ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 53169— 2008

Система радионавигационная «Чайка»

ФОРМАТ ПЕРЕДАЧИ КОНТРОЛЬНО-КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИИ ПОТРЕБИТЕЛЯМ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ

Общие технические требования

Издание официальное

БЗ 12—2008/527

Москва
Стандартинформ
2009

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Научно-технический центр современных навигационных технологий «Интернавигация»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 363 «Радионавигация»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 декабря 2008 г. № 608-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Стандартинформ, 2009

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Сокращения 2
5 Общие положения 2
6 Общие технические требования 3
6.1 Технические требования к контрольно-корректирующей станции и формату передачи контрольно-корректирующей информации 3
6.2 Требования к формату передачи контрольно-корректирующей информации по технологии ЕВРОФИКС 3
6.3 Требования к формату передачи контрольно-корректирующей информации по альтернативной ЕВРОФИКС технологии 6
6.4 Требования к информационному каналу импульсно-фазовой радионавигационной системы «Чайка» для передачи контрольно-корректирующей информации 7
7 Критерии и условия использования навигационного сигнала импульсно-фазовой радионавигационной системы «Чайка» в целях формирования и передачи контрольно-корректирующей информации 8
7.1 Требования к аппаратуре управления и синхронизации наземных передающих станций и формату излучаемого навигационного сигнала импульсно-фазовой радионавигационной системы «Чайка» 8
7.2 Требования к радиопередающему устройству 9
Приложение А (обязательное) Технические характеристики использования сигналов импульсно-фазовой радионавигационной системы «Чайка» в диапазоне частот 90—110 кГц . . 10
Приложение Б (справочное) Технические характеристики использования сигналов импульсно-фазовой радионавигационной системы «Лоран-С» в диапазоне частот 90—110 кГц . 11
Библиография 12

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Система радионавигационная «Чайка»

ФОРМАТ ПЕРЕДАЧИ КОНТРОЛЬНО-КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИИ ПОТРЕБИТЕЛЯМ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ

Общие технические требования

«Chayka» radionavigation system. Format of reference data transmission for global navigational satellite systems users. General technical requirements

Дата введения — 2009—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на формат передачи контрольно-корректирующей информации (ККИ) потребителям глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), формируемый контрольно-корректирующими станциями (ККС) из состава комплекса аппаратуры импульсно-фазовых радионавигационных систем дальнего действия (ИФРНС) «Чайка», эксплуатируемых на территории Российской Федерации, и устанавливает общие технические требования, предъявляемые к его параметрам. Настоящий стандарт определяет также критерии и условия использования навигационного сигнала ИФРНС «Чайка» в целях формирования и передачи ККИ.

Примечание — Положения настоящего стандарта также распространяются и на формат передачи ККИ с использованием навигационного сигнала ИФРНС «СКОРПИОН».

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:

ГОСТ Р 52928—2008 Система спутниковая навигационная глобальная. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочного стандарта в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 52928, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **дифференциальная поправка:** Поправка к пространственным координатам потребителя навигационной системы, передаваемая в виде дополнения к навигационной информации для повышения точности определения его местоположения.

Издание официальное

3.2 **ЕВРОФИКС:** Технология передачи контрольно-корректирующей информации глобальных навигационных спутниковых систем и другой оперативной информации с помощью опорных станций импульсно-фазовых радионавигационных систем «Лоран-С».

Примечания

1 Технология ЕВРОФИКС впервые предложена профессором Дельфтского университета (Нидерланды) Д. Ван Виллигеном в 1989 году.

2 Созданная интегрированная навигационная система, объединившая дифференциальную подсистему глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS и наземную импульсно-фазовую радионавигационную систему «Лоран-С», также получила название ЕВРОФИКС.

3.3 **корректирующая информация;** КИ: Данные, включающие в себя дифференциальные поправки к измеряемым навигационным параметрам и другие сообщения, используемые в навигационной аппаратуре потребителей для повышения точности и надежности навигационных определений.

3.4 **контрольно-корректирующая станция;** ККС: Комплекс радиотехнических и программно-вычислительных средств, осуществляющий формирование корректирующей информации по глобальным навигационным спутниковым системам и контролирующий качество функционирования глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS в объявленной рабочей зоне.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ГЛОНАСС — Глобальная навигационная спутниковая система, разработанная в Российской Федерации;

ГНСС — глобальная навигационная спутниковая система;

ИФРНС — импульсно-фазовая радионавигационная система;

ККИ — контрольно-корректирующая информация;

ККС — контрольно-корректирующая станция;

НКА — навигационный космический аппарат;

ПЗ — Параметры Земли;

РПУ — радиопередающее устройство;

СРНС — спутниковая радионавигационная система;

DGPS (Differential Global Position Systems) — дифференциальная Глобальная система позиционирования США;

DГЛОНАСС (Differential ГЛОНАСС) — дифференциальная Глобальная навигационная спутниковая система, разработанная в Российской Федерации;

ECD [Envelope-to-Cycle Difference (-Discrepancy)] — рассогласование фазы и огибающей радиоимпульса;

GPS (Global Position Systems) — Глобальная система позиционирования США;

GRI (Group Repetition Interval) — период повторения группы импульсов ИФРНС;

HDOP (Horizontal Dilution of Precision) — фактор ухудшения точности определения местоположения в горизонтальной плоскости;

PDOP (Position Dilution of Precision) — фактор ухудшения точности определения местоположения в пространстве;

UDRE (User Differential Range Error) — дифференциальная погрешность определения дальности потребителем;

UTC (SU) (Universal Time Coordinated Soviet Union) — Национальная шкала координированного времени Российской Федерации.

5 Общие положения

5.1 Использование навигационного сигнала ИФРНС «Чайка» для передачи ККИ потребителям ГНСС не должно ухудшать характеристики функционирования непосредственно радионавигационной системы «Чайка» по ее основному предназначению.

5.2 На соответствующих передающих станциях ИФРНС «Чайка» должна быть предусмотрена возможность формирования ККИ в двух основных режимах: по технологии ЕВРОФИКС и ее альтернативной технологии, обеспечивающей более эффективную скорость передачи ККИ.

5.3 Станции ИФРНС «Чайка», осуществляющие формирование ККИ, должны обеспечивать контроль качества излучаемой ККИ, а также передачу ее признака качества.

5.4 Синхронизация излучения наземных станций ИФРНС «Чайка» должна осуществляться как по сигналам ИФРНС, так и по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS.

6 Общие технические требования

Настоящий раздел содержит общие технические требования к ККС, структуре (форматам) передачи ККИ и выдаваемым информационным сообщениям. Форматы данных представлены в табличной форме.

6.1 Технические требования к контрольно-корректирующей станции и формату передачи контрольно-корректирующей информации

6.1.1 Для передачи ККИ в состав аппаратуры станции ИФРНС «Чайка» должна быть введена контрольно-корректирующая станция (ККС) СРНС ГЛОНАСС и GPS, обеспечивающая формирование сообщений с ККИ СРНС ГЛОНАСС и GPS в формате кадров 1, 9 RTCM SC-104 V2.2(V2.3) (для СРНС GPS) и 31, 34 RTCM SC-104 V2.2(V2.3) (для СРНС ГЛОНАСС).

6.1.2 В формате RTCM SC-104 V2.2(V2.3) должны быть сформированы сообщения следующих типов: 1, 3, 5, 7, 9, 16, 18, 19 — для НКА GPS и 19, 31, 32, 33, 34, 35, 36 — для НКА ГЛОНАСС, а также: 4 — опорный эллипсоид опорной станции, 37 — сдвиг системного времени ГНСС.

6.1.3 Погрешность привязки собственных координат ККС не должна превышать 50 см в системе координат ПЗ-90.

6.1.4 Вся хранимая информация должна быть привязана к шкале времени UTC(SU).

6.1.5 Синхронизация собственной шкалы времени со шкалой времени UTC(SU) должна быть обеспечена с погрешностью [среднеквадратичным отклонением (СКО)] не более 30 нс.

6.1.6 Синхронизация моментов излучения радиоимпульсов со шкалой времени UTC(SU) должна быть обеспечена со среднеквадратичной погрешностью не более 70 нс.

6.1.7 В ККС должны быть сформированы информационные сообщения следующих типов:

- параметры альманаха ГЛОНАСС;
- параметры альманаха GPS;
- параметры эфемерид НКА ГЛОНАСС;
- параметры эфемерид НКА GPS;
- параметры ионосферной и временной коррекции GPS;
- модифицированные измерения;
- первичные L1-измерения;
- первичные L1- и L2-измерения.

Также необходимо предусмотреть возможность формирования и передачи специальных сообщений типов 16 и 36 (текст). Формат сообщения должен предусматривать либо восемь 6-разрядных байтов, либо шесть 8-разрядных байтов на сообщение, что позволит использовать либо 6 битов ASCII стандартного кода, либо восемь битов циклического алфавитного текста, либо сжатую десятичную информацию.

6.2 Требования к формату передачи контрольно-корректирующей информации по технологии ЕВРОФИКС

6.2.1 Состав и структура форматов ККИ должны соответствовать документам RTCM [1].

6.2.2 В режиме формирования ККИ потребителям ГНСС, принятом в системе ЕВРОФИКС, должны быть выполнены следующие основные условия:

- передача ККИ должна быть обеспечена путем дискретной трехуровневой манипуляции (PPM) задержки (фазы) шести последних импульсов с нулевой суммой индексов модуляции в каждой пачке сигнала ИФРНС. В зависимости от передаваемого сообщения радиоимпульсы сдвигаются по времени на $\pm$ 1 мкс или излучаются без сдвига;
- ККИ ГНСС должна быть передана в виде стандартного модифицированного кадра типа 9 RTCM SC-104 V2.2(V2.3) (для СРНС GPS) (таблица 3) и 34 RTCM SC-104 V2.2(V2.3) (для СРНС ГЛОНАСС);
- информационные сообщения передаются стандартными пакетами из 30 пачек сигнала ИФРНС «Чайка», в каждом из которых восемь пачек занимает информация, две пачки — циклический корректирующий код (CRC) и двадцать пачек — корректирующий код Рида-Соломона.

6.2.3 В системе ЕВРОФИКС приняты следующие ограничения:

- первые два импульса радионавигационного пакета не подлежат модуляции, так как они используются для оповещения потребителя о нарушении нормальной работы передающей станции;
- для уменьшения влияния модуляции на навигационные определения по сигналам ИФРНС индекс модуляции (сдвиг радиоимпульсов) Δt относительно номинального положения должен быть равен 1 мкс.

6.2.4 Общая структура сообщений формата ЕВРОФИКС

Все типы сообщений ЕВРОФИКС имеют одинаковую структуру, которая состоит из типа сообщения и содержания сообщения. В типе сообщения указан тип информации, которая заключена в содержательной части сообщения. Общая структура представлена в таблице 1.

Таблица 1 — Общая структура информационной части сообщений формата ЕВРОФИКС

Поле	Число используемых битов	Номер бита
Тип сообщения	3	I_0—I_2
Содержание	67	I_3—I_{69}
Всего:	70	—

6.2.5 Обозначение типа сообщения

В типе сообщения идентифицируется 8 типов. Типы 1, 2, 3, 5 и 8 должны быть указаны, типы сообщений 4, 6 и 7 зарезервированы на будущее. Обозначения и описание типов сообщений приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Обозначение типов сообщений формата ЕВРОФИКС

Сообщение	Содержание сообщения	Тип сообщения			Десятичное число
		I_2	I_1	I_0	
Тип 1	Поправки DGPS	0	0	1	1
Тип 2	Поправки ДГЛОНАСС	0	1	0	2
Тип 3	Данные о целостности	0	1	1	3
Тип 4	Резерв	1	0	0	4
Тип 5	Служба коротких сообщений	1	0	1	5
Тип 6	Резерв	1	1	0	6
Тип 7	Резерв	1	1	1	7
Тип 8	Экспериментальный	0	0	0	0

Таблица 3 — Формат сообщения типа 9 RTCM SC-104, модифицированный для передачи по радионавигационному каналу ИФРНС

Функция	Число битов	Разрешение	Диапазон
Тип сообщения	3	—	1—8
Модифицированный Z-счет	13	0,6 с	0—3599,4
Тип ГНСС	1	—	0 — ГЛОНАСС 1 — GPS
UDRE	2	—	4 состояния
Идентификатор спутника	5	—	32 состояния
Коррекция псевдодальности	16	0,02 м	± 655,34 м Первый разряд знаковый
Скорость изменения коррекции псевдодальности	8	0,002 м/с	± 0,254 м Первый разряд знаковый
Возраст данных	8	—	—
Всего:	56	—	—

Примечание — Формат сообщения типа 34 RTCM SC-104 (для СРНС ГЛОНАСС) имеет подобную структуру.

Пояснения к таблице 3:

- возраст данных при работе по СРНС ГЛОНАСС — 7 битов (номер 15-минутного интервала от начала суток);
- возраст данных при работе по СРНС GPS — 8 битов (номер часового интервала от начала недели). При работе по СРНС ГЛОНАСС первый разряд — резервный;
- точность дифференциальных коррекций UDRE кодируется в виде, представленном в таблице 4.

Таблица 4 — Кодировка в сообщении точности дифференциальных коррекций

Кодировка в сообщении	Среднеквадратичная погрешность определения местоположения, σ
00	$\sigma \leq 1$ м
01	1 м $< \sigma \leq 4$ м
10	$\sigma > 4$ м
11	Контрольно-корректирующая станция не работает

Формат частного сообщения № 59 по RTCM с передачей о нарушении целостности по ГНСС представлен в таблице 5.

Таблица 5 — Сообщение № 59 по RTCM — частное сообщение с передачей о нарушении целостности по ГНСС

Параметр	Число битов	Число слов
Тип сообщения	3	—
Модифицированный Z-счет	13	2
Тип ГНСС	1	—
Идентификатор НКА	5	—
Признак нарушения целостности	16	1
Тип ГНСС	1	—
Идентификатор НКА	5	—
Признак нарушения целостности	3	1
Тип ГНСС	1	—
Идентификатор НКА	5	—
Признак нарушения целостности	3	1

Общее число битов для признаков целостности для пяти НКА — 56.

Тип сообщения содержит признак передачи информации о нарушении целостности по СРНС ГЛОНАСС, GPS 3 бита:

010 — передача целостности по СРНС ГЛОНАСС;

011 — передача целостности по СРНС GPS.

6.2.6 Модуляция импульса

6.2.6.1 Время

К импульсам с 3-го по 8-й применима модуляция на три состояния (таблица 6), которая представляет собой сдвиг времени излучения импульсов относительно импульса отсчета.

Таблица 6 — Состояния модуляции

Состояние импульса	Время излучения импульса отсчета, мкс	Показание
Опережающий импульс	–1	–
Точный импульс	0	0
Задержанный импульс	+1	+

6.2.6.2 Баланс модуляции

На одном периоде GRI число опережающих и задержанных импульсов в одном канале одинаково. Модуляция шести импульсов на одном GRI дает 141 схему с таким балансом, из которых 128 — это достоверные данные, одна указывает на отсутствие передачи данных, а 12 не используются.

В таблице 7 приведены схемы сбалансированной трехуровневой модуляции ЕВРОФИКС.

Таблица 7 — Комбинации схем модуляции

Комбинация схем модуляции			Пример	Число комбинаций
6 нулей	0 плюсов	0 минусов	0 0 0 0 0 0	1
4 нуля	1 плюс	1 минус	0 0 + 0 – 0	30
2 нуля	2 плюса	2 минуса	0 + – + 0 –	90
0 нулей	3 плюса	3 минуса	+ + – – – +	20
Всего:				141

Учитывая возможность влияния ряда помех: атмосферных шумов, перекрестных помех, непрерывных помех типа «немодулированной несущей» и т. д., — для повышения помехоустойчивости применяют контроль четности и корректирующие коды Рида-Соломона.

Контроль четности используют для коррекции ошибок и синхронизации сообщений.

Для повышения эффективной производительности канала должен быть применен систематический (30,10) $\cdot 2^7$-чный код Рида-Соломона. Все сообщения должны состоять из 30 символов, каждый из которых представляет собой 7-разрядный элемент. Из указанных символов 10 информационных, а 20 — это четность по Риду-Соломону.

Примечание — Импульсно-фазовая модуляция, алгоритм прямой коррекции ошибок и специальный алгоритм кодирования сообщений приняты в соответствии с технологией ЕВРОФИКС.

6.2.6.3 Порядок передачи

Первая передаваемая схема сообщения должна соответствовать наименьшему значащему символу сообщения, являющегося частью четности прямой коррекции ошибок.

6.2.6.4 Синхронизация сообщений

Сообщения для упрощения синхронизации передаются, не чередуясь. Схема модуляции, передаваемая в первом GRI после последней схемы сообщения, является первой схемой модуляции следующего сообщения. Синхронизации сообщения осуществляются с помощью асинхронного процесса проверки достоверности блоков по 30 схем до восстановления достоверного сообщения.

6.3 Требования к формату передачи контрольно-корректирующей информации по альтернативной ЕВРОФИКС технологии

6.3.1 Основу реализации альтернативной ЕВРОФИКС технологии, обеспечивающей более эффективную скорость передачи, составляют форматы передачи ККИ, принятые в системе ЕВРОФИКС, при выполнении следующих условий:

- контрольно-корректирующая информация ГНСС передается в виде стандартного модифицированного кадра типов 9, 34 RTCM SC-104 V2.2(V2.3).

Примечания

1 Структура и формат кадра приведены в 6.2.

2 Алфавит символов и кодообразующие многочлены, применяемые при формировании ККИ с последующей передачей с использованием ИФРНС «Чайка», приняты в соответствии с технологией ЕВРОФИКС;

- передача информации должна быть обеспечена путем дискретной трехуровневой манипуляции (PPM) задержки (фазы) шести последних импульсов с нулевой суммой индексов модуляции в каждой пачке сигнала ИФРНС «Чайка» с укороченным кодом Рида-Соломона без использования циклического корректирующего кода. В зависимости от передаваемого сообщения радиоимпульсы сдвигаются по времени на $\pm$ 1 мкс или излучаются без сдвига;

- должен быть предусмотрен режим формирования и передачи информации путем дискретной пятиуровневой манипуляции задержки (фазы) шести последних импульсов с нулевой суммой индексов модуляции в каждой пачке сигнала ИФРНС «Чайка» с укороченным кодом Рида-Соломона без использования циклического корректирующего кода. В зависимости от передаваемого сообщения радиоимпульсы сдвигаются по времени на 0 мкс, $\pm$ 0,75 мкс, $\pm$ 1,5 мкс.

6.3.2 В системе приняты следующие ограничения:

- первые два импульса радионавигационного пакета не подлежат модуляции, так как они используются для оповещения потребителей о нарушении нормальной работы передающей станции;
- в целях повышения скорости передачи ККИ потребителям 14-битный циклический корректирующий код не используется;
- должен быть применен короткий 42-битный код Рида-Соломона для ИФРНС «Чайка» и короткий 56-битный код Рида-Соломона для ИФРНС «СКОРПИОН»;
- для уменьшения влияния модуляции на навигационные определения по сигналам ИФРНС индекс модуляции (сдвиг радиоимпульсов) Δt относительно номинального положения должен быть равен 1 мкс [при трехуровневой манипуляции задержки (фазы) шести последних импульсов] и 0,75 мкс [при пятиуровневой манипуляции задержки (фазы) шести последних импульсов].

6.4 Требования к информационному каналу импульсно-фазовой радионавигационной системы «Чайка» для передачи контрольно-корректирующей информации

6.4.1 Информационный канал ИФРНС «Чайка» для передачи ККИ должен соответствовать следующим требованиям:

- использование сигнала ИФРНС «Чайка» для передачи поправок ГНСС должно обеспечивать точность менее 10 м (95 %) при геометрическом факторе (HDOP) не более 4 (или PDOP не более 6) на удалениях до 1000 км от опорной станции;
- доступность сигналов ИФРНС «Чайка» должна составлять не менее 99,98 % в течение 30-дневного периода;
- доступность канала передачи ККИ по радионавигационному тракту ИФРНС «Чайка» (вероятность правильной передачи информации) $P_{пр}(c)$ должна быть не менее 0,9999;
- время задержки передачи сообщения о нарушении целостности СРНС не должно превышать 10 с;
- скорость передачи ККИ должна быть не менее 20 бод по технологии ЕВРОФИКС, не менее 40 бод по альтернативной ЕВРОФИКС технологии (при трехуровневой модуляции временного положения шести последних радиоимпульсов навигационного пакета с укороченным кодом Рида-Соломона без использования циклического корректирующего кода) для обеспечения работы в формате ИФРНС «Чайка» и «СКОРПИОН», не менее 50 бод по альтернативной ЕВРОФИКС технологии (при пятиуровневой модуляции временного положения шести последних радиоимпульсов навигационного пакета с укороченным кодом Рида-Соломона без использования циклического корректирующего кода).

6.4.2 Основными оцениваемыми техническими характеристиками формируемого канала передачи ККИ являются:

- потери для радионавигационной функции;
- помехоустойчивость при воздействии распределенных шумов и перекрестной помехи;
- эффективная скорость передачи ККИ.

6.4.2.1 Потери для радионавигационной функции являются одним из основных ограничений при формировании соответствующего канала передачи ККИ. Основным фактором, определяющим степень этих потерь, является снижение крутизны в точке взятия отсчета радионавигационного параметра из-за временной (фазовой) манипуляции импульсов радионавигационного сигнала.

6.4.2.2 Канал передачи ККИ по радионавигационному тракту ИФРНС подвержен воздействию различных помех, основными из которых являются распределенные шумы и перекрестные помехи.

Распределенными шумами считают случайные шумы естественного и искусственного происхождения, мощность которых распределяется приблизительно равномерно как по времени, так и в рабочем частотном диапазоне. При учете их влияния на канал передачи информации допускается в первом приближении использовать модель нормального распределения шума.

Перекрестной помехой считают воздействие на рассматриваемый канал передачи ККИ сигналов станций ИФРНС, работающих на других периодах повторения. При этом помеха носит, в основном, детерминированный характер, и для учета ее влияния на канал передачи ККИ необходимо использовать специальную аппаратуру.

При воздействии на рассматриваемый канал передачи информации перекрестной помехи от станций ИФРНС, работающих на других периодах повторения, параметры возникающих ошибок определяются в основном следующими тремя факторами:

- соотношением периодов повторения рабочей и мешающей станций;
- числом слов (символов) и мощностью корректирующего кода Рида-Соломона в выбранном формате сообщения;
- отношением сигнал/помеха в точке приема информации.

6.4.2.3 Эффективная скорость передачи информации $V_{эфф}$ — эффективная скорость передачи полезной информации при максимальном периоде повторения пачек импульсов сигнала ИФРНС $T_п$ = 100 мс.

6.4.3 Факторами, ограничивающими возможности информационного канала ИФРНС, являются:

- мощность излучения передатчика ККИ;
- воздействия атмосферных шумов и помех искусственного происхождения;
- наличие отраженных от ионосферы сигналов;
- перекрестные помехи, вызванные работой опорных станций соседних цепей;
- допустимое для приемников соотношение сигнал/шум;
- допустимые для приемника потери мощности сигнала для сохранения уверенного слежения.

7 Критерии и условия использования навигационного сигнала импульсно-фазовой радионавигационной системы «Чайка» в целях формирования и передачи контрольно-корректирующей информации

7.1 Требования к аппаратуре управления и синхронизации наземных передающих станций и формату излучаемого навигационного сигнала импульсно-фазовой радионавигационной системы «Чайка»

7.1.1 Аппаратура управления и синхронизации (АУС) наземных передающих станций ИФРНС «Чайка» должна обеспечивать:

- запуск радиопередающих устройств (РПУ) и поддержание параметров последовательностей излучаемых радиоимпульсов в соответствии с требованиями к сигналам ИФРНС «Чайка», действующими в Российской Федерации (приложение А);
- инверсию фазового кода на 180° [для работы в составе системы «Лоран-С» (приложение Б)];
- совмещенный режим работы одновременно на двух периодах повторения с выбором приоритетов;
- блинкирование сигналов.

7.1.2 Период повторения пачки из восьми навигационных импульсов, отстоящих друг от друга на временной интервал, равный (1000 ± 0,05) мкс, должен составлять 40000—99990 мкс с минимальным дискретом 10 мкс. Допускается излучение девятого радиоимпульса, отстоящего от восьмого на временной интервал (1200 ± 0,05) мкс.

7.1.3 Закон фазового кодирования высокочастотного заполнения радиоимпульсов в пачке должен соответствовать:

- для ведущей станции:

+ + – – + – + – 1-й полупериод фазового кода,

+ – – + + + + + 2-й полупериод фазового кода;

- для ведомой станции:

+ + + + + – – + 1-й полупериод фазового кода,

+ - + – + + – – 2-й полупериод фазового кода,

где знак «+» соответствует начальной фазе напряжения высокочастотного заполнения радиоимпульсов в пачке, условно принятой за «0», а знак «–» соответствует изменению начальной фазы на 180°.

7.1.4 Частота излучения 100 кГц.

7.1.5 Ширина полосы излучения 20 кГц.

7.1.6 Среднеквадратичная погрешность поддержания временного интервала между радиосигналами ведущих и ведомых станций при измерении по навигационному каналу должна быть не более 0,1 мкс.

7.1.7 Допуск расхождения фазы и огибающей от импульса к импульсу (ECD) должен составлять 0,5 мкс для одной цепи, 0,7 мкс — для двух цепей.

7.1.8 Должны быть предусмотрены привязка пачек импульсов к национальной шкале координированного времени Российской Федерации, а также привязка к шкале времени UTC.

7.1.9 На способы модуляции сигналов ИФРНС должны быть наложены следующие ограничения:

- модуляция не должна затрагивать два первых радиоимпульса навигационного пакета, так как они используются для оповещения потребителей о нарушении целостности ИФРНС или об аварийной работе опорных станций путем мерцания (блинкирования);

- модуляция не должна приводить к непреодолимым смещениям радиоимпульсов;
- передача данных не должна приводить к значимому уменьшению мощности навигационных сигналов.

7.2 Требования к радиопередающему устройству

7.2.1 РПУ должно обеспечивать импульсную мощность, подводимую к антенне, не менее 600 кВт.

7.2.2 При работе на установленных периодах повторения РПУ должно обеспечивать формирование радиоимпульсов с параметрами, принятыми в соответствующих ИФРНС «Чайка» или «СКОРПИОН», а при работе на периодах повторения, используемых в объединенных (международных) цепях, — формирование радиоимпульсов с параметрами, максимально приближенными к параметрам, указанным в спецификации на сигнал «Лоран-С» (приложение Б).

7.2.3 Для обеспечения требуемой надежности (коэффициента готовности) РПУ должен быть предусмотрен автоматический переход на комплект, находящийся в «холодном» резерве.

Приложение А
(обязательное)

Технические характеристики использования сигналов импульсно-фазовой радионавигационной системы «Чайка» в диапазоне частот 90—110 кГц

Технические характеристики использования сигналов ИФРНС «Чайка» определены в «Спецификациях на сигнал Европейской ИФРНС «Чайка»*.

В этих спецификациях, основные разделы которых указаны в таблице А.1, приведено техническое описание сигнала, излучаемого станцией Европейской цепи ИФРНС «Чайка».

Таблица А.1

Обозначение раздела	Наименование раздела
2	Определение сигнала «Чайка»
А 1 2 3	Описание импульса Передний фронт импульса Задний фронт импульса Время перехода через нуль и допуски в пределах импульса
Б 1 2 3 4 5	Импульсные группы Период повторения импульсов (GRI) Синхронизация импульсной группы ведущей станции Синхронизация импульсной группы ведомой станции Фазовое кодирование импульсной группы Однородность импульсов внутри группы
В	Блинкирование
Д	Спектр частот

* «Спецификации на сигнал Европейской системы «Чайка», подготовлены АО «Градиент», октябрь 1997 г., Санкт-Петербург.

Приложение Б
(справочное)

Технические характеристики использования сигналов импульсно-фазовой радионавигационной системы «Лоран-С» в диапазоне частот 90—110 кГц

Технические характеристики использования сигналов ИФРНС «Лоран-С» описаны в «Спецификациях на излучаемый сигнал «Лоран-С»*.

В этих спецификациях, основные разделы которых указаны в таблице Б.1, приведено техническое описание сигнала, излучаемого станциями «Лоран-С».

Таблица Б.1

Обозначение раздела	Наименование раздела
2	Сигналы «Лоран-С»
A 1 2 3	Излучаемый импульс Передний фронт импульса Задний фронт импульса Время перехода через нуль и допуски в пределах импульса
B 1 2 3 4 5	Импульсные группы Период повторения импульса (GRI) Синхронизация импульсной группы ведущей станции Синхронизация импульсной группы ведомой станции Фазовое кодирование импульсных групп Однородность импульсов внутри группы
B	Блинкирование
G	Спектр

* COMDTINST M16562.4A, «Specification fo the Tranmsitted Loran-C Signal», USCG 1994.

Библиография

[1] Стандарты, рекомендованные Специальным комитетом 104 Радиотехнической комиссии по морским службам для функционирования дифференциальной ССНГ, версии 2.2, 2.3, 3.1 (RTCM SC-104 Recommended Standards for Differential GNSS Service, Version 2.2, 2.3, 3.1)

УДК 621.396.98:629.783:006.354 ОКС 33.060.75 Э50

Ключевые слова: формат контрольно-корректирующей информации, поправки дифференциальные, система спутниковая навигационная глобальная, технические требования, структура сигнала ИФРНС «Чайка»

Редактор *Л.В. Афанасенко*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *В.И. Варенцова*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 06.04.2009. Подписано в печать 08.07.2009. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,40. Тираж 106 экз. Зак. 404.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru