8.

Примечание 2. Риск потери целостности сигнала GBAS в пространстве для GAST D определяется как вероятность того, что ЛККС обеспечивает информацию, которая при обработке безотказным приемником с использованием воздушным судном данных ЛККС, полученных в объеме обслуживания в отсутствие ионосферных аномалий, дает боковую или вертикальную относительную ошибку местоположения, превышающую допустимые пределы, без оповещения в течение периода, превышающего максимальную задержку срабатывания сигнализации при потере целостности сигнала в пространстве. Превышающая допустимые пределы боковая или вертикальная относительная ошибка местоположения определяется как погрешность, которая превышает уровень защиты при обслуживании при заходе на посадку с использованием GBAS и предельную погрешность местоположения в эфемеридах. Для GAST D превышающие допустимые пределы условия, вызванные аномальными ионосферными погрешностями, исключаются из риска потери целостности, т.к. риск вследствие ионосферных аномалий был отнесен за счет бортового сегмента и снижен им.

1.5.2.1.3. Вероятность того, что ЛККС, классифицированная как FAST D, будет самостоятельно генерировать и передавать несоответствующую требованиям информацию в течение более 1,5 с, должна составлять не более 1×10^{-9} на одну любую посадку.

Примечание 1. Данное дополнительное требование к риску потери целостности, назначенному ЛККС FAST D, определяется с точки зрения вероятности того, что внутренние отказы ЛККС приведут к генерированию несоответствующей требованиям информации. Термин "несоответствующая требованиям информация" в данном контексте определяется в рамках предусмотренной функции ЛККС обеспечивать посадки по минимумам категории III. Например, несоответствующая требованиям информация включает любой передаваемый сигнал или передаваемую информацию, которые не контролируются в соответствии с базисом.

Примечание 2. Окружающие условия (аномальные особенности ионосферы, тропосферы, радиочастотные помехи, многолучевое распространение сигнала ГНСС и т.д.)

не относятся к отказам; тем не менее, в это требование включены отказы оборудования наземных подсистем, используемого для мониторинга или снижения влияния таких окружающих условий. Похожим образом, отказы дальномерных источников основной орбитальной системы (систем) не включены в данное требование; однако в него включена возможность наземной подсистемы обеспечивать мониторинг этих дальномерных источников. Требования к мониторингу отказов дальномерных источников и ионосферных окружающих условий приводятся отдельно в п.п. 1.7.3.3, 1.7.3.4 и 1.7.4.

Примечание 3. Отказы, имеющие место в наземных приемниках, используемых для генерирования передаваемых поправок, не включаются в данное требование, если они возникают в любом одном и только одном приемнике одновременно. Такие отказы ограничиваются требованиями п. 1.5.2.1.8 и соответствующим требованием к риску потери целостности.

1.5.2.1.4. Максимальная задержка срабатывания сигнализации ЛККС при обслуживании при заходе на посадку, классифицированной как FAST A, B, C или D, должна составлять не более 3 с для всех требований целостности сигнала в пространстве (см. п.п. 1.5.2.1.1, 1.5.2.1.2, 1.5.2.1.8), когда передаются сообщения типа 1.

Примечание 1. Задержка срабатывания сигнализации ЛККС представляет собой интервал времени между моментом, когда боковая или вертикальная относительная погрешность положения превышает допустимые пределы, и моментом передачи последнего бита сообщения, содержащего данные по целостности, отражающие данную ситуацию.

Примечание 2. Для ЛККС FAST D применяются дополнительные требования к мониторингу диапазона дальности п.п. 1.7.3.3, 1.7.3.4 и 1.7.4. В этих пунктах для ЛККС определяются временные пределы для обнаружения и оповещения получателя на борту о превышающих пределы дифференциальных погрешностях псевдодальности.

1.5.2.1.5. Максимальная задержка срабатывания сигнализации ЛККС при обслуживании при заходе на посадку, классифицированной как FAST A, при потере целостности сигнала в пространстве должна составлять не более 5,5 с, когда передаются сообщения типа 101.

1.5.2.1.6. Риск потери целостности ЛККС при определении местоположения должен составлять менее $9,9 \times 10^{-8}$ в час.

Примечание 1. Риск потери целостности для ЛККС, представляет собой подмножество риска потери целостности сигнала GBAS в пространстве и включает отказы ЛККС и основной орбитальной системы (систем), кроме риска потери целостности уровня защиты, указанного в п. 1.5.2.1.11. Риск потери целостности ЛККС включает в себя риск потери целостности мониторинга спутникового сигнала, указанного в п. 1.7.3.

Примечание 2. Риск потери целостности сигнала GBAS в пространстве представляет собой вероятность того, что ЛККС обеспечивает информацию, которая при обработке безотказным приемником с использованием воздушным судном данных ЛККС дает горизонтальную относительную ошибку местоположения, превышающую допустимые пределы, без оповещения в течение периода, превышающего максимальную задержку срабатывания сигнализации. Горизонтальная относительная ошибка местоположения, превышающая допустимые пределы, определяется как погрешность, которая превышает уровень горизонтальной защиты и предельную горизонтальную погрешность местоположения в эфемеридах.

1.5.2.1.7. Максимальная задержка срабатывания сигнализации ЛККС при определении местоположения составляет не более 3 с, когда передаются сообщения типа 1, и не более 5,5 с, когда передаются сообщения типа 101.

Примечание 1. Задержка срабатывания сигнализации ЛККС представляет собой интервал времени между моментом, когда горизонтальная относительная погрешность положения превышает допустимые пределы, и моментом передачи последнего бита сообщения, содержащего данные по целостности, отражающие данную ситуацию.

1.5.2.1.8. Риск потери целостности уровня защиты ЛККС при обслуживании при заходе на посадку с использованием GBAS должен составлять менее 5×10^{-8} на заход на посадку.

Примечание 1. Риск потери целостности уровня защиты при обслуживании при заходе на посадку с использованием GBAS представляет собой риск потери целостности вследствие необнаруженных ошибок в решении навигационной задачи по определению местоположения, сглаженном с интервалом 100 с относительно опорной точки GBAS, больших, чем соответствующие уровни защиты при соблюдении двух нижеследующих условий:

а) в условиях нормальных измерений, определенных в п. 3.6.5.5.1.1 приложения 4, при D_V и D_L , установленных на 0;

б) в условиях измерений с ошибками, определенных в п. 3.6.5.5.1.2 приложения 4, при D_V и D_L , установленных на 0.

2. Ограничение погрешностей решения ЛККС навигационной задачи по определению местоположения на основе GAST D, при сглаживании с интервалом 100 с, обеспечит ограничение погрешностей решения навигационной задачи на основе GAST D, при сглаживании с интервалом 30 с.

1.5.2.1.9. Дополнительные требования к ограничениям для ЛККС, классифицированной как FAST D.

Значение σ_{vert} (используемое при расчете уровня защиты VPL_{H0}) и значение σ_{lat} (используемое при расчете уровня защиты LPL_{H0}) для GAST D на основе передаваемых параметров (определенных в п. 3.6.5.5.1.1 приложения 4), за исключением вклада воздушного судна, удовлетворяют условию нормального распределения с нулевым средним, а стандартное отклонение, равное σ_{vert} и σ_{lat} , ограничивает распределение вертикальной и боковой погрешностей в составе суммарной погрешности дифференциальной поправки следующим образом:

$$\int_{-\infty}^{\infty} f_n(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ для всех } \frac{y}{\sigma} \geq 0 \text{ и}$$

$$\int_{-\infty}^{\frac{y}{\sigma}} f_n(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ для всех } \frac{y}{\sigma} \geq 0,$$

где

$f_n(x)$ – функция плотности вероятности вертикальной или боковой дифференциальной погрешности определения местоположения, за исключением вклада воздушного судна, и

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

Значение $\sigma_{\text{vert},H1}$ (используемое при расчете уровня защиты VPL_{H1}) и значение $\sigma_{\text{lat},H1}$ (используемое при расчете уровня защиты LPL_{H1}) для GAST D на основе передаваемых параметров (определенных в п. 3.6.5.5.1.2 приложения 4), за исключением вклада воздушного судна, ограничивают суммарные ошибки дифференциальных поправок (как определено выше), образуемые всеми возможными подмножествами с одним исключенным приемником.

Примечание 1. Суммарные ошибки дифференциальных поправок относятся к поправкам на основе кодовых измерений при сглаживании по несущей с использованием постоянной времени сглаживания 100 с.

1.5.2.1.10. Для ЛККС, классифицированной как FAST D, частота измерений с ошибками от любого одного и только одного опорного приемника должна составлять менее 1×10^{-5} в 150 с.

Примечание 1. Измерения с ошибками могут возникнуть вследствие ошибок в приемнике или окружающих условий, присущих только месту расположения отдельного опорного приемника.

1.5.2.1.11. Риск потери целостности уровня защиты ЛККС, которая обеспечивает определение местоположения, должен составлять менее 10^{-9} в час.

Примечание 1. Риск потери целостности уровня защиты определения местоположения представляет собой риск потери целостности вследствие необнаруженных ошибок горизонтального положения относительно опорной точки ЛККС, больших, чем уровни защиты определения местоположения при соблюдении двух нижеследующих условий:

- а) в условиях нормальных измерений, определенных в п. 3.6.5.5.2.1 приложения 4;
- б) в условиях измерений с ошибками, определенных в п. 3.6.5.5.2.2 приложения 4.

1.5.2.1.12. Для блоков данных FAS сообщения типа 4 с определителем характеристик захода на посадку, кодированным как 1, 2, 3 или 4, значение FASLAL для каждого блока FAS, как указано в поле бокового порога срабатывания сигнализации FAS в сообщении типа 4, не превышает 40 м, а значение FASVAL для каждого блока FAS, как указано в поле вертикального порога срабатывания сигнализации FAS в сообщении типа 4, не превышает 10 м.

1.5.2.1.13. Для блоков данных FAS сообщения типа 4 с определителем характеристик захода на посадку, кодированным как 0, значения FASLAL и FASVAL не превышают 40 м по боку, 50 м (APV-I) и 20 м (APV-II) по вертикали, для предполагаемого эксплуатационного применения.

1.5.3. Непрерывность обслуживания.

1.5.3.1. Непрерывность обслуживания, предоставляемого ЛККС, классифицированной как FAST A, B, C или D, должна составлять не менее $1 - 8,0 \times 10^{-6}$ в течение любого 15-ти секундного интервала.

Примечание 1. Непрерывность обслуживания, предоставляемого ЛККС, представляет собой среднюю вероятность того, что в течение 15-секундного периода система ОБЧ-радиопередачи данных передает данные в рамках установленных допусков, напряженность поля ОБЧ-радиопередачи данных находится в пределах заданного диапазона и уровни защиты ниже порогов срабатывания сигнализации, включая изменения существующей конфигурации, обусловленные космическим сегментом.

1.5.3.2. Дополнительные требования к непрерывности обслуживания для FAST D. Вероятность отказа или ложной сигнализации ЛККС, классифицированной как FAST D, за исключением мониторинга дальномерных источников, которые приводят к внеплановому перерыву в обслуживании в течение периода времени не менее 1,5 с, не должна превышать $2,0 \times 10^{-6}$ в течение любого 15-ти секундного интервала. Вероятность исключения ЛККС любого отдельного безотказного дальномерного источника из поправок сообщений типа 1 или 11 вследствие ложного обнаружения наземными средствами мониторинга целостности не должна превышать $2,0 \times 10^{-7}$ в течение любого 15-ти секундного интервала.

Примечание 1. Потеря обслуживания включает отказы, приводящие к потере ОБЧ-данных при передаче, невозможности обеспечивать требуемую напряженность поля ОБЧ-радиопередачи данных, а также отказы, приводящие к ОБЧ-радиопередаче данных вне допустимых значений и срабатыванию сигнализации из-за нарушения целостности.

Примечание 2. Непрерывность для FAST D определяется как вероятность продолжения обеспечения наземной подсистемой обслуживания, соответствующего предусмотренным функциям наземной подсистемы. Результирующая на борту непрерывность характеристик навигационной системы при определении области местоположения должна оцениваться в контексте определенной геометрии спутников и степени интеграции бортовых систем самолета. За оценку непрерывности навигационного обслуживания при определении области местоположения для FAST D ответственность несет пользователь на борту.

1.5.3.3. Непрерывность при определении местоположения должна составлять не менее $1 - 1 \times 10^{-4}$ на час.

1.5.4. Эксплуатационная готовность.

1.5.4.1. Эксплуатационная готовность должна быть указана в эксплуатационной документации и составлять не менее 0,99.

1.6. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.6.1. Передача и частота сообщений.

1.6.1.1. Применительно к типам обслуживания, обеспечиваемым ЛККС, ЛККС должна передавать сообщения типов, приведенных в таблице 8:

Таблица 8 – Типы сообщений ЛККС для обеспечиваемых видов обслуживания

| Тип сообщения | GAST A: примечание 1 | GAST B: примечание 1 | GAST C: примечание 1 | GAST D: примечание 1 |
|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| MT 1 | Факультативно. Примечание 2 | Обязательно | Обязательно | Обязательно |
| MT 2 | Обязательно | Обязательно | Обязательно | Обязательно |
| MT2-ADB 1 | Факультативно. Примечание 3 | Факультативно. Примечание 3 | Факультативно. Примечание 3 | Обязательно |
| MT2-ADB 2 | Факультативно. Примечание 4 | Факультативно. Примечание 4 | Факультативно. Примечание 4 | Факультативно |
| MT2-ADB 3 | Не используется | Не используется | Не используется | Обязательно |
| MT2-ADB 4 | Рекомендуется | Рекомендуется | Рекомендуется | Обязательно |
| MT3. Примечание 5 | Рекомендуется | Рекомендуется | Рекомендуется | Обязательно |
| MT 4 | Факультативно | Обязательно | Обязательно | Обязательно |
| MT 5 | Факультативно | Факультативно | Факультативно | Факультативно |
| MT11 | Не используется | Не используется | Не используется | Обязательно |
| MT 101 | Факультативно. Примечание 2 | Запрещено | Запрещено | Запрещено |

Примечание 1. Определения терминов:

Обязательно: сообщение должно передаваться при обеспечении данного вида обслуживания.

Факультативно: передача сообщения является необязательной при обеспечении данного вида обслуживания (не используется некоторыми или всеми бортовыми подсистемами).

Рекомендуется: использование сообщения является необязательным, но рекомендуется при обеспечении данного вида обслуживания.

Не используется: сообщение не используется бортовыми подсистемами, обеспечивающими данный вид обслуживания.

Запрещено: передача сообщения не разрешается при обеспечении данного вида обслуживания.

Примечание 2. Наземные подсистемы, обеспечивающие виды обслуживания GAST A, могут передавать сообщения типа 1 или 101, но не оба типа сразу.

Примечание 3. MT2-ADB1 является обязательным, если предоставляется обслуживание для определения местоположения.

Примечание 4. MT2-ADB2 является обязательным, если предоставляется обслуживание GRAS.

Примечание 5. MT3 рекомендуется (GAST A, B, C) или требуется (GAST D) использовать только для того, чтобы выполнить требования к заполнению временного интервала, приведенные в п. 1.8.1.4.

1.6.1.2. ЛККС передает сообщения типа 2 с дополнительными блоками данных, необходимыми для обеспечения планируемых операций.

1.6.1.3. ЛККС, которая поддерживает виды (GAST) В, С или D обслуживания заходов на посадку с использованием ЛККС, передает блоки FAS в сообщениях типа 4 для этих заходов на посадку. В том случае, если ЛККС обеспечивает любой заход на посадку с использованием GAST А или В и не передает блоки FAS для соответствующих заходов на посадку, она передает дополнительный блок данных 1 в сообщениях типа 2.

Примечание 1. Блоки FAS для процедур APV могут храниться в базе данных на борту воздушных судов. Передача дополнительного блока данных 1 позволяет бортовому приемнику выбирать ЛККС, которая обеспечивает процедуры захода на посадку, в бортовой базе данных. Блоки FAS могут также передаваться для обеспечения операций воздушных судов без использования бортовой базы данных.

1.6.1.4. **Рекомендация.** Сообщение типа 5 должно обеспечивать возможность передачи дополнительной информации, если стандартный угол маски 5° недостаточен для обеспечения видимости спутника в течение определенного захода на посадку антеннами ЛККС или антенной воздушного судна.

1.6.1.5. В каждой точке зоны действия должны обеспечиваться указанные в п. 1.6.1.1 сообщения, отвечающие требованиям по напряженности поля п.п. 1.2.3.10, 1.2.3.11, 1.2.3.12, 1.2.4.9 и требованиям по минимальной частоте, указанным в таблице 9:

Таблица 9 – Частота радиопередачи данных ЛККС

| Тип сообщения | Минимальная частота радиопередачи | Максимальная частота радиопередачи |
|---------------|--|--|
| 1 или 101 | Для каждого типа измерений: все блоки измерений один раз за кадр (2 Гц, см. примечание) | Для каждого типа измерений: все блоки измерений один раз на временной интервал |
| 2 | Одно на 20 последовательных кадров (0,1 Гц) | Одно на кадр |
| 3 | Частота зависит от длины сообщения и запланированности других сообщений (см. п. 1.8.1.4) | Одно на временной интервал (слот) и восемь на кадр |
| 4 | Все блоки FAS: один раз за 20 последовательных кадров (0,1 Гц) | Все блоки FAS: один раз в кадр |
| 5 | Все задействованные источники: один раз за 20 последовательных кадров (0,1 Гц) | Все задействованные источники: один раз за 5 последовательных кадров |
| 11 | Для каждого типа измерений: все блоки измерений один раз за кадр (2 Гц, см. примечание) | Для каждого типа измерений: все блоки измерений один раз на временной интервал |

Примечание 1. Одно сообщение типа 1, типа 11 или типа 101 или два сообщения типа 1, типа 11 или типа 101, которые связываются с использованием признака дополнительного сообщения, описаны в добавлении 5 (Д.5.1, Д.5.9 или Д.5.10).

Примечание 2. Максимальная частота передачи применяется для случая применения комбинированных антенных систем.

1.6.2. Идентификатор блока сообщения.

1.6.2.1. Идентификатор MBI должен устанавливаться либо в нормальное, либо в тестовое положение в соответствии с приведенным в п. 1.3.3.2 правилом кодирования.

1.6.3. Аутентификация VDB

1.6.3.1. **Рекомендация.** ЛККС следует поддерживать аутентификацию VDB (см. п. 1.8).

1.6.3.2. ЛККС, классифицированные как FAST D, поддерживают аутентификацию VDB (см. п. 1.8).

1.6.4. Поправки к псевдодальности.

1.6.4.1. Время между моментом, указанным модифицированным Z-отсчетом, и последним битом передаваемого сообщения типа 1, типа 11 или типа 101 не должно превышать 0,5 с.

1.6.4.2. Исключая момент смены набора эфемерид, первый источник дальномерных сигналов в сообщении типа 1, типа 11 или типа 101 должен упорядочиваться таким образом, что параметр декорреляции эфемерид, CRC эфемерид и продолжительность эксплуатационной готовности каждого источника дальномерных сигналов основных орбитальных систем должна передаваться не менее одного раза каждые 10 с.

1.6.4.3. В ходе смены набора эфемерид, первый источник дальномерных сигналов в сообщении типа 1, типа 11 или типа 101 должен упорядочиваться таким образом, что параметр декорреляции эфемерид, CRC эфемерид и продолжительность эксплуатационной готовности каждого дальномерного источника основной орбитальной системы передаются не менее одного раза каждые 27 с. При получении новых эфемеридных данных от источника дальномерных сигналов основной орбитальной системы (систем) ЛККС должна использовать предшествующие эфемеридные данные от каждого спутника до момента получения новых эфемеридных данных в течение 2 мин., но осуществлять переход к новым эфемеридным данным не позже, чем по истечении 3 мин.

1.6.4.4. После осуществления перехода к использованию новых эфемеридных данных для данного источника дальномерных сигналов ЛККС должна передавать новый CRC эфемерид для всех расположений данного дальномерного источника в информации с низкой частотой обновления сообщения типа 1, типа 11 или типа 101 в любых трех последовательных кадрах. Для конкретного источника дальномерных сигналов ЛККС должна продолжать передавать данные, соответствующие предшествующим эфемеридным данным, до тех пор, пока в информации с низкой частотой обновления сообщения типа 1, типа 11 или типа 101 не будет передан новый CRC эфемерид. Если CRC эфемерид изменяется, а признак IOD не изменяется, то источник дальномерных сигналов должен рассматриваться наземной подсистемой как непригодный.

Примечание к п.п. 1.6.4.3 и 1.6.4.4. При смене эфемерид в течение 2 минут ЛККС должна использовать старые эфемериды, чтобы гарантировать получение новых эфемеридных данных бортовым приемником. Далее должна иницироваться следующая процедура:

1. Для дальномерного источника, блок данных которого стоит первым в сообщении типа 1, типа 11 или типа 101 происходит переход на новые эфемериды. При этом меняется значение CRC эфемерид, передаваемое в разделе с низкочастотной информацией сообщения типа 1, типа 11 или типа 101.

2. Чтобы гарантировать прием нового CRC эфемерид бортовым приемником, циклическая смена блоков данных приостанавливается – сообщение типа 1, типа 11 или типа 101 с новым CRC передается в трех последовательных кадрах.

3. Блоки данных дальномерных источников циклически сдвигаются. При необходимости смены эфемерид повторяются вышеуказанные п.п. 1 и 2.

1.6.4.5. Рекомендация. Параметр декорреляции эфемерид и CRC эфемерид для каждого спутника основной орбитальной системы должны передаваться как можно чаще.

1.6.4.6. Каждая поправка, передаваемая к псевдодальности ЛККС, должна определяться комбинацией оценок поправок к псевдодальности для соответствующего источника дальномерных сигналов, вычисленных от каждого опорного приемника на основе одних эфемеридных данных. Поправки должны базироваться на кодовых измерениях псевдодальности для каждого спутника, сглаженных с использованием измерений по несущей с использованием сглаживающего фильтра в соответствии с п. 3.6.5.1 приложения 4.

1.6.4.7. ЛККС должны обеспечиваться такие σ_{pr_gnd} и параметры В для каждой поправки к псевдодальности в сообщении типа 1, чтобы удовлетворялись требования к риску потери целостности уровня защиты, приведенные в п. 1.5.2.1.8 для GAST A, В и С. Для каждой поправки псевдодальности предоставляются, по крайней мере, два значения В, которые не используют специальное кодирование (как указано в п. 5.1.4 добавления 5). ЛККС должна обеспечивать σ_{pr_gnd} и, при необходимости, параметры В для каждой поправки к псевдодальности в сообщении типа 101, чтобы удовлетворялись требования к риску потери целостности уровня защиты, приведенные в п. 1.5.2.1.8.

Примечание 1. Передача параметров В является необязательной для сообщений типа 101.

1.6.4.8. ЛККС, классифицированная как FAST D, обеспечивает такие Sigma_PR_gnd_D в сообщении типа 11 и параметры В для каждой поправки к псевдодальности в сообщении типа 1, чтобы удовлетворялись требования к риску потери целостности уровня защиты, приведенные в п. 1.5.2.1.8.

1.6.4.9. Для ЛККС FAST D, передающей сообщение типа 11, если параметр σ_{pr_gnd} кодируется как недействительный в сообщении типа 1, то параметр Sigma_PR_gnd_D для соответствующего спутника в сообщении типа 11 также кодируется как недействительный.

1.6.4.10. Рекомендация. В ЛККС должны контролироваться измерения опорных приемников при вычислениях поправок к псевдодальности. Не допускается использование измерений, содержащих ошибки или отказавшие опорные приемники.

1.6.4.11. Поле IOD в каждом блоке измерений источника дальномерных сигналов должно устанавливаться в значение IOD, полученное от источника дальномерных сигналов, который соответствует эфемеридным данным, использовавшимся для вычисления поправки к псевдодальности.

Поле IOD должно соответствовать значению IODE текущих эфемерид для GPS и значению t_b текущих эфемерид для ГЛОНАСС.

1.6.4.12. При расчете поправок к псевдодальностям не должны применяться ионосферные и тропосферные коррекции.

1.6.4.13. Если передается связанная пара сообщений типа 1, типа 11 или типа 101, то:

- а) оба сообщения должны иметь один и тот же модифицированный Z-отсчет;
- б) минимальное количество поправок к псевдодальности в каждом сообщении должно быть равно одной;
- в) блок измерений для данного спутника должен передаваться не более чем один раз в связанной паре сообщений;
- г) два сообщения должны передаваться в разных временных интервалах;
- д) порядок значений В в двух сообщениях остается неизменным;
- е) для конкретного типа измерения количество измерений и данные с низкой частотой обновления должны вычисляться отдельно для каждого из двух отдельных сообщений;

ж) в случае использования FAST D, когда передается связанная пара сообщений типа 1, также должна существовать и связанная пара сообщений типа 11;

з) если используются связанные сообщения типа 1 или типа 11, спутники должны подразделяться на такие же наборы и порядок как в сообщении типа 1, так и в сообщении типа 11.

Примечание 1. Сообщения типа 1 могут включать дополнительные спутники, не указанные в сообщениях типа 11, но относительный порядок этих спутников, доступных в обоих сообщениях, должен быть один и тот же в сообщении типа 1 и типа 11. Бортовая обработка невозможна для спутников, включенных в сообщение типа 11, но не включенных в сообщение типа 1.

1.6.4.14. **Рекомендация.** Связанные сообщения следует использовать только тогда, когда для передачи доступно большее число поправок к псевдодальностям, чем предусмотрено в сообщении типа 1.

1.6.4.15. Модифицированный Z-отсчет для сообщений типа 1, типа 11 или типа 101 для данного типа измерений должен обновляться в каждом кадре.

1.6.4.16. Если передается сообщение типа 11, соответствующие сообщения типа 1 и типа 11 имеют один модифицированный Z-отсчет.

1.6.4.17. ЛККС должна передавать параметр декорреляции эфемерид для каждого источника дальномерных сигналов таким образом, чтобы удовлетворялось требование к риску потери целостности сигнала в пространстве ЛККС, указанные:

а) в п. 1.5.2.1.1 для захода на посадку при использовании ЛККС, классифицированной как FAST A, B или C;

б) в п. 1.5.2.1.2 для захода на посадку при использовании ЛККС, классифицированной как FAST D;

в) в п. 1.5.2.1.6 для определения местоположения.

1.6.5. Данные, относящиеся к ЛККС.

1.6.5.1. ЛККС должна передавать значения коэффициента рефракции, приведенной высоты и погрешности рефракции с целью удовлетворения требований, указанных в п.п. 1.5.2.1.8, 1.5.2.1.11 к риску потери целостности уровня защиты.

1.6.5.2. При удовлетворении ЛККС, классифицированной как FAST A, B или C, требованиям п.п. 1.5.2.1.1, 1.5.2.1.8, 1.5.3.1, 1.7.2 и 1.7.3.1, но не всем требованиям п.п. 1.5.2.1.2, 1.5.2.1.3, 1.5.2.1.8 и 1.5.3.2, то значение GCID должно устанавливаться в 1, в противном случае – в 7.

Примечание. Некоторые из требований, применимых к FAST D, дублируют требования к FAST A, B и C. Слова "но не всем" относятся к состоянию, когда наземная подсистема может отвечать некоторым из требований, применимых к FAST D, но не всем из них. В таком случае GCID устанавливается на 1, указывающую на то, что наземная подсистема отвечает только критериям FAST A, B или C.

1.6.5.3. Если ЛККС, классифицированная как FAST D, удовлетворяет требованиям п.п. 1.5.2.1.1, 1.5.2.1.2, 1.5.2.1.3, 1.5.2.1.8, 1.5.3.1, 1.5.3.2, 1.7.2 и 1.7.3, то значение GCID должно устанавливаться в 2, в противном случае оно будет устанавливаться в соответствии с п. 1.6.5.2.

1.6.5.4. Погрешность фазового центра каждого антенного устройства опорного приемника должна быть не более 8 см относительно опорной точки ЛККС.

1.6.5.5. Точность геодезической привязки опорной точки ЛККС относительно систем координат ПЗ-90.11 должна быть меньше чем 0,25 м по вертикали и 1 м по горизонтали.

1.6.5.6. ЛККС, классифицированная как FAST A, B, C или D, должна передавать параметр градиента запаздывания ионосферы в сообщении типа 2 с целью удовлетворения требований к риску потери целостности уровня защиты, приведенных в п.п. 1.5.2.1.8, 1.5.2.1.11.

1.6.5.7. ЛККС, классифицированная как FAST D, должна передавать параметр градиента запаздывания ионосферы в дополнительном блоке данных 3 сообщения типа 2 с целью удовлетворения требований к риску потери целостности уровня защиты, приведенных в п. 1.5.2.1.8.

1.6.5.8. ЛККС должна передавать параметры предельных погрешностей местоположения в эфемеридах, используя дополнительный блок данных 1 в сообщении типа 2.

1.6.5.9. ЛККС должна предоставлять информацию о расстоянии (D_{\max}) от её опорной точки.

1.6.5.10. Если ЛККС не удовлетворяет требованиям п.п. 1.5.2.1.6 и 1.5.2.1.11 она должна указывать, используя параметр RSDS, что определение местоположения не обеспечивается.

1.6.6. Данные конечного этапа захода на посадку.

1.6.6.1. Рекомендация. Должна обеспечиваться возможность установки FASVAL и FASLAL для любого блока данных FAS в "1111 1111" соответственно использованию только бокового канала или индикации того, что заход на посадку не должен производиться.

1.6.7. Регистрация.

1.6.7.1. ЛККС должна обеспечивать регистрацию с привязкой к шкале времени UTC следующих параметров всех спутников ГЛОНАСС и GPS, находящихся в пределах видимости станции:

- а) номера спутников созвездия;
- б) текущие значения времени UTC созвездия;
- в) передаваемые спутниками навигационные сообщения по всем спутникам по мере их обновления.
- г) текущие значения отношения «плотность сигнала несущей – плотность шума» для сигнала спутника (C/N_0);
- д) текущие необработанные измерения псевдослучайного кода и фазы несущей.

1.6.7.2. ЛККС должна обеспечивать регистрацию следующей информации:

- а) передаваемых по радиоканалу сообщений;
- б) уровня мощности передачи данных;
- в) информации о состоянии приемников;
- г) информации о состоянии передатчиков.

1.6.7.3. Запись зарегистрированной информации на внешний носитель должно обеспечиваться силами эксплуатирующего персонала.

1.6.7.4. ЛККС должна обеспечивать непрерывную регистрацию информации в течение не менее 30 суток.

1.6.8. Помехоустойчивость

1.6.8.1. В условиях воздействия гармонических, шумоподобных и импульсных помех погрешность слежения за дальностью в приемниках ЛККС не должна превышать (1σ) 0,8 м для ГЛОНАСС и 0,4 м для GPS.

Оценка помехоустойчивости приемников ЛККС должна производиться с использованием параметров, приведенных в добавлении 1.

1.7. МОНИТОРИНГ

1.7.1. Радиочастотный мониторинг.

1.7.1.1. ЛККС должна осуществлять мониторинг радиопередачи данных. Передача данных прекращается в течение 0,5 с в случае непрерывного расхождения в течение любого 3-секундного периода между передаваемыми прикладными данными и прикладными данными, полученными или сохраненными в системе контроля до передачи. Для ЛККС, классифицированных как FAST D, передача данных прекращается в течение 0,5 с в случае непрерывного расхождения в течение любого 1-секундного периода между передаваемыми прикладными данными и прикладными данными, полученными или сохраненными в системе контроля до передачи.

Примечание 1. Для ЛККС, обеспечивающих аутентификацию, прекращение передачи данных означает прекращение передачи сообщений типа 1 и сообщений типа 11, если применимо, либо прекращение передачи сообщений типа 101. В соответствии с п. 1.8.1.4 наземная подсистема все еще должна передавать сообщения таким образом, чтобы в процентном отношении была заполнена заданная или превышающая ее часть каждого назначенного временного интервала. Это можно сделать путем передачи сообщений типа 2, типа 3, типа 4 и/или типа 5.

1.7.1.2. Риск того, что наземная подсистема передает сигнал в неразрешенном временном интервале и не сможет в течение 1 с выявить передачу, выходящую за пределы установленного временного интервала должен быть менее 1×10^{-7} за любой 30 секундный период. При обнаружении передач за пределами установленного временного интервала, ЛККС должна прекращать все радиопередачи данных в течение не более 0,5 с.

1.7.1.3. Вероятность того, что уровень передаваемой мощности ОВЧ увеличится более чем на 3 дБ относительно номинального уровня мощности в течение более 1 с должен быть менее $2,0 \times 10^{-7}$ за любой 30-секундный период.

1.7.2. Мониторинг данных.

1.7.2.1. Осуществляемый контроль качества радиопередач должен быть согласован с требованиями к задержке срабатывания сигнализации, приведенными в п.п. 1.5.2.1.4, 1.5.2.1.5 или 1.5.2.1.7. Действие мониторинга должно состоять в осуществлении одного из следующих вариантов:

а) передача сообщения типа 1 (и типа 11, если передается) или типа 101 с нулевыми блоками измерений;

б) передача сообщения типа 1 (и типа 11, если передается) или типа 101 с полем $\sigma_{pr_gnd,i}$ (и $\sigma_{pr_gnd_D,i}$, если передается), указывающим, какой из источников дальномерных сигналов, включенных в ранее переданный кадр, является непригодным;

в) завершение радиопередачи данных.

1.7.3. Мониторинг целостности для источников дальномерных сигналов ГНСС.

1.7.3.1. ЛККС должна контролировать сигналы спутников для выявления условий, которые могут привести к неправильному функционированию дифференциальной обработки для бортовых приемников, в которых введены ограничения слежения, указанные в приложении 5. Время срабатывания сигнализации контроля должно соответствовать указанному в п.п. 1.5.2.1.4, 1.5.2.1.5 или 1.5.2.1.7. Действие контроля должно заключаться в установлении σ_{pr_gnd} в битовое состояние "1111 1111" для данного спутника или исключения данного спутника из сообщения типа 1, типа 11 или типа 101.

1.7.3.2. ЛККС должна использовать наибольший корреляционный пик во всех приемниках, применяемых для генерирования поправок псевдодальности. ЛККС также должна обнаруживать условия, которые вызывают более чем одно пересечение нуля для бортовых приемников, использующих функцию дискриминатора "опережение – запаздывание", определенную в приложении 5.

1.7.3.3. Для ЛККС, классифицированной как FAST D, вероятность того, что ошибка $|E_r|$ в точке посадочного порога ВПП (LTP) любой ВПП, для которой ЛККС обеспечивает GAST D, для скорректированной псевдодальности, сглаженной с интервалом 30 с (п. 3.6.5.2 приложения 4), вызванная неисправностью дальномерного источника, не обнаруживается и не отображается в передаваемом сообщении типа 11, попадает в область, определенную в таблице 10. Неисправностями дальномерных источников, к которым применяется данное требование, являются:

- а) искажение сигнала;
- б) расхождение кода/несущей;
- в) чрезмерное ускорение изменения псевдодальности, например, скачок или другое быстрое изменение;
- г) ошибочная передача данных эфемерид от спутника.

Таблица 10 – Параметры P_{md_limit}

| Вероятность необнаружения | Погрешность псевдодальности, м |
|---|--------------------------------|
| $P_{md_limit} \leq 1$ | $0 \leq E_r < 0,75$ |
| $P_{md_limit} \leq 10^{(-2,56 \times E_r + 1,92)}$ | $0,75 \leq E_r < 2,7$ |
| $P_{md_limit} \leq 10^{-5}$ | $2,7 \leq E_r < \infty$ |

Примечание 1. После обнаружения неисправность дальномерного источника может быть отражена в сообщении типа 11 следующим образом:

- а) удаление поправки для соответствующего спутника из сообщения типа 11; или
- б) маркирование спутника как неработоспособного с использованием кодирования $\sigma_{pr_gnd_D}$ (см. п. Д.5.10.4 приложения 5).

Примечание 2. Приемлемая вероятность необнаружения определяется в отношении погрешности дифференциально скорректированной псевдодальности. Погрешность дифференциально скорректированной псевдодальности, $|E_r|$, включает погрешность вследствие неисправности отдельного дальномерного источника при условии правильного применения передаваемых поправок сообщения типа 11 ЛККС (т.е. поправка к псевдодальности и поправки к скорости изменения дальности, определенные в п. Д.5.10 приложения 5) бортовым оборудованием. Оценка характеристики P_{md} включает шум в исправном состоянии ЛККС. Увеличение $|E_r|$ с течением времени должно учитывать задержку данных ЛККС, но не задержку бортового оборудования.

1.7.3.4. Для ЛККС, классифицированной как FAST D, вероятность того, что ошибка $|E_r|$ в точке посадочного порога ВПП (LTP) любой ВПП, для которой ЛККС обеспечивает GAST D, $|E_r|$, больше 1,6 м в скорректированной псевдодальности, сглаженной с интервалом 30 с (п. 3.6.5.2 приложения 4), вызванная неисправностью дальномерного источника, не обнаруживается и отображается в передаваемом сообщении типа 11 в течение 1,5 с, составляет

менее 1×10^{-9} на одну любую посадку при умножении на априорную вероятность (P_{apriori}). Неисправностями дальномерных источников, к которым применяется данное требование, являются:

- а) искажение сигнала;
- б) расхождение кода/несущей;
- в) чрезмерное ускорение изменения псевдодальности, например, скачок или другое быстрое изменение;
- г) ошибочная передача данных эфемерид от спутника.

Примечание 1. Предполагается, что априорная вероятность каждой неисправности дальномерного источника (P_{apriori}) является значением, используемым в анализе для демонстрации соответствия требованиям к предельным погрешностям для FAST C и D (см. п. 3.6.5.5.1.1.1 приложения 4).

Примечание 2. После обнаружения неисправность дальномерного источника может быть отражена в сообщении типа 11 следующим образом:

- а) удаление поправки для соответствующего спутника из сообщения типа 11; или
- б) маркирование спутника как неработоспособного с использованием кодирования $\sigma_{pr_gnd_D}$ (см. п. Д.5.10.4 добавления 5).

1.7.4. Для ЛККС FAST D вероятность ошибки ($|E_r|$) в скорректированной псевдодальности, сглаженной с интервалом 30 с, в точке посадочного порога ВПП (LTP) для каждой ВПП, обслуживаемой GAST D, которая:

- а) вызвана градиентом ионосферной задержки в пространстве,
- б) больше значения E_{IG} , рассчитанного по данным сообщения типа 2, и
- в) не обнаружена и отображается в передаваемом сообщении типа 11 в течение 1,5 с, составляет менее 1×10^{-9} на одну любую посадку. Наземная подсистема FAST D ограничивает передаваемые в сообщении типа 2 параметры для обеспечения того, что максимальное значение E_{IG} в каждой LTP операций GAST D не превышает 2,75 м.

Примечание 1. Общая вероятность необнаруженного градиента задержки включает априорную вероятность градиента и вероятность необнаружения средством(ами) мониторинга.

1.8. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОТОКОЛАМ АУТЕНТИФИКАЦИИ

1.8.1. Функциональные требования к ЛККС, обеспечивающим аутентификацию.

1.8.1.1. ЛККС должна передавать дополнительный блок данных 4 с сообщением типа 2 с полем определения группы интервалов, закодированных для указания выделенного для наземной станции интервала.

1.8.1.2. ЛККС передает каждое сообщение типа 2 только в одном из группы временных интервалов, определяемых как интервалы, предусмотренные для MT 2. Первый интервал в группе интервалов, предусмотренных для MT 2, соответствует кодированию SSID для наземной подсистемы. Интервал А представлен посредством SSID = 0, В – 1, С – 2 и Н – 7. Группа интервалов, предусмотренных для MT 2, включает также временной интервал, следующий за интервалом, соответствующим станции SSID, если он существует в кадре. Если до окончания кадра дополнительный интервал отсутствует, в данную группу включается только SSID.

Примечание 1. Например, группа интервалов, предусмотренных для MT 2, в случае SSID = 0 будет включать интервалы {A, B}, а группа интервалов, предусмотренных для MT 2, в случае SSID = 6 будет включать интервалы {G, H}. Группа интервалов, предусмотренных для MT 2, в случае SSID = 7 включает только интервал {H}.

1.8.1.3. Группа временных интервалов, выделенных наземной станции, включает, как минимум, все интервалы в группе интервалов, предусмотренных для МТ 2, как указано в п. 1.8.1.2.

1.8.1.4. ЛККС должна передавать сообщение таким образом, чтобы заполнялось 89% или больше каждого выделенного интервала. При необходимости для заполнения неиспользованного пространства в любом выделенном временном интервале могут использоваться сообщения типа 3.

Примечание 1. Требование относится к совокупным передачам от всех передатчиков ЛККС. Вследствие блокирования сигнала не все эти передачи могут приниматься в объеме обслуживания.

1.8.1.5. Каждый идентификатор опорной траектории, включенный в блок данных конечного этапа захода на посадку, передаваемый ЛККС с помощью сообщений типа 4, должен обозначаться первой буквой, выбранной для указания SSID ЛККС в соответствии со следующим правилом кодирования:

A = SSID 0,
X = SSID 1,
Z = SSID 2,
J = SSID 3,
C = SSID 4,
V = SSID 5,
P = SSID 6,
T = SSID 7.

1.8.2. Функциональные требования к наземным подсистемам, не обеспечивающим функции аутентификации

1.8.2.1. Буквы набора {A X Z J C V P T} не используются в качестве первой буквы идентификатора опорной траектории, включенного в любой блок FAS, передаваемой наземной подсистемой путем рассылки сообщений типа 4.

1.9. ОТОБРАЖЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ И СОСТОЯНИЯ ЛККС

1.9.1. В ЛККС должен обеспечиваться непрерывный контроль всех элементов, отказ которых приводит к отказу элементов более высокого уровня (без учета резервирования) с глубиной не ниже типового элемента замены.

Примечание: Перечень типовых элементов замены должен быть приведен в эксплуатационной документации.

1.9.2. В ЛККС должно обеспечиваться автоматическое переключение с отказавших зарезервированных (задублированных) функциональных элементов на резервные, а также ручное переключение на резервные средства.

1.9.3. В ЛККС должно обеспечиваться документирование и воспроизведение в системном журнале сообщений информации функционального контроля состояния технических средств и программного обеспечения с привязкой ко времени, имени функционального элемента.

1.9.4. ЛККС должна обеспечивать формирование, передачу в течение 3 с потребителям и регистрацию признаков своей неработоспособности.

1.9.5. В ЛККС должна быть реализована индикация состояния навигационного обслуживания GNSS в зоне обслуживания ЛККС:

а) заход на посадку по I, II или III категории;

- б) заход на посадку с управлением по вертикали (APV-II);
- в) заход на посадку с управлением по вертикали (APV-I);
- г) заход на посадку с использованием только бокового канала (при выполнении требований п. 1.6.6.1).
- д) определение местоположения.

2. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

2.1. Оборудование ЛККС должно сохранять работоспособность в следующих условиях:

а) оборудование, устанавливаемое на открытом воздухе и в неотапливаемых помещениях:

- температура воздуха от - 50° С до + 50° С;
- повышенная относительная влажность до 98% при + 25° С;
- атмосферное пониженное давление до 700 гПа (525 мм рт. ст.);
- атмосферные конденсированные осадки (роса, иней), атмосферные выпадаемые осадки (дождь, снег), гололед.

б) оборудование, устанавливаемое в отапливаемых помещениях и сооружениях:

- температура воздуха от + 5° С до + 40° С;
- повышенная относительная влажность до 80% при 25° С;
- атмосферное пониженное давление до 700 гПа (525 мм рт. ст.).

2.2. Антенно-фидерные устройства ЛККС должны выдерживать скорость воздушного потока до 50 м/с.

2.3. ЛККС должна быть рассчитана на питание от сети переменного тока напряжением 380/220 В +/- 10% или 220 В +/- 10% и частотой 50 +/- 1,0 Гц.

2.4. ЛККС не должна выходить из строя и требовать повторного включения при кратковременных бросках напряжения и пропадании напряжения в электросети на время не менее 15 минут.

2.5. Радиопередающее оборудование ЛККС должно иметь 100% нагруженный резерв, за исключением антенно-фидерных систем. Максимальное время переключения на резервное оборудование не должно превышать 1 с.

2.6. Контрольно-измерительная аппаратура, необходимая для проверки и регулировки ЛККС в процессе эксплуатации, должна иметь свидетельство утвержденного типа средств измерений.

2.7. Необходимая для проверки и регулировки оборудования в процессе эксплуатации контрольно-измерительная аппаратура должна входить в комплект оборудования.

2.8. На ЛККС должны быть установлены показатели эксплуатационной готовности, срока службы или ресурса, средней наработки на отказ, среднего времени восстановления и времени переключения на резерв.

2.9. Все составные части аппаратуры ЛККС, находящиеся под напряжением более 50 В переменного тока и более 120 В постоянного тока по отношению к корпусу, должны иметь защиту, обеспечивающую безопасность обслуживающего персонала.

2.10. Для обеспечения безопасности персонала и информирования об особенностях эксплуатации ЛККС должны быть предусмотрены предупреждающие знаки и специальные

надписи (таблички), размещенные в легко доступных для наблюдения местах. Предупреждающие надписи должны быть выполнены красным цветом.

2.11. Параметры спектра излучаемых ЛККС сигналов не должны выходить за пределы значений, указанных в радиочастотной заявке на данный тип изделия (тактико-технические данные – Форма 1 ГКРЧ России), согласованной с Минобороны России.

2.12. Применяемое программное обеспечение ЛККС, в том числе операционные системы, должно быть лицензионным (в случае, если заявитель не является разработчиком или правообладателем данного программного обеспечения).

2.13. Прикладное программное обеспечение ЛККС должно иметь свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ Федеральной службы по интеллектуальной собственности.

2.14. Программное обеспечение ЛККС должно быть защищено от несанкционированного доступа и обеспечивать разграничение доступа к функциям управления ЛККС.

2.15. Оборудование ЛККС должно обеспечивать непрерывную круглосуточную работу.

2.16. В качестве опорного времени в ЛККС должно использоваться время UTC.

2.17. В расчетах, выполняемых ЛККС по данным спутниковой системы ГЛОНАСС должна использоваться система координат ПЗ-90.11, а по данным спутниковой системы GPS – WGS-84.

2.18. Время готовности ЛККС к работе в заданных условиях применения должно быть не более 5 мин. с момента включения электропитания.

2.19. В ЛККС должно быть установлено не менее 2-х опорных приемников.

2.20. Эксплуатационные документы должны быть сброшюрованы и содержать необходимую информацию по монтажу, использованию, техническому обслуживанию, транспортированию и хранению оборудования ЛККС. Показатели должны быть:

- срок службы - не менее 10 лет;
- назначенный ресурс - не менее 80000 часов;
- среднее время восстановления - не более 30 минут;
- коэффициент технической готовности - не менее 0,9995.

Примечание 1. Перечень документов приведен в приложении 1.

2.20.1. В эксплуатационной документации должны быть указаны:

а) границы зоны действия ЛККС, в пределах которых удовлетворяются требования п. 1.2.3.10 к напряженности поля.

б) расстояние (D_{\max}), в пределах которого удовлетворяются требования к целостности, указанные в разделе 1.5.2.

в) требования к обеспечению относительной погрешности геодезической съемки между точками данных FAS и опорной точкой ЛККС.

Добавления:

1. Пороговые значения помех для оценки помехоустойчивости ЛККС.
2. Фильтр формирования импульса.
3. Содержание скремблированных данных.
4. Проверка циклическим избыточным кодом.
5. Требования к сообщениям, передаваемым ЛККС.
6. Определение вклада ЛККС в погрешность скорректированной псевдодальности.

Приложения:

1. Эксплуатационные документы.
2. Конечный этап захода на посадку (FAS).
3. Шифратор/дешифратор битов.
4. Выдержка из Приложения 10 ИКАО.
5. Условия контроля качества сигналов.

Начальник отдела организации технической
эксплуатации и сертификации средств
радиотехнического обеспечения полетов
и авиационной электросвязи



В.Е. Мусонов

Пороговые значения помех для оценки помехоустойчивости ЛККС

Д.1.1. Помеха в виде гармонического колебания.

Д.1.1.1. После перехода в режим навигационных определений приемники ГЛОНАСС, используемые в ЛККС, должны соответствовать требуемым характеристикам в присутствии мешающих сигналов в виде гармонического колебания, уровень мощности которых на антенном входе равен пороговым значениям помехи, указанным в таблице Д.1.1, а уровень полезного сигнала на антенном входе равен минус 166,5 дБВт.

Д.1.1.2. Во время начального поиска и захвата сигналов ГЛОНАСС перед переходом в режим навигационных определений приемники ГЛОНАСС, используемые в ЛККС, должны соответствовать требуемым характеристикам при пороговых значениях помехи на 6 дБ ниже, указанных в таблице Д.1.1.

Таблица Д.1.1

Пороговые значения помехи в виде гармонического колебания для приемников ГЛОНАСС

| Значения частот мешающего сигнала f_i (МГц) | Пороговые значения помехи (дБВт) |
|---|--------------------------------------|
| $f_i \in 1315$ | -4,5 |
| $1315 < f_i \in 1562,15625$ | Линейно уменьшается от -4,5 до -42 |
| $1562,15625 < f_i \in 1583,6525$ | Линейно уменьшается от -42 до -80 |
| $1583,65625 < f_i \in 1592,9525$ | Линейно уменьшается от -80 до -149 |
| $1592,9525 < f_i \in 1609,36$ | -149 |
| $1609,36 < f_i \in 1613,65625$ | Линейно увеличивается от -149 до -80 |
| $1613,65625 < f_i \in 1635,15625$ | Линейно увеличивается от -80 до -42 |
| $1635,15625 < f_i \in 2000$ | Линейно увеличивается от -42 до -8,5 |
| $f_i > 2000$ | -8,5 |

Д.1.1.3. После перехода в режим навигационных определений приемники GPS, используемые в ЛККС, должны соответствовать требуемым характеристикам в присутствии мешающих сигналов в виде гармонического колебания, уровень мощности которых на антенном входе равен пороговым значениям помехи, указанным в таблице Д.1.2, а уровень полезного сигнала на антенном входе равен минус 164 дБВт.

Д.1.1.4. Во время начального поиска и захвата сигналов GPS перед переходом в режим навигационных определений приемники GPS, используемые в ЛККС, должны соответствовать требуемым характеристикам при пороговых значениях помехи на 6 дБ ниже, указанных в таблице Д.1.2.

Таблица Д.1.2

Пороговые значения помехи в виде гармонического колебания для приемников GPS

| Значения частот мешающего сигнала f_i (МГц) | Пороговые значения помехи (дБВт) |
|---|--|
| $f_i \in 1315$ | -4,5 |
| $1315 < f_i \in 1500$ | Линейно уменьшается от -4,5 до -38 |
| $1500 < f_i \in 1525$ | Линейно уменьшается от -38 до -42 |
| $1525 < f_i \in 1565,42$ | Линейно уменьшается от -42 до -150,5 |
| $1565,42 < f_i \in 1585,42$ | -150,5 |
| $1585,42 < f_i \in 1610$ | Линейно увеличивается от -150,5 до -60 |
| $1610 < f_i \in 1618$ | Линейно увеличивается от -60 до -42 |
| $1618 < f_i \in 2000$ | Линейно увеличивается от -42 до -8,5 |
| $f_i > 2000$ | -8,5 |

Д.1.2. Шумоподобная помеха с ограниченным спектром

Д.1.2.1. После перехода в режим навигационных определений приемники ГЛОНАСС, используемые в ЛККС, должны соответствовать требуемым характеристикам в присутствии

шумоподобных мешающих сигналов в полосе частот $f_k \pm Bw_i/2$ с уровнями мощности на выходе антенны, равными пороговым значениям, указанным в таблице Д.1.3, при уровне полезного сигнала на выходе антенны, равном минус 166,5 дБВт.

Примечание. f_k – центральная частота канала ГЛОНАСС, равная $f_k = 1602 \text{ МГц} + k \times 0,5625 \text{ МГц}$, где k может принимать значения от минус 7 до плюс 6, а Bw_i – эквивалентная ширина полосы частот шумоподобного мешающего сигнала.

Д.1.2.2. Во время начального поиска и захвата сигналов ГЛОНАСС перед переходом в режим навигационных определений приемники ГЛОНАСС, используемые в ЛККС, должны соответствовать требуемым характеристикам при пороговых значениях помехи на 6 дБ ниже, указанных в таблице Д.1.3.

Таблица Д.1.3

Пороговые значения шумоподобной помехи для приемников ГЛОНАСС

| Ширина полосы частот помехи | Пороговые значения помехи (дБВт) |
|--|---------------------------------------|
| $0 \text{ Гц} < Bw_i \leq 1 \text{ кГц}$ | -149 |
| $1 \text{ кГц} < Bw_i \leq 10 \text{ кГц}$ | Линейно увеличивается от -149 до -143 |
| $10 \text{ кГц} < Bw_i \leq 0,5 \text{ МГц}$ | -143 |
| $0,5 \text{ МГц} < Bw_i \leq 10 \text{ МГц}$ | Линейно увеличивается от -143 до -130 |
| $Bw_i > 10 \text{ МГц}$ | -130 |

Д.1.2.3. После перехода в режим навигационных определений приемники GPS, используемые в ЛККС, должны соответствовать требуемым характеристикам в присутствии шумоподобных мешающих сигналов в полосе частот $1575,42 \text{ МГц} \pm Bw_i/2$ с уровнями мощности на антенном входе, равными пороговым значениям, указанным в таблице Д.1.4, при уровне полезного сигнала на антенном входе, равном минус 164,5 дБВт.

Примечание. $Bw_i/2$ – эквивалентная ширина полосы частот шумоподобного мешающего сигнала.

Д.1.2.4. Во время начального поиска и захвата сигналов GPS перед переходом в режим навигационных определений приемники GPS, используемые в ЛККС, должны соответствовать требуемым характеристикам при пороговых значениях помехи на 6 дБ ниже, указанных в таблице Д.1.4.

Таблица Д.1.4

Пороговые значения шумоподобной помехи для приемников GPS

| Ширина полосы частот помехи | Пороговые значения помехи (дБВт) |
|--|--|
| $0 \text{ Гц} < Bw_i \leq 700 \text{ Гц}$ | -150,5 |
| $700 \text{ Гц} < Bw_i \leq 10 \text{ кГц}$ | Линейно увеличивается от -150,5 до -143,5 |
| $10 \text{ кГц} < Bw_i \leq 100 \text{ кГц}$ | Линейно увеличивается от -143,5 до -140,5 |
| $100 \text{ кГц} < Bw_i \leq 1 \text{ МГц}$ | -140,5 |
| $1 \text{ МГц} < Bw_i \leq 20 \text{ МГц}$ | Линейно увеличивается от -140,5 до -127,5* |
| $20 \text{ МГц} < Bw_i \leq 30 \text{ МГц}$ | Линейно увеличивается от -127,5 до -121,1* |
| $30 \text{ МГц} < Bw_i \leq 40 \text{ МГц}$ | Линейно увеличивается от -121,1 до -119,5* |
| $Bw_i > 40 \text{ МГц}$ | -119,5* |

Примечание. * – Пороговое значение помехи не превосходит -140,5 дБВт/МГц в полосе частот $1575,42 \pm 10 \text{ МГц}$.

Д.1.3. Импульсная помеха

Д.1.3.1. После перехода в режим навигационных определений, приемник должен соответствовать требуемым характеристикам при воздействии импульсного мешающего сигнала, имеющего параметры согласно таблице Д.1.5, в которой указаны пороговые значения помехи на антенном входе.

Таблица Д.1.5

Пороговые значения для импульсной помехи

| | ГЛОНАСС | GPS |
|---|-----------------------------|--------------------|
| Диапазон частот, охватывающий основную и прилегающую полосы | От 1592,9525 до 1609,36 МГц | 1575,42 +/- 20 МГц |
| Пороговое значение помехи (пиковая) | -20 дБВт | -20 дБВт |

| | | |
|--|--------------|----------------|
| мощность импульса) в основной и прилегающей полосах | | |
| Пороговое значение помехи (пиковая мощность импульса) за пределами частот, охватывающих основную и прилегающую полосы (внеполосная помеха) | 0 дБВт | 0 дБВт |
| Длительность импульса | £ 125 мкс | £ 250 мкс |
| Скважность | £ 1% | £ 1% |
| Ширина полосы частот сигнала помехи в основной и прилегающей полосах | ≥ 1 МГц | ≥ 500 кГц |

Примечания. 1. Сигнал помехи представляет собой аддитивный белый гауссов шум, центрированный относительно несущей частоты с шириной полосы и импульсными характеристиками, указанными в таблице.

2. Под помехой в основной и прилегающей полосах, а также внеполосной помехой подразумевается центральная частота сигнала помехи.

Фильтр формирования импульса

Выход фильтра формирования импульса $s(t)$ описывается следующим образом:

$$S(t) = \sum_{k=-\infty}^{k=\infty} e^{j\phi_k} h(t - kT),$$

где h – импульсная характеристика фильтра приподнято-косинусоидальной фильтрации;
 ϕ_k – фаза несущей частоты, указанная в п. 1.2.3.5;
 t – время;
 T – длительность каждого символа ($T=1/10\ 500$ с).

Фильтр формирования импульса имеет номинальную комплексную амплитудно-частотную характеристику фильтра приподнято-косинусоидальной фильтрации с $\alpha = 0,6$. Временная характеристика, $h(t)$, и амплитудно-частотная характеристика, $H(f)$, основного полосового фильтра описываются следующими выражениями:

$$h(t) = - \frac{\sin\left(\frac{\pi t}{T}\right) \cos\left(\frac{\pi \alpha t}{T}\right)}{\frac{\pi t}{T} \left[1 - \left(\frac{2\alpha t}{T}\right)^2\right]}$$

$$H(f) = \begin{cases} 1 & \text{для } 0 \leq f \leq \frac{1-\alpha}{2T} \\ \frac{1 - \sin\left(\frac{\pi}{2\alpha}(2fT - 1)\right)}{2} & \text{для } \frac{1-\alpha}{2T} \leq f \leq \frac{1+\alpha}{2T} \\ 0 & \text{для } f > \frac{1+\alpha}{2T} \end{cases}$$

где длина – количество 8-разрядных слов (байт) в блоке данных приложения;
 a_{248} – идентификатор блока сообщения, в котором крайний правый бит является младшим, а первый бит в данных приложения посылается на шифратор битов;
 $a_{248-длина+1}$ – последний байт в CRC блока сообщения, в котором крайний левый бит является старшим, а последний бит в данных приложения посылается на шифратор битов;

$a_{248-длина}, \dots, a_1, a_0$ – виртуальные биты заполнения.

Шесть проверочных символов R-S (b_i) определяются как коэффициенты остатка от деления полинома сообщения $x^6m(x)$ на образующий полином $g(x)$:

$$b(x) = \sum_{i=0}^5 b_i x^i = b_5 x^5 + b_4 x^4 + b_3 x^3 + b_2 x^2 + b_1 x + b_0 = [x^6 m(x)] \bmod g(x).$$

Указанные 8-разрядные проверочные символы R-S присоединяются к данным приложения. Каждый 8-разрядный проверочный символ R-S передается старшими разрядами вперед с b_0 по b_5 , т.е. первый бит FEC приложения, пересылаемый в шифратор битов (скремблер), является старшим разрядом b_0 , а последний бит FEC приложения, пересылаемый в скремблер, является младшим разрядом b_5 .

Д.3.6. Над выходом псевдошумового шифратора (скремблера) и данными в пакете, начинающимися с SSID, т.е. над всеми данными, располагающимися после последовательности, используемой для синхронизации и разрешения неоднозначности, посредством 15-разрядного формирующего регистра должна выполняться функция "исключающее ИЛИ".

Д.3.7. Регистр сдвига скремблера должен использовать на входе полином $1 + x + x^{15}$. Содержимое регистра должно циклически сдвигаться с частотой один сдвиг на бит. Исходное состояние регистра, предшествующее первому SSID биту каждого пакета, должно представляться как "1101 0010 1011 001" с левым старшим битом в первом разряде регистра. Первый выходной бит скремблера должен выбираться до первого сдвига регистра.

Проверка циклическим избыточным кодом

Каждый CRC вычисляется как остаток, $R(x)$, от деления по модулю 2 двух двоичных полиномов:

$$\left\{ \frac{[x^k M(x)]}{G(x)} \right\}_{\text{mod}2} = Q(x) + \frac{R(x)}{G(x)},$$

где k – количество битов в конкретном коде CRC;

$M(x)$ – информационное поле, которое включает элементы данных, подлежащих защите конкретным кодом CRC, представленным в виде полинома;

$G(x)$ – порождающий полином, определенный для конкретного кода CRC;

$Q(x)$ – частное от деления;

$R(x)$ – остаток от деления, содержит CRC:

$$R(x) = \sum_{i=1}^k r_i x^{k-i} = r_1 x^{k-1} + r_2 x^{k-2} + \dots + r_k x^0.$$

Требования к сообщениям, передаваемым ЛККС

Д.5.1. Сообщение типа 1: поправки к псевдодальностям.

Д.5.1.1. В сообщении типа 1 передаются дифференциальные поправки для отдельных дальномерных источников GNSS (таблица Д.5.1). Сообщение включает три раздела:

а) информация о сообщении (срок действия, признак дополнительного сообщения, количество измерений и тип измерений);

б) низкочастотная информация (параметр декорреляции эфемерид, информация о проверке эфемерид спутников избыточным циклическим кодом (CRC) и об эксплуатационной готовности спутников);

в) блоки данных спутниковых измерений.

Примечание. Все параметры в этом типе сообщений применяются к псевдодальностям, сглаженным по несущим частотам с интервалом 100 с.

Д.5.1.2. Каждое сообщение типа 1 включает параметр декорреляции эфемерид, CRC эфемерид и параметры продолжительности эксплуатационной готовности для одного спутникового дальномерного источника. Параметр декорреляции эфемерид, CRC эфемерид и продолжительность эксплуатационной готовности источника относятся к первому дальномерному источнику в данном сообщении.

Таблица Д.5.1

Формат сообщения типа 1 с поправками к псевдодальности

| Содержание данных | Количество разрядов | Диапазон значений | Разрешающая способность |
|---|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Модифицированный Z-отсчет | 14 | 0 – 1199,9с | 0,1с |
| Признак дополнительного сообщения | 2 | 0 – 3 | 1 |
| Количество измерений (N) | 5 | 0 – 18 | 1 |
| Тип измерений | 3 | 0 – 7 | 1 |
| Параметр декорреляции эфемерид (P) | 8 | 0 – 1,275 x10 ⁻³ м/м | 5 x10 ⁻⁶ м/м |
| CRC эфемерид | 16 | – | – |
| Продолжительность эксплуатационной готовности источника | 8 | 0 – 2540 с | 10 с |
| Для N блоков измерений | | | |
| Идентификатор ID дальномерного источника | 8 | 1 – 255 | 1 |
| Признак набора данных (IOD) | 8 | 0 – 255 | 1 |
| Коррекция псевдодальности (PRC) | 16 | ± 327,67 м | 0,01 м |
| Коррекция скорости изменения дальности (RRC) | 16 | ± 32,767 м/с | 0,001 м/с |
| σ_{pr_gnd} | 8 | 0–5,08 м | 0,02 м |
| B ₁ | 8 | ± 6,35 м | 0,05 м |
| B ₂ | 8 | ± 6,35 м | 0,05 м |
| B ₃ | 8 | ± 6,35 м | 0,05 м |
| B ₄ | 8 | ± 6,35 м | 0,05 м |

Д.5.1.3. Параметры коррекции псевдодальности.

Модифицированный Z-отсчет: показывает время привязки всех параметров, содержащихся в данном сообщении.

Правило кодирования: модифицированный Z-отсчет сбрасывается в час (xx:00), час двадцать (xx:20) и час сорок (xx:40) по шкале системного времени GPS.

Признак дополнительного сообщения: показывает, содержится ли в отдельном сообщении типа 1 или в связанной паре сообщений набор блоков измерений в кадре для конкретного типа измерения.

Правило кодирования: 0 - все блоки измерений для конкретного типа измерения содержатся в одном сообщении типа 1;

1 – данное сообщение является первым передаваемым сообщением из связанной пары сообщений типа 1, в которой содержится набор всех блоков измерений для конкретного типа измерения;

2 – не занято;

3 – данное сообщение является вторым передаваемым сообщением из связанной пары сообщений типа 1, в которой содержится набор всех блоков измерений для конкретного типа измерения.

Примечание. Если для конкретного типа измерения используется связанная пара сообщений типа 1, то параметры "количество измерений" и "низкочастотная информация" рассчитываются отдельно для каждого сообщения из пары.

Количество измерений: количество блоков измерений в сообщении.

Тип измерений: тип дальномерного сигнала, по которому рассчитаны поправки.

Правило кодирования: 0 - код C/A или CSA в диапазоне L1;

1 – зарезервировано;

2 – зарезервировано;

3 – зарезервировано;

4–7 – незанято.

Параметр декорреляции эфемерид (P): параметр, который характеризует влияние остаточных ошибок в информации эфемерид вследствие декорреляции первого блока измерений в сообщении.

Для ЛККС, которые не передают дополнительный блок данных 1 в сообщении типа 2, параметр декорреляции эфемерид кодируется в виде всех нулей.

CRC эфемерид: проверка избыточным циклическим кодом CRC эфемерид, которые используются для определения поправок для первого блока измерений в данном сообщении. CRC эфемерид для дальномерных источников основной орбитальной системы (систем) рассчитывается в соответствии с добавлением 4.

Длина CRC-кода $k = 16$ бит. Образующий полином CRC имеет следующий вид:

$$G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1.$$

Информационное поле CRC, $M(x)$, для данного спутника имеет вид:

$$M(x) = \sum_{i=1}^n m_i x^{n-i} = m_1 x^{n-1} + m_2 x^{n-2} + \dots + m_n x^0.$$

Для спутника GPS длина $M(x)$ составляет $n = 576$ бит. $M(x)$ для спутника GPS рассчитывается с использованием первых 24 разрядов каждого из слов 3-10, содержащихся в подкадрах 1, 2 и 3 передаваемого данным спутником сообщения, логически помноженных (AND) на маску эфемерид спутника GPS из таблицы Д.5.2. Разряды располагаются в том же порядке, как принимаются со спутника GPS, но каждый бит передается младшим разрядом вперед так, чтобы m_1 соответствовал разряду 68 подкадра 1, а m_{576} соответствовал разряду 287 подкадра 3.

Примечание. $M(x)$ для спутника GPS не включает слово 1 (TLM) и слово 2 (HOW), с которых начинается каждый подкадр, а также 6 разрядов четности в конце каждого слова.

Для спутника ГЛОНАСС длина $M(x)$ составляет $n = 340$ бит. $M(x)$ для спутника ГЛОНАСС рассчитывается с использованием строк 1, 2, 3 и 4 передаваемого данным спутником сообщения, логически помноженных (AND) на маску эфемерид спутника ГЛОНАСС из таблицы Д.5.3. Разряды располагаются в порядке передачи, так чтобы m_1 соответствовал разряду 85 в строке 1, а m_{340} соответствовал разряду 1 в строке 4.

Продолжительность эксплуатационной готовности источника: прогнозируемый интервал времени, относительно модифицированного Z-отсчета для первого блока измерений, в течение которого предполагается передача поправок к информации дальномерного источника.

Правило кодирования:

11111110 – продолжительность больше или равна 2540 с;

11111111 – данной наземной подсистемой прогноз продолжительности готовности источника не обеспечивается.

Таблица Д.5.2

Маска эфемерид спутников GPS

| Подкадр 1: | Байт 1 | Байт 2 | Байт 3 | | Байт 1 | Байт 2 | Байт 3 |
|------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Слово 3 | 0000 0000 | 0000 0000 | 0000 0011 | Слово 4 | 0000 0000 | 0000 0000 | 0000 0000 |
| Слово 5 | 0000 0000 | 0000 0000 | 0000 0000 | Слово 6 | 0000 0000 | 0000 0000 | 0000 0000 |
| Слово 7 | 0000 0000 | 0000 0000 | 1111 1111 | Слово 8 | 1111 1111 | 1111 1111 | 1111 1111 |
| Слово 9 | 1111 1111 | 1111 1111 | 1111 1111 | Слово 10 | 1111 1111 | 1111 1111 | 1111 1100 |
| Подкадр 2: | Байт 1 | Байт 2 | Байт 3 | | Байт 1 | Байт 2 | Байт 3 |
| Слово 3 | 1111 1111 | 1111 1111 | 1111 1111 | Слово 4 | 1111 1111 | 1111 1111 | 1111 1111 |
| Слово 5 | 1111 1111 | 1111 1111 | 1111 1111 | Слово 6 | 1111 1111 | 1111 1111 | 1111 1111 |
| Слово 7 | 1111 1111 | 1111 1111 | 1111 1111 | Слово 8 | 1111 1111 | 1111 1111 | 1111 1111 |
| Слово 9 | 1111 1111 | 1111 1111 | 1111 1111 | Слово 10 | 1111 1111 | 1111 1111 | 0000 0000 |
| Подкадр 3: | Байт 1 | Байт 2 | Байт 3 | | Байт 1 | Байт 2 | Байт 3 |
| Слово 3 | 1111 1111 | 1111 1111 | 1111 1111 | Слово 4 | 1111 1111 | 1111 1111 | 1111 1111 |
| Слово 5 | 1111 1111 | 1111 1111 | 1111 1111 | Слово 6 | 1111 1111 | 1111 1111 | 1111 1111 |
| Слово 7 | 1111 1111 | 1111 1111 | 1111 1111 | Слово 8 | 1111 1111 | 1111 1111 | 1111 1111 |
| Слово 9 | 1111 1111 | 1111 1111 | 1111 1111 | Слово 10 | 1111 1111 | 1111 1111 | 1111 1100 |

Таблица Д.5.3

Маска эфемерид спутников ГЛОНАСС

| |
|--|
| Строка 1: |
| 0 0000 0000 0000 0000 0000 1111 1111 1111 1111 1111 |
| 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000 |
| Строка 2: |
| 0 00000000000000000000 1111 1111 1111 1111 1111 1111 |
| 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000 |
| Строка 3: |
| 0 0000 0111 1111 1111 0000 1111 1111 1111 1111 1111 |
| 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000 |
| Строка 4: |
| 000001111 1111 1111 1111 1111 1100 0000 0000 0000 0000 |
| 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 |

Д.5.1.4. Параметрами блока сообщений являются:

Идентификатор ID дальномерного источника: опознание дальномерного источника, к которому относится информация последующего блока измерений.

Правило кодирования:

1–36 – идентификаторы спутников GPS (соответствуют PRN);

38–61 – идентификаторы спутников ГЛОНАСС (номер интервала плюс 37).

Признак набора данных (IOD): признак, соответствующий набору эфемерид, используемому для определения поправок к псевдодальности и к скорости изменения дальности.

Правило кодирования:

для GPS признак IOD равен параметру GPS IODE;

для ГЛОНАСС признак IOD равен параметру GLONASS "t_b".

Примечание. Для ГЛОНАСС в MSB IOD включается 0.

Коррекция псевдодальности (PRC): поправка к псевдодальности дальномерного источника.

Коррекция скорости изменения дальности (RRC): поправка к скорости изменения псевдодальности.

σ_{pr_gnd} : стандартное отклонение нормального распределения, связанное с вкладом сигнала в пространстве в погрешность псевдодальности, в опорной точке ЛККС (пп. 3.6.5.5.1 и 3.6.5.5.2 приложения 4, п. 1.6.4.7 базиса).

Правило кодирования: 11111111 - дальномерный источник недостоверен.

$V_1 - V_4$: параметры целостности, связанные с поправками к псевдодальности, содержащимися в том же самом блоке измерений. Для i -го дальномерного источника эти параметры соответствуют $V_{i,1} - V_{i,4}$ (пп. 3.6.5.5.1.2 и 3.6.5.5.2.2 приложения 4, п. 1.6.4.7 базиса). Во время непрерывной работы индексы "1-4" соответствуют тому же самому физическому опорному приемнику, используемому для получения каждой эпохи, передаваемой от конкретной наземной подсистемы, со следующим исключением: физический опорный приемник, привязанный к какому-либо из индексов 1-4, может быть заменен любым другим физическим опорным приемником (в том числе ранее отключенным), который не использовался для передач в течение последних 5 минут.

Правило кодирования: 10000000 - опорный приемник не использовался для расчета коррекции псевдодальности.

Д.5.2. Сообщение типа 2: данные по ЛККС.

В сообщении типа 2 идентифицируется местоположение опорной точки ЛККС, относительно которой формируются передаваемые поправки, а также содержатся другие данные, относящиеся к ЛККС (таблица Д.5.4).

Примечание. В сообщения типа 2 могут включаться дополнительные блоки данных. Дополнительные блоки данных 1, 2, 3 и 4 определены. В будущем могут быть определены другие дополнительные блоки данных. Блоки данных 2-255 имеют переменную длину и могут включаться в сообщение после дополнительного блока данных 1 в любом порядке.

Таблица Д.5.4

Формат сообщения типа 2 с данными по ЛККС

| Содержание данных | Количество разрядов | Диапазон значений | Разрешающая способность |
|---|---------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| Опорные приемники ЛККС | 2 | 2-4 | - |
| Показатель точности наземного оборудования | 2 | - | - |
| Не занято | 1 | - | - |
| Показатель непрерывности/целостности ЛККС | 3 | 0-7 | 1 |
| Локальное магнитное склонение | 11 | $\pm 180,0^\circ$ | $0,25^\circ$ |
| Не занято | 5 | - | - |
| $\sigma_{vert\ iono\ gradient}$ | 8 | $0 - 25,5 \times 10^{-6} \text{ м/м}$ | $0,1 \times 10^{-6} \text{ м/м}$ |
| Индекс рефракции | 8 | 16 - 781 | 3 |
| Масштаб высоты | 8 | 0 - 25500 м | 100 м |
| Неоднозначность рефракции | 8 | 0 - 255 | 1 |
| Широта | 32 | $\pm 90,0^\circ$ | 0,0005" |
| Долгота | 32 | $\pm 180,0^\circ$ | 0,0005" |
| Высота опорной точки ЛККС | 24 | $\pm 83866,07 \text{ м}$ | 0,01 м |
| Дополнительный блок данных 1 (если обеспечивается) | | | |
| Селектор данных опорной станции | 8 | 0 - 48 | 1 |
| Максимальное используемое расстояние (D_{max}) | 8 | 2 - 510 км | 2 км |
| $K_{md\ e\ POS, GPS}$ | 8 | 0 - 12,75 | 0,05 |
| $K_{md\ e, GPS}$ | 8 | 0 - 12,75 | 0,05 |
| $K_{md\ e\ POS, GLONASS}$ | 8 | 0 - 12,75 | 0,05 |
| $K_{md\ e, GLONASS}$ | 8 | 0 - 12,75 | 0,05 |
| Дополнительные блоки данных (повторяются все предусмотренные) | | | |
| Длина дополнительного блока данных | 8 | 2 - 255 | 1 |
| Номер дополнительного блока данных | 8 | 2 - 255 | 1 |
| Параметры дополнительных данных | Переменное | - | - |

Данные по ЛККС включают следующие параметры:

Опорные приемники ЛККС: количество опорных приемников, установленных в данной ЛККС.

Правило кодирования:

0 – в ЛККС установлены 2 опорных приемника;

1 – в ЛККС установлены 3 опорных приемника;

2 – в ЛККС установлены 4 опорных приемника;

3 – количество опорных приемников GNSS, установленных в данной ЛККС, не применяется.

Показатель точности ЛККС: буквенный индекс, указывающий минимальные точностные характеристики сигнала в пространстве, обеспечиваемые ЛККС (п. 1.5.1.2 базиса).

Правило кодирования: 0 - показатель точности А;

1 – показатель точности В;

2 – показатель точности С;

3 – не занято.

Показатель непрерывности/целостности ЛККС (GCID): цифровой показатель эксплуатационного состояния ЛККС.

Правило кодирования:

0 – не занято;

1 – GCID 1;

2 – GCID 2;

3 – GCID 3;

4 – GCID 4;

5 – не занято;

6 – не занято;

7 – система неисправна.

Примечания. 1. Значения GCID, равные 3 и 4, предусмотрены с целью гарантировать совместимость оборудования с будущей GBAS.

2. Значение GCID, равное 7, указывает на недоступность всех видов обслуживания при заходе на посадку, обеспечиваемых ЛККС.

Локальное магнитное склонение: публикуемое значение магнитного склонения в опорной точке ЛККС.

Правило кодирования:

положительное значение означает восточное склонение (по часовой стрелке от истинного севера);

отрицательное значение означает западное склонение (против часовой стрелки от истинного севера);

100 0000 0000 - процедуры точного захода на посадку, поддерживаемые данной GBAS, публикуются с учетом истинного пеленга.

S_{vert_iono_gradient}: среднеквадратическое отклонение нормального распределения, соответствующее остаточной ионосферной неопределенности, обусловленной пространственной декорреляцией (п. 3.6.5.4 приложения 4).

Индекс рефракции (Nr): номинальное значение индекса тропосферной рефракции, используемое для калибровки тропосферной поправки, соответствующей данной ЛККС (п. 3.6.5.3 приложения 4).

Правило кодирования: данное поле кодируется как дополнение до двух со сдвигом + 400. Нулевое значение в данном поле соответствует индексу рефракции, равному 400.

Масштаб высоты (h₀): масштабный коэффициент, используемый для калибровки тропосферной поправки и остаточной тропосферной неопределенности, соответствующих ЛККС (п. 3.6.5.3 приложения 4).

Неоднозначность рефракции (S_n): стандартное отклонение нормального распределения, связанное с остаточной тропосферной неопределенностью (п. 3.6.5.3 приложения 4).

Широта: широта опорной точки ЛККС, определенная в угловых секундах.

Правило кодирования:

положительное значение означает северную широту;

отрицательное значение означает южную широту.

Долгота: долгота опорной точки ЛККС, определенная в угловых секундах.

Правило кодирования:

положительное значение означает восточную долготу;

отрицательное значение означает западную долготу.

Высота опорной точки: высота опорной точки ЛККС над эллипсоидом WGS-84.

Д.5.2.1. Параметры дополнительного блока данных 1. Параметрами дополнительного блока данных 1 являются следующие:

Селектор данных опорной станции (RSDS): цифровой идентификатор, который используется для выбора ЛККС.

Правило кодирования: 11111111 - определение местоположения с использованием ЛККС не обеспечивается.

Максимальное используемое расстояние (D_{max}): максимальное расстояние (наклонная дальность) от опорной точки ЛККС, в пределах которого поправки к псевдодальности вводятся бортовым элементом.

Правило кодирования: 0 - ограничение по расстоянию отсутствует.

Параметр необнаружения эфемерид GPS, определение местоположения с использованием ЛККС ($K_{md_e_POS, GPS}$): множитель для расчета предельных погрешностей местоположения в эфемеридах для определения местоположения с использованием ЛККС, полученный из вероятности необнаружения, при условии, что ошибка в эфемеридах имеет место на спутнике GPS.

Для ЛККС, которые не передают поправки для дальномерных источников GPS или не обеспечивают определения местоположения с использованием ЛККС, данный параметр кодируется в виде всех нулей.

Параметр необнаружения эфемерид GPS, виды А, В или С при заходе на посадку с использованием ЛККС ($K_{md_e, GPS}$): - множитель для расчета предельных погрешностей местоположения в эфемеридах для видов А, В и С обслуживания при заходе на посадку с использованием ЛККС, полученный из вероятности необнаружения, при условии, что ошибка в эфемеридах имеет место на спутнике GPS.

Для ЛККС, которые не передают поправки для дальномерных источников GPS, данный параметр кодируется в виде всех нулей.

Параметр необнаружения эфемерид ГЛОНАСС, определение местоположения с использованием ЛККС ($K_{md_e_POS, GLONASS}$): множитель для расчета предельных погрешностей местоположения в эфемеридах для определения местоположения с использованием ЛККС, полученный из вероятности необнаружения, при условии, что ошибка в эфемеридах имеет место на спутнике ГЛОНАСС.

Для ЛККС, которые не передают поправки для дальномерных источников ГЛОНАСС или не обеспечивают определения местоположения с использованием ЛККС, данный параметр кодируется в виде всех нулей.

Параметр необнаружения эфемерид ГЛОНАСС, виды А, В или С при заходе на посадку с использованием ЛККС ($K_{md_e, GLONASS}$): множитель для расчета предельных погрешностей местоположения в эфемеридах для видов А, В и С обслуживания при заходе на посадку с использованием ЛККС, полученный из вероятности необнаружения, при условии, что ошибка в эфемеридах имеет место на спутнике ГЛОНАСС.

Для ЛККС, которые не передают поправки для дальномерных источников ГЛОНАСС, данный параметр кодируется в виде всех нулей.

Примечания. 1. ЛККС предоставляет информацию о расстоянии (D_{max}) от опорной точки ЛККС, определяющее объем, в пределах которого удовлетворяются требования в отношении риска потери целостности ЛККС, указанные в п. 1.5.2.1.6 базиса, и риска потери целостности уровня защиты, указанные в п. 1.5.2.1.11 базиса.

2. ЛККС передает параметры необнаружения эфемерид для каждой основной орбитальной системы таким образом, чтобы удовлетворялись требования к риску потери целостности ЛККС, указанные в п. 1.5.2.1 базиса.

3. Если ЛККС не удовлетворяет требованиям п. 1.5.2.1.6 и 1.5.2.1.11 базиса, она указывает, используя параметр *RSDS*, что определение местоположения с использованием ЛККС не обеспечивается.

Д.5.2.2. *Дополнительные блоки данных.* Параметрами каждого дополнительного блока данных, кроме дополнительного блока данных 1, являются следующие:

Длина дополнительного блока данных: число байтов в дополнительном блоке данных, включая поля длины дополнительного блока данных и номера дополнительного блока данных.

Номер дополнительного блока данных: числовой показатель типа дополнительного блока данных.

Правило кодирования:

0–1 – зарезервировано;

2 – дополнительный блок данных 2, радиовещательные станции GRAS;

3 – дополнительный блок данных 3, параметры GAST D;

4 – дополнительный блок данных 4, параметры аутентификации VDB;

5–255 – не занято.

Параметры дополнительных данных: набор данных, определяемый в соответствии с номером дополнительного блока данных.

Д.5.2.2.1. *Радиовещательные станции GRAS.*

Параметрами дополнительного блока данных 2 включают следующие данные об одной или нескольких радиовещательных станциях (таблица Д.5.5):

Номер канала: номер канала, как определено в п. 3.6.5.7 приложения 4, соответствующий радиовещательной станции GBAS.

Примечание. *Номер канала в данном поле относится к частоте и RSDS.*

Широта: разница в широте радиовещательной станции GBAS, измеренная на основе широты, указанной в параметре широты сообщения типа 2.

Правило кодирования:

положительное значение означает, что радиовещательная станция GBAS находится к северу от опорной точки ЛККС;

отрицательное значение означает, что радиовещательная станция GBAS находится к югу от опорной точки ЛККС.

Долгота: разница в долготы радиовещательной станции GBAS, измеренная на основе долготы, указанной в параметре долготы сообщения типа 2.

Правило кодирования:

положительное значение означает, что радиовещательная станция GBAS находится к востоку от опорной точки ЛККС;

отрицательное значение означает, что радиовещательная станция GBAS находится к западу от опорной точки ЛККС.

Таблица Д.5.5 – Данные о радиовещательных станциях GRAS

| Содержание данных | Разряды | Диапазон значений | Разрешающая способность |
|-------------------|---------|-------------------|-------------------------|
| Номер канала | 16 | 20 001–39 999 | 1 |
| Δ Широта | 8 | +25,4° | 0,2° |
| Δ Долгота | 8 | +25,4° | 0,2° |

Д.5.2.2.2. *Параметры GAST D*

Параметры для дополнительного блока данных 3 включают параметры (таблица Д.5.6) для использования в случае применения вида обслуживания GAST D следующим образом:

$K_{md_e_D, GLONASS}$ ($K_{md_e_D, GLONASS}$): множитель для расчета предельных погрешностей местоположения в эфемеридах для GAST D, полученный из вероятности необнаружения, при условии, что ошибка в эфемеридах имеет место на спутнике ГЛОНАСС.

Для ЛККС, которые не передают поправки для дальномерных источников ГЛОНАСС, данный параметр кодируется в виде всех нулей.

Примечание. Данный параметр, $K_{md_e_D, GLONASS}$, может отличаться от параметра декорреляции эфемерид $K_{md_e_GLONASS}$ в дополнительном блоке данных 1 сообщения типа 2.

$K_{md_e_D, GPS}$ ($K_{md_e_D, GPS}$): множитель для расчета предельных погрешностей местоположения в эфемеридах для GAST D, полученный из вероятности необнаружения, при условии, что ошибка в эфемеридах имеет место на спутнике GPS. Для ЛККС, которые не передают поправки для дальномерных источников GPS, данный параметр кодируется в виде всех нулей.

Примечание. Данный параметр, $K_{md_e_D, GPS}$, может отличаться от параметра декорреляции эфемерид $K_{md_e_GPS}$ в дополнительном блоке данных 1 сообщения типа 2.

$\sigma_{vert_iono_gradient_D}$ ($\sigma_{vert_iono_gradient_D}$): среднеквадратическое отклонение нормального распределения, соответствующее остаточной ионосферной неопределенности, обусловленной пространственной декорреляцией. Этот параметр используется бортовым оборудованием, когда применяется вид D обслуживания захода на посадку.

Примечание. Данный параметр, $\sigma_{vert_iono_gradient_D}$, может отличаться от параметра ионосферной декорреляции $\sigma_{vert_iono_gradient}$ в сообщении типа 2.

Y_{EIG} : максимальное значение параметра E_{IG} при нулевой дальности от опорной точки ЛККС. Этот параметр используется бортовым оборудованием, когда применяется вид D обслуживания захода на посадку.

M_{EIG} : крутизна максимального параметра E_{IG} в зависимости от расстояния от опорной точки ЛККС. Этот параметр используется бортовым оборудованием, когда применяется вид D обслуживания захода на посадку.

Таблица Д.5.6 – Параметры GAST D дополнительного блока данных 3

| Содержание данных | Используемые разряды | Диапазон значений | Разрешающая способность |
|------------------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------------|
| $K_{md_e_D, GPS}$ | 8 | 0–12,75 | 0,05 |
| $K_{md_e_D, GLONASS}$ | 8 | 0–12,75 | 0,05 |
| $\sigma_{vert_iono_gradient_D}$ | 8 | 0–25,5 x 10 ⁻⁶ м/м | 0,1 x 10 ⁻⁶ м/м |
| Y_{EIG} | 5 | 0–3,0 м | 0,1 |
| M_{EIG} | 3 | 0–0,7 м/км | 0,1 |

Д.5.2.2.3. Параметры аутентификации VDB

Дополнительный блок данных 4 включает в себя информацию, необходимую для протоколов аутентификации VDB (таблица Д.5.7).

Определение группы интервалов: 8-битовое поле указывает, какие из восьми интервалов (А–Н) выделены для использования ЛККС. Это поле передается, начиная с LSB. LSB соответствуют интервалу А, следующий бит – интервалу В и так далее. "1" в битовой позиции указывает интервал, выделенный для ЛККС. "0" указывает интервал, не выделенный для ЛККС.

Таблица Д.5.7 – Параметры аутентификации VDB

| Содержание данных | Используемые разряды | Диапазон значений | Разрешающая способность |
|-------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------------|
| Определение группы интервалов | 8 | – | – |

Д.5.3. Сообщение типа 3. Нулевое сообщение

Д.5.3.1. Сообщение типа 3 является "нулевым сообщением" переменной длины и предназначается для использования ЛККС, обеспечивающими протоколы аутентификации (см. п. 1.8 базиса).

Д.5.3.2. Параметры для сообщения типа 3 являются следующими:

Заполнитель: последовательность чередующихся битов "1" и "0" длиной на 10 байт меньше, чем значение поля длины сообщения в заголовке сообщения.

Д.5.4. Сообщение типа 4: конечный участок захода на посадку (FAS).

В сообщении типа 4 содержится один или несколько наборов данных FAS, каждый из которых определяет отдельный точный заход на посадку (таблица Д.5.8). Каждый набор данных в сообщении типа 4 включает следующие параметры:

Длина набора данных: количество бит в наборе данных. Набор данных включает поле длины набора данных и соответствующие поля блока данных FAS, вертикального порога срабатывания сигнализации для FAS (FASVAL)/статуса захода на посадку и бокового порога срабатывания сигнализации для FAS (FASLAL)/статуса захода на посадку.

Блок данных FAS: набор параметров для идентификации захода на посадку и определения соответствующей траектории захода на посадку.

Правило кодирования: см. п. Д.5.4.1 и таблицу Д.5.9.

FASVAL / статус захода на посадку.

Правило кодирования: 1111 1111 – не использовать вертикальные отклонения.

Примечание. Диапазон и разрешение значений для FASVAL зависят от определителя характеристик захода на посадку в соответствующем блоке данных FAS.

FASLAL / статус захода на посадку.

Правило кодирования: 1111 1111 – не использовать заход на посадку.

Д.5.4.1. Блок данных FAS. Блок данных FAS содержит параметры, определяющие отдельный заход на посадку с использованием GAST A, B, C или D. Траектория FAS представляет собой линию в пространстве, которая определяется точкой посадочного порога/точкой фиктивного порога ВПП (LTP/FTP), точкой выставления направления траектории полета (FRAP), относительной высотой пересечения порога (TCH) и углом глиссады (GPA). Местная горизонтальная плоскость захода на посадку представляет собой плоскость, перпендикулярную местной вертикали, проходящей через LTP/FTP (т. е. касательную к эллипсоиду в LTP/FTP).

Таблица Д.5.8 – Формат сообщения типа 4 с данными FAS

| Содержание данных | Количество разрядов | Диапазон значений | Разрешающая способность |
|--|---------------------|-------------------|-------------------------|
| Для N наборов данных | | | |
| Длина набора данных | 8 | 2 – 212 | 1 байт |
| Блок данных FAS | 304 | - | - |
| Вертикальный порог срабатывания сигнализации FAS / статус захода на посадку | 8 | | |
| 1) если в соответствующем определителе характеристик захода на посадку (APD) кодируется как 0 | | 0 – 50,8 м | 0,2 м |
| 2) если в соответствующем определителе характеристик захода на посадку (APD) не кодируется как 0 | | 0 – 25,4 м | 0,1 м |
| Боковой порог срабатывания сигнализации FAS/статус захода на посадку | 8 | 0 – 50,8 м | 0,2 м |

Таблица Д.5.9 – Блок данных FAS (конечного захода на посадку)

| Содержание данных | Разряды | Диапазон значений | Разрешающая способность |
|--|---------|-------------------|-------------------------|
| Тип операции | 4 | 0 – 15 | 1 |
| Идентификатор поставщика обслуживания SBAS | 4 | 0 – 15 | 1 |
| Идентификатор аэропорта | 32 | - | - |
| Номер ВПП | 6 | 1 – 36 | 1 |
| Литера ВПП | 2 | - | - |
| Определитель характеристик захода на посадку – APD | 3 | 0 – 7 | 1 |
| Индикатор маршрута | 5 | - | - |
| Селектор данных опорной траектории | 8 | 0 – 48 | 1 |

| | | | |
|---|----|------------------------------------|------------------------|
| Идентификатор опорной траектории | 32 | – | – |
| Широта LTP/FTP | 32 | $\pm 90,0^\circ$ | 0,0005" |
| Долгота LTP/FTP | 32 | $\pm 180,0^\circ$ | 0,0005" |
| Высота LTP/FTP | 16 | – 512,0...6041,5 м | 0,1 м |
| Широта ΔFPAР | 24 | $\pm 1,0^\circ$ | 0,0005" |
| Долгота ΔFPAР | 24 | $\pm 1,0^\circ$ | 0,0005" |
| Высота пересечения порога при заходе на посадку (ТСН) | 15 | 0 – 1638,35 м, или 0–3276,7 фут | 0,05 м, или 0,1 фут |
| Селектор единиц ТСН при заходе на посадку | 1 | – | – |
| Угол глиссады (GPA) | 16 | 0 – 90,0° | 0,01° |
| Курсовая ширина (примечание) | 8 | 80,0 – 143,75 м | 0,25 м |
| Смещение Δ-расстояния | 8 | 0 – 2032 м | 8 м |
| CRC конечного участка захода на посадку | 32 | – | – |

Примечание. Информация представляется в метрах и футах, в зависимости от показания селектора единиц ТСН.

Местная вертикаль захода на посадку представляет собой нормаль к эллипсоиду WGS-84 в точке LTP/FTP. Точка захвата глиссады (GPIР) представляет собой точку, в которой траектория конечного участка захода на посадку пересекает местную горизонтальную плоскость. Параметрами блока данных FAS являются:

Тип операции: заход на посадку по прямой или другие типы операций.

Правило кодирования:

0 – заход на посадку по прямой;

1–15 – не занято.

Примечание. Схемы со смещением траектории представляют собой схемы захода на посадку с прямой и кодируются как "0".

Идентификатор (ID) поставщика обслуживания SBAS: указывает поставщика обслуживания, соответствующего представленному блоку данных FAS.

Правило кодирования:

0 – WAAS;

1 – EGNOS;

2 – MSAS;

3 – GAGAN;

4 – СДКМ;

5–13 – Не занято;

14 – блок данных FAS используется только совместно с GBAS;

15 – блок данных FAS может быть использован любым поставщиком обслуживания SBAS.

Идентификатор (ID) аэропорта: для обозначения аэропорта используется параметр, состоящий из трех или четырех литер.

Правило кодирования: каждый символ кодируется с использованием 6 младших разрядов его представления в Международном алфавите № 5 (IA 5). Для каждого символа бит b_1 передается первым, а после бита b_6 добавляются два нулевых бита, таким образом, для каждого символа передается 8 бит. Используются только заглавные буквы, цифры и "пробел" IA-5. Самый правый символ передается первым. Для 3-символьного идентификатора ID аэропорта самым правым символом (передаваемым первым) является "пробел" IA-5.

Номер ВПП: номер ВПП, используемой для захода на посадку.

Правило кодирования:

1–36 – номер ВПП.

Примечание. Для выполнения полетов на вертодроме с использованием точки в пространстве значение номера ВПП представляет собой величину, равную одной десятой значения курса конечного этапа захода на посадку, округленное до ближайшего целого числа, за исключением случаев, когда данное целое число равно 0; при этом номер ВПП соответствует 36.

Литера ВПП: при необходимости, с целью различения параллельных взлетно-посадочных полос используется однобуквенное обозначение.

Правило кодирования:

0 – литеры нет;

1 – R (правая);

2 – C (центральная);

3 – L (левая).

Определитель характеристик захода на посадку: общая информация о заходе на посадку.

Правило кодирования:

0 – GAST A или B;

1 – GAST C;

2 – GAST C и GAST D;

3 – GAST C, GAST D и дополнительный вид обслуживания при заходе на посадку, подлежащий определению в будущем;

4 – GAST C, GAST D и два дополнительных вида обслуживания при заходе на посадку, подлежащие определению в будущем

5–7 – не занято.

Индикатор маршрута: однобуквенный идентификатор, используемый для различения множества схем захода на посадку на одну и ту же ВПП.

Правило кодирования: буква кодируется с использованием битов $b_1 - b_5$ ее представления в Международном алфавите № 5 (IA-5). Бит b_1 передается первым. Используются только прописные литеры, за исключением "I" и "O", или "пробел" IA-5.

Селектор данных опорной траектории (RPDS): числовой идентификатор, используемый для выбора блока данных FAS (желаемого захода на посадку).

Идентификатор опорной траектории (RPI): три или четыре буквенно-числовых символа, используемые для однозначного обозначения опорной траектории.

Правило кодирования: каждый символ кодируется с использованием битов $b_1 - b_6$ его представления в Международном алфавите № 5 (IA-5). Для каждого символа бит b_1 передается первым, а после бита b_6 добавляются два нулевых бита, таким образом, для каждого символа передается 8 бит. Используются только прописные буквы, цифры и "пробел" IA-5. Самый правый символ передается первым. Для 3-символьного идентификатора опорной траектории самым правым (первым передаваемым) символом является "пробел" IA-5.

Широта LTP/FTP: широта точки LTP/FTP в угловых секундах.

Правило кодирования:

положительное значение означает северную широту;

отрицательное значение означает южную широту.

Долгота LTP/FTP: долгота точки LTP/FTP в угловых секундах.

Правило кодирования:

положительное значение означает восточную долготу;

отрицательное значение означает западную долготу.

Высота LTP/FTP: высота точки LTP/FTP над эллипсоидом ПЗ-90.11/WGS-84.

Правило кодирования: данное поле кодируется как число с фиксированной запятой, без знака и со смещением – 512 м. Нулевое значение данного поля помещает точку LTP/FTP на 512 м ниже поверхности земного эллипсоида.

Широта Δ FPAR: разность между широтой точки FPAR взлетно-посадочной полосы и широтой точки LTP/FTP в угловых секундах.

Правило кодирования:

положительное значение показывает, что широта точки FPAR севернее широты LTP/FTP;

отрицательное значение показывает, что широта точки FPAR южнее широты LTP/FTP.

Долгота Δ FPAR: разность между долготой точки FPAR взлетно-посадочной полосы и долготой точки LTP/FTP в угловых секундах.

Правило кодирования:

положительное значение показывает, что долгота FPAR восточнее долготы LTP/FTP;

отрицательное значение показывает, что долгота FPAR западнее долготы LTP/FTP.

Высота пересечения порога при заходе на посадку (ТСН): высота FAS над точкой LTP/FTP, определенная в метрах и футах, как указывается селектором единиц ТСН.

Селектор единиц ТСН при заходе на посадку: единицы, используемые для описания ТСН.

Правило кодирования:

0 – футы;

1 – метры.

Угол глиссады (GPA): угол траектории захода на посадку (глиссады) относительно горизонтальной плоскости, касательной к поверхности эллипсоида WGS-84 в точке LTP/FTP.

Курсовая ширина: боковое смещение в точке LTP/FTP от траектории, определяемой FAS, соответствующее полному достижимому отклонению на индикаторе отклонения от курса.

Правило кодирования: данное поле кодируется как число с фиксированной запятой без знака при смещении в 80 м. Нулевое значение данного поля означает курсовую ширину в 80 м в точке LTP/FTP.

Смещение Δ-расстояния: расстояние от посадочного конца ВПП до FPAR.

Правило кодирования: 1111 1111 – не предусматривается.

CRC для конечного участка захода на посадку: 32-разрядный CRC-код, добавленный к концу каждого блока данных FAS, с целью гарантировать целостность информации захода на посадку. 32-разрядный CRC-код для конечного участка захода на посадку рассчитывается в соответствии с добавлением 4.

Образующий полином CRC имеет следующий вид:

$$G(x) = x^{32} + x^{31} + x^{24} + x^{22} + x^{16} + x^{14} + x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + x + 1.$$

Информационное поле CRC, $M(x)$, имеет вид:

$$M(x) = \sum_{i=1}^{272} m_i x^{272-i} = m_1 x^{271} + m_2 x^{270} + \dots + m_{272} x^0.$$

$M(x)$ формируется из всех разрядов соответствующего блока FAS, за исключением CRC. Разряды располагаются в порядке передачи, так чтобы m_i соответствовал младшему разряду поля типа операции, а m_{272} – старшему разряду поля смещения расстояния. CRC-код организован таким образом, что r_1 является младшим разрядом, а r_{32} – старшим разрядом.

Д.5.5. Сообщение типа 5: прогноз эксплуатационной готовности дальномерного источника.

В сообщении типа 5 (таблица Д.5.10) содержится появляющаяся и исчезающая информация о видимых в настоящее время, а также находящихся на подходе к зоне видимости дальномерных источниках. Параметрами прогноза эксплуатационной готовности дальномерного источника являются:

Модифицированный Z-отсчет: показывает время привязки параметров данного сообщения.

Правило кодирования: такое же, как для поля модифицированного Z-отсчета в сообщении типа 1 (п. Д.5.1.3 добавления 5).

Количество задействованных источников: количество источников, для которых продолжительность пригодности информации обеспечена для всех заходов на посадку.

Правило кодирования:

0 – ограничения имеют только заходы на посадку, определенные условиями ограниченной видимости;

1–31 – количество задействованных дальномерных источников.

Идентификатор ID дальномерного источника: как в сообщении типа 1 (п. Д.5.1.4 добавления 5).

Индикатор готовности источника: показывает, что данный дальномерный источник скоро будет доступен для использования, либо скоро перестанет быть доступным.

Правило кодирования:

0 – скоро прекратится передача дифференциальных поправок для данного дальномерного источника;

1 – скоро начнется передача дифференциальных поправок для данного дальномерного источника.

Продолжительность эксплуатационной готовности источника: прогноз минимальной продолжительности готовности дальномерного источника относительно модифицированного Z-отсчета.

Правило кодирования: 111 1111 – продолжительность ≥ 1270 с.

Количество заходов на посадку в условиях ограниченной видимости: количество заходов на посадку, для которых число формируемых поправок уменьшится вследствие ограниченной видимости созвездия спутников.

Селектор данных опорной траектории: показывает блок данных FAS, для которого применяются данные об эксплуатационной готовности источника (п. Д.5.4.1 добавления 5).

Количество источников, задействованных для данного захода на посадку: количество источников, для которых продолжительность пригодности информации обеспечена только для данного захода на посадку.

Таблица Д.5.10 – Формат сообщения типа 5 с прогнозом эксплуатационной готовности дальномерного источника

| Содержание данных | Количество разрядов | Диапазон значений | Разрешающая способность |
|---|---------------------|-------------------|-------------------------|
| Модифицированный Z-отсчет | 14 | 2 – 1199,9 | 0,1с |
| Не занято | 2 | – | – |
| Количество задействованных источников (N) | 8 | 0 – 31 | 1 |
| Для N задействованных источников | | | |
| Идентификатор ID дальномерного источника | 8 | 1 – 255 | 1 |
| Индикатор готовности источника | 1 | – | – |
| Продолжительность эксплуатационной готовности источника | 7 | 0 – 1270 с | 10 с |
| Количество заходов на посадку в условиях ограниченной видимости (A) | 8 | 0 – 255 | 1 |
| Для заходов на посадку в условиях ограниченной видимости | | | |
| Селектор данных опорной траектории | 8 | 0 – 48 | – |
| Количество источников, задействованных для данного захода на посадку (N _A) | 8 | 1 – 31 | 1 |
| Для N _A дальномерных источников, задействованных для данного захода на посадку | | | |
| Идентификатор ID дальномерного источника | 8 | 1 – 255 | 1 |
| Индикатор готовности источника | 1 | – | – |
| Продолжительность эксплуатационной готовности источника | 7 | 0 – 1270 с | 10 с |

Д.5.6. Сообщение типа 6

Примечание. Сообщение типа 6 зарезервировано для использования, чтобы обеспечивать информацию, требуемую для точного захода на посадку по категории II/III.

Д.5.7. Сообщение типа 7

Примечание. Сообщение типа 7 зарезервировано для национальных применений.

Д.5.8. Сообщение типа 8

Примечание. Сообщение типа 8 зарезервировано для локальных и региональных проверок и испытаний.

Д.5.9. Сообщение типа 101: поправки к псевдодальностям GRAS

Д.5.9.1. В сообщении типа 101 передаются дифференциальные поправки для отдельных дальномерных источников GNSS (таблица Д.5.11). Сообщение включает три раздела:

а) информацию о сообщении (срок действия, признак дополнительного сообщения, количество измерений и тип измерений);

б) информацию с низкой частотой обновления (параметр декорреляции эфемерид, информация о проверке эфемерид спутников кодом CRC и об эксплуатационной готовности спутников);

в) блоки данных спутниковых измерений.

Примечание. Все параметры в сообщении данного типа применяются к псевдодальностям, сглаженным по несущей частоте с интервалом 100 с.

Д.5.9.2. Каждое сообщение типа 101 включает параметр декорреляции эфемерид, CRC эфемерид и параметры продолжительности эксплуатационной готовности для одного спутникового дальномерного источника. Параметр декорреляции эфемерид, CRC эфемерид и продолжительность эксплуатационной готовности источника относятся к первому дальномерному источнику в данном сообщении.

Таблица Д.5.11 – Формат сообщения типа 101 с поправками к псевдодальностям GRAS

| Содержание данных | Количество разрядов | Диапазон значений | Разрешающая способность |
|---|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Модифицированный Z-отсчет | 14 | 0 – 1199,9с | 0,1с |
| Признак дополнительного сообщения | 2 | 0 – 3 | 1 |
| Количество измерений (N) | 5 | 0 – 18 | 1 |
| Тип измерений | 3 | 0 – 7 | 1 |
| Параметр декорреляции эфемерид (P) | 8 | 0 – 1,275 x10 ⁻³ м/м | 5 x10 ⁻⁶ м/м |
| CRC эфемерид | 16 | – | – |
| Продолжительность эксплуатационной готовности источника | 8 | 0 – 2540 с | 10 с |
| Количество параметров В | 1 | 0 или 4 | – |
| Не занято | 7 | – | – |
| Для N блоков измерений | | | |
| Идентификатор ID дальномерного источника | 8 | 1 – 255 | 1 |
| Признак набора данных (IOD) | 8 | 0 – 255 | 1 |
| Коррекция псевдодальности (PRC) | 16 | ± 327,67 м | 0,01 м |
| Коррекция скорости изменения дальности (RRC) | 16 | ± 32,767 м/с | 0,001 м/с |
| σ_{pr_end} | 8 | 0–5,08 м | 0,02 м |
| V ₁ | 8 | ± 6,35 м | 0,05 м |
| V ₂ | 8 | ± 6,35 м | 0,05 м |
| V ₃ | 8 | ± 6,35 м | 0,05 м |
| V ₄ | 8 | ± 6,35 м | 0,05 м |

Д.5.9.3. Параметрами коррекции псевдодальности являются:

Модифицированный Z-отсчет: как определено в п. Д.5.1.3.

Признак дополнительного сообщения: как определено в п. Д.5.1.3, за исключением сообщений типа 101.

Количество измерений: как определено в п. Д.5.1.3.

Тип измерений: как определено в п. Д.5.1.3.

Параметр декорреляции эфемерид (P): как определено в п. Д.5.1.3.

CRC эфемерид: как определено в п. Д.5.1.3.

Продолжительность эксплуатационной готовности источника: как определено в п. Д.5.1.3.

Количество параметров В: показатель включения параметров В в блок измерений для каждого дальномерного источника.

Правило кодирования:

- 0 – параметры В не включены;
1–4 – параметры В в блоке измерений.

Д.5.9.4. Параметрами блока данных измерений являются следующие:

Идентификатор ID дальномерного источника: как определено в п. Д.5.1.4.

Признак набора данных (IOD): как определено в п. Д.5.1.4.

Коррекция псевдодальности (PRC): как определено в п. Д.5.1.4.

Коррекция скорости изменения дальности (RRC): как определено в п. Д.5.1.4.

σ_{pr_gnd} : как определено в п. Д.5.1.4, за исключением диапазона значений и разрешающей способности.

V_1 – V_4 : как определено в п. Д.5.1.4.

Примечание. Включение параметров В в блок данных измерений является необязательным для сообщений типа 101.

Д.5.10. Сообщение типа 11: поправки к псевдодальностям. Псевдодальности, сглаженные с интервалом 30 с

Д.5.10.1. Сообщение типа 11 содержит данные дифференциальной поправки для отдельных дальномерных источников GNSS (таблица Д.5.11) с примененным сглаживанием по несущей частоте и коду с интервалом 30 с. Сообщение содержит три раздела:

- информацию о сообщении (срок действия, признак дополнительного сообщения, количество измерений и тип измерений);
- информацию с низкой частотой обновления (параметр декорреляции эфемерид);
- блоки данных спутниковых измерений.

Примечание. Передача данных с низкой частотой обновления для дальномерных источников SBAS факультативна.

Таблица Д.5.12 – Формат сообщения типа 11 с поправками к псевдодальностям

| Содержание данных | Количество разрядов | Диапазон значений | Разрешающая способность |
|---|---------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Модифицированный Z-отсчет | 14 | 0 – 1199,9с | 0,1с |
| Признак дополнительного сообщения | 2 | 0 – 3 | 1 |
| Количество измерений (N) | 5 | 0 – 18 | 1 |
| Тип измерений | 3 | 0 – 7 | 1 |
| Параметр декорреляции эфемерид D (P_D) (Примечание 1, 3) | 8 | 0 – 1,275 $\times 10^{-3}$ м/м | 5 $\times 10^{-6}$ м/м |
| Для N блоков измерений | | | |
| Идентификатор ID дальномерного источника | 8 | 1 – 255 | 1 |
| Коррекция псевдодальности (PRC_{30}) | 16 | $\pm 327,67$ м | 0,01 м |
| Коррекция скорости изменения дальности (RRC_{30}) | 16 | $\pm 32,767$ м/с | 0,001 м/с |
| Sigma PR gnd D ($\sigma_{pr_gnd D}$) (примечание 2) | 8 | 0–5,08 м | 0,02 м |
| Sigma PR gnd 30 ($\sigma_{pr_gnd 30}$) (примечание 2) | 8 | 0–5,08 м | 0,02 м |

Примечания.

- Для спутников SBAS данный параметр кодируется в виде всех нулей.
- 1111 1111 указывает на недостоверность источника.
- Параметр относится к первому передаваемому блоку измерений.

Д.5.10.2. Каждое сообщение типа 11 включает параметр декорреляции эфемерид для одного спутникового дальномерного источника. Параметр декорреляции эфемерид относится к первому дальномерному источнику в данном сообщении.

Примечание. Параметры CRC эфемерид и продолжительность эксплуатационной готовности источника не включены в сообщение типа 11, так как они включены в сообщение типа 1.

Д.5.10.3. Параметрами коррекции псевдодальности для сообщения типа 11 являются следующие:

Модифицированный Z-отсчет: как определено в п. Д.5.1.3.

Признак дополнительного сообщения: показывает, содержится ли в отдельном сообщении типа 11 или в связанной паре сообщений набор блоков измерений в кадре для конкретного типа измерения.

Правило кодирования:

0 – все блоки измерений для конкретного типа измерения содержатся в одном сообщении типа 11;

1 – данное сообщение является первым передаваемым сообщением из связанной пары сообщений типа 11, в которой содержится набор всех блоков измерений для конкретного типа измерения;

2 – не занято;

3 – данное сообщение является вторым передаваемым сообщением из связанной пары сообщений типа 11, в которой содержится набор всех блоков измерений для конкретного типа измерения.

Количество измерений: количество блоков измерений в сообщении.

Тип измерений: как определено в п. Д.5.1.3.

Параметр декорреляции эфемерид $D (P_D)$: параметр, который характеризует влияние остаточных ошибок в информации эфемерид вследствие декорреляции первого блока измерений в сообщении.

Примечание. Данный параметр, P_D , может отличаться от параметра декорреляции эфемерид P в сообщении типа 1.

Для геостационарного спутника SBAS параметр декорреляции эфемерид, если таковой передается, кодируется в виде всех нулей.

Д.5.10.4 Параметрами блока данных измерений являются следующие:

Идентификатор ID дальномерного источника: как определено в п. Д.5.1.3.

Коррекция псевдодальности (PRC_{30}): поправка к псевдодальности дальномерного источника с учетом сглаживания по несущей частоте с интервалом 30 с.

Коррекция скорости изменения дальности (RRC_{30}): поправка к скорости изменения псевдодальности с учетом сглаживания по несущей частоте с интервалом 30 с.

Sigma_PR_gnd_D ($\sigma_{pr_gnd_D}$): стандартное отклонение нормального распределения, связанное с вкладом сигнала в пространстве в погрешность псевдодальности, в поправке со сглаживанием с интервалом 100 с в сообщении типа 1, в опорной точке ЛККС (п. 3.6.5.5.1 приложения 4 и п. 1.6.4.7 базиса).

Примечание. Параметр $\sigma_{pr_gnd_D}$ отличается от σ_{pr_gnd} для соответствующего измерения в сообщении типа 1 тем, что $\sigma_{pr_gnd_D}$ не должно включать увеличения значений параметров для учета выходящих за пределы декоррелированных ионосферных погрешностей.

Правило кодирования: 1111 1111 – дальномерный источник недостоверен.

Sigma_PR_gnd_30s ($\sigma_{pr_gnd_30}$): стандартное отклонение нормального распределения, которое описывает номинальную точность скорректированной псевдодальности, сглаженной с постоянной времени 30 с в опорной точке ЛККС.

Примечание. Нормальное распределение $N(0, \sigma_{pr_gnd_30})$ предполагается для использования в целях соответствующего описания погрешностей для оптимизации взвешивания в решении навигационной задачи по определению местоположения методом взвешенных наименьших квадратов. Распределение не должно включать погрешности, описанные в п. 3.6.5.5.1 приложения 4 и п. 1.6.4.7 базиса.

Правило кодирования: 1111 1111 – дальномерный источник недостоверен.

Определение вклада ЛККС в погрешность скорректированной псевдодальности

Среднеквадратическое значение (RMS) (1σ) вклада наземной подсистемы в погрешность скорректированной псевдодальности, сглаженной с интервалом 100 с, для спутников GPS и ГЛОНАСС описывается выражением:

$$\text{RMS}_{\text{pr_gnd}} \leq \sqrt{\frac{(a_0 + a_1 e^{-\theta_n/\theta_0})^2}{M} + (a_2)^2}.$$

где M – количество опорных приемников, как указано в сообщении типа 2 (Добавление 5, п. Д.5.2);

n – n -й источник дальномерного сигнала (дальномерный источник);

θ_n – угол места для n -го дальномерного источника;

a_0 , a_1 , a_2 и θ_0 – параметры, определяемые из приведенных ниже таблиц, для каждого из буквенных обозначений точности ЛККС.

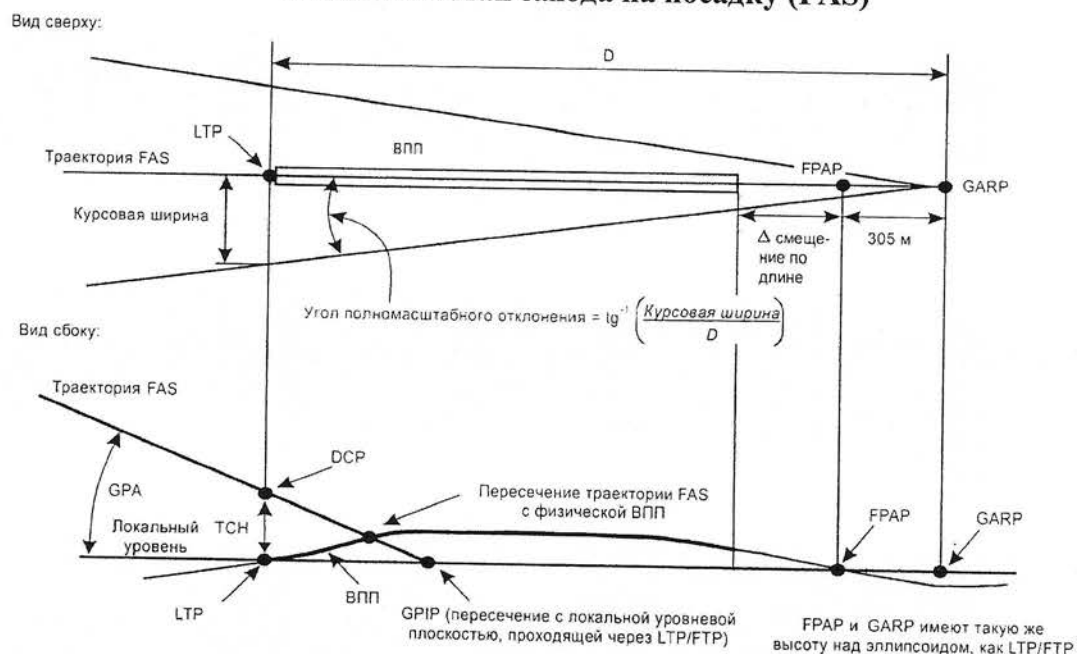
Буквенное обозначение точности ЛККС для GPS

| Обозначение точности ЛККС | θ_n | a_0 | a_1 | θ_0 | a_2 |
|---------------------------|------------|-------|-------|------------|-------|
| A | ≥ 5 | 0,5 | 1,65 | 14,3 | 0,08 |
| B | ≥ 5 | 0,16 | 1,07 | 15,5 | 0,08 |
| C | > 35 | 0,15 | 0,84 | 15,5 | 0,04 |
| | 5 – 35 | 0,24 | 0 | - | 0,04 |

Буквенное обозначение точности ЛККС для ГЛОНАСС

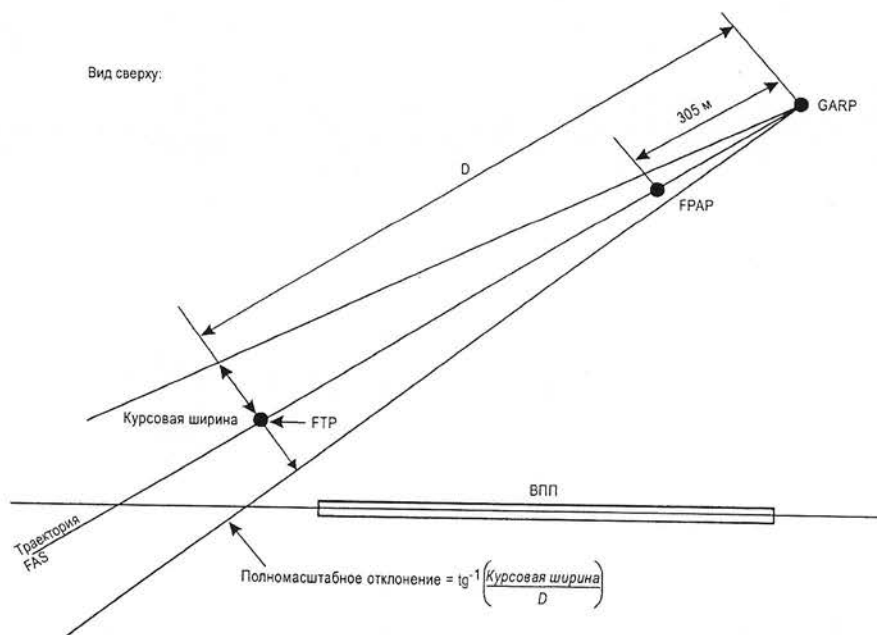
| Обозначение точности ЛККС | θ_n | a_0 | a_1 | θ_0 | a_2 |
|---------------------------|------------|-------|-------|------------|-------|
| A | ≥ 5 | 1,58 | 5,18 | 14,3 | 0,078 |
| B | ≥ 5 | 0,3 | 2,12 | 15,5 | 0,078 |
| C | > 35 | 0,3 | 1,68 | 15,5 | 0,042 |
| | 5 – 35 | 0,48 | 0 | - | 0,042 |

Конечный этап захода на посадку (FAS)



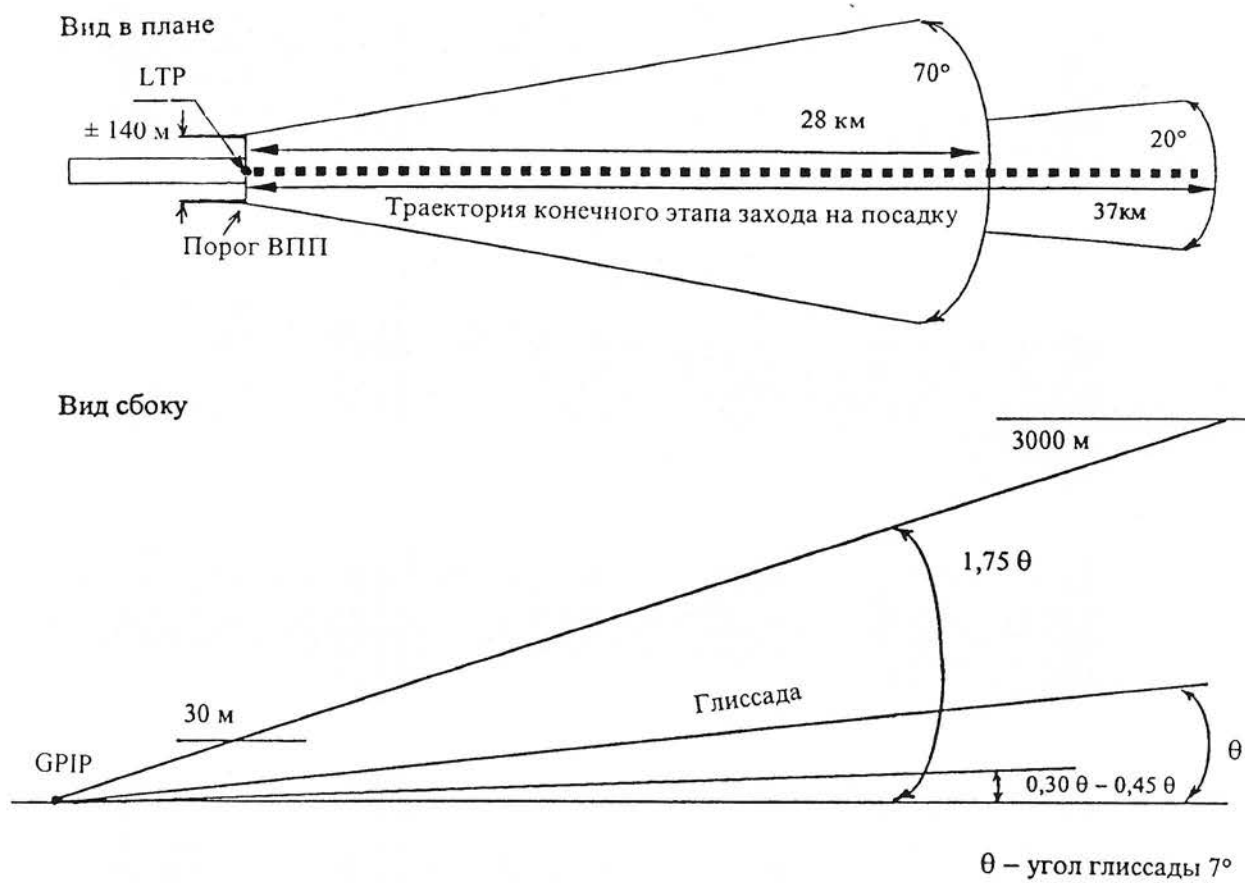
DCP – базовая точка пересечения,
 FAS – участок конечного захода на посадку,
 FPAP – точка выставления направления траектории полета,
 FTP – точка фиктивного порога ВПП (см. рис. П.2.2),
 GARP – азимутальная опорная точка GBAS,
 GPA – угол глиссады,
 GPIP – точка пересечения глиссадой,
 LTP – точка посадочного порога ВПП,
 TCH – относительная высота пересечения порога ВПП.

Рис.П.2.1. Определение траектории FAS.



FAS – участок конечного захода на посадку,
 FPAP – точка выставления направления траектории полета,
 FTP – точка фиктивного порога ВПП,
 GARP – азимутальная опорная точка ЛККС.

Рис.П.2.2. Определение траектории FAS для заходов, не выровненных по ВПП.



ЛТР – точка порога ВПП;
GPIP – точка пересечения глиссадой.

Рис. П.2.3 – Минимальный объем обслуживания ЛККС

Шифратор/дешифратор битов

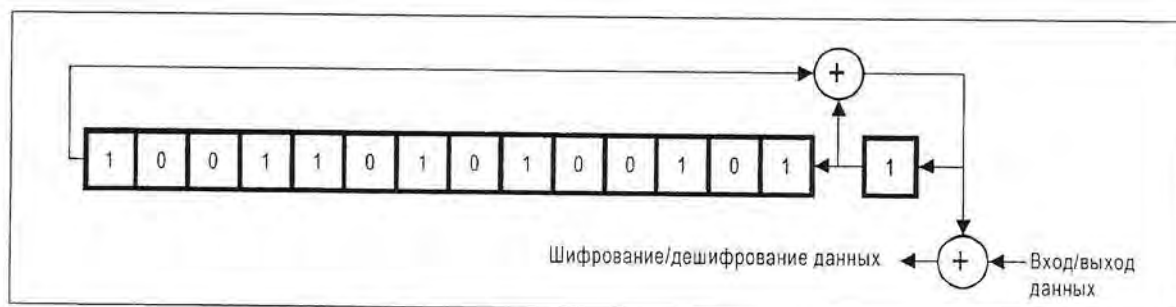


Рис.П.3.1. Шифратор/дешифратор битов.

Выдержка из Приложения 10 ИКАО¹

3.6.5 ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОТОКОЛОВ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ

Примечание. В данном разделе определяются взаимосвязи между параметрами, передаваемыми в сообщениях. Даны определения параметров, которые не передаются, но используются как небортовыми, так и бортовыми элементами и входят в выражения, используемые для решения навигационной задачи и обеспечения целостности данного решения.

3.6.5.1 *Псевдодальности, измеренные и сглаженные по несущей.* Передаваемая поправка применима к сглаженным по несущей частоте измерениям псевдодальности, выполненным без учета передаваемых спутником поправок к ионосфере и тропосфере. Сглаживание по несущей определяется следующим фильтром:

$$P_{CSC_n} = \alpha P + (1 - \alpha) \left(P_{CSC_{n-1}} + \frac{\lambda}{2\pi} (\varphi_n - \varphi_{n-1}) \right),$$

где P_{CSC_n} – сглаженная псевдодальность;

$P_{CSC_{n-1}}$ – предыдущее значение сглаженной псевдодальности;

P – необработанные ("сырые") измерения псевдодальности, полученные при использовании схемы слежения по коду и несущей первого или более высокого порядка с односторонней шумовой полосой больше или равной 0,125 Гц;

λ – длина волны L1;

φ_n – фаза несущей;

φ_{n-1} – предыдущее значение фазы несущей;

α – весовая функция фильтра, равная интервалу выборки, деленному на постоянную времени сглаживания. Для поправок к псевдодальности GBAS в сообщении типа 1 и сообщении типа 101 постоянная времени сглаживания составляет 100 с, за исключением требований для бортового оборудования, указанных в п. 3.6.8.3.5.1. Для поправок к псевдодальности GBAS в сообщении типа 11 постоянная времени сглаживания составляет 30 с.

3.6.5.2 *Скорректированная псевдодальность.* Скорректированная псевдодальность для данного спутника на время t имеет вид:

$$PR_{corrected} = P_{CSC} + PRC + RRC \times (t - tz\text{-count}) + TC + c \times (\Delta t_{sv})_{L1},$$

где P_{CSC} – сглаженная псевдодальность (определено в п. 3.6.5.1);

PRC – поправка к псевдодальности из соответствующего сообщения:

а) для псевдодальностей, сглаженных с интервалом 100 с, из сообщения типа 1 или типа 101 берется PRC , определенная в п. 3.6.4.2;

б) для псевдодальностей, сглаженных с интервалом 30 с, PRC является PRC_{30} , взятая из сообщения типа 11 и определенная в п. 3.6.4.11;

RRC – скорость изменения поправки к псевдодальности из соответствующего сообщения:

а) для псевдодальностей, сглаженных с интервалом 100 с, из сообщения типа 1 или типа 101 берется RRC , определенная в п. 3.6.4.2;

б) для псевдодальностей, сглаженных с интервалом 30 с, RRC является RRC_{30} , взятая из сообщения типа 11 и определенная в п. 3.6.4.11;

t – текущее время;

$tz\text{-count}$ – время привязки, полученное из модифицированного Z-отчета сообщения, содержащего значения PRC и RRC ;

TC – тропосферная коррекция (определено в п. 3.6.5.3);

¹ Том I, 6-е издание, 2006 год с поправками 1 – 86, добавление В.

с и $(\Delta t_{sv})_{L1}$ – как определено в п. 3.1.2.2 для спутников GPS.

3.6.5.3 ТРОПОСФЕРНАЯ ЗАДЕРЖКА

3.6.5.3.1 Тропосферная коррекция для данного спутника имеет вид:

$$TC = N_T h_0 \frac{10^{-6}}{\sqrt{0,002 + \sin^2(EI_i)}} (1 - e^{-\Delta h/h_0}),$$

где N_T – индекс рефракции из сообщения типа 2 (п. 3.6.4.3);
 Δh – высота воздушного судна над опорной точкой GBAS;
 EI_i – угол восхождения i -го спутника;
 h_0 – высота по тропосферной шкале из сообщения типа 2.

3.6.5.3.2 Остаточная тропосферная неопределенность имеет вид:

$$\sigma_{\text{тропо}} = \sigma_n h_0 \frac{10^{-6}}{\sqrt{0,002 + \sin^2(EI_i)}} (1 - e^{-\Delta h/h_0}),$$

где σ_n – неопределенность рефракции из сообщения типа 2 (п. 3.6.4.3).

3.6.5.4 *Остаточная ионосферная неопределенность.* Остаточная ионосферная неопределенность для данного спутника определяется выражением:

$$\sigma_{\text{iono}} = F_{pp} \times \sigma_{\text{vert_iono_gradient}} \times (x_{\text{air}} + 2 \times \tau \times v_{\text{air}}),$$

где F_{pp} – коэффициент наклона данного спутника относительно вертикали (п. 3.5.5.5.2);
 σ_{vig} – зависит от применяемого GAST.

Для GAST A, B или C, $\sigma_{\text{vig}} = \sigma_{\text{vert_iono_gradient}}$ (определено в п. 3.6.4.3);

Для GAST D, $\sigma_{\text{vig}} = \sigma_{\text{vert_iono_gradient_D}}$ (определено в п. 3.6.4.3.2.2);

x_{air} – расстояние (наклонная дальность) в метрах между текущим местоположением воздушного судна и опорной точкой GBAS, указанной в сообщении типа 2;

τ – зависит от применяемого GAST.

Для GAST A, B или C, $\tau = 100$ с (постоянная времени, используемая в п. 3.6.5.1);

Для GAST D значение τ зависит от того, используется ли σ_{iono} при корректировке результатов измерений или определении границ целостности. $\tau = 100$ с, когда σ_{iono} используется при определении границ целостности (согласно п. 3.6.5.5.1.1.1) и $\tau = 30$ с, когда σ_{iono} используется при корректировке результатов измерений (согласно п. 3.6.5.5.1.1.2).

v_{air} – горизонтальная скорость захода на посадку воздушного судна (м/с).

3.6.5.5 УРОВНИ ЗАЩИТЫ

3.6.5.5.1 *Уровни защиты для всех видов обслуживания при заходе на посадку с использованием GBAS.* Вертикальными и боковыми уровнями защиты (VPL и LPL) сигнала в пространстве являются верхние границы доверительного интервала погрешности определения координат относительно опорной точки GBAS, определяемые как:

;

$$VPL = \text{MAX}\{VPL_{\text{HO}}, VPL_{\text{H1}}\};$$

$$LPL = \text{MAX}\{LPL_{\text{HO}}, LPL_{\text{H1}}\}.$$

3.6.5.5.1.1 Условия нормальных измерений

3.6.5.5.1.1.1 Вертикальный уровень защиты (VPL_{H0}) и боковой уровень защиты (LPL_{H0}), предполагающие нормальные условия измерений (то есть отсутствие отказов), используются всеми опорными приемниками и всеми дальномерными источниками и рассчитываются следующим образом:

$$VPL_{H0} = K_{ffmd} \sigma_{vert} + D_V,$$

$$LPL_{H0} = K_{ffmd} \sigma_{lat} + D_L,$$

где

$$\sigma_{vert} = \sqrt{\sum_{i=1}^N s_{vert_i}^2 \times \sigma_i^2},$$

$$\sigma_{lat} = \sqrt{\sum_{i=1}^N s_{lat_i}^2 \times \sigma_i^2},$$

$$\sigma_i^2 = \sigma_{pr_gnd,i}^2 + \sigma_{tropo,i}^2 + \sigma_{pr_air,i}^2 + \sigma_{iono,i}^2$$

и

$\sigma_{pr_gnd,i}$ зависит от применяемого GAST.

Для GAST A, B или C: $\sigma_{pr_gnd,i} = \sigma_{pr_gnd}$ для i -го дальномерного источника (определено в п. 3.6.4.2);

для GAST D: $\sigma_{pr_gnd,i} = \sigma_{pr_gnd_D}$ для i -го дальномерного источника (определено в п. 3.6.4.11);

$\sigma_{tropo,i}^2$, $\sigma_{pr_air,i}^2$ и $\sigma_{iono,i}^2$ как определено в п. 3.6.5.5.1.1.2;

K_{ffmd} – множитель, полученный из вероятности безошибочного пропуска обнаружения;

$s_{vert_i} = s_{v,i} + s_{x,i} \diamond \text{tg}(\text{GPA})$;

$s_{lat_i} = s_{y,i}$;

$s_{x,i}$ – частная производная ошибки по положению по оси x относительно погрешности псевдодальности для i -го спутника;

$s_{y,i}$ – частная производная ошибки по положению по оси y относительно погрешности псевдодальности для i -го спутника;

$s_{v,i}$ – частная производная ошибки по положению по вертикали относительно погрешности псевдодальности для i -го спутника;

GPA – угол глиссады для траектории конечного участка захода на посадку (п. 3.6.4.5.1);

N – количество дальномерных источников, используемых в решении навигационной задачи по определению местоположения;

i – индекс дальномерного источника для дальномерных источников, используемых в решении навигационной задачи по определению местоположения.

D_V – определяемый бортовым оборудованием параметр, зависящий от применяемого GAST.

Для GAST A, B или C: $D_V = 0$;

для GAST D: D_V рассчитывается как величина вертикальной проекции разницы между решениями навигационных задач по определению местоположения со сглаживанием с интервалом 30 и 100 с;

D_L – определяемый бортовым оборудованием параметр, зависящий от применяемого GAST.

Для GAST A, B или C: $D_L = 0$;

для GAST D: D_L рассчитывается как величина боковой проекции разницы между решениями навигационных задач по определению местоположения со сглаживанием с интервалом 30 и 100 с.

Примечания. 1. Для бортовых решений навигационных задач со сглаживанием с интервалом 30 и 100 с D_V и D_L определяются в документе MOPS RTCA/DO-253D.

2. Опорная система координат определена таким образом, что положительное направление оси x ориентировано вдоль траектории вперед, положительное направление оси y – поперек траектории влево в локальной горизонтальной касательной плоскости, а положительное направление оси z – перпендикулярно x и y вверх.

3.6.5.5.1.1.2 Для общего случая решения навигационной задачи методом наименьших квадратов проекционная матрица S определяется следующим образом:

$$S \equiv \begin{bmatrix} S_{x,1} & S_{x,2} & \dots & S_{x,N} \\ S_{y,1} & S_{y,2} & \dots & S_{y,N} \\ S_{z,1} & S_{z,2} & \dots & S_{z,N} \\ S_{t,1} & S_{t,2} & \dots & S_{t,N} \end{bmatrix} = (G^T \times W \times G)^{-1} \times G^T \times W,$$

где $G_i = [-\cos El_i \cos Az_i \ -\cos El_i \sin Az_i \ -\sin El_i \ 1] = i$ -я строка G ; и

$$W = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2^2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_N^2 \end{bmatrix}^{-1}.$$

где $\sigma_i^2 = \sigma_{pr_gnd,i}^2 + \sigma_{tropo,i}^2 + \sigma_{pr_air,i}^2 + \sigma_{iono,i}^2$,

где $\sigma_{pr_gnd,i}$ зависит от применяемого GAST.

Для GAST A, B или C или определения местоположения с использованием GBAS: $\sigma_{pr_gnd,i} = \sigma_{pr_gnd}$ для i -го дальномерного источника, как определено в п. 3.6.4.2;

Для GAST D: $\sigma_{pr_gnd,i}$ – это $\sigma_{pr_gnd_D}$ для i -го дальномерного источника (определено в п. 3.6.4.11);

$\sigma_{tropo,i}$ – остаточная тропосферная неопределенность для i -го дальномерного источника (п. 3.6.5.3);

$\sigma_{iono,i}$ – неопределенность остаточной ионосферной задержки (обусловленной пространственной декорреляцией) для i -го дальномерного источника (п. 3.6.5.4);

$\sigma_{pr_air,i} = \sqrt{s_{receiver(E_i)}^2 + s_{multipath(E_i)}^2}$, стандартное отклонение вклада воздушного судна в ошибку скорректированной псевдодальности для i -го дальномерного источника. Общий вклад воздушного судна включает вклад приемника (п. 3.6.8.2.1) и стандартную погрешность многолучевости от корпуса ВС,

где $s_{multipath}(El_i) = 0,13 + 0,53e^{-El_i/10^\circ}$, стандартная модель для учета многолучевости от корпуса воздушного судна (м);

El_i – угол возвышения i -го дальномерного источника (град.);

Az_i – азимут i -го дальномерного источника, отсчитываемый по часовой стрелке от оси x (град.).

Примечание. Для простоты восприятия подстрочный индекс i в уравнении проекционной матрицы опущен.

3.6.5.5.1.2 Условия измерений с ошибками. В том случае, когда сообщение типа 101 передается без блоков параметров В, значениями VPL_{H1} и LPL_{H1} являются нули. В других случаях вертикальный уровень защиты (VPL_{H1}) и боковой уровень защиты (LPL_{H1}), в предположении, что скрытый отказ имеет место в одном и только одном опорном приемнике, определяются следующим образом:

$$VPL_{H1} = \max [VPL_j] + D_V,$$

$$LPL_{H1} = \max [LPL_j] + D_L,$$

где VPL_j и LPL_j для $j = 1 \div 4$ равны:

$$VPL_j = |B_vert_j| + K_{md, \sigma_{vert, H1}} \text{ и}$$

$$LPL_j = |B_lat_j| + K_{md} \sigma_{lat,H1}$$

D_V – определяемый бортовым оборудованием параметр, зависящий от применяемого GAST (п. 3.6.5.5.1.1.1)

D_L – определяемый бортовым оборудованием параметр, зависящий от применяемого GAST (п. 3.6.5.5.1.1.1)

и

$$B_vert_j = \sum_{i=1}^N (s_vert_i \times B_{i,j});$$

$$B_lat_j = \sum_{i=1}^N (s_lat_i \times B_{i,j});$$

$B_{i,j}$ – передаваемые разности между передаваемыми поправками к псевдодальностям и поправками, полученными при исключении измерений j -го опорного приемника по i -му дальномерному источнику;

K_{md} – множитель, полученный из вероятности необнаружения, что имеет место отказ наземной подсистемы;

$$\sigma_{vert,H1}^2 = \sum_{i=1}^N (s_vert_i^2 \times \sigma_{H1_i}^2);$$

$$\sigma_{lat,H1}^2 = \sum_{i=1}^N (s_lat_i^2 \times \sigma_{H1_i}^2);$$

$$\sigma_{H1_i}^2 = \left(\frac{M_i}{U_i} \right) \sigma_{pr_gnd,i}^2 + \sigma_{pr_air,i}^2 + \sigma_{tropo,i}^2 + \sigma_{iono,i}^2;$$

$\sigma_{pr_gnd,i}$ – зависит от применяемого GAST.

Для GAST A, B или C: $\sigma_{pr_gnd,i} = \sigma_{pr_gnd}$ для i -го дальномерного источника, как определено в п. 3.6.4.2;

для GAST D: $\sigma_{pr_gnd,i} = \sigma_{pr_gnd_D}$ для i -го дальномерного источника (п. 3.6.4.11);

$\sigma_{tropo,i}^2$, $\sigma_{pr_air,i}^2$ и $\sigma_{iono,i}^2$ как определено в п. 3.6.5.5.1.1.2;

M_i – количество опорных приемников, используемых для расчета поправок к псевдодальности для i -го дальномерного источника (указывается значениями B);

U_i – количество опорных приемников, используемых для расчета поправок к псевдодальности для i -го дальномерного источника, за исключением j -го опорного приемника.

Примечание. Скрытый отказ включает любое(ые) ошибочное(ые) измерение(я), которое(ые) не обнаруживается(ются) наземной подсистемой немедленно, вследствие чего передаваемая информация искажается и в бортовую подсистему вносится ошибка определения местоположения.

3.6.5.5.1.3 *Определение K-множителей для точного захода на посадку с использованием GBAS.* Множители приведены в таблице В-67.

3.6.5.5.2 *Определение местоположения с использованием GBAS.* Уровень горизонтальной защиты сигнала в пространстве представляет собой верхний предел достоверности горизонтальной ошибки в местоположении относительно опорной точки GBAS и определяется следующим образом:

$$HPL = \text{MAX}\{HPL_{H0}, HPL_{H1}\}.$$

3.6.5.5.2.1 *Условия нормальных измерений.* Уровень горизонтальной защиты (HPL_{H0}), исходя из предпосылки, что условия нормальных измерений (т. е. без сбоя) существуют во всех опорных приемниках и во всех дальномерных источниках, рассчитывается следующим образом:

где

$$\text{HPL}_{\text{HO}} = K_{\text{ffmd, POS}} d_{\text{major}},$$

$$d_{\text{major}} = \sqrt{\frac{d_x^2 - d_y^2}{2} + \sqrt{\left(\frac{d_x^2 - d_y^2}{2}\right)^2 + d_{xy}^2}},$$

$$d_x^2 = \sum_{i=1}^N s_{x,i}^2 \sigma_i^2,$$

$$d_y^2 = \sum_{i=1}^N s_{y,i}^2 \sigma_i^2,$$

$$d_{xy}^2 = \sum_{i=1}^N s_{x,i} s_{y,i} \sigma_i^2,$$

$s_{x,i}$ – частная производная ошибки по положению по оси x относительно погрешности псевдодальности для i-го спутника;

$s_{y,i}$ – частная производная ошибки по положению по оси y относительно погрешности псевдодальности для i-го спутника;

$K_{\text{ffmd, POS}}$ – множитель, полученный из вероятности безошибочного пропуска обнаружения;

N – количество дальномерных источников, используемых в решении навигационной задачи;

i – индекс дальномерного источника для дальномерных источников, используемых в решении

навигационной задачи;

σ_i – выражение погрешности псевдодальности, как определено в п. 3.6.5.5.1.1.

Примечание. Для определения местоположения с использованием GBAS оси x и y определяют произвольный ортогональный базис в горизонтальной плоскости.

3.6.5.5.2.2 *Условия измерений с ошибками.* В том случае, когда сообщение типа 101 передается без блоков параметров В, значением HPL_{H1} является нуль. В других случаях уровень защиты по горизонтали (HPL_{H1}) в предположении, что скрытый отказ имеет место в одном и только одном опорном приемнике, определяется следующим образом:

$$\text{HPL}_{\text{H1}} = \max[\text{HPL}_j],$$

где HPL_j для $j = 1-4$:

$$\text{HPL}_j = |B_{\text{horiz}_j}| + K_{\text{md_POS}} d_{\text{major,H1}}$$

и

$$B_{\text{horiz}_j} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^N S_{x,i} B_{i,j}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^N S_{y,i} B_{i,j}\right)^2}$$

$B_{i,j}$ – передаваемые разности между передаваемыми поправки к псевдодальности и поправками, полученными при исключении измерений j-го опорного приемника по i-му дальномерному источнику;

$K_{\text{md_POS}}$ – множитель, полученный из вероятности необнаружения, что имеет место отказ наземной подсистемы.

$$d_{\text{major}} = \sqrt{\frac{d_{\text{H1}_x^2} - d_{\text{H1}_y^2}}{2} + \sqrt{\left(\frac{d_{\text{H1}_x^2} - d_{\text{H1}_y^2}}{2}\right)^2 + d_{\text{H1}_{xy}^2}}}$$

$$d_{H1_x}^2 = \sum_{i=1}^N s_{x,i}^2 \sigma_{H1_i}^2;$$

$$d_{H1_y}^2 = \sum_{i=1}^N s_{y,i}^2 \sigma_{H1_i}^2;$$

$$d_{H1_{xy}}^2 = \sum_{i=1}^N s_{x,i} s_{y,i} \sigma_{H1_i}^2.$$

Примечание. Для определения местоположения с использованием GBAS оси x и y определяют произвольный ортогональный базис в горизонтальной плоскости.

$$\sigma_{H1_i}^2 = \left(\frac{M_i}{U_i} \right) \sigma_{pr_gnd,i}^2 + \sigma_{pr_air,i}^2 + \sigma_{tropo,i}^2 + \sigma_{iono,i}^2$$

M_i – количество опорных приемников, используемых для расчета поправок к псевдодальности для i -го дальномерного источника (указывается значениями B);

U_i – количество опорных приемников, используемых для расчета поправок к псевдодальности для i -го дальномерного источника, за исключением j -го опорного приемника.

Примечание. Скрытый отказ включает любое(ые) ошибочное(ые) измерение(я), которое(ые) не обнаруживается(ются) наземной подсистемой немедленно, вследствие чего передаваемая информация искажается и в бортовую подсистему вносится ошибка определения местоположения.

3.6.5.5.2.3 *Определение K -множителей для определения местоположения с использованием GBAS.* Множитель K_{ffmd_POS} равен 10,0, а множитель K_{md_POS} равен 5,3.

3.6.5.6 ПОРОГИ СРАБАТЫВАНИЯ СИГНАЛИЗАЦИИ

Примечание. Инструктивный материал по расчету порогов срабатывания сигнализации, включая заходы на посадку, связанные с номерами каналов 40 000–99 999, содержится в п. 7.13 дополнения D.

3.6.5.6.1 *Пороги срабатывания сигнализации при заходе на посадку по категории I.* Пороги срабатывания сигнализации определены в таблицах В-68 и В-69. Для местоположений воздушного судна, когда отклонение по боку вдвое превышает максимальную величину на индикаторе отклонения от курса или вертикальное отклонение вдвое превышает максимальную величину на индикаторе отклонения от курса, максимальные значения порогов срабатывания сигнализации по вертикали и по боку устанавливаются равными приведенным в указанных таблицах.

3.6.5.6.2 *Пороги срабатывания сигнализации при APV.* Пороги срабатывания сигнализации соответствуют FASLAL и FASVAL при заходах на посадку с номерами каналов в диапазоне 20 001–39 999. Для заходов на посадку с номерами каналов в диапазоне 40 000–99 999 пороги срабатывания сигнализации хранятся в бортовой базе данных.

3.6.5.7 *Номер канала.* Информация по каждому заходу на посадку с использованием GBAS, передаваемая наземной подсистемой, связывается с номером канала в диапазоне 20 001–39 999. Если обеспечивается определение местоположения с использованием GBAS, то оно связывается с номером отдельного канала в диапазоне 20 001–39 999. Номер канала определяется следующим образом:

$$\text{Номер канала} = 20\,000 + 40(F - 108,0) + 411(S),$$

где F – частота передачи данных (МГц);

S – RPDS или RSDS;

и

RPDS – селектор данных опорной траектории для блока данных FAS (как определено в п. 3.6.4.5.1);

RSDS – селектор данных опорной станции для конкретной наземной подсистемы GBAS (как определено в п. 3.6.4.3.1).

Для номеров каналов, передаваемых в дополнительном блоке данных 2 сообщения типа 2 (как определено в п. 3.6.4.3.2.1), используются только RSDS.

Примечания. 1. В том случае, если FAS не передается для захода на посадку, обеспечиваемого GAST A или B, заход на посадку GBAS увязывается с номером канала в диапазоне 40 000–99 999.

2. Инструктивный материал, касающийся выбора номера канала, приведен в п. 7.7 дополнения D.

3.6.5.8 Предельные погрешности местоположения в эфемеридах

Примечание. Предельные погрешности местоположения в эфемеридах рассчитываются только для дальномерных источников базовой конфигурации спутников, используемых в решении навигационной задачи (индекс j), но не для других типов дальномерных источников (спутники SBAS или псевдолиты), которые не подвержены необнаруженным ошибкам в эфемеридах. Однако расчеты этих предельных погрешностей местоположения основаны на информации всех дальномерных источников, используемых в решении навигационной задачи (индекс i).

3.6.5.8.1 Заход на посадку с использованием GBAS. Вертикальные и боковые предельные погрешности местоположения в эфемеридах определяются следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{VEB} &= \max_j \{ \text{VEB}_j \} + D_V \\ \text{LEB} &= \max_j \{ \text{LEB}_j \} + D_L \end{aligned}$$

Вертикальные и боковые предельные погрешности местоположения в эфемеридах для j -го дальномерного источника базовой конфигурации спутников, используемого в решении навигационной задачи по определению местоположения, определяются следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{VEB}_j &= |s_{\text{vert}_j}| x_{\text{air}} P_{ej} + K_{\text{md}_e,j} \sqrt{\sum_{i=1}^N s_{\text{vert}_i}^2 \times \sigma_i^2}; \\ \text{LEB}_j &= |s_{\text{lat}_j}| x_{\text{air}} P_{ej} + K_{\text{md}_e,j} \sqrt{\sum_{i=1}^N s_{\text{lat}_i}^2 \times \sigma_i^2}; \end{aligned}$$

где

D_V – определяемый бортовым оборудованием параметр, зависящий от применяемого GAST (п. 3.6.5.5.1.1.1)

D_L – определяемый бортовым оборудованием параметр, зависящий от применяемого GAST (п. 3.6.5.5.1.1.1)

s_{vert_i} или s_{vert_j} – как определено в п. 3.6.5.5.1.1;

s_{lat_i} или s_{lat_j} – как определено в п. 3.6.5.5.1.1;

x_{air} – как определено в п. 3.6.5.4;

N – количество дальномерных источников, используемых в решении навигационной задачи по определению местоположения;

σ_i – как определено в п. 3.6.5.5.1.1;

P_{ej} – передаваемый параметр декорреляции эфемерид для j -го дальномерного источника. Источник этого параметра зависит от применяемого вида обслуживания захода на посадку с использованием GBAS;

GAST A, B или C: $P_{ej}=P$ из сообщения типа 1 или 101, соответствующего j -му дальномерному источнику (п. 3.6.4.2.3);

GAST D: $P_{ej}=P_D$ из сообщения типа 11, соответствующего j -му дальномерному источнику (п. 3.6.4.11.3).

$K_{\text{md}_e,j}$ – множитель необнаружения передаваемых эфемерид для APV GAST A-C с учетом конфигурации спутников для j -го дальномерного источника. Источник этого

параметра зависит от применяемого вида обслуживания захода на посадку с использованием GBAS:

GAST A, B или C: $K_{md_e,j} = K_{md_e,GPS}$ или $K_{md_e,GLONASS}$ из дополнительного блока данных 1 сообщения типа 2 (п. 3.6.4.3.1);

GAST D: $K_{md_e,j} = K_{md_e_D,GPS}$ или $K_{md_e_D,GLONASS}$ из дополнительного блока данных 3 сообщения типа 2 (п. 3.6.4.3.2.2).

3.6.5.8.2 *Определение местоположения с использованием GBAS.* Горизонтальная предельная погрешность местоположения в эфемеридах определяется следующим образом:

$$HEB = \max_j \{HEB_j\}.$$

Горизонтальная предельная погрешность местоположения в эфемеридах для j-го дальномерного источника базовой конфигурации спутников, используемого в решении навигационной задачи, определяется следующим образом:

$$HEB_j = |s_{horz,j}| x_{air} P_j + K_{md_c_POS}^{d_{major}}$$

где $s_{horz,j}^2 = s_{xj}^2 + s_{yj}^2$;

$s_{x,j}$ – как определено в п. 3.6.5.5.2.1;

$s_{y,j}$ – как определено в п. 3.6.5.5.2.1;

x_{air} – как определено в п. 3.6.5.4;

P_j – передаваемый параметр декорреляции эфемерид для j-го дальномерного источника.

Источник этого параметра не зависит от применяемого вида обслуживания захода на посадку с использованием GBAS. Во всех случаях $P_j = P$ из сообщения типа 1 или 101 (п. 3.6.4.2.3), соответствующего j-му дальномерному источнику;

$K_{md_e_POS}$ – множитель необнаружения передаваемых эфемерид для определения местоположения с использованием GBAS с учетом конфигурации спутников для j-го дальномерного источника ($K_{md_e_POS,GPS}$ или $K_{md_e_POS,GLONASS}$);

d_{major} – как определено в п. 3.6.5.5.2.1.

Таблица В-67. К-множители для обслуживания при заходе на посадку с использованием GBAS

| Множитель | M_j | | | |
|------------|-----------------|-------|-------|-------|
| | 1 (примечание) | 2 | 3 | 4 |
| K_{ffmd} | 6,86 | 5,762 | 5,81 | 5,847 |
| K_{md} | Не используется | 2,935 | 2,898 | 2,878 |

Примечание. Для заходов на посадку APV-I, обеспечиваемых передачей сообщений типа 101 без блока параметров В.

Таблица В-68. Боковой порог срабатывания сигнализации для GAST C и D

| Расстояние по горизонтали от воздушного судна до точки LTP/FTP в пересчете вдоль конечного участка траектории захода на посадку (м) | Боковой порог срабатывания сигнализации (м) |
|---|---|
| $291 < D \leq 873$ | FASLAL |
| $200 < D \leq 7500$ | $0,0044D$ (м) + FASLAL – 3,85 |
| $D > 7500$ | FASLAL + 29,15 |

Таблица В-69. Вертикальный порог срабатывания сигнализации для GAST C и D

| Высота воздушного судна над точкой LTP/FTP в пересчете на конечный участок траектории захода на посадку (фут) | Боковой порог срабатывания сигнализации (м) |
|---|---|
| $100 < D \leq 200$ | FASLAL |
| $200 < D \leq 1340$ | $0,02925H$ (фут) + FASLAL – 5,85 |
| $D > 1340$ | FASLAL + 33,35 |

Условия контроля качества сигналов

ЛККС контролирует качество сигналов с учетом следующих условий.

1. В случае дубль-дельта корреляторов бортовые авиационные приемники отслеживают самый большой корреляционный пик по всей кодовой последовательности каждого используемого дальномерного источника.

2. В случае дубль-дельта корреляторов предкорреляционный фильтр дает спад как минимум 30 дБ на октаву в переходной полосе. Для приемников GBAS требуется, чтобы конечное затухание в полосе подавления составляло не менее 50 дБ (относительно пикового усиления в полосе пропускания).

3. Для описания характеристик слежения, специфических для каждого типа спутника, используются следующие параметры:

а) мгновенный параметр коррелятора определяется как расстояние между конкретным набором опережающих и запаздывающих дискретов корреляционной функции;

б) средний параметр коррелятора определяется как осреднение мгновенного параметра на интервале 1 с. Среднее значение определяется на любом односекундном временном интервале;

в) дискриминатор Δ базируется на среднем значении дискретов опережение – минус – запаздывание со значениями параметра коррелятора в пределах заданного диапазона, либо является дискриминатором типа $\Delta = 2\Delta d_1 - \Delta 2d_1$, где d_1 и $2d_1$ находятся в пределах заданного диапазона. Используется либо когерентный, либо некогерентный дискриминатор;

г) дифференциальная групповая задержка применяется ко всей бортовой системе до коррелятора, включая антенну. Дифференциальная групповая задержка определяется как

$$\left| \frac{d\phi}{d\omega}(f_c) - \frac{d\phi}{d\omega}(f) \right|,$$

где f_c – центральная частота полосового предкорреляторного фильтра;

f – любая частота в пределах полосы 3 дБ предкорреляторного фильтра;

ϕ – комбинированная фазовая характеристика предкорреляторного полосового фильтра и антенны;

$\omega = 2\pi f$.

4. Пределы значений ширины предкорреляционной полосы, параметра коррелятора и дифференциальной групповой задержки для бортовых авиационных приемников, использующих корреляторы типа "опережение – запаздывание" и работающих по сигналам спутников GPS, приведены в таблице П.5.1, за исключением случаев, указанных ниже.

4.1. Для бортового оборудования GBAS, использующего корреляторы типа "опережение – запаздывание" и работающего по сигналам спутников GPS, пределы значений ширины предкорреляционной полосы, параметра коррелятора и дифференциальной групповой задержки (включая вклад антенны) соответствуют таблице П.5.1, за исключением того, что минимальная ширина полосы в регионе 1 будет увеличиваться до 4 МГц, а среднее значение параметра коррелятора уменьшается до среднего значения в 0,21 кодовых импульсов или мгновенного значения в 0,235 кодовых импульсов.

4.2. Пределы значений ширины предкорреляционной полосы, параметра коррелятора и дифференциальной групповой задержки для бортовых приемников GBAS класса D (GAEC D), использующих корреляторы типа "опережение – запаздывание" и работающих по сигналам спутников GPS, приведены в таблице П.5.1, только регионы 2, 3 или 4. Кроме того, в регионе 2 интервал средних значений параметра коррелятора составляет 0,045–0,12 символьных кода, а мгновенное значение параметра коррелятора равняется 0,04–0,15 символьных кода.

4.3. Пределы значений ширины предкорреляционной полосы, параметра коррелятора и дифференциальной групповой задержки (включая вклад антенны) для бортового оборудования SBAS, использующего корреляторы типа "опережение – запаздывание" и работающего по сигналам спутников GPS, соответствуют значениям, указанным в таблице П.5.1 для первых трех регионов.

Таблица П.5.1 – Ограничения по слежению за сигналами спутников GPS для корреляторов типа "опережение – запаздывание"

| Регион | Ширина предкорреляционной полосы (ШП) для 3 дБ | Среднее значение параметра коррелятора (симв. кода) | Мгновенное значение параметра коррелятора (симв. кода) | Дифференциальная групповая задержка |
|--------|--|---|--|-------------------------------------|
| 1 | $2 < \text{ШП} \leq 7 \text{ МГц}$ | 0,045-1,1 | 0,04-1,2 | $\leq 600 \text{ нс}$ |
| 2 | $7 < \text{ШП} \leq 16 \text{ МГц}$ | 0,045-0,21 | 0,04-0,235 | $\leq 150 \text{ нс}$ |
| 3 | $16 < \text{ШП} \leq 20 \text{ МГц}$ | 0,045-0,12 | 0,04-0,15 | $\leq 150 \text{ нс}$ |
| 4 | $20 < \text{ШП} \leq 24 \text{ МГц}$ | 0,08-0,12 | 0,07-0,13 | $\leq 150 \text{ нс}$ |

5. Пределы значений ширины предкорреляционной полосы, параметра коррелятора и дифференциальной групповой задержки для бортовых авиационных приемников, использующих корреляторы типа "опережение – запаздывание" и работающих по сигналам спутников ГЛОНАСС, приведены в таблице П.5.2.

5.1. Пределы значений ширины предкорреляционной полосы, параметра коррелятора и дифференциальной групповой задержки для бортовых приемников GBAS класса D (GAEC D), использующих корреляторы типа "опережение – запаздывание" и работающих по сигналам спутников ГЛОНАСС, приведены в таблице П.5.2, только регионы 2 и 3. Кроме того, в регионе 2 интервал средних значений параметра коррелятора составляет 0,05–0,1 символьных кода, а мгновенное значение параметра коррелятора равняется 0,045–0,11 символьных кода.

Таблица П.5.2 – Ограничения по слежению за сигналами спутников ГЛОНАСС для корреляторов типа "опережение – запаздывание"

| Регион | Ширина предкорреляционной полосы (ШП) для 3 дБ | Среднее значение параметра коррелятора (симв. кода) | Мгновенное значение параметра коррелятора (симв. кода) | Дифференциальная групповая задержка |
|--------|--|---|--|-------------------------------------|
| 1 | $7 < \text{ШП} \leq 9 \text{ МГц}$ | 0,05-1,0 | 0,045-1,1 | $\leq 100 \text{ нс}$ |
| 2 | $9 < \text{ШП} \leq 15 \text{ МГц}$ | 0,05-0,2 | 0,045-0,22 | $\leq 100 \text{ нс}$ |
| 3 | $15 < \text{ШП} \leq 18 \text{ МГц}$ | 0,05-0,1 | 0,045-0,11 | $\leq 100 \text{ нс}$ |

6. Пределы значений ширины предкорреляционной полосы, параметра коррелятора и дифференциальной групповой задержки для бортовых авиационных приемников, использующих дубль-дельта корреляторы и работающих по сигналам спутников GPS, приведены в таблице П.5.3 и П.5.4.

6.1. Пределы значений ширины предкорреляционной полосы, параметра коррелятора и дифференциальной групповой задержки для бортовых авиационных приемников GBAS класса D (GAEC D), использующих дубль-дельта корреляторы и работающих по сигналам спутников GPS, приведены в таблице П.5.4, регионы только 2 и 3.

Таблица П.5.3 – Ограничения по слежению за сигналами спутников GPS для бортовых приемников GRAS и SBAS с дубль-дельта корреляторами

| Регион | Ширина предкорреляционной полосы (ШП) для 3 дБ | Среднее значение параметра коррелятора X (симв. кода) | Мгновенное значение параметра коррелятора (симв. кода) | Дифференциальная групповая задержка |
|--------|--|---|--|-------------------------------------|
| 1 | $(-50 \times X)+12 < \text{ШП} \leq 7 \text{ МГц}$ $2 < \text{ШП} \leq 7 \text{ МГц}$ | 0,1-0,2 0,2-0,6 | 0,09-0,22 0,18-0,65 | $\leq 600 \text{ нс}$ |
| 2 | $(-50 \times X)+12 < \text{ШП} \leq (40 \times X)+2,667 \text{ МГц}$ $(-50 \times X)+12 < \text{ШП} \leq 14 \text{ МГц}$ $7 < \text{ШП} \leq 14 \text{ МГц}$ | 0,045-0,07 0,07-0,1 0,1-0,24 | 0,04-0,077 0,062-0,11 0,09-0,26 | $\leq 150 \text{ нс}$ |
| 3 | $14 < \text{ШП} \leq 16 \text{ МГц}$ | 0,07-0,24 | 0,09-0,26 0,077-0,11 | $\leq 150 \text{ нс}$ |

Таблица П.5.4 – Ограничения по слежению за сигналами спутников GPS для бортовых приемников GBAS с дубль-дельта корреляторами

| Регион | Ширина предкорреляционной полосы (ШП) для 3 дБ | Среднее значение параметра коррелятора X (симв. кода) | Мгновенное значение параметра коррелятора (симв. кода) | Дифференциальная групповая задержка |
|--------|--|---|--|-------------------------------------|
| 1 | $(-50 \times X)+12 < \text{ШП} \leq 7 \text{ МГц}$ $2 < \text{ШП} \leq 7 \text{ МГц}$ | 0,1-0,16 0,16-0,6 | 0,09-0,18 0,14-0,65 | $\leq 600 \text{ нс}$ |
| 2 | $(-50 \times X)+12 < \text{ШП} \leq (133,33 \times X)+2,667 \text{ МГц}$ $(-50 \times X)+12 < \text{ШП} \leq 14 \text{ МГц}$ $7 < \text{ШП} \leq 14 \text{ МГц}$ | 0,07-0,085 0,085-0,1 0,1-0,24 | 0,063-0,094 0,077-0,11 0,09-0,26 | $\leq 150 \text{ нс}$ |
| 3 | $14 < \text{ШП} \leq 16 \text{ МГц}$ $14 < \text{ШП} \leq (133,33 \times X)+2,667 \text{ МГц}$ | 0,1-0,24 0,085-0,1 | 0,09-0,26 0,077-0,11 | $\leq 150 \text{ нс}$ |

7. Пределы значений ширины предкорреляционной полосы, параметра коррелятора и дифференциальной групповой задержки для бортовых авиационных приемников, использующих корреляторы типа "опережение – запаздывание" или дубль дельта и работающих по сигналам спутников SBAS, приведены в таблице П.5.5.

7.1. Пределы значений ширины предкорреляционной полосы, параметра коррелятора и дифференциальной групповой задержки для бортовых авиационных приемников GBAS класса D (GAEC D), использующих корреляторы типа "опережение – запаздывание" или дубль-дельта и работающих по сигналам спутников SBAS, приведены в таблице П.5.5, регион только 2. Кроме того, для приемников GAEC D, использующих корреляторы типа "опережение – запаздывание" и работающих по сигналам спутников SBAS, среднее значение параметра коррелятора составляет 0,045–0,12 символьных кода, а мгновенное значение параметра коррелятора равняется 0,04–0,15 символьных кода.

Таблица П.5.5 – Ограничения по слежению для дальномерной функции SBAS

| Регион | Ширина предкорреляционной полосы (ШП) для 3 дБ | Среднее значение параметра коррелятора (симв. кода) | Мгновенное значение параметра коррелятора (симв. кода) | Дифференциальная групповая задержка |
|--------|--|---|--|-------------------------------------|
| 1 | $2 < \text{ШП} \leq 7 \text{ МГц}$ | 0,045-1,1 | 0,04-1,2 | $\leq 600 \text{ нс}$ |
| 2 | $7 < \text{ШП} \leq 20 \text{ МГц}$ | 0,045-1,1 | 0,04-1,2 | $\leq 150 \text{ нс}$ |