

---

**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ  
И СЕРТИФИКАЦИИ  
(МГС)  
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND  
CERTIFICATION  
(ISC)**

---

**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
СТАНДАРТ**

**ГОСТ**  
*(проект,  
окончательная  
редакция)*

---

**Система радионавигационная «Чайка»  
СИГНАЛЫ ПЕРЕДАЮЩИХ СТАНЦИЙ  
Технические требования**

*Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения*

**Москва  
Стандартинформ  
2021**

## Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 "Межгосударственная система стандартизации. Основные положения" и ГОСТ 1.2 "Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены.

### Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Автономной некоммерческой организацией дополнительного профессионального образования «Учебный центр «ВНИИС» (АНО ДПО «Учебный центр «ВНИИС») и Акционерным обществом «Научно-технический центр современных навигационных технологий «Интернавигация» (АО «НТЦ «Интернавигация»)

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации по результатам голосования (протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_)

За принятие стандарта проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004-97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004-97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_-ст межгосударственный стандарт ГОСТ \_\_\_\_\_ введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных (государственных) стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.*

*В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация также будет опубликована в сети Интернет на сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге "Межгосударственные стандарты".*

*В Российской Федерации 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 национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет ([www.gost.ru](http://www.gost.ru))*

---

Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от № -ст национальный стандарт ГОСТ Р 53168–2008 отменен с 2021 г.

© Стандартиформ, 2021

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации

## Содержание

- 1 Область применения
  - 2 Термины, определения и сокращения
    - 2.1 Термины и определения
    - 2.2 Обозначения и сокращения
  - 3 Излучения радионавигационной системы «Чайка»
    - 3.1 Излучаемый импульс
    - 3.2 Группы импульсов
    - 3.3 Мерцание
    - 3.4 Бланкирование
    - 3.5 Доступность сигнала
    - 3.6 Спектр сигналов
- Библиография

## Введение

Радионавигационная система «Чайка» относится к классу наземных импульсно-фазовых радионавигационных систем (ИФРНС) длинноволнового диапазона, обеспечивающих навигацию, определение местоположения и времени в их рабочей зоне.

Система «Чайка» является аналогом системы Loran-C, созданной в 1956 г. в США, за исключением незначительных отличий, касающихся формы и спектра частот элементарного радиоимпульса, что отражено в тексте настоящего стандарта.

Указанные системы получили широкое распространение на территории США, России и других стран мира благодаря большой дальности действия, достаточно высокой точности определения координат и времени, а также преимуществам по помехоустойчивости.

Применение технологии «Еврофикс» (EUROFIX) в ИФРНС «Чайка» и Loran-C позволяет передавать корректирующую информацию для дифференциальных подсистем глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) и другие информационные сообщения на расстояние 600-1000 км. Созданы средства, позволившие осуществить интегральное использование преимуществ ИФРНС и ГНСС.

Перспектива развития и использования системы «Чайка» в будущем определена Основными направлениями (планом) развития радионавигации государств - участников Содружества Независимых Государств (СНГ), а также международными соглашениями о создании объединенных цепей ИФРНС «Чайка» - Loran-C:

В государствах - участниках СНГ и других странах мира происходит значительное расширение круга производителей и потребителей аппаратуры, заинтересованных в развитии навигационных сервисов на базе модернизированных ИФРНС «Чайка» и Loran-C.

Разработка межгосударственного стандарта на параметры сигналов, излучаемых наземными станциями российской системы «Чайка», призвана обеспечить согласованное развитие радионавигационных систем государств - участников СНГ.



МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

---

Система радионавигационная «Чайка»  
СИГНАЛЫ ПЕРЕДАЮЩИХ СТАНЦИЙ

Технические требования

Chayka radionavigation system

Transmitter signals

Technical requirements

---

Дата введения—20 — —

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на сигналы передающих станций и устанавливает технические требования к ним. В стандарте приведено техническое описание параметров сигналов, излучаемых передающими наземными станциями различных цепей импульсно-фазовой радионавигационной системы (ИФРНС) «Чайка».

## 2 Термины, определения и сокращения

### 2.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

2.1.1 **антенный ток** (Antenna Current): Электрический ток сигнала передающей станции, измеренный в цепи, соединяющей противовес (заземление) передающей антенны с передатчиком.

2.1.2 **производная от антенного тока** (Derivative of Antenna Current): Напряжение на вторичной обмотке измерительного трансформатора напряжения, включенного в цепь антенного тока, эквивалентное сигналу в дальней зоне.

Примечание — Производная от антенного тока используется для измерения параметров сигнала, излучаемого наземной станцией ИФРНС «Чайка».

2.1.3 **Е-поле** (E-Field Transformation): Результат трансформации антенного тока в напряжение, возникающее за пределами «ближнего» дальнего Е-поля передающей антенны, причем фронт радиоимпульса в Е-поле описывается производной от фронта радиоимпульса антенного тока.

2.1.4 **ближнее поле** (Near-Field): Область, ограниченная радиусом от передающей антенны, равным двум длинам волны высокочастотного заполнения радиоимпульса, в которой существуют статические и квазистатические не распространяющиеся составляющие электрического и магнитного полей.

---

Издание официальное

**2.1.5 дальнее поле (Far-Field):** Область, ограниченная радиусом от передающей антенны, превышающим 5—10 длин волны высокочастотного заполнения радиоимпульса, в которой присутствуют распространяющиеся (волновые) составляющие электрического и магнитного полей.

**2.1.6 «ближнее» дальнее поле (Near Far-Field):** Границы области между ближним и дальним полями, лежащие в пределах от 2 до 10 длин волн несущей частоты сигнала от передающей антенны, причем в этой области существуют распространяющиеся составляющие электрического и магнитного полей, как и в дальнем поле, но характеристики подстилающей поверхности на них не влияют.

**2.1.7 фронт радиоимпульса (Pulse Leading Edge; PLE):** Часть радиоимпульса в диапазоне между начальным и максимальным его значениями.

**2.1.8 срез [спад] радиоимпульса (Pulse Trailing Edge; PTE):** Часть радиоимпульса, следующая за его максимумом.

**2.1.9 стандартная точка отсчета (Standard Sampling Point; SSP):** Точка на огибающей радиоимпульса на 25-й микросекунде после начала импульса, в которой проводят расчет или измерение напряженности поля в дальней зоне.

**2.1.10 стандартный переход через нуль (Standard Zero Crossing; SZC):** Переход к положительному значению сигнала через нуль на 30-й микросекунде при положительном фазовом коде антенного тока (напряжения), синхронизированный по фазе со стандартом частоты станции.

Примечание — Стандартная точка пересечения нуля является опорной при измерении параметров сигнала.

**2.1.11 рассогласование фазы и огибающей радиоимпульса (Envelope-To-Cycle Difference; ECD):** Расхождение во времени между фазой высокочастотного заполнения (несущей частоты) радиоимпульса и огибающей радиоимпульса.

**2.1.12 разность времени (Time Difference; TD):** Интервал времени между моментами приема сигналов от ведущей и ведомой станций на одинаковой частоте повторения групп радиоимпульсов.

**2.1.13 период повторения фазового кода групп (Pulse Code Interval; TD):** Интервал времени, через который повторяется фазовый код группы импульсов передающей станции.

**2.1.14 период повторения групп импульсов (Group Repetition Interval; GRI):** Интервал времени, измеряемый между третьим положительным переходом через нуль высокочастотного заполнения в первом импульсе группы импульсов любой станции и третьим переходом через нуль в первом импульсе группы импульсов той же станции в последующей группе импульсов, выражаемый в микросекундах.

Примечание — Все станции в цепи имеют одинаковый период повторения групп импульсов. Период повторения групп является отличительным признаком конкретной цепи и может изменяться от 40000 до 99990 мкс на значение, кратное 10 мкс.

**2.1.15 максимальный уровень излучаемого сигнала (Peak Radiated Power; PRP):** Величина, представляющая собой среднеквадратичное значение непрерывного синусоидального сигнала, удвоенная амплитуда (полный размах)



колебаний которого равна удвоенной амплитуде колебаний несущей частоты, в максимуме огибающей радиоимпульса.

**2.1.16 бланкирование [приоритетное, альтернативное]** (Blanking Priority of Alternate): Подавление импульсов одной частоты повторения на передающей станции, работающей в двух цепях с различными периодами повторения групп сигналов, в период перекрытия во времени групп сигналов другой частоты повторения.

Примечание — Приоритетное бланкирование осуществляется в отношении сигналов одной и той же частоты повторения. Альтернативное подавление осуществляется попеременно на каждой из частот повторения.

**2.1.17 мерцание сигнала ведомой [ведущей] станции** (Blink): Периодическое исключение одного или нескольких импульсов в сигнале наземной станции для информирования потребителей о нарушениях в работе этой станции.

**2.1.18 ведущая наземная станция; ВЦ (Master; M):** Наземная станция, по сигналам которой осуществляется синхронизация излучения сигналов ведомых наземных станций цепи радионавигационной системы.

**2.1.19 ведомая наземная станция; ВМ (Secondary; S):** Наземная станция цепи радионавигационной системы, сигналы которой синхронизируются по сигналам ведущей наземной станции.

**2.1.20 псевдодальность; ПД (Pseudo Range; PR):** Измеренная дальность до наземной станции цепи радионавигационной системы, отличающаяся от истинной дальности, полученной посредством измерения времени распространения радионавигационного сигнала по радиолинии «наземная станция — определяющийся объект», значением поправки, обусловленной несинхронностью шкал времени наземной станции и аппаратуры потребителя РНС.

**2.1.21 Еврофикс (EUROFIX):** Система передачи потребителям информации о дифференциальных поправках, целостности и др. информации с помощью канала передачи данных, используемого в наземных станциях импульсно-фазовых радионавигационных систем Logan-C («Чайка»).

## **2.2 Обозначения и сокращения**

В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения:

ВМ — ведомая станция;

ВЦ — ведущая станция;

ВЧ — высокочастотное (заполнение), несущая частота радиоимпульса;

ДВ — длинные волны (длинноволновый);

ГЛОНАСС — глобальная навигационная спутниковая система России;

ГНСС — глобальная навигационная спутниковая система;

ИФРНС — импульсно-фазовая радионавигационная система;

ИПФС — измеритель параметров формы сигналов

КАУС — комплекс аппаратуры управления и синхронизации

ОРНС — объединенная радионавигационная система;

ПД — псевдодальность;

РНС — радионавигационная система;  
РСДН — радиотехническая система дальней навигации;  
РСДН-3/10 (-4, -5 БМ, -10) — типы цепей РСДН;  
СЕВ ВТ — система единого времени высокой точности;  
СКП — среднеквадратичная погрешность;  
ECD — Envelope-to-Cycle Difference (расхождение фазы и огибающей);  
EUROFIX— информационно-навигационная система, в которой применен специальный вид модуляции шести последних навигационных импульсов группы импульсов ИФРНС Loran-C («Чайка») для передачи телекоммуникационной информации;  
FERNS — Far East Radionavigation Service (Дальневосточная радионавигационная служба);  
GPS — Global Positioning System (глобальная навигационная спутниковая система Соединенных Штатов Америки);  
GRI — Group Repletion Interval (период повторения групп);  
Loran-C (LONg RANge Navigation) — импульсно-фазовая разностно-дальномерная радионавигационная система наземного базирования, разработанная в США, аналог ИФРНС «Чайка»;  
PC — Phase Code (фазовый код);  
PCI — Phase Code Interval (период фазового кода);  
TD — Time Difference (разность времени);  
TOC — Time of Coincidence (время совпадения);  
TOT — Time of Transmission (время излучения сигнала);  
UTC — Universal Time Coordinated (Всемирное координированное время).

### 3 Излучения радионавигационной системы «Чайка»

#### 3.1 Излучаемый импульс

##### 3.1.1 Фронт импульса

Все станции излучают радиоимпульсы со стандартными параметрами фронта. Каждый импульс состоит из высокочастотных колебаний несущей частоты  $f = 100$  кГц, которые увеличиваются по амплитуде в соответствии с заданным законом, а затем спадают со скоростью, зависящей от характеристик конкретного передатчика и передающей антенны.

Антенный ток стандартного радиоимпульса РНС «Чайка», с которым сравнивают форму реального импульса в цепи антенны, для передающих устройств выражают, в общем виде, экспоненциально-синусоидальной функцией:

$$i(t) = A \exp[-\alpha (t-\tau)] \sin \Omega(t-\tau) \sin(0,2\pi t + PC). \quad (1)$$

Фронт радиоимпульса антенного тока выражается экспоненциально-степенной функцией:

$$i(t) = A [(t - \tau)/t_m]^2 \exp[2 - 2 (t - \tau)/t_m] \sin(0,2\pi t + PC)$$

для  $\tau \leq t \leq t_m + \tau$  и  $i(t) = 0$ ; для  $t < \tau$ . (2)

В формулах (1), (2) приняты следующие обозначения:

$A$  — максимальная амплитуда импульса тока в антенне, в амперах (А);

$t$  — время, мкс;

$t_m$  — временной интервал от начала радиоимпульса до его максимума, мкс;

$\tau$  — временной интервал рассогласования между фазой ВЧ-заполнения и кривой огибающей радиоимпульса [далее — Envelope-to-Cycle Difference — (ECD)], мкс. При этом диапазон возможных значений ECD равен  $(-5 < \tau < +5)$  мкс;

PC — параметр фазового кодирования (в радианах), который равен нулю при положительном фазовом коде или при отрицательном фазовом коде;

$\alpha$  и  $\Omega$  — коэффициенты аппроксимации огибающей фронта радиоимпульса, зависящие от параметров полосовой цепи передатчика (включая антенну), мкс<sup>-1</sup>.

Первый полупериод тока антенны обычно короче 5 мкс. При этом когда ECD положительно, первый полупериод начинается во время  $\tau$  и заканчивается во время  $t = 5$  мкс, т. е. полупериод имеет длительность, равную  $(5 - \tau)$  мкс. Когда ECD имеет отрицательное значение, первый полупериод начинается во время  $x$  и заканчивается во время  $t = 0$  мкс, и длительность полупериода составляет  $|\tau|$  мкс. В связи с этим приведенные ниже допуски на параметры для нескольких начальных полувольт импульса антенного тока имеют повышенное значение по сравнению с допусками для остальных полупериодов фронта.

Примечания:

1 Сущность трансформации антенного тока в Е-поле в дальней (волновой) зоне заключается в сдвиге (задержке) фазы несущей частоты сигнала приблизительно на 90° и, как следствие этого, в изменении ECD( $\tau$ ) не более чем на 2,5 мкс. Математически эта трансформация описывается производной от антенного тока.

2 Для объективного контроля формы излучаемых импульсов в волновой зоне используют мобильные контрольные пункты, оборудованные специальной измерительной аппаратурой.

### 3.1.1.1 Фронт радиоимпульсов, излучаемых станциями цепи РСДН-3/10

Для станций цепи РСДН-3/10 (европейская цепь станций системы «Чайка» с длинными антенными фидерами) фронт должен соответствовать табулированным значениям амплитуд первых восьми полувольт ВЧ-заполнения радиоимпульса в основании антенны (таблица 1) и значениям длительностей первых пяти полувольт ВЧ-заполнения (таблица 2).

Отклонение реальных значений амплитуд полувольт от значений, приведенных в таблице 1, не должно превышать +5 %.

Отклонение реальных значений длительности периода от значений, приведенных в таблице 2, не должно превышать + 5 %.

Длительность фронта на участке от 0,1 до 0,9 максимума амплитуды радиоимпульса должна составлять  $(29 + 1,5)$  мкс.

Т а б л и ц а 1 — Нормированные амплитуды первых восьми полувольт радиоимпульса

Номер полувольтны	Нормированная амплитуда полувольтны	Номер полувольтны	Нормированная амплитуда полувольтны
1	0,05	5	0,56
2	0,12	6	0,73
3	0,24	7	0,86
4	0,40	8	0,96

Т а б л и ц а 2 — Длительности полувольт ВЧ-заполнения

Номер периода ВЧ	Длительность периода, мкс	Номер периода ВЧ	Длительность периода, мкс
1	—	4	10,0
2	9,85	5	10,03
3	9,95		

3.1.1.2 Фронт радиоимпульсов, излучаемых наземными передающими станциями цепи РСДН-4

Форма кривой огибающей радиоимпульсов  $U(t)$ , излучаемых наземными станциями дальневосточной цепи РСДН-4, аппроксимируется выражением:

$$U(t) = U_m e^{-\alpha t} (1 - \cos \Omega t), \quad (3)$$

где

- для станций большой мощности РСДН-4:

$$\alpha = 1,0 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1};$$

$$\Omega = 6,3 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1};$$

- для станций малой мощности РСДН-4:

$$\alpha = 0,75 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1};$$

$$\Omega = 6,5 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1};$$

$U_m$  — амплитуда излучаемого сигнала, В;

$t$  — время, с.

Длительность фронта на участке от 0,1 до 0,9 максимума амплитуды радиоимпульса должна составлять  $(29 \pm 1,5)$  мкс.

3.1.1.3 Фронт радиоимпульсов, излучаемых наземными передающими станциями РСДН-10

Форма кривой огибающей радиоимпульсов, излучаемых наземными станциями мобильной (транспортабельной) системы РСДН-10, аппроксимируется выражением (3):

$$U(t) = U_m e^{-\alpha t} (1 - \cos \Omega t),$$

где:  $\alpha = (0,7 \div 0,8) 10^4 \text{ с}^{-1}$ ;

$\Omega = (5,7 \div 5,9) 10^4 \text{ с}^{-1}$ .

Длительность фронта на участке от 0,1 до 0,9 максимума амплитуды радиоимпульса должна составлять  $(29 \pm 1,5)$  мкс.

3.1.1.4 Фронт радиоимпульсов, излучаемых наземными передающими станциями большой мощности РСДН-5 БМ

Нормированные значения амплитуд полувольт ВЧ-заполнения радиоимпульсов наземных станций большой мощности РСДН-5 БМ (северной и северо-западной цепей станций) должны соответствовать эталонным значениям, представленным в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 — Нормированные амплитуды 14-ти полувольт

Номер полувольты	Нормированная амплитуда полувольты	Номер полувольты	Нормированная амплитуда полувольты
1	0,030	8	0,616
2	0,053	9	0,720
3	0,100	10	0,900
4	0,183	11	0,983
5	0,266	12	0,983
6	0,383	13	0,983
7	0,496	14	1,000

П р и м е ч а н и е — Отклонение реальных значений амплитуд полувольт от значений, приведенных в таблице 3, не должно превышать  $\pm 5 \%$ .

Длительность фронта на участке от 0,1 до 0,9 максимума амплитуды радиоимпульса должна составлять  $(29 + 1,5)$  мкс.

3.1.1.5 Фронт радиоимпульсов, излучаемых наземными станциями средней мощности РСДН-5СМ

Форма импульсов, излучаемых наземными станциями средней мощности в северо-западной цепи РНС «Чайка» [с применением двухконтурных радиопередающих устройств (РПУ)] выбрана из условия обеспечения работоспособности серийных приемоиндикаторов РНС «Чайка» и Loran-C.

Форма импульсов, излучаемых станциями средней мощности северо-западной цепи РНС «Чайка», аппроксимируется формулой:

$$E(t) = u(t - \tau_A) \sin \varphi(t), \quad (4)$$

где:  $u(t) = At$  при  $0 \leq t \leq 10$  мкс;

$u(t) = C \exp(-\alpha t) \sin \beta(t - 5)$  при  $t \geq 10$  мкс;

$A = 0,1 C \exp(-10\alpha) \sin 5\beta$ ;

$C = (1 + \alpha^2/\beta^2)^{1/2} \exp(5\alpha + \alpha/\beta \arctg \alpha/\beta)$ ;

$\varphi(t) = 0,194 \pi (t - \tau_H) - \arctg (q \operatorname{ctg} \beta(t - \tau_H))$  рад;

ГОСТ (проект, окончательная редакция)

$$\alpha = 7,854 \cdot 10^{-3} \text{ мкс}^{-1};$$

$$\beta = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ мкс}^{-1};$$

$$\tau_A = -0,15 \text{ мкс}^{-1};$$

$$\tau_H = -2,05 \text{ мкс};$$

$$q = 0,301;$$

$t$  – время, мкс;

$\tau_A$  – рассогласование по времени между огибающей и фазой несущей (ECD), мкс.

Примечание - Параметры аппроксимации подлежат уточнению после завершения экспериментальных работ в составе объединенной РНС (ОРНС).

Длительность фронта радиоимпульса равна 41,7 мкс.

3.1.1.6 Форма радиоимпульсов, излучаемых наземными станциями объединенной корейско-российской цепи станций ИФРНС «Чайка/Loran-C» в составе FERNS

Параметры формы радиоимпульсов, излучаемых станцией Уссурийск объединенной корейско-российской цепи станций ИФРНС «Чайка/Loran-C», определены в [1].

Близость формы радиоимпульсов РНС «Чайка» и Loran-C оценивают по значению среднеквадратичного отклонения уровней первых восьми полуволн на фронте импульса от эталонных значений, рассогласованию фазы и огибающей (ECD) радиоимпульса.

При сравнении форм радиоимпульсов РНС «Чайка» и Loran-C в качестве эталонной формы используется производная от тока ( $E$ ) в основании антенны наземной станции Loran-C, описываемая функцией:

$$E = \{1 + 100/\pi^2 [1/(t-\tau) - 1/t_m]^2\}^{-1/2} [(t-\tau)/t_m \exp(1 - (t-\tau)/t_m)]^2 \sin[0,2\pi t + \arctg\varphi(t-\tau)], \quad (5)$$

где  $t$  - время в мкс;

$$\varphi(t) = \{[1/(t-\tau) - 1/65] 10/\pi\}^{-1}.$$

Контроль параметров радиоимпульсов осуществляется с помощью датчика сигнала, включенного последовательно в цепь передающей антенны вблизи ее основания. В качестве датчика сигнала используется экранированный трансформатор тока, на выходе которого напряжение пропорционально производной от тока в основании антенны.

Параметры, подлежащие контролю и допустимые отклонения:

а) отклонение от эталонных значений каждой из первых восьми полуволн радиоимпульса должно быть  $< 3 \%$ ;

б) среднеквадратичное отклонение первых восьми полуволн радиоимпульса РНС «Чайка» от соответствующих полуволн РНС Loran-C должно быть  $< 1,5 \%$ ;

в) рассогласование фазы и огибающей радиоимпульса (ECD), излучаемого наземной станцией (усредненного по результатам измерения по всем 16 импульсам навигационного кода), должно быть менее 1,5 мкс;

г) отклонение ECD от установленного для сигналов наземной станции номинального значения не должно превышать 1 мкс;

д) временное положение нулей радиоимпульса на выходе датчика сигнала, описываемое производной от тока радиоимпульса в антенне передающей станции Loran-C и их допустимые отклонения должны соответствовать приведенным в таблице 4.

Т а б л и ц а 4 — Временное положение нулей радиоимпульса на выходе датчика сигнала

Временное положение смены полярности ВЧ-заполнения радиоимпульса относительно конца третьего периода, мкс	Допустимое отклонение временного положения, нс
-24,00	2000
-19,53	1500
-14,80	1000
-09,90	500
-04,96	250
-04,97	100

П р и м е ч а н и я :

1 Аналогичные требования предъявляют к наземным станциям ИФРНС «Чайка» при их включении в состав объединенных систем «Чайка»/«Лоран-С» в Дальневосточном регионе (FERNS).

2 Необходимым условием является согласование (инверсия) начальной фазы ВЧ-заполнения радиоимпульсов РНС «Чайка» с фазой радиоимпульсов РНС «Лоран-С» при переходе в режим излучения ОРНС.

Время достижения максимума радиоимпульса при этих параметрах аппроксимации приблизительно равно 43,7 мкс.

### 3.1.1.7 Рассогласование между огибающей и фазой (ECD)

ECD реального импульса РНС «Чайка» определяют следующим образом.

Рассчитывают рассогласование между фронтами реального и стандартного (заданного приведенными выше аналитическими или табулированными значениями) импульсов в виде функционала  $\Delta(\tau)$ :

$$\Delta(\tau) = \left\{ 1/8 \left[ \sum_{n=1}^8 E_n^2(\tau) - \left( \sum_{n=1}^8 E_n^2(\tau) S_n \right)^2 / \sum_{n=1}^8 S_n^2 \right] \right\}^{1/2} 100\%, \quad (6)$$

где:  $S_n$  — нормированные амплитуды первых восьми полуволн измеряемого импульса;

$E_n(\tau)$  — нормированные амплитуды первых восьми полуволн стандартного радиоимпульса, вычисленные при ECD, равном  $\tau$ .

Рассогласование ECD между огибающей и фазой импульса равно значению  $\tau$ , при котором функционал  $\Delta(\tau)$  принимает минимальное значение.

### 3.1.1.8 Допуск по максимальной амплитуде полувольт

При любых значениях ECD в диапазоне от минус 1,5 мкс до плюс 1,5 мкс максимальная амплитуда первых восьми полувольт первого импульса каждой группы импульсов должна удовлетворять критерию:

$$\Delta S_n = [A S_n - E_n(\tau)] 100\% \leq 0,01, \quad (7)$$

где A - множитель, определяемый выражением:

$$A = \frac{\sum_{n=1}^8 E_n(\tau) S_n}{\sum_{n=1}^8 S_n^2}, \quad (8)$$

где  $E_n(\tau)$  и  $S_n$  — нормированные уровни восьми максимальных значений амплитуд полувольт для стандартной (при ECD =  $\tau$ ) и реальной (измеренной) формы антенного тока (напряжения).

### 3.1.1.9 Амплитуды отдельных полувольт (индивидуальные допуски)

Амплитуда каждой отдельной полувольты первого импульса антенного тока (напряжения) каждой группы импульсов должна удовлетворять критерию:

$$|E_n - S_n| \leq 0,03; 1 \leq n \leq 8 \quad (9)$$

### 3.1.2 Участок спада импульса

Участок спада импульса — это участок, следующий за максимальным значением импульса, т. е. за пределами интервала  $t = 43,7$  мкс.

Участком управляют таким образом, чтобы удовлетворить требованию по ширине спектра излучаемого сигнала.

Для различных площадок размещения передатчика и/или различного вида оборудования передатчика участок спада радиоимпульса может существенно различаться по внешнему виду и характеристикам.

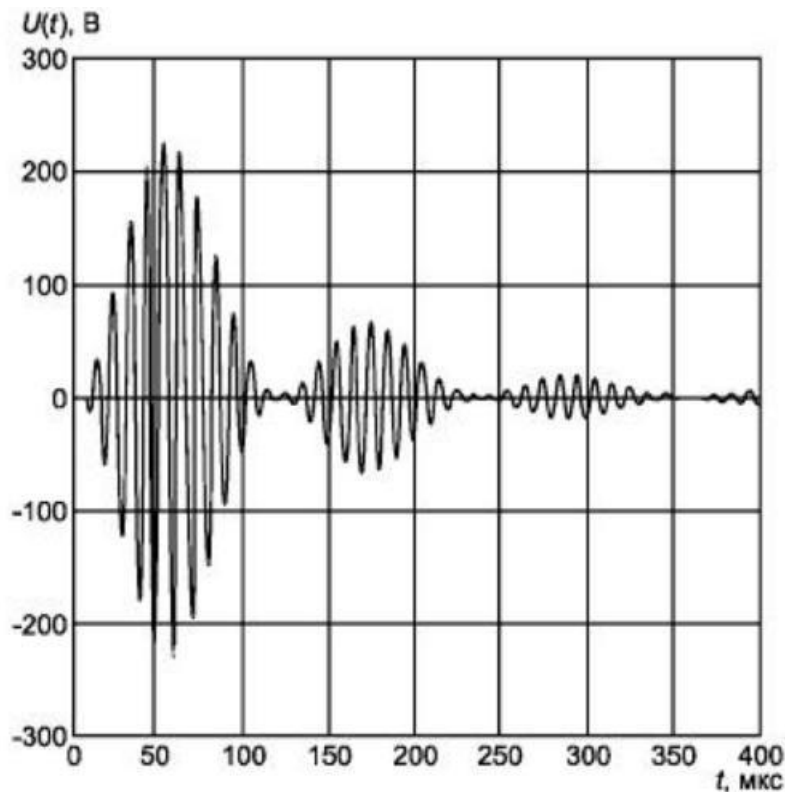
Независимо от этих различий для каждого импульса и для всех  $t > 500$  мкс, величина  $u(t)$  должна удовлетворять следующим критериям:

$$\text{Категория 1:} \quad u(t) < 0,0014 S. \quad (10)$$

$$\text{Категория 2:} \quad u(t) < 0,033 S. \quad (11)$$

На рисунке 1 приведена форма радиоимпульсов, излучаемых существующими передатчиками (без подавления остаточных колебаний). Эти передатчики следует отнести ко второй категории.





Р и с у н о к 1 - Типичная форма радиоимпульса в антенне тиратронного передатчика ИФРНС «Чайка»

На рисунке 2 приведена форма радиоимпульсов, которые будут излучать передатчики нового поколения после завершения проводимой в настоящее время программы модернизации ИФРНС «Чайка».

В этих передатчиках проводится подавление остаточных колебаний, подобное осуществленному в передатчиках системы Loran-C.

Их можно отнести к передатчикам категории 1.

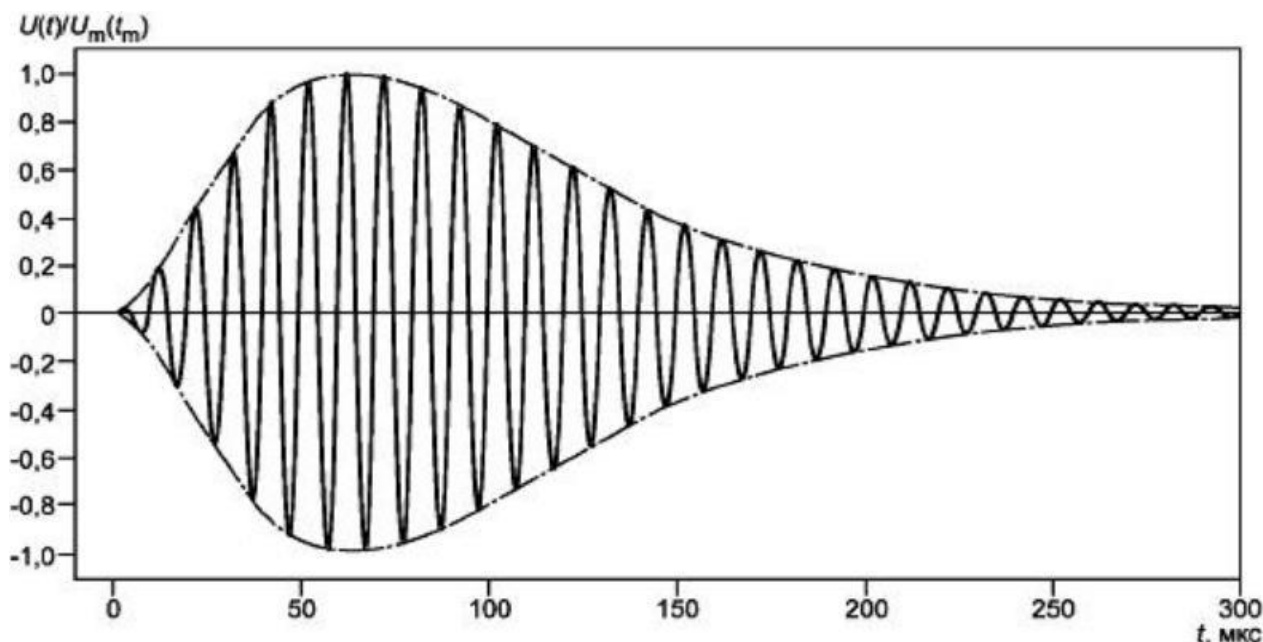
Для каждого импульса на интервале времени после начала импульса  $t \geq 950$  мкс амплитуда должна быть ниже максимальной амплитуды, по крайней мере, на 56 дБ.

Для передатчиков, излучающих импульсы с повторными колебаниями, уровень повторных колебаний радиоимпульса определяют по отношению

$$K = S_1/S_{max} < 0,013, \quad (12)$$

где  $S_1$  — амплитуда наибольшей из полуолн повторных колебаний радиоимпульса на удалении более 500 мкс от начала основного импульса;

$S_{max}$  — амплитуда наибольшей полуолны радиоимпульса.



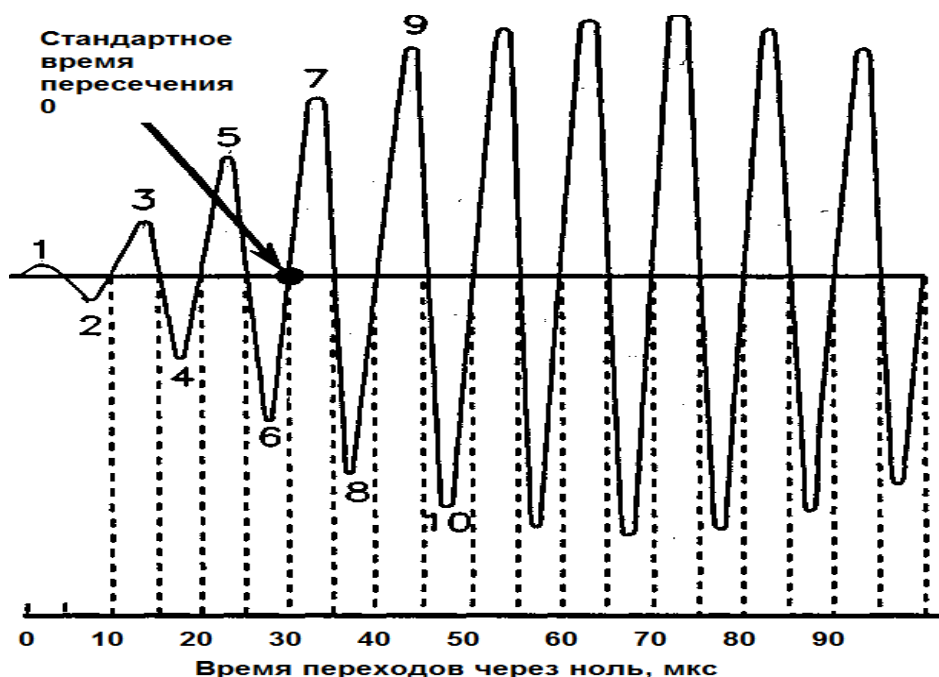
Р и с у н о к 2 - Типичная форма радиоимпульса с экспоненциально-степенной огибающей

Для ИФРНС «Чайка»:  $t_{U_{max}} = (42-44)$  мкс,  $t_{0,5U_{max}} = (16-17)$  мкс.

Для ИФРНС Loran-C:  $t_{U_{max}} = 65$  мкс,  $t_{0,5U_{max}} = 24$  мкс.

### 3.1.3 Допуски на времена переходов через ноль высокочастотных колебаний внутри импульса

На рисунке 3 представлен стандартный (принятый за «эталонный» для ОРНС) импульс (с положительным фазовым кодом и  $ECD=0$ ) с обозначениями полувольт и переходов через ноль.



Р и с у н о к 3 – Моменты времени переходов колебаний ВЧ через ноль и обозначения полувольт

Времена переходов через ноль измерены относительно точки стандартного перехода через ноль (положительный переход через ноль на 30 микросекунде для импульса с положительным фазовым кодом).

При ECD в диапазоне от минус 2,5 до плюс 2,5 микросекунд, времена переходов через ноль и допуски на них для первого импульса представлены в таблице 5.

Т а б л и ц а 5 Времена переходов через ноль (относительно точки стандартного перехода) и допуски

Переход через ноль относительно начала импульса (мкс)	Время (мкс)	Допуск, нс, для передатчика категории	
		Категория 1	Категория 2
5	-25	±1000	±2000
10	-20	±100	±1500
15	-15	±75	±1000
20	-10	±50	±500
25	-5	±50	±250
30	Стандартный (опорный) переход через ноль		
35	5	±50	±100
40	10	±50	±100
45	15	±50	±100
50	20	±50	±100
55	25	±50	±100
60	30	±50	±100

За пределами 60 мкс пересечения нулей соответствуют  $(100 \pm 1)$  кГц.

## 3.2 Группы импульсов

### 3.2.1 Структура группы импульсов

Группы импульсов ВЦ и ВМ содержат по восемь навигационных радиоимпульсов, причем каждый последующий импульс отстоит от предыдущего импульса в группе на  $1000 \text{ мкс} \pm (25 \div 100)$  нс в зависимости от категории передатчика.

Группы импульсов ВЦ и ВМ содержат девятый импульс, используемый для передачи связной информации, отстоящий от предыдущего восьмого импульса пачки на 1200 мкс.

Десятый импульс в группе ВЦ, отстоящий от предыдущего импульса на 2000 мкс, используют для индикации момента ТОС, когда секундные метки внутренней шкалы времени передающей станции и шкалы времени системы внешней синхронизации по сигналам СЕВ ВТ или ГЛОНАСС/GPS совпадают.

Примечания:

1 Импульс индикации ТОС шкал времени может отстоять от восьмого навигационного импульса на 1200, 2400 или 3600 мкс в случае необходимости индикации

моментов совпадения меток "1 с", "1 мин", "5 мин" и в зависимости от конкретной цепи станций.

2 Реальное положение 9-го и 10-го импульсов группы ВЦ может отличаться от приведенных данных до завершения процесса непрерывно проводимой модернизации комплексов аппаратуры управления и синхронизации передающих станций, находящихся в эксплуатации.

### **3.2.2 Период повторения группы импульсов**

Каждая станция РНС «Чайка» работает с конкретным периодом повторения групп (GRI).

Как и в системе Logan-C, разрешенным GRI является множество периодов через 10 мкс в интервале от 40000 до 99990 мкс. Идентификатором GRI является код GRI, который определяется в виде значения GRI в мкс, деленный на 10 (например, число 7980 определяет значение GRI, равное 79800 мкс).

### **3.2.3 Синхронизация группы импульсов ведущей станции**

Восьмой импульс первой группы импульсов в последовательности излучаемых с положительным фазовым кодом импульсов ведущей станции (ВЦ) синхронизируется с секундной меткой, передаваемой Системой единого времени высокой точности России (СЕВ ВТ), или с секундной меткой, передаваемой в сигналах ГНСС, с учетом поправки для Всемирного Координированного Времени (UTC).

Поскольку GRI цепей различаются, необходимо соотнести синхронизацию всех ВЦ с общей эпохой. Этой эпохой является 0 часов, 0 минут, 0 секунд, 1 января 1958 года.

Среднеквадратическая погрешность синхронизации должна быть не более:

- по сигналам ГНСС - 40 нс;
- по сигналам СЕВ ВТ - 100 нс.

### **3.2.4 Синхронизация групп импульсов ведомых станций по сигналам ведущих станций**

Группы импульсов ВМ излучаются с тем же самым GRI, что и группы импульсов ВЦ и являются синхронизированными («привязанными») по времени с сигналами ВЦ.

СКП привязки импульсов ВМ по навигационному каналу не должна превышать 100 нс.

Задержка излучения ВМ относительно ВЦ выбирается так, чтобы обеспечить удовлетворение следующим критериям внутри каждой цепи повсюду, где могут быть приняты сигналы:

- минимальная разница во времени между сигналами, излучаемыми любой ВМ и ВЦ равна 10 900 мкс.
- минимальная разность любых двух разностей времени равна 9 900 мкс.
- максимальная разность времени равна периоду повторения групп (GRI) минус минимальная разность 9 900 мкс.

- минимальное расстояние между соответствующими точками последнего импульса группы любой станции и первым импульсом следующей группы в той же цепи равно 2900 мкс, за исключением минимального расстояния между девятым импульсом ВЩ и следующим импульсом ВМС той же самой цепи, которое равно минимальной величине 1900 мкс.

Это является следствием применения трех предыдущих критериев.

Примечание – СКП привязки ВМ по радионавигационному каналу подлежат уточнению с учетом условий приема сигналов для конкретного размещения ВМ.

### 3.2.5 Синхронизация момента времени излучения ведущих и ведомых станций по сигналам ГНСС

В состав модернизированных ВЩ и ВМ включают приемную аппаратуру ГНСС ГЛОНАСС/GPS, позволяющую осуществлять внешнюю синхронизацию моментов ТОТ как ВЩ, так и каждой ВМ цепи по сигналам ГНСС.

СКП синхронизации момента времени излучения ВМ относительно ВЩ по сигналам, принимаемым одновременно на ВМ и ВЩ от одного и того же спутника ГНСС, не должна превышать 30 нс.

### 3.2.6 Фазовое кодирование группы импульсов

Каждая станция РНС «Чайка» (аналогично РНС Logan-C) передает группы фазокодированных импульсов в соответствии с таблицей 6. Для идентификации первая группа импульсов излучаемой последовательности названа Группой А, а вторая группа, задержанная на один период следования GRI, — Группой В.

Излучаемая последовательность, называемая периодом фазового кода (PCI), включает обе Группы А и В.

Т а б л и ц а 6 — Коды фазы радиоимпульсов РНС «Чайка» и Logan-C

Группа	Ведущая станция	Ведомая станция
А	+ + - - + - + - * +	+ + + + + - - + *
В	+ - - + + + + + * +	+ - + - + + - - *
* Дополнительный импульс для передачи служебной связной информации двоичным фазовым кодом (параметры кода приводятся в отдельном стандарте)		

Примечания:

1 Десятый импульс группы ВЩ используют для индикации момента совпадения секундных (минутных, пятиминутных) меток шкал времени ВЩ и СЕВ ВТ.

2 В модернизируемых передающих станциях телекоммуникационную информацию передают посредством модуляции шести последних импульсов группы по методу, используемому в системе EUROFIX.

### 3.2.7 Равномерность импульсов в группе

Равномерность импульсов в группе зависит не только от используемого оборудования, но и от того, работает станция на одной частоте следования или на двух частотах.

**3.2.8 Допуск по амплитуде от импульса к импульсу**

При сравнении с использованием следующего уравнения (13) амплитуда наименьшего импульса в группе не должна отличаться от амплитуды наибольшего импульса той же группы больше, чем задано в таблице 7.

$$D = [(I_{pkMax} - I_{pkMin}) / I_{pkMax}] * 100\% \quad (13)$$

где: D — спад (Droop), %;

-  $I_{pkMax}$  - значение  $i(t)$  в максимуме наибольшего импульса в группе;

-  $I_{pkMin}$  - значение  $i(t)$  в максимуме наименьшего импульса в группе.

Т а б л и ц а 7 — Допуск по амплитуде от импульса к импульсу спада D

Категория передатчика	Одна частота повторения групп	Две частоты повторения групп
I	5%	10%
II	10%	20%

**3.2.9 Допуск погрешности ECD от импульса к импульсу**

Допуск погрешности ECD от импульса к импульсу рассчитывают по разности фронтов от импульса к импульсу и разности пересечений через нуль от импульса к импульсу.

Значение ECD любого единичного импульса антенного тока (напряжения) не должно отличаться от среднего значения ECD по всем импульсам, содержащимся в обеих группах А и В, на величину большую, приведенной в таблице 8.

Т а б л и ц а 8 — Допуски погрешности ECD от импульса к импульсу

Категория передатчика	Одна частота повторения	Две частоты повторения
I	0,5 мкс	0,7 мкс
II	1,0 мкс	1,5 мкс

**3.2.10 Допуск погрешности синхронизации от импульса к импульсу**

Импульсы со второго по восьмой синхронизированы по времени с первым импульсом каждой группы. Временные соотношения и допуски стандартных пересечений нулей в импульсах, начиная со второго по восьмой, по отношению к стандартному переходу через нуль первого импульса представлены в таблице 9.

Т а б л и ц а 9 — Допуски погрешности синхронизации от импульса к импульсу

Категория передатчика	Одна частота повторения	Две частоты повторения
I	(N-1) 1000 мкс ± 25 нс	(N-1) 1000 мкс ± 50 нс + C
II	(N-1) 1000 мкс ± 50 нс	(N-1) 1000 мкс ± 100 нс + C

Примечания:

1 N — номер (от 2 по 8) импульсов, которые следуют за первым импульсом каждой группы.

2 Значение коэффициента C равно нулю для импульсов с положительной фазой кода;  $|C| \leq 150$  нсек для импульсов с отрицательной фазой кода.

3 Стандартный переход через ноль первого импульса является опорным временем для всех импульсов внутри каждой группы.

### 3.3 Мерцание

Мерцание представляет собой комбинацию включения-выключения (включение приблизительно на 0,25 мкс, выключение на 3,75 мкс) первых двух импульсов ведомой станции, указывающую, что базовая линия не может быть использована по следующим причинам:

- разность времени (TD) за пределами допуска;
- расхождение фазы и огибающей (ECD) за пределами допуска;
- ненадлежащий фазовый код или ППГ (GRI);
- импульсная мощность излучения ведущей или ведомой станции менее 50% установленного значения.

Мерцание продолжается до тех пор, пока не будут устранены условия выхода за пределы допуска.

### 3.4 Бланкирование

Для обеспечения непрерывного обслуживания потребителей при переходе из зоны действия одной цепи в зону другой цепи некоторые станции должны функционировать в двух цепях в совмещенном режиме, излучая поочередно сигналы на двух частотах повторения групп.

От таких станций периодически требуется одновременно излучать перекрывающиеся во времени группы импульсов, относящихся к различным частотам повторения, что практически невыполнимо.

В интервалы времени, когда импульсы одной группы перекрывают полностью или частично интервал бланкирования другой группы, импульсы этой группы бланкируются (т.е. подавляются).

Интервал бланкирования простирается от 900 мкс перед первым импульсом до 1600 мкс после последнего импульса группы.

Бланкирование может быть приоритетным или осуществляемым на альтернативной основе.

В случае приоритетного бланкирования при каждом перекрытии групп подавляются импульсы одной и той же частоты повторения.

Импульсы приоритетной частоты повторения не бланкируются никогда. Приоритет отдают цепи с наибольшим периодом повторения.

При альтернативном бланкировании приоритетная роль перераспределяется между двумя цепями.

В течение четырех периодов приоритет отдают одной цепи, затем в течение последующих четырех периодов повторения групп приоритет предоставляют другой цепи.

Вид бланкирования указывают в альманахе цепей станций.

### 3.5 Доступность сигнала

Доступность сигнала каждой передающей станции должна быть 99,98%. Доступность каждой триады станций, рассчитанная приближенно на ежемесячной основе, включая разрешенные выходы из эфира, должна быть 99,7%.

Базовую линию считают непригодной для использования при одной из следующих ситуаций:

- TD за пределами допуска;
- ECD за пределами допуска;
- установлен несоответствующий фазовый код или период повторения групп (GRI);
- отключена ведущая или ведомая станция;
- мощность излучения станции менее 50% номинальной мощности излучения.

Примечания:

1 Переключение на резервное оборудование за время менее 60 с рассматривают как непрерывное излучение.

2 До завершения программы модернизации ИФРНС «Чайка» разрешен уровень доступности 99,5%.

### 3.6 Спектр сигналов

В ИФРНС «Чайка» для стационарных станций средней и большой мощности излучения спектр излучения определяется следующими параметрами:

- необходимая ширина полосы частот  $B_n = 36$  кГц на уровне минус 17 дБ от максимального уровня спектральных составляющих, условно принятого за 0 дБ;
- контрольная ширина полосы частот  $B_k = 50,4$  кГц на уровне минус 30 дБ от максимального уровня спектральных составляющих, условно принятого за 0 дБ;
- наклон ограничительной линии спектра ниже уровня минус 30 дБ равный минус 12 дБ на октаву.

В полосе  $B_n$  уровень спектральных составляющих не нормируется.

Для мобильных ИФРНС «Чайка» предельная ограничительная линия спектра определяется следующими параметрами:

- необходимая ширина полосы частот  $B_n = 43,2$  кГц на уровне минус 17 дБ от максимального уровня спектральных составляющих, условно принятого за 0 дБ;
- контрольная ширина полосы частот  $B_k = 60,48$  кГц на уровне минус 30 дБ от максимального уровня спектральных составляющих, условно принятого за 0 дБ;
- наклон ограничительной линии спектра ниже уровня минус 30 дБ, равный минус 12 дБ на октаву.

В полосе  $B_n$  уровень спектральных составляющих не нормируется.



Расстройка по частоте предельной ограничительной линии отсчитывается от средней частоты измеренного спектра сигнала на уровне минус 17дБ.

Полоса частот, в которой содержится 99% мощности излучения наземной станции, должна быть  $\leq 23$  кГц.

Измерение параметров сигналов, излучаемых передающими станциями ИФРНС, осуществляют специальным прибором – измерителем параметров формы сигналов (ИПФС), входящим в состав комплекса аппаратуры управления и синхронизации (КАУС) наземных станций ИФРНС «Чайка».

**Библиография**

- [1] Specification of the Transmitted C Signal COMDTINST M 16562.4 A., 1994.,  
Loran United States Department of Transportation,  
United States Coast Guard

---

УДК 621.396.98: 629.783

ОКС 33.060.75

Э50

Ключевые слова: радионавигационная система «Чайка», импульсно-фазовая система, разностно-дальномерная система, излучение, сигнал,

---