



This PDF is provided by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an officially produced electronic file.

Ce PDF a été élaboré par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'une publication officielle sous forme électronique.

Este documento PDF lo facilita el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un archivo electrónico producido oficialmente.

، قسم المكتبة والمحفوظات، وهي مأخوذة من ملف إلكتروني جرى (ITU) مقدمة من الاتحاد الدولي للاتصالات PDF هذه النسخة بنسق إعدادة رسمياً.

本 PDF 版本由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案服务室提供。来源为正式出版的电子文件。

Настоящий файл в формате PDF предоставлен библиотечно-архивной службой Международного союза электросвязи (МСЭ) на основе официально созданного электронного файла.

Международный союз электросвязи

Регламент радиосвязи

Рекомендации МСЭ-R,
включенные посредством ссылки

Издание 2004 года



Международный
союз
электросвязи

Международный союз электросвязи

Регламент радиосвязи

**Рекомендации МСЭ-R,
включенные посредством ссылки**

Издание 2004 года



Международный
союз
электросвязи

© ITU 2004

Все права резервированы. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких-либо средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

Примечание Секретариата

Настоящий пересмотренный Регламент радиосвязи, дополняющий Устав и Конвенцию Международного союза электросвязи, включает в себя решения Всемирных конференций радиосвязи 1995 г. (ВКР-95), 1997 г. (ВКР-97), 2000 г. (ВКР-2000) и 2003 г. (ВКР-03). Большая часть положений настоящего Регламента вступает в силу с 1 января 2005 года; другие положения применимы с определенных дат, указанных в Статье 59 пересмотренного Регламента радиосвязи.

При подготовке Регламента радиосвязи издания 2004 года Секретариат исправил типографские ошибки; на наличие таких ошибок было обращено внимание ВКР-03, которая одобрила необходимость их исправления.

В настоящем издании используется та же схема нумерации, что и в издании Регламента радиосвязи 2001 года, а именно:

Что касается номеров статей, в данном издании применяется последовательная нумерация. За номерами статей не указываются какие-либо аббревиатуры (как например, "(ВКР-97)", "(ВКР-2000)" или "(ВКР-03)"). Поэтому всякая ссылка на ту или иную статью в любом из положений настоящего Регламента радиосвязи (например, в п. 13.1 Статьи 13), в текстах приложений, содержащихся в Томе 2 данного издания (например, в § 1 Приложения 2), в текстах резолюций, включенных в Том 3 этого издания (например, в Резолюции 1 (Пересм. ВКР-97)), а также в текстах рекомендаций, включенных в Том 3 этого издания (например, в Рекомендации 8), рассматривается как ссылка на текст соответствующей статьи, приведенной в настоящем издании, если не оговорено иначе.

Что касается номеров положений в статьях, в данном издании продолжается использование составных номеров, указывающих номер статьи и номер положения в рамках этой статьи (например, п. 9.2В означает положение п. 2В Статьи 9). Аббревиатура "(ВКР-03)", "(ВКР-2000)" или "(ВКР-97)" после номера такого положения означает, что соответствующее положение было изменено или дополнено на ВКР-03, ВКР-2000 или ВКР-97, в зависимости от случая. Отсутствие какой-либо аббревиатуры после номера положения означает, что данное положение совпадает с положением упрощенного Регламента радиосвязи, утвержденного на ВКР-95, и полный текст которого содержится в Документе 2 ВКР-97.

Что касается номеров приложений, в данном издании продолжается применение последовательной нумерации с добавлением соответствующей аббревиатуры после номера Приложения (как например, "(ВКР-97)", "(ВКР-2000)" или "(ВКР-03)", в зависимости от случая. Как правило, всякая ссылка на то или иное приложение в любом из положений настоящего Регламента радиосвязи, в текстах приложений, содержащихся в Томе 2 данного издания, в текстах резолюций и рекомендаций, включенных в Том 3 этого издания, указывается стандартным образом (например, "Приложение 30 (Пересм. ВКР-03)"), если только это не отмечено особо в тексте (например, Приложение 4, измененное на ВКР-03). В текстах приложений, которые были частично изменены на ВКР-03, положения, в которые внесены изменения на ВКР-03, указываются аббревиатурой "(ВКР-03)" в конце соответствующего текста.

В текстах Регламента радиосвязи обозначение ↑ используется для указания параметров, связанных с линией вверх. Аналогичным образом, обозначение ↓ используется для указания параметров, связанных с линией вниз.

Названия всемирных административных радиоконференций и всемирных конференций радиосвязи указываются в виде аббревиатур. Эти аббревиатуры представлены ниже.

Аббревиатура	Конференция
ВАРК Морск	Всемирная административная радиоконференция по вопросам, касающимся морской подвижной службы (Женева, 1967 г.)
ВАРК-71	Всемирная административная радиоконференция по космической связи (Женева, 1971 г.)
ВМАРК-74	Всемирная морская административная радиоконференция (Женева, 1974 г.)
ВАРК СРВ-77	Всемирная административная радиоконференция по спутниковому радиовещанию (Женева, 1977 г.)
ВАРК-Возд.2	Всемирная административная радиоконференция по воздушной подвижной (R) службе (Женева, 1978 г.)
ВАРК-79	Всемирная административная радиоконференция (Женева, 1979 г.)
ВАРК Подв-83	Всемирная административная радиоконференция по подвижным службам (Женева, 1983 г.)
ВАРК ВЧРВ-84	Всемирная административная радиоконференция по планированию ВЧ полос частот, распределенных радиовещательной службе (Женева, 1984 г.)
ВАРК Опб-85	Всемирная административная радиоконференция по использованию геостационарной орбиты и планированию космических служб, ее использующих (Первая сессия – Женева, 1985 г.)
ВАРК ВЧРВ-87	Всемирная административная радиоконференция по планированию ВЧ полос частот, распределенных радиовещательной службе (Женева, 1987 г.)
ВАРК Подв-87	Всемирная административная радиоконференция по подвижным службам (Женева, 1987 г.)
ВАРК Опб-88	Всемирная административная радиоконференция по использованию геостационарной орбиты и планированию космических служб, ее использующих (Вторая сессия – Женева, 1988 г.)
ВАРК-92	Всемирная административная радиоконференция по распределению частот в определенных частях спектра (Малага-Торремолинос, 1992 г.)
ВКР-95	Всемирная конференция радиосвязи (Женева, 1995 г.)
ВКР-97	Всемирная конференция радиосвязи (Женева, 1997 г.)
ВРК-2000	Всемирная конференция радиосвязи (Женева, 2000 г.)
ВКР-03	Всемирная конференция радиосвязи (Женева, 2003 г.)
ВКР-07/10	Всемирная конференция радиосвязи, Женева, 2007/2010 гг. ¹

¹ Дата созыва этой конференции окончательно не определена.

ТОМ 4

Рекомендации МСЭ-R, включенные посредством ссылки*

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Рек. МСЭ-R M.257-3 Последовательная одночастотная система избирательного вызова для использования в морской подвижной службе	1
Рек. МСЭ-R TF.460-6 Излучение стандартных частот и сигналов времени.....	7
Рек. МСЭ-R M.476-5 Буквопечатающее телеграфное оборудование в морской подвижной службе	13
Рек. МСЭ-R M.489-2 Технические характеристики ОВЧ радиотелефонного оборудования, работающего в морской подвижной службе в каналах, разнесенных на 25 кГц	25
Рек. МСЭ-R M.492-6 Эксплуатационные процедуры для буквопечатающего телеграфного оборудования в морской подвижной службе.....	27
Рек. МСЭ-R M.541-8 Эксплуатационные процедуры для использования оборудования цифрового избирательного вызова (ЦИВ) в морской подвижной службе	37
Рек. МСЭ-R M.625-3 Буквопечатающее телеграфное оборудование с автоматическим опознаванием в морской подвижной службе	69
Рек. МСЭ-R M.627-1 Технические характеристики оборудования морской ВЧ радиосвязи, использующего узкополосную относительную фазовую телеграфию (УПОФТ)	129
Рек. МСЭ-R S.672-4 Диаграмма направленности спутниковой антенны, применяемая в качестве нормативной при проектировании фиксированной спутниковой службы, использующей геостационарные спутники	131
Рек. МСЭ-R M.690-1 Технические характеристики радиомаяков-указателей места бедствия (РМУМБ), работающих на несущих частотах 121,5 МГц и 243 МГц	157
Рек. МСЭ-R P.838-2 Модель погонного ослабления в дожде, используемая в методах прогнозирования.....	159
Рек. МСЭ-R SM.1138 Определение необходимой ширины полосы частот с примерами ее расчета и соответствующими примерами обозначения излучений	165
Рек. МСЭ-R SA.1154 Условия защиты служб космических исследований (КИ), космической эксплуатации (КЭ) и спутниковых исследований Земли (СИЗ) и обеспечения совмещения с подвижной службой в полосах частот 2025–2110 МГц и 2200–2290 МГц.....	173
Рек. МСЭ-R M.1169 Часы работы судовых станций.....	203
Рек. МСЭ-R M.1171 Процедуры использования радиотелефонии в морской подвижной службе	209

* В данные рекомендации изменения не вносились; поэтому суффикс "S" перед ссылками на тексты РР не был исключен.

Рек. МСЭ-R M.1172	Различные сокращения и сигналы, используемые для радиосвязи в морской подвижной службе	219
Рек. МСЭ-R M.1173	Технические характеристики однополосных передатчиков, используемых в морской подвижной службе для радиотелефонии в полосах частот между 1606,5 кГц (1605 кГц в районе 2) и 4000 кГц и между 4000 кГц и 27 500 кГц.....	253
Рек. МСЭ-R M.1174-1	Технические характеристики оборудования, используемого для связи на борту судна в диапазонах между 450 и 470 МГц	255
Рек. МСЭ- R M.1175	Автоматическое приемное оборудование для радиотелеграфных и радиотелефонных сигналов тревоги.....	257
Рек. МСЭ-R M.1187	Метод расчета потенциально затрагиваемой помехами зоны для сети подвижной спутниковой службы (ПСС) в диапазоне 1–3 ГГц, использующей круговые орбиты	259
Рек. МСЭ-R S.1256	Методология определения максимальной суммарной плотности потока мощности на геостационарной спутниковой орбите в полосе 6700–7075 МГц от фидерных линий негеостационарных спутниковых систем подвижной спутниковой службы в направлении космос–Земля	265
Рек. МСЭ-R SA.1260-1	Возможность совместного использования частот активными бортовыми космическими датчиками и другими службами в диапазоне 420–470 МГц	273
Рек. МСЭ-R BO.1293-2	Защитные маски и связанные с ними методы расчета помех радиовещательным спутниковым системам, использующим излучения цифровых сигналов	289
Рек. МСЭ-R S.1340	Совместное использование частот в полосе 15,4–15,7 ГГц фидерными линиями подвижной спутниковой службы в направлении Земля–космос и воздушной радионавигационной службой	301
Рек. МСЭ-R S.1341	Совместное использование частот в полосе 15,4–15,7 ГГц фидерными линиями подвижной спутниковой службы в направлении космос–Земля и воздушной радионавигационной службой и защита радиоастрономической службы в полосе 15,35–15,4 ГГц.....	317
Рек. МСЭ-R S.1428-1	Эталонные диаграммы направленности земных станций ФСС для использования в процессе оценки помех в ситуациях с негеостационарными спутниками в полосах частот между 10,7 ГГц и 30 ГГц.....	331
Рек. МСЭ-R O.1443-1	Эталонные диаграммы направленности антенн земных станций РСС, предназначенные для использования в ходе оценки помех в полосах частот, затрагиваемых Приложением 30 РР, включая НГСО спутники	335
Рек. МСЭ-R S.1586	Расчет уровней нежелательных излучений, создаваемых негеостационарной системой фиксированной спутниковой службы в местах расположения радиоастрономических станций.....	345
Рек. МСЭ-R F.1613	Требования к эксплуатации и развертыванию систем фиксированного беспроводного доступа фиксированной службы в Районе 3 для обеспечения защиты систем спутниковой службы исследования Земли (активной) и службы космических исследований (активной) в полосе частот 5250–5350 МГц	355
Рек. МСЭ-R SA.16321	Эталонная диаграмма направленности радиоастрономической антенны для использования при анализе совместимости между НГСО системами и станциями радиоастрономической службы на основе концепции э.п.п.м.	371
Рек. МСЭ-R SA.1632	Совместное использование частот в полосе 5250–5350 МГц системами спутниковой службы исследования Земли (активной) и системами беспроводного доступа (включая локальные вычислительные радиосети) подвижной службы.....	375

	Стр.
Рек. МСЭ-R M.1638	403
Рек. МСЭ-R M.1643	413

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R M.257-3*

**ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ ОДНОЧАСТОТНАЯ СИСТЕМА ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ВЫЗОВА
ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В МОРСКОЙ ПОДВИЖНОЙ СЛУЖБЕ**

(1959-1970-1978-1995)

Резюме

В данной Рекомендации описывается последовательная одночастотная система избирательного вызова (SSFC), которая может использоваться для вызова судов до тех пор, пока эта система не будет заменена на систему цифрового избирательного вызова DSC, описанную в Рекомендациях МСЭ-R M.493 и МСЭ-R M.541.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

а) что имеется необходимость в определении характеристик последовательной одночастотной системы избирательного вызова, пригодной для использования с обычными типами судового радиооборудования,

отмечая,

1 что последовательная одночастотная система избирательного вызова может использоваться до тех пор, пока она не будет заменена цифровой системой избирательного вызова, описанной в Рекомендации М.493 МСЭ-R,

рекомендует,

1 чтобы используемая система имела характеристики, представленные в Приложении 1;

2 чтобы соблюдались эксплуатационные процедуры, описанные в Приложении 2.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Характеристики системы

1 сигнал избирательного вызова должен состоять из пяти цифр, представляющих собой кодовый номер, присвоенный судну для избирательного вызова;

1.1 сигнал звуковой частоты, подводимый ко входу передатчика береговой станции, должен состоять из последовательных импульсов звуковой частоты, удовлетворяющих следующим условиям:

1.1.1 звуковые частоты, используемые для отображения цифр кодового номера, присвоенного судну, должны соответствовать следующим последовательностям:

ТАБЛИЦА 1

Цифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	Повторение цифр
Звуковая частота (Гц)	1124	1197	1275	1358	1446	1540	1640	1747	1860	1981	2110

* Данная Рекомендация должна быть доведена до сведения Международной морской организации (ИМО) и Сектора стандартизации электросвязи (МСЭ-T).

Примечание Секретариата: Ссылки на Регламент радиосвязи (РР), сделанные в данной Рекомендации, относятся к РР, пересмотренному Всемирной конференцией радиосвязи 1995 года. Эти части РР войдут в силу 1 июня 1998 года. При необходимости в квадратных скобках представлены эквивалентные ссылки на действующий Регламент радиосвязи.

Например, последовательность импульсов звуковой частоты, соответствующая избирательному вызову 12 133, будет: 1124–1197–1124–1275–2110 Гц, а последовательность, соответствующая кодовому номеру 22 222, будет: 1197–2110–1197–2110–1197 Гц;

1.1.2 если последовательности номеров, представленные использованием только двух частот, выбранных из тех, которые указаны в § 1.1.1, резервируются для вызова заранее определенных групп судов, то для распределения в соответствии с потребностями администраций будут иметься 100 различных групп номеров;

1.1.3 форма сигналов генераторов звуковых частот должна быть практически синусоидальной, с гармоническими искажениями, не превышающими 2%;

1.1.4 импульсы звуковых частот должны передаваться последовательно;

1.1.5 разность между максимальными амплитудами любых импульсов звуковой частоты не должна превышать 1 дБ;

1.1.6 длительность каждого импульса звуковой частоты, измеренная между точками на уровне половинной амплитуды, должна быть равной $100 \text{ мс} \pm 10 \text{ мс}$;

1.1.7 временной интервал между последовательными импульсами, измеренный между точками на уровне половинной амплитуды, должен быть равным $3 \text{ мс} \pm 2 \text{ мс}$;

1.1.8 время нарастания и спада каждого импульса звуковой частоты, измеренное в точках на уровнях 10% и 90% амплитуды, должно быть равным $1,5 \text{ мс} \pm 1 \text{ мс}$;

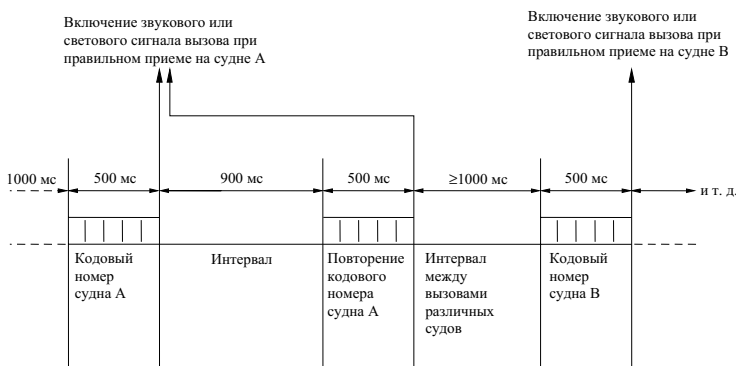
1.1.9 допустимое отклонение от номинала звуковых частот, указанных в § 1.1.1, должно составлять $\pm 4 \text{ Гц}$;

1.1.10 сигнал избирательного вызова (кодовый номер судна) должен передаваться дважды с интервалом $900 \text{ мс} \pm 100 \text{ мс}$ между концом первого сигнала и началом второго сигнала (рисунок 1);

1.1.11 интервал между вызовами различных судов, исходящими от береговой станции, должен быть равным по крайней мере 1 с (рисунок 1); однако интервал между вызовами одного и того же судна или одной группы судов должен быть равным по крайней мере 5 с;

РИСУНОК 1

**Структура сигналов избирательного вызова,
не содержащих дополнительной информации**



D01

2 В случае добавления к сигналу избирательного вызова дополнительной информации это должно осуществляться следующим образом:

2.1 для опознавания вызывающей береговой станции должны передаваться четыре цифры;

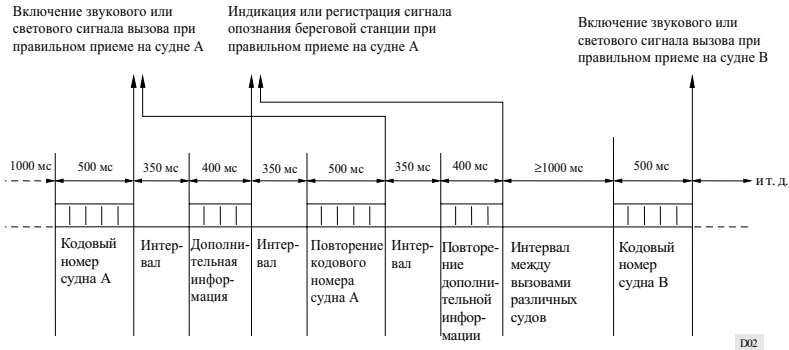
2.2 для опознавания ОВЧ канала, по которому следует отвечать, должны передаваться два "нуля", сопровождаемые двумя "цифрами" (см. Приложение S18 [Приложение 18] РР);

2.3 характеристики этих сигналов должны удовлетворять требованиям § 1.1.1 и 1.1.3–1.1.9 включительно;

2.4 структура сигнала должна соответствовать структуре, изображенной на диаграмме (рисунок 2), причем допуск для интервала в 350 мс равен ± 30 мс;

РИСУНОК 2

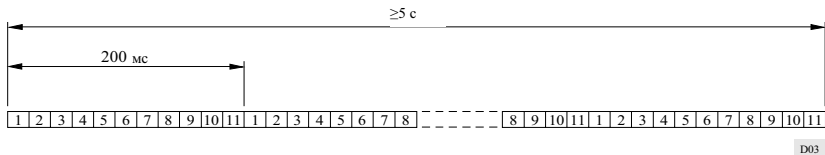
Структура сигналов избирательного вызова с дополнительной информацией



3 сигнал "вызов всем судам", предназначенный для включения приемных селекторов на всех судах независимо от их индивидуального кодового номера, должен состоять из непрерывной последовательной передачи одиннадцати звуковых частот, указанных в § 1.1.1. Параметры импульсов звуковых частот должны соответствовать требованиям § 1.1.3, 1.1.4, 1.1.5 и 1.1.9. Длительность каждого импульса звуковой частоты, измеренная между точками на уровне половинной амплитуды, должна составлять $17 \text{ мс} \pm 1 \text{ мс}$, а интервал между двумя последовательными импульсами, измеренный между точками на уровне половинной амплитуды, не должен превышать 1 мс (рисунок 3). Общая длительность сигнала "вызов всем судам" должна составлять по меньшей мере 5 с;

РИСУНОК 3

Структура сигнала "вызов всем судам"



4 приемные селекторы на судах должны работать надежно при всех условиях радиосвязи, приемлемых для удовлетворительной связи;

5 приемный селектор должен быть предназначен для приема сигналов, описанных в § 1 и 3. Однако, поскольку береговые станции могут передавать дополнительные сигналы (например, сигнал опознавания береговой станции), важно предусмотреть, чтобы во время приема избирательного вызова декодер спустя 250 ± 40 мс после приема неправильной цифры или после отсутствия цифры возвращался в исходное положение;

6 приемный селектор должен быть спроектирован, сконструирован и должен управляться таким образом, чтобы он не реагировал на атмосферные помехи и другие мешающие сигналы, включая сигналы избирательного вызова, отличные от тех, на которые рассчитан декодер;

7 приемный селектор должен включать звуковые или визуальные средства для индикации приема вызова и, если необходимо, дополнительное устройство, позволяющее определять опознавательный сигнал вызывающей станции или ОВЧ канал, по которому следует отвечать в соответствии с потребностями администраций;

8 для того чтобы отличать, является ли поступающий вызов обычным избирательным вызовом или сигналом "вызов всем судам", может быть использовано многократное включение судового декодера сигналом "вызов всем судам" (см. § 3);

9 приборы индикации, упомянутые в § 7, должны включаться при правильном приеме сигнала вызова независимо от того, произошла ли правильная регистрация при приеме первой, второй или обеих частей сигнала вызова, передаваемого береговой станцией;

10 приборы индикации не должны выключаться до тех пор, пока их не отключат вручную;

11 оборудование приемных селекторов должно быть, насколько возможно, простым, работать надежно длительное время с минимальными требованиями по уходу за ним и могло бы для удобства иметь устройства для самопроверки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Эксплуатационные процедуры

Метод вызова (4469)

(1) Вызов должен состоять из:

- a) номера избирательного вызова или опознавательного номера или сигнала вызываемой станции, за которым следует
- b) номер избирательного вызова или опознавательный номер или сигнал вызывающей станции.

Однако, в том случае, если береговая станция вызывает в диапазоне ОВЧ, то номер канала, используемого для ответа и для передачи трафика, можно заменить на опознавательный номер или сигнал этой береговой станции.

Вызов должен передаваться дважды.

- (2) Если вызываемая станция не отвечает, вызов не должен в обычном случае повторяться до завершения по крайней мере пятиминутного интервала и не должен затем возобновляться в обычном случае до завершения следующего интервала, равного пятнадцати минутам.
- (3) Использование сигналов "вызов всем судам" должно ограничиваться вызовами в случае бедствия и срочности в полосах СЧ и ВЧ и сообщениями важных навигационных предупреждений в этих полосах; кроме того, они могут использоваться для целей безопасности в ОВЧ полосах. Этот вызов может использоваться только как дополнительный, если это потребуется для процедуры бедствия, определенной в Приложении S13 PP [пп. 3101, 3102, 3116 и 3117], и не должен ни при каких обстоятельствах использоваться вместо таких процедур, особенно вместо сигналов тревоги, упомянутых в Приложении S13 Регламента радиосвязи [пп. 3268 и 3270].

Ответ на вызовы

Ответ на вызовы должен производиться в соответствии с положениями:

- a) § 20 и 21 Приложения 1 Рекомендации МСЭ-R M.1170 при использовании радиотелеграфии Морзе;
- b) § 16, 17, 18 и 19 Приложения 1 Рекомендации МСЭ-R M.1171 при использовании радиотелефонии.

Используемые частоты

Избирательный вызов может производиться на следующих частотах вызова:

500	кГц
2 170,5	кГц
4 125	кГц
4 417	кГц
6 516	кГц
8 779	кГц
13 137	кГц
17 302	кГц
19 770	кГц
22 756	кГц
26 172	кГц

156,8 МГц (см. Примечание 1).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Избирательный вызов на этой частоте должен в обычном случае осуществляться только в направлении от береговой станции к судну или между судами. Избирательные вызовы от судна к береговой станции должны всякий раз, когда это возможно, передаваться на частотах, отличных от частот, приведенных в Приложении S18 [Приложения 18] РР.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R TF.460-6*

Излучение стандартных частот и сигналов времени

(Вопрос МСЭ-R 102/7)

(1970-1974-1978-1982-1986-1997-2002)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- а) что Всемирная административная радиоконференция (Женева, 1979 г.) распределила службе стандартных частот и сигналов времени частоты $20 \text{ кГц} \pm 0,05 \text{ кГц}$, $2,5 \text{ МГц} \pm 5 \text{ кГц}$ ($2,5 \text{ МГц} \pm 2 \text{ кГц}$ в Районе 1), $5 \text{ МГц} \pm 5 \text{ кГц}$, $10 \text{ МГц} \pm 5 \text{ кГц}$, $15 \text{ МГц} \pm 10 \text{ кГц}$, $20 \text{ МГц} \pm 10 \text{ кГц}$ и $25 \text{ МГц} \pm 10 \text{ кГц}$;
- б) что дополнительные стандартные частоты и сигналы времени излучаются в других диапазонах частот;
- в) положения Статьи 26 Регламента радиосвязи;
- д) постоянную необходимость в тесном сотрудничестве между 7-й Исследовательской комиссией радиосвязи и Международной морской организацией (ИМО), Международной организацией гражданской авиации (ИКАО), Генеральной конференцией мер и весов (CGPM), Международным бюро мер и весов (BIPM), Международной службой вращения Земли (IERS) и заинтересованными союзами Международного совета научных союзов (ICSU);
- е) желательность поддержания всемирной координации излучений стандартных частот и сигналов времени;
- ф) необходимость распространять стандартные частоты и сигналы времени при согласовании с секундой, как она определена на 13-й Генеральной конференции мер и весов (1967 г.);
- г) постоянную необходимость обеспечивать непосредственный доступ к всемирному времени (UT) с точностью в одну десятую долю секунды,

рекомендует,

1 чтобы все излучения стандартных частот и сигналов времени как можно точнее соответствовали Всемирному координированному времени (UTC) (см. Приложение 1); чтобы сигналы времени не отклонялись от времени UTC более чем на 1 мс; чтобы стандартные частоты не отклонялись более чем на одну часть из 10^{10} ; и чтобы сигналы времени, излучаемые каждой передающей станцией, имели известное соотношение с фазой несущей;

2 чтобы излучения стандартных частот и сигналов времени, а также другие излучения сигналов времени, предназначенные для научных целей (при возможном исключении излучений, предназначенных для специальных систем), содержали информацию о значениях разности времени UT1-UTC и TAI-UTC (см. Приложение 1);

* Данная Рекомендация должна быть доведена до сведения ИМО, ИКАО, CGPM, BIPM, IERS, Международного геодезического и геофизического союза (IUGG), Международного научного радиосоюза (URSI) и Международного астрономического союза (IAU).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Шкалы времени

A Всемирное время (UT)

Всемирное время (UT) является общим обозначением шкал времени, основанных на вращении Земли.

В тех случаях, когда допустима неточность в несколько сотых долей секунды, необходимо уточнить форму времени UT, которая должна быть использована:

UT0 – среднее солнечное время первого меридиана, полученное из непосредственных астрономических наблюдений;

UT1 – время UT0, скорректированное с учетом эффекта малых перемещений Земли относительно оси вращения (полярное колебание);

UT2 – время UT1, скорректированное с учетом эффекта малых сезонных флуктуаций в скорости вращения Земли.

UT1 – используется в данной Рекомендации, поскольку это время точно соответствует угловому положению Земли относительно оси ее суточного вращения.

Краткие определения приведенных выше терминов и связанных с ними понятий имеются в публикациях IERS (Париж, Франция).

B Международное атомное время (TAI)

Международная эталонная шкала атомного времени (TAI), основанная на секунде (СИ), реализованной на вращающемся геоиде, формируется BIPM на базе данных часов, полученных от сотрудничающих учреждений. Это время представляется в виде непрерывной шкалы, например в днях, часах, минутах и секундах при отсчете от 1 января 1958 года (принято CGPM в 1971 г.).

C Всемирное координированное время (UTC)

Время UTC – шкала времени, поддерживаемая бюро BIPM совместно с IERS и образующая базу координированного распространения стандартных частот и сигналов времени. Оно точно соответствует по скорости времени TAI, но отличается от него на целое число секунд.

Шкала UTC подстраивается путем введения или исключения секунд (положительные или отрицательные дополнительные секунды), с тем чтобы обеспечить приблизительное согласование со временем UT1.

D DUT1

Величина прогнозируемой разности $UT1 - UTC$, распространяемой вместе с сигналами времени, обозначается через DUT1; таким образом $DUT1 \approx UT1 - UTC$. DUT1 можно рассматривать как поправку, которую необходимо добавить к UTC, чтобы получить лучшее приближение к UT1.

Величины DUT1 даются службой IERS в числах кратных 0,1 с.

Применяются следующие операционные правила:

1 Допуски

- 1.1 Величина DUT1 не должна превышать 0,8 с.
- 1.2 Отклонение UTC от UT1 не должно превышать $\pm 0,9$ с (см. Примечание 1).
- 1.3 Девиация (UTC плюс DUT1) не должна превышать $\pm 0,1$ с.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Разность между максимальной величиной DUT1 и максимальным отклонением UTC от UT1 представляет собой допустимую девиацию (UTC + DUT1) от UT1 и является защитой для службы IERS от непредсказуемых изменений скорости вращения Земли.

2 Дополнительные секунды

- 2.1 Положительная или отрицательная дополнительная секунда должна быть последней секундой во времени UTC месяца, но первое предпочтение должно быть отдано концу декабря и июня, а второе – концу марта и сентября.
- 2.2 Положительная дополнительная секунда начинается в 23 ч. 59 мин. 60 с и заканчивается в 0 ч. 0 мин. 0 с первого дня следующего месяца. В случае отрицательной дополнительной секунды время 23 ч. 59 мин. 58 с через одну секунду должно смениться временем 0 ч. 0 мин. 0 с первого дня следующего месяца (см. Приложение 3).
- 2.3 Служба IERS должна принять решение и объявить о введении дополнительной секунды, а такое объявление должно быть сделано по крайней мере за восемь недель до введения секунды.

3 Величина DUT1

- 3.1 Службе IERS предлагается принять решение относительно величины DUT1 и даты ее введения и циркулярно передать эту информацию за один месяц до этой даты. В исключительных случаях неожиданного изменения скорости вращения Земли служба IERS может опубликовать поправку не позднее чем за две недели до даты ее введения.
- 3.2 Администрация и организации должны использовать выданную службой IERS величину DUT1 для излучения стандартных частот и сигналов времени; им предлагается как можно шире распространять эту информацию в периодической печати, бюллетенях и т. п.
- 3.3 Когда DUT1 распространяется с помощью кода, этот код должен отвечать следующим принципам (за исключением § 3.4, ниже):
 - величина DUT1 определяется количеством отмеченных секундных маркеров, а знак DUT1 определяется положением отмеченных секундных маркеров относительно минутного маркера. Отсутствие отмеченных маркеров показывает, что $DUT1 = 0$;
 - закодированная информация должна передаваться после каждой определенной минуты, если это совместимо с форматом излучения. Как альтернатива, закодированная информация должна передаваться как абсолютный минимум после каждой из первых пяти определенных минут в каждом часе.

Все подробности кода приводятся в Приложении 2.

- 3.4 Информация по DUT1, предназначенная главным образом для использования в аппаратуре автоматического декодирования, может поступать в различном коде, но она должна быть передана после каждой определенной минуты, если это совместимо с форматом передачи. Как альтернатива, закодированная информация должна передаваться как абсолютный минимум после каждой из первых пяти определенных минут в каждом часе.

3.5 Другая информация, которая может быть передана в части излучения сигналов времени, предназначенной в соответствии с § 3.3 и 3.4 для кодированной информации по DUT1, должна существенно отличаться по формату, для того чтобы не могла быть принята за информацию по DUT1.

3.6 Кроме того, разность UT1 – UTC с той же самой или более высокой точностью может быть передана и другими способами, например с помощью сообщений, связанных с морскими сводками, прогнозами погоды и т.п.; объявление о приближающихся сроках ввода дополнительных секунд также может быть сделано этими способами.

3.7 Требуется, чтобы служба IERS продолжала публиковать окончательные величины разностей UT1 – UTC и UT2 – UTC.

Е DTAI

Величина разности TAI – UTC, распространяемой вместе с сигналами времени, обозначается через DTAI. Величину $DTAI = TAI - UTC$ можно рассматривать как поправку, которую необходимо добавить к UTC, чтобы получить время TAI.

Величины разности TAI – UTC публикуются в Циркуляре Т ВРМ. Служба IERS должна объявлять величину DTAI в числах, кратных одной секунде, в том же объявлении, которое используется при введении дополнительной секунды (см. § D.2).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Коды для передачи DUT1

Положительное значение DUT1 должно указываться путем выделения ряда n последовательных секундных маркеров, следующих за минутным маркером, от первого секундного маркера до маркера n включительно; здесь n является целым числом от 1 до 8 включительно.

$$DUT1 = (n \times 0,1) \text{ с}$$

Отрицательное значение DUT1 должно указываться путем выделения ряда m последовательных секундных маркеров, следующих за минутным маркером, от девятого секундного маркера до секундного маркера $(8 + m)$ включительно; здесь m является целым числом от 1 до 8 включительно.

$$DUT1 = -(m \times 0,1) \text{ с}$$

Нулевое значение DUT1 должно указываться отсутствием выделенных секундных маркеров.

Соответствующие секундные маркеры могут быть выделены, например удлинением, сдвиганием, разделением или тональной модуляцией обычных секундных маркеров.

Примеры:

РИСУНОК 1
DUT1 = +0,5 с

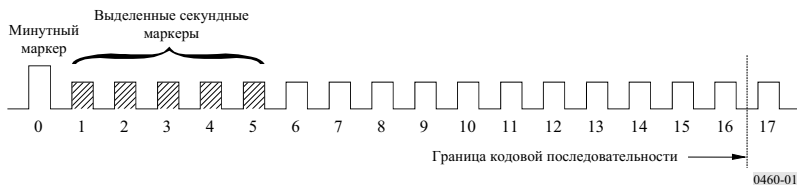
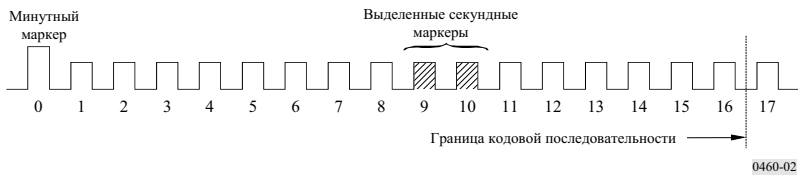


РИСУНОК 2
DUT1 = -0,2 с



ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Датирование событий вблизи дополнительной секунды

Датирование событий вблизи дополнительной секунды должно быть осуществлено способом, показанным на следующих рисунках:

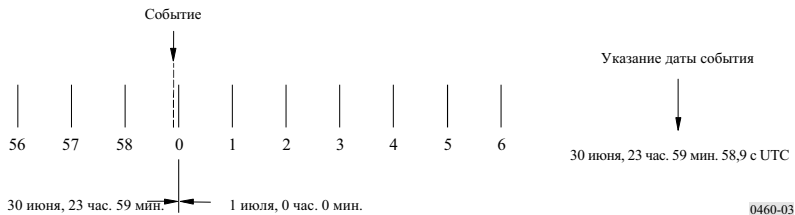
РИСУНОК 3

Положительная дополнительная секунда



РИСУНОК 4

Отрицательная дополнительная секунда



РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R М.476-5*

**БУКВОПЕЧАТАЮЩЕЕ ТЕЛЕГРАФНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
В МОРСКОЙ ПОДВИЖНОЙ СЛУЖБЕ****

(Вопрос МСЭ-R 5/8)

(1970-1974-1978-1982-1986-1995)

Резюме

В Приложении 1 к данной Рекомендации представлены характеристики систем обнаружения и исправления ошибок для существующего буквопечатающего телеграфного оборудования. В Приложении 1 содержатся технические характеристики передачи, коды и режимы работы, используемые в морской подвижной службе. Новое оборудование должно соответствовать Рекомендации МСЭ-R М.625.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

a) что имеется необходимость в обеспечении связи между подвижными станциями или подвижными и береговыми станциями, оснащенными старт-стопными аппаратами, использующими Международный телеграфный алфавит № 2 МСЭ-Т через посредство радиотелеграфных каналов;

b) что буквопечатающую телеграфную связь в морской подвижной службе можно охарактеризовать следующими категориями:

b.a телеграфная связь между судном и береговой станцией;

b.b телеграфная связь между судном и удаленной станцией (судовладельцем) через береговую станцию;

b.c телексная связь между судном и абонентом (международной) телексной сети;

b.d радиовещательная телеграфная связь от береговой станции к одному или более судам;

b.e телеграфная связь между двумя судами или между одним судном и несколькими судами;

c) что эти категории различны по характеру, и, следовательно, может потребоваться различный уровень качества передачи;

d) что категории, указанные в пунктах b.a, b.b и b.c выше, могут потребовать более высокого качества передачи, чем категории b.d и b.e по той причине, что через службы по категориям b.a, b.b и b.c могли бы обрабатываться данные, в то время как сообщения, проходящие через службу категории b.d и через радиовещательную службу категории b.e, передаются открытым текстом, допускающим более низкое качество передачи, чем то, которое требуется для кодированной информации;

* Данная Рекомендация должна быть доведена до сведения Международной морской организации (ИМО) и Сектора стандартизации электросвязи (МСЭ-Т).

** Данная Рекомендация остается в силе для того, чтобы предоставить информацию относительно существующего оборудования, но позднее она, возможно, будет исключена. Новое оборудование должно соответствовать Рекомендации МСЭ-R М.625, которая обеспечивает обмен сигналами опознавания при использовании 9-значных сигналов опознавания морской подвижной службы и совместимость с существующим оборудованием, спроектированным в соответствии с данной Рекомендацией.

Примечание Секретариата: Ссылки на Регламент радиосвязи (РР), сделанные в данной Рекомендации, относятся к РР, пересмотренному Всемирной конференцией радиосвязи 1995 года. Эти части РР войдут в силу 1 июня 1998 года. При необходимости в квадратных скобках также представлены эквивалентные ссылки на действующий Регламент радиосвязи.

- e) что служба категории b.d и радиовещательная служба категории b.e не могут воспользоваться преимуществом метода ARQ из-за отсутствия в принципе обратной связи;
- f) что для тех категорий служб, которые по своему характеру не допускают использования режима ARQ, должен использоваться другой режим, например режим прямого исправления ошибок (ПИО);
- g) что период синхронизации и фазирования должен быть как можно более коротким и не должен превышать 5 с;
- h) что большинство судовых станций не всегда допускают одновременное использование радиопередатчика и радиоприемника;
- j) что судовое оборудование не должно быть ни излишне сложным, ни дорогим,

рекомендует,

1 что если для буквопечатающей телеграфии в морской подвижной службе используется система обнаружения и исправления ошибок, то должна применяться 7-элементная система ARQ или 7-элементная система с прямым исправлением ошибок и временным разнесением, использующие один и тот же код;

2 чтобы оборудование, разработанное в соответствии с § 1, удовлетворяло характеристикам, изложенным в Приложении 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

1 Общие положения (режим А (ARQ) и режим В (ПИО))

1.1 Система как в режиме А (ARQ), так и в режиме В (ПИО) является одноканальной синхронной системой, использующей 7-элементный код с обнаружением ошибок, как указано в § 2 настоящего Приложения.

1.2 Частотная манипуляция используется на радиолинии при скорости 100 Бод. Задающий генератор, регулирующий скорость модуляции, должен иметь точность лучше, чем 30×10^{-6} .

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Некоторые существующие устройства не удовлетворяют этому требованию.

1.3 Вход и выход оконечного устройства должен быть рассчитан на прием 5-элементного старт-стопного кода Международного телеграфного алфавита № 2 МСЭ-Т при скорости модуляции 50 Бод.

1.4 Класс излучения – это F1B или J2B при частотном сдвиге на радиолинии, составляющем 170 Гц. Если частотный сдвиг создается путем подведения тональных сигналов на вход передатчика с одной боковой полосой, то центральная частота звукового спектра, подводимого к передатчику, должна быть 1700 Гц.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Ряд устройств, находящихся в настоящее время в эксплуатации, использует среднюю частоту 1500 Гц. Это может требовать специальных мер для обеспечения совместимости.

1.5 Допустимое отклонение радиочастоты передатчика и приемника от номинала должно быть в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R SM.1137. Желательно, чтобы приемник использовал минимальную практически допустимую ширину полосы (см. также Отчет МСЭ-R M.585).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Ширина полосы приемника должна быть предпочтительно в пределах 270–340 Гц.

2 Таблица перевода

2.1 Информационные сигналы обмена

ТАБЛИЦА 1

№ комбинации	Буквенный регистр	Цифровой регистр	Код Международного телеграфного алфавита № 2	Переданный 7-элементный сигнал (1)
1	A	—	ZZAAA	BBBYYBYB
2	B	?	ZAAZZ	YBYVBBS
3	C	:	AZZZA	BYBBYY
4	D	⊠ ⁽³⁾	ZAAZA	BVYBYB
5	E	3	ZAAAA	YBBYBYB
6	F	(2)	ZAZZA	BVYBBYY
7	G	(2)	AZAZZ	BYBYBBY
8	H	(2)	AAZAZ	BYBYBB
9	I	8	AZZAA	BYBBYYB
10	J	Звуковой сигнал	ZZAZA	BBBYYBY
11	K	(	ZZZZA	YBBBYY
12	L	)	AZAAZ	BYBYBB
13	M	.	AZZZZ	BYBBBY
14	N	,	AZZZA	BYBYBYB
15	O	9	AAAZZ	BYYYBBB
16	P	0	AZZAZ	BYBBYBY
17	Q	1	ZZZAZ	YBBYBY
18	R	4	AZAZA	BYBYBYB
19	S	,	ZAZAA	BVYBYBY
20	T	5	AAAAZ	YBYBBB
21	U	7	ZZZAA	YBBYBYB
22	V	=	AZZZZ	YBBBYY
23	W	2	ZZAAZ	BVBYBY
24	X	/	ZAZZZ	YBYBBBY
25	Y	6	ZAZAZ	BVYBYBY
26	Z	+	ZAAAZ	BVYYBB
27	←	(Возврат каретки)	AAAZA	YYYBBB
28	≡	(Перевод строки)	AZAAA	YBYBYB
29	↓	(Буквенный регистр)	ZZZZZ	YBYBYBY
30	↑	(Цифровой регистр)	ZZAZZ	YBBYBBY
31		Пробел	AAZAA	YBBBYBY
32		Неперфорированная лента	AAAAA	YBYBYBB

(1) "B" представляет высшую излучаемую частоту, а "Y" – низшую.

(2) В настоящее время не присвоено (см. пункт C8, Рекомендация МСЭ-T F.1). Однако прием таких сигналов не должен вызывать запрос о повторении.

(3) Показанный знак представляет собой схематическое изображение мальтийского креста ⊠, которое также может быть использовано, если это позволяет аппаратура (Рекомендация МСЭ-T F.1).

2.2 Служебные информационные сигналы

ТАБЛИЦА 2

Режим "А" (ARQ)	Переданный сигнал	Режим "В" (ППО)
Контрольный сигнал 1 (CS1)	BYBYBB	Фазирующий сигнал 1 Фазирующий сигнал 2
Контрольный сигнал 2 (CS2)	YBYBYBB	
Контрольный сигнал 3 (CS3)	BYBYBYB	
Холостой сигнал β	BVYBBY	
Холостой сигнал α	BVBBYY	
Повторение сигнала	YBBYYBB	

3 Характеристики

3.1 Режим А (ARQ) (см. рисунки 1 и 2)

Синхронная система, передающая блоки по три знака от станции, передающей информацию (ISS), к станции, принимающей информацию (IRS); при этом станции могут с помощью контрольного сигнала 3 (см. § 2.2) взаимно менять свои функции.

3.1.1 Функции ведущей и ведомой станций

3.1.1.1 Станция, которая начинает установление цепи связи (вызывающая станция), становится "ведущей", а станция, которую вызывают, будет "ведомой" станцией;

эта ситуация остается неизменной на весь период времени, в течение которого поддерживается установленная цепь связи независимо от того, какая из станций является в данный момент станцией, передающей информацию (ISS), или станцией, принимающей информацию (IRS);

3.1.1.2 задающий генератор ведущей станции управляет всей цепью (см. диаграмму синхронизации цепи, рисунок 1);

3.1.1.3 основной цикл синхронизации составляет 450 мс и состоит для каждой станции из периода передачи и последующей паузы, во время которой осуществляется прием;

3.1.1.4 временной распределитель передачи ведущей станции управляется задающим генератором ведущей станции;

3.1.1.5 временной распределитель приема ведомой станции управляется принимаемым сигналом;

3.1.1.6 временной распределитель передачи ведомой станции подстраивается по фазе с временным распределителем приема ведомой станции, то есть временной интервал между концом принимаемого сигнала и началом передаваемого (t_E на рисунке 1) – постоянный;

3.1.1.7 временной распределитель приема ведущей станции управляется принимаемыми сигналами.

3.1.2 Станция, передающая информацию (ISS)

3.1.2.1 Группирует информацию, подлежащую передаче, в блоки, состоящие из трех знаков (3×7 сигнальных элементов), включая, при необходимости, "холостые сигналы β " для завершения или заполнения блоков при отсутствии информации для обмена;

3.1.2.2 передает "блок" в течение 210 мс, после чего наступает пауза в передаче, равная 240 мс, сохраняя переданный блок в памяти до тех пор, пока не будет принят соответствующий контрольный сигнал, подтверждающий правильный прием станцией, принимающей информацию (IRS);

3.1.2.3 нумерует следующие один за другим блоки попеременно "Блок 1" и "Блок 2" с помощью местного нумерующего устройства. Первый блок должен быть пронумерован как "Блок 1" или как "Блок 2" в зависимости от того, является ли принятый контрольный сигнал (см. § 3.1.4.5) контрольным сигналом 1 или контрольным сигналом 2. Нумерация последовательных блоков прерывается при приеме:

- запроса о повторении; или
- искаженного сигнала; или
- контрольного сигнала 3 (см. § 2.2);

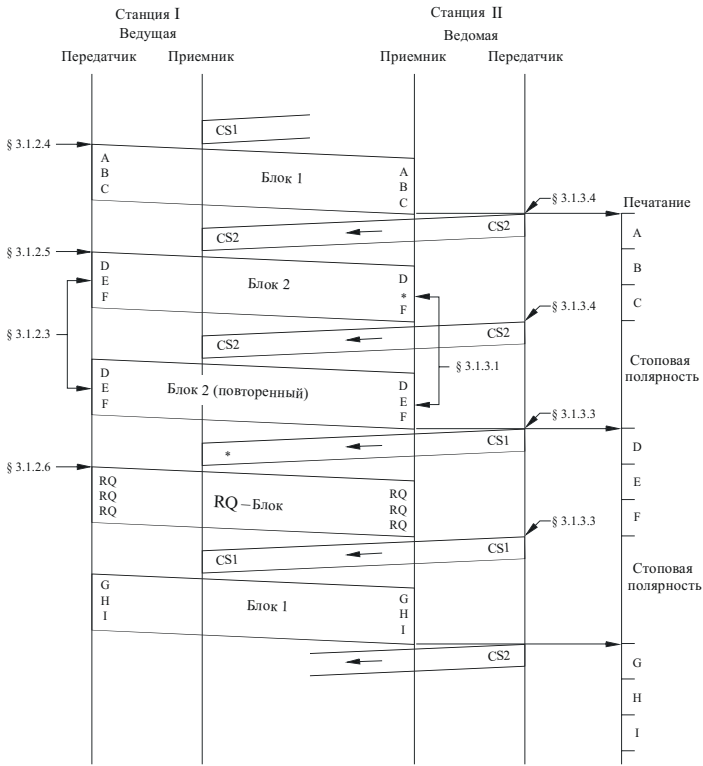
3.1.2.4 передает информацию Блока 1 после приема контрольного сигнала 1 (см. § 2.2);

3.1.2.5 передает информацию Блока 2 после приема контрольного сигнала 2 (см. § 2.2);

3.1.2.6 передает блок из трех сигналов "повторения сигнала" после приема искаженного сигнала (см. § 2.2).

РИСУНОК 2

Режим А в условиях приема с ошибками



* Символ обнаружения ошибки

D02

3.1.3 Станция, принимающая информацию (IRS)

3.1.3.1 Нумерует принятые блоки, состоящие из трех знаков, попеременно "Блок 1" и "Блок 2" местным нумерующим устройством; нумерация прерывается при приеме:

- блока, в котором искажен один или более знаков; или
- блока, содержащего по крайней мере один сигнал "повторение сигнала" (§ 3.1.2.6);

3.1.3.2 после приема каждого блока передает один из контрольных сигналов длительностью 70 мс, после чего наступает пауза в передаче на 380 мс;

3.1.3.3 передает контрольный сигнал 1 при приеме:

- неискаженного "Блока 2", или
- искаженного "Блока 1", или
- "Блока 1", содержащего по крайней мере один сигнал "повторение сигнала";

3.1.3.4 передает контрольный сигнал 2 при приеме:

- неискаженного "Блока 1", или
- искаженного "Блока 2", или
- "Блока 2", содержащего по крайней мере один сигнал "повторение сигнала".

3.1.4 Фазирование

3.1.4.1 Когда цепь связи не установлена, обе станции находятся в состоянии "готовность". В этом состоянии ни одной из станций не присваивается ISS или IRS, состояние ведущей или ведомой;

3.1.4.2 станция, желающая установить связь, передает сигнал "вызов". Этот сигнал "вызов" формируется двумя блоками, состоящими из трех сигналов (см. Примечание 1);

3.1.4.3 сигнал вызова содержит:

- в первом блоке: "повторение сигнала" на месте второго знака и любую комбинацию из информационных сигналов (см. Примечание 2) на месте первого и третьего знаков;
- во втором блоке: "повторение сигнала" на месте третьего знака, перед которым на месте первого и второго знаков передается любая комбинация из 32 информационных сигналов (см. Примечание 2);

3.1.4.4 после приема надлежащего сигнала вызова вызываемая станция переходит из состояния "готовность" в состояние IRS и передает контрольный сигнал 1 или контрольный сигнал 2;

3.1.4.5 после приема двух последовательных идентичных контрольных сигналов вызывающая станция переходит в состояние ISS и работает в соответствии с § 3.1.2.4 и § 3.1.2.5.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Станции, использующей сигнал вызова, состоящий из двух блоков, должен быть присвоен номер в соответствии с пп. S19.37, S19.83 и S19.92–S19.95 Регламента радиосвязи [пп. 2088, 2134 и 2143–2146].

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Композиция этих сигналов и их присвоение индивидуальным судовым станциям требуют международного соглашения (см. Рекомендацию МСЭ-R M.491).

3.1.5 Рефазирование (Примечание 1)

3.1.5.1 Если прием информационных блоков или контрольных сигналов непрерывно искажается, то система возвращается в состояние "готовность" после предварительно установленного по решению пользователя интервала времени (предварительно установленным интервалом времени предпочтительно должна быть продолжительность 32 циклов по 450 мс) непрерывно повторяемого приема; станция, которая является ведущей в момент прерывания связи, немедленно начинает рефазирование по тем же принципам, что и в § 3.1.4;

3.1.5.2 если в момент прерывания ведомая станция была в состоянии IRS, то во избежание потери информационного блока после возобновления связи должен передаваться вновь после фазирования тот же контрольный сигнал, который был передан последним перед прерыванием связи. (Некоторая существующая аппаратура не удовлетворяет этому требованию.);

3.1.5.3 однако, если в момент прерывания связи ведомая станция находится в состоянии ISS, она передает после приема соответствующих блоков вызова либо:

- контрольный сигнал 3; либо
- контрольный сигнал 1 или 2 в соответствии с § 3.1.4.4, после чего передается контрольный сигнал 3 для начала перехода в состояние ISS;

3.1.5.4 если рефазирование не заканчивается в течение временного интервала согласно § 3.1.9.1, то система возвращается в состояние "готовность" и никаких дальнейших попыток рефазирования не предпринимается.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Некоторые береговые станции не обеспечивают рефазирование (см. также Рекомендацию МСЭ-R M.492).

3.1.6 Смена направления связи

3.1.6.1 Станция, передающая информацию (ISS)

- Передает для инициации смены направления обмена информацией последовательность информационных сигналов "цифровой регистр" – "плюс" – ("Z в цифровом регистре") – "вопросительный знак" ("B в цифровом регистре") (см. Примечание 1), за которыми следует, при необходимости, один или более "холостых сигналов β" для завершения блока;
- передает после приема контрольного сигнала 3 блок, содержащий сигналы "холостой сигнал β" – "холостой сигнал α" – "холостой сигнал β";
- далее после приема "повторение сигнала" переходит в положение IRS.

3.1.6.2 Станция, принимающая информацию (IRS)

- Передает контрольный сигнал 3:
 - a) когда станция хочет перейти в ISS,
 - b) после приема блока, в котором завершается (см. Примечание 1) последовательность информационных сигналов "цифровой регистр" – "плюс" – ("Z в цифровом регистре") – "вопросительный знак" ("B в цифровом регистре"), или после приема следующего блока. В последнем случае IRS должна игнорировать тот факт, что в последнем блоке были искажены один или более знаков:
- переходит затем в ISS после приема блока, содержащего последовательность сигналов "холостой сигнал β " – "холостой сигнал α " – "холостой сигнал β ";
- передает один раз "повторение сигнала", если она ведущая, или блок из трех сигналов "повторение сигнала", если она ведомая, после перехода в ISS.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В сети телекс сигнальная последовательность комбинация № 26 – комбинация № 2, передаваемая в то время, когда телетайпы находятся в цифровом режиме, используется для начала смены направления обмена информацией, IRS поэтому необходимо отслеживать, был ли обмен информацией в буквенном или в цифровом режиме, чтобы обеспечить правильную работу системы из конца в конец.

3.1.7 Выход в линию

3.1.7.1 Сигнал, передаваемый в линию на оконечное устройство, является 5-элементным старт-стопным сигналом, передаваемым со скоростью модуляции 50 Бод.

3.1.8 Автоответ

3.1.8.1 Для запроса опознавания терминала используется последовательность WRU ("Кто Вы?"), которая состоит из комбинаций № 30 и № 4 Международного телеграфного алфавита № 2 МСЭ-Т.

3.1.8.2 Станция, принимающая информацию (IRS), после приема блока, содержащего последовательность WRU, которая должна включить автоответчик телетайпа:

- изменяет направление потока обмена информацией в соответствии с § 3.1.6.2;
- передает информационные знаки сигнала, полученные от генератора кода автоответчика телетайпа;
- после передачи двух блоков "холостых сигналов β " (по окончании передачи кода автоответа или в случае его отсутствия) меняет направление потока обмена информацией в соответствии с § 3.1.6.1.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Некоторая существующая аппаратура не удовлетворяет этому требованию.

3.1.9 Окончание связи

3.1.9.1 При непрерывном искажении приема информационных блоков или контрольных сигналов система возвращается в состояние "готовность" после повторения их в течение предварительно установленного интервала времени, что приводит к прекращению установленной цепи связи (предпочтительным установленным интервалом должна быть длительность передачи 64 циклов по 450 мс);

3.1.9.2 станция, которая желает прекратить установленную цепь связи, передает "сигнал окончания связи";

3.1.9.3 "сигнал окончания связи" состоит из блока, содержащего три "холостых сигнала α ";

3.1.9.4 "сигнал окончания связи" передается ISS;

3.1.9.5 если IRS желает прекратить установленную цепь связи, она должна перейти в ISS в соответствии с § 3.1.6.2;

3.1.9.6 IRS, которая принимает "сигнал окончания связи", передает соответствующий контрольный сигнал и возвращается в состояние "готовность";

3.1.9.7 после приема контрольного сигнала, который подтверждает неискаженный прием "сигнала окончания связи", ISS возвращается в состояние "готовность";

3.1.9.8 если после предварительно установленного количества передач "сигнала окончания связи" (см. Примечание 1) не принят контрольный сигнал, подтверждающий неискаженный прием сигнала "конец связи", ISS возвращается в исходное состояние, а IRS отсчитывает время в соответствии с § 3.1.9.1.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Предпочтительно установленное количество передач должно составлять четыре сигнала "конец связи".

3.2 Режим В, прямое исправление ошибок (ПИО) (см. рисунки 3 и 4)

Синхронная система, передающая непрерывный поток знаков от станции, передающей в циркулярном режиме "В" (CBSS), к нескольким станциям, принимающим в циркулярном режиме "В" (CBRS), или от станции, передающей в избирательном режиме "В" (SBSS), к одной избранной станции, принимающей в избирательном режиме "В" (SBRС).

3.2.1 Станция, передающая информацию в циркулярном или избирательном режиме В (CBSS или SBSS)

3.2.1.1 Передает каждый знак дважды: за первой передачей (DX) определенного знака следует передача четырех других знаков, после чего происходит повторная передача (RX) первого знака, позволяя вести разнесенный прием с временен разнесения 280 мс;

3.2.1.2 передает в качестве преамбулы перед сообщением или перед позывным сигналом поочередно фазирующий сигнал 1 (см. § 2.2) и фазирующий сигнал 2 (см. § 2.2), причем фазирующий сигнал 1 передается в позиции RX, а фазирующий сигнал 2 – в позиции DX. Должны быть переданы по крайней мере четыре такие сигнальные пары (фазирующий сигнал 1 и фазирующий сигнал 2).

3.2.2 Станция, передающая информацию в циркулярном режиме В (CBSS)

3.2.2.1 Передает во время перерыва между двумя сообщениями таким же способом фазирующие сигналы 1 и фазирующие сигналы 2 в позициях RX и DX, соответственно.

3.2.3 Станция, передающая в избирательном режиме В (SBSS)

3.2.3.1 Передает после передачи требуемого количества фазирующих сигналов (см. § 3.2.1.2) позывной сигнал станции, которая должна быть избрана. Этот позывной сигнал – последовательность из четырех знаков, представляющих код номера вызываемой станции. Состав этого позывного сигнала должен соответствовать Рекомендации МСЭ-R M.491. Такая передача осуществляется в режиме временного разнесения в соответствии с § 3.2.1.1;

3.2.3.2 передает позывной и все последующие сигналы с соотношением 3В/4У, то есть инвертированно по отношению к сигналам в таблице 1, в колонке "переданный 7-элементный сигнал". Следовательно, все сигналы, то есть и информационные сигналы обмена и служебные информационные сигналы после фазирующих сигналов, передаются с соотношением 3В/4У;

3.2.3.3 передает служебный информационный сигнал "холостой сигнал β" в промежутке времени между сообщениями, состоящими из информационных сигналов обмена.

3.2.4 Станция(ии), принимающая(ие) информацию в циркулярном или избирательном режиме В (CBRS или SBRС)

3.2.4.1 Проверяет оба знака (DX и RX), печатая неискаженный знак DX или RX либо печатая символ ошибки или пробел, если оба искажены.

3.2.5 Фазирование

3.2.5.1 Когда нет приема, система находится в состоянии "готовность", как описано в § 3.1.4.1;

3.2.5.2 после приема последовательности "фазирующий сигнал 1" – "фазирующий сигнал 2" или последовательности "фазирующий сигнал 2" – "фазирующий сигнал 1", в которой фазирующий сигнал 2 определяет позицию DX, а фазирующий сигнал 1 – позицию RX, и как минимум еще одного из последующих фазирующих сигналов на соответствующей позиции система переходит из состояния "готовность" в состояние CBRS;

3.2.5.3 если система начала работу как CBRS, она после приема инвертированных знаков, представляющих ее номер избирательного вызова, переходит в SBRS (избирательно вызванную приемную станцию);

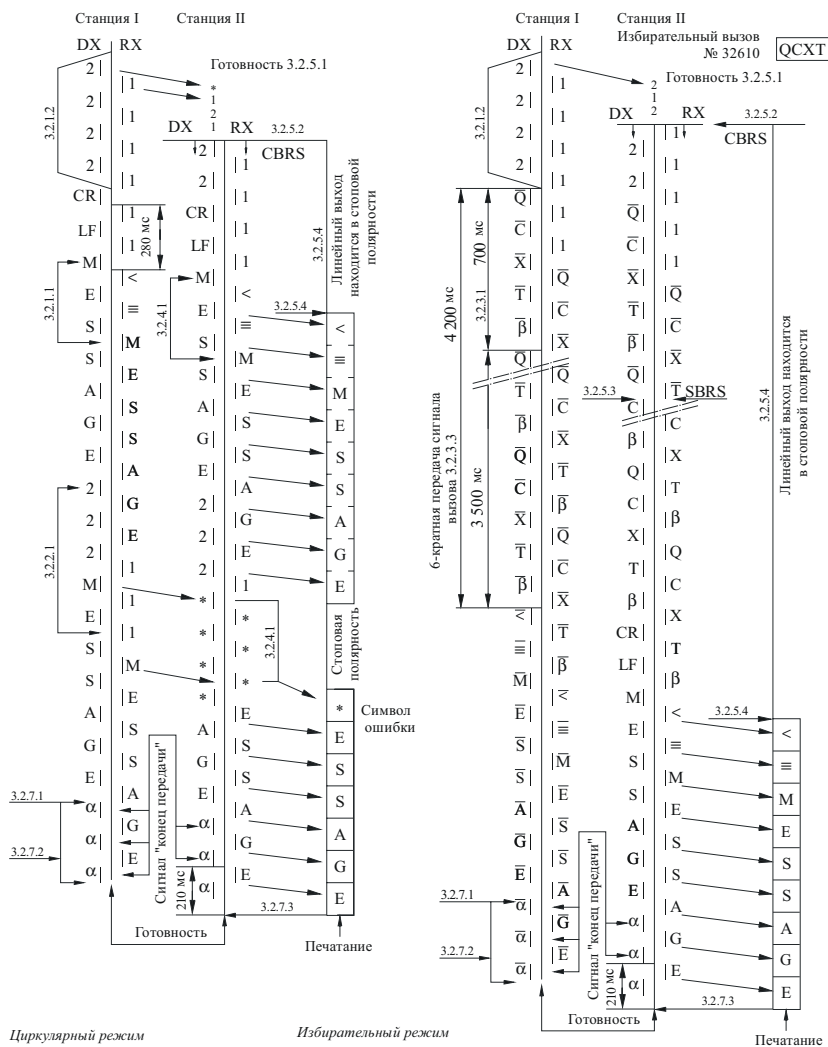
3.2.5.4 после перехода в состояние CBRS или SBRS система выставляет на линейный выход к оконечному устройству стоповую полярность до приема сигнала "возврат каретки" или "перевод строки";

3.2.5.5 если система начала работу как SBRS, ее декодер обратно инвертирует все последующие принимаемые сигналы в соотношении 3У/4В, так что эти сигналы предлагаются SBRS в правильном соотношении, но остаются инвертированными для всех других станций;

3.2.5.6 как CBRS, так и SBRS возвращаются в состояние "готовность", если в течение предварительно установленного интервала времени процент принятых с искажением сигналов достигнет предварительно установленной величины.

РИСУНОК 3

Работа в режиме В



Циркулярный режим

1: Фазирующий сигнал 1

2: Фазирующий сигнал 2

<: Возврат каретки (CR)

≡: Перевод строки (LF)

* Символ обнаруженной ошибки

Подчеркнутые сверху символы (например, $\bar{M}$) передаются с соотношением 3В/4У

Избирательный режим

CBSS: Режим В Циркулярная передача

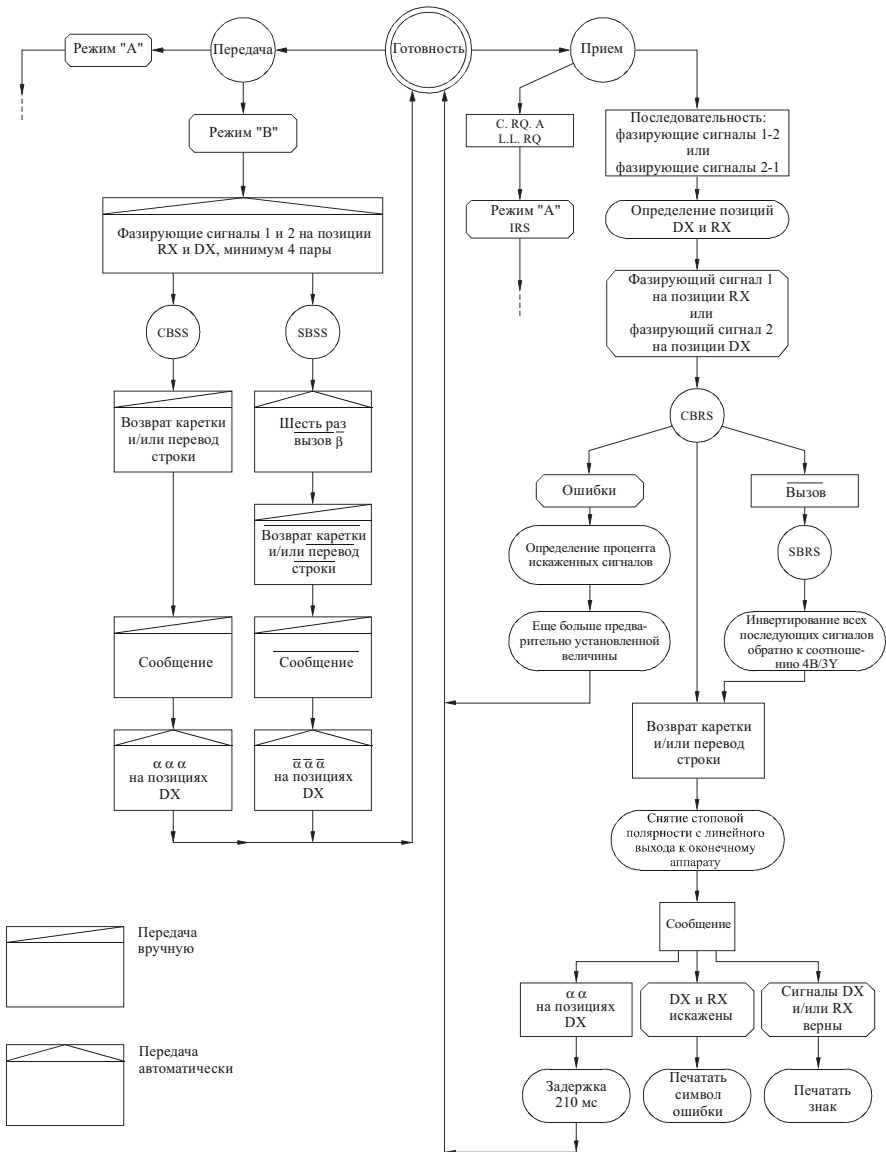
CDRS: Режим В Циркулярный прием

SBSS: Режим В Передача в режиме избирательного вызова

SBRs: Режим В Прием в режиме избирательного вызова

РИСУНОК 4

Блок-схема алгоритмов работы в режиме В



D05

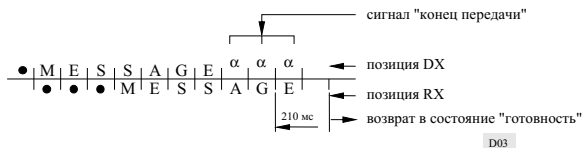
3.2.6 Выход в линию

3.2.6.1 Сигналами на выходе в линию к оконечному аппарату являются 5-элементные старт-стопные сигналы Международного телеграфного алфавита № 2 МСЭ-Т, передаваемые со скоростью модуляции 50 Бод.

3.2.7 Окончание передачи

3.2.7.1 Станция, передающая информацию в режиме "В" (CBSS или SBSS), которая желает закончить сеанс, передает сигнал "окончание передачи";

3.2.7.2 сигнал "окончание передачи" состоит из трех последовательных "холостых сигналов α " (см. § 2.2), передаваемых лишь на позициях DX непосредственно за последним переданным информационным сигналом обмена на позиции DX, после чего станция завершает передачу и возвращается в состояние "готовность";



3.2.7.3 CBRS или SBRS возвращается в состояние "готовность" не позднее, чем через 210 мс после приема по крайней мере двух подряд идущих "холостых сигналов α " на позиции DX.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R M.489-2*

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОВЧ РАДИОТЕЛЕФОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ,
РАБОТАЮЩЕГО В МОРСКОЙ ПОДВИЖНОЙ СЛУЖБЕ В КАНАЛАХ,
РАЗНЕСЕННЫХ НА 25 кГц**

(1974-1978-1995)

Резюме

В данной Рекомендации описываются технические характеристики ОВЧ радиотелефонных передатчиков и приемников (или приемо-передатчиков), используемых в морской подвижной службе при работе в каналах, разнесенных на 25 кГц, приведенных в Приложении S18 [Приложение 18] Регламента радиосвязи (РР). В ней также содержатся дополнительные характеристики приемо-передатчиков, требуемые для работы цифрового избирательного вызова.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

а) что Резолюцией № 308 Всемирной административной радиоконференции (Женева, 1979 г.) предусматривается, что:

– к 1 января 1983 года все оборудование в морской подвижной ОВЧ радиотелефонной службе должно соответствовать стандартам разнеса 25 кГц между каналами;

б) что в Приложении S18 [Приложение 18] к Регламенту радиосвязи приводится таблица частот передачи, которая основана на принципе разнеса каналов в 25 кГц для морской подвижной службы;

с) что в Мнении 42 Международной электротехнической комиссии (МЭК) было предложено рекомендовать Сектору радиосвязи МСЭ методы измерений, применимые к радиооборудованию, используемому в сухопутных подвижных службах; и что такие методы измерения могут быть также применимы для радиооборудования, используемого в морской подвижной службе;

д) что необходимо определить технические характеристики ОВЧ радиотелефонного оборудования, работающего в морской подвижной службе в каналах, разнесенных на 25 кГц,

рекомендует,

1 чтобы ОВЧ (метровое) ЧМ радиотелефонное оборудование, используемое для морской подвижной службы на частотах, указанных в Приложении S18 [Приложение 18] к Регламенту радиосвязи, соответствовало следующим характеристикам.

1.1 Общие характеристики

1.1.1 Класс излучения должен быть F3E/G3E.

1.1.2 Необходимая ширина полосы должна быть 16 кГц.

1.1.3 Должна применяться только фазовая модуляция (частотная модуляция с предскажемением частотной характеристики в 6 дБ на октаву).

* Данная Рекомендация должна быть доведена до сведения Международной морской организации (ИМО) и Сектора стандартизации электросвязи (МСЭ-Т).

Примечание Секретариата: Ссылки на Регламент радиосвязи (РР), сделанные в данной Рекомендации, относящиеся к РР, пересмотренному Всемирной конференцией радиосвязи 1995 года. Эти части РР войдут в силу 1 июня 1998 года. При необходимости, в квадратных скобках также представлены эквивалентные ссылки на действующий Регламент радиосвязи.

1.1.4 Девияция частоты, соответствующая 100% модуляции, должна достигать ± 5 кГц в максимально возможной степени. Девияция частоты не должна превышать значения ± 5 кГц ни при каких обстоятельствах. Цепи ограничения девииции должны использоваться таким образом, чтобы максимально достижимая девияция частоты не зависела от входной звуковой частоты.

1.1.5 При использовании дуплексных или полудуплексных систем, характеристики радиооборудования должны также соответствовать всем требованиям данной Рекомендации.

1.1.6 Оборудование должно быть спроектировано таким образом, чтобы перестройка частоты между присвоенными каналами могла быть осуществлена в течение 5 с.

1.1.7 Источник излучения должен обеспечивать вертикальную поляризацию.

1.1.8 Станции, использующие цифровой избирательный вызов, должны иметь следующие возможности:

- a) чувствительность для определения наличия сигнала на частоте 156,525 МГц (канал 70); и
- b) автоматическое предотвращение передачи вызова, за исключением случаев бедствия и обеспечения безопасности, когда канал занят вызовами.

1.2 Передатчики

1.2.1 Допустимое отклонение частоты для передатчиков береговых станций не должно превышать 5×10^{-6} , а для передатчиков судовых станций – 10×10^{-6} .

1.2.2 Побочные излучения на дискретных частотах, измеренные на безреактивном эквиваленте нагрузки при номинальном выходном сопротивлении передатчика, должны соответствовать положениям Приложения S3 [Приложения 8] к Регламенту радиосвязи.

1.2.3 Мощность несущей частоты для береговых станций не должна обычно превышать 50 Вт.

1.2.4 Мощность несущей частоты для передатчиков судовых станций не должна превышать 25 Вт. Должны быть предусмотрены меры для оперативного уменьшения этой мощности до 1 Вт или менее при использовании на коротких расстояниях, за исключением оборудования цифрового избирательного вызова, работающего на частоте 156,525 МГц (канал 70), в этом случае использования средств снижения мощности не обязательно (см. также п. 3.7 раздела "рекомендует" Рекомендации МСЭ-R M.541).

1.2.5 Верхний предел полосы звуковых частот не должен превышать 3 кГц.

1.2.6 Мощность, излучаемая кожухом, не должна превышать 25 мкВт. В некоторых случаях радиообстановка может потребовать более низких значений.

1.3 Приемники

1.3.1 Эталонная чувствительность должна быть равна или меньше 2,0 мкВ, э.д.с. для данного эталонного отношения сигнал/шум на выходе приемника.

1.3.2 Избирательность по соседнему каналу должна быть не менее 70 дБ.

1.3.3 Ослабление побочного излучения должно быть не менее 70 дБ.

1.3.4 Подавление радиочастотной интермодуляции должно быть не менее 65 дБ.

1.3.5 Мощность любого подводимого побочного излучения, измеренная на входе антенны, не должна превышать 2,0 нВт на любой дискретной частоте. В некоторых случаях радиообстановка может потребовать более низких значений.

1.3.6 Эффективная излучаемая мощность любого побочного излучения от кожуха на любой частоте до 70 МГц не должна превышать 10 нВт. Выше 70 МГц побочные излучения не должны превышать 10 нВт более чем на 6 дБ на октаву на частотах до 1000 МГц. В некоторых случаях радиообстановка может потребовать более низких значений.

2 что следует также пользоваться Рекомендациями МСЭ-R SM.331 и МСЭ-R SM.332 и соответствующими публикациями МЭК по методам измерения.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R M.492-6*

**ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕДУРЫ ДЛЯ БУКВОПЕЧАТАЮЩЕГО ТЕЛЕГРАФНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ В МОРСКОЙ ПОДВИЖНОЙ СЛУЖБЕ**

(Вопрос МСЭ-R 5/8)

(1974-1978-1982-1986-1990-1992-1995)

Резюме

В Приложении 1 к данной Рекомендации представлены процедуры эксплуатации буквопечатающего телеграфного оборудования при связи между судовой станцией и береговой станцией в избирательном режиме ARQ на полностью автоматической и полуавтоматической основе и станциями нескольких судов или одного судна в вещательном режиме ПИО. В Рекомендации также определена взаимная работа оборудования в соответствии с техническими характеристиками, представленными в Рекомендациях МСЭ-R M.476 и МСЭ-R M.625. В Добавлении 1 содержатся процедуры для установления связи.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что узкополосные буквопечатающие телеграфные службы используют в работе аппаратуру, описанную в Рекомендациях МСЭ-R M.476, МСЭ-R M.625 и МСЭ-R M.692;
- b) что усовершенствованная узкополосная буквопечатающая телеграфная система, обеспечивающая автоматическое опознавание и способная применять 9-значный идентификатор судовой станции, описывается в Рекомендации МСЭ-R M.625;
- c) что необходимо согласование эксплуатационных процедур для этих служб;
- d) что, насколько возможно, эти процедуры должны быть одинаковы для всех служб и для всех полос частот (различные эксплуатационные процедуры могут потребоваться в полосах частот, отличных от ВЧ и СЧ полос);
- e) что имеется большое количество устройств, соответствующих Рекомендации МСЭ-R M.476;
- f) что требуется взаимная работа оборудования, соответствующего Рекомендациям МСЭ-R M.476 и МСЭ-R M.625, по крайней мере во время переходного периода,

рекомендует,

1 чтобы в морской подвижной службе в СЧ и ВЧ диапазонах при использовании узкополосного буквопечатающего телеграфного оборудования, соответствующего Рекомендации МСЭ-R M.476 или МСЭ-R M.625, соблюдались эксплуатационные процедуры, приведенные в Приложении 1;

2 чтобы при использовании систем буквопечатающей телеграфии или подобных систем в любой из полос частот, распределенных морской подвижной службе, вызов производился по предварительной договоренности на рабочей частоте, предназначенной для использования такими системами.

* Данная Рекомендация должна быть доведена до сведения Международной морской организации (ИМО) и Сектора стандартизации электросвязи (МСЭ-T).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Эксплуатационные процедуры**1 Режим А (ARQ)**

1.1 Методы, используемые для установления узкополосной буквопечатающей телеграфной связи между судовой станцией и береговой станцией в режиме ARQ, должны быть на полностью автоматической или полуавтоматической основе, исходя из того, что судовая станция должна иметь прямой доступ к береговой станции на приемной частоте последней, а береговая станция должна иметь прямой доступ к судовой станции на передающей частоте береговой станции.

1.2 Однако в случае необходимости не исключается предварительное установление связи кодом Морзе, радиотелефоном или другими способами.

1.3 Соединение с удаленной буквопечатающей станцией по специальной цепи или с абонентом международной телексной сети может осуществляться ручным, полуавтоматическим либо автоматическим способом.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. — Прежде чем может быть введена международная автоматическая служба, должно быть достигнуто соглашение по плану нумерации, маршрутизации трафика и тарификации сообщений. Это должно рассматриваться МСЭ-Т и МСЭ-R.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. — Рекомендации МСЭ-R M.476 (см. § 3.1.5) и МСЭ-R M.625 (см. § 3.8) предусматривают положения для автоматического восстановления радиолиний путем рефазирования в случае прерыва связи. Однако, как уже отмечалось, в некоторых странах эта процедура приводит к техническим и эксплуатационным проблемам, когда радиоканалы подключаются к коммутируемой сети общего пользования или к определенным типам оборудования автоматизированных коммутаторов или системы накопления и последующей передачи. По этим причинам некоторые береговые станции не принимают сообщения, если используется процедура рефазирования.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. — Когда устанавливается связь с международной телексной сетью через береговую станцию в режиме ARQ, то следует удовлетворять, по возможности, общие требования, изложенные в Рекомендации U.63 МСЭ-T.

1.4 Если по предварительной договоренности при связи береговой станции с судном или между двумя судовыми станциями требуется работа без оператора, то на приемной судовой станции приемник должен быть настроен на передающую частоту другой станции, а передатчик должен быть настроен или приспособлен для автоматической настройки на соответствующую частоту и готов работать на этой частоте.

1.5 При необслуживаемой работе судовая станция должна вызываться избирательно вызывающей береговой или судовой станцией, как предусматривается в Рекомендациях МСЭ-R M.476 и МСЭ-R M.625. Эта судовая станция может иметь сообщения, занесенные в память, и быть готова для автоматической передачи их по запросу вызывающей станции.

1.6 При приеме сигнала "включение", передаваемого вызывающей станцией, все имеющиеся на судне в памяти сообщения могут быть переданы.

1.7 В конце обмена должен передаваться сигнал "конец связи", по которому судовое оборудование автоматически переводится в состояние готовности.

1.8 Сигнал "свободный канал" может передаваться береговой станцией, если необходимо указывать, что канал открыт для обмена. Передача сигналов "свободный канал" должна предпочтительно ограничиваться лишь одним каналом на ВЧ полосу и их продолжительность должна быть как можно меньше. В соответствии со статьей 18 Регламента радиосвязи и учитывая сильную загрузку имеющихся частот для узкополосного буквопечатания в ВЧ полосах, сигналы "свободный канал" не должны применяться в планируемых будущих системах.

1.9 Формат сигнала "свободный канал" должен образовываться из сигналов 7-элементного кода, обнаруживающего ошибки, который указан в § 2 Приложения 1 к Рекомендации МСЭ-R M.476 и в § 2 Приложения 1 к Рекомендации МСЭ-R M.625. Три таких сигнала должны объединяться в блок, в котором средний сигнал должен быть сигналом "повторение" (RQ), первый сигнал блока – любым из сигналов VXXICF TBOX и третий сигнал блока – любым из сигналов VMPCYFS OIRDA (см. Рекомендацию МСЭ-R M.491). Эти сигналы должны указываться в Списке береговых станций МСЭ.

Выбор новых сигналов должен предпочтительно осуществляться таким образом, чтобы они соответствовали первым двум цифрам 4-значного номера опознавания береговой станции. Если это не представляется возможным в связи с отсутствием необходимых знаков в вышеуказанном списке или если это нежелательно в связи с использованием этой комбинации другой береговой станцией, то было бы предпочтительнее выбрать комбинацию знаков из перечисленных выше знаков во второй части каждого ряда, то есть TBOA для первого сигнала и OIRDA для третьего сигнала блока свободного канала. Сигналы в этом блоке передаются со скоростью модуляции 100 Бод, а блоки разделяются паузами в 240 мс. Для ручных систем этот сигнал "свободный канал" должен прерываться либо периодом с отсутствием сигнала, либо сигналом или сигналами, которые позволили бы оператору распознать состояние "свободный канал" на слух. Сигнал, распознаваемый на слух, например сигнал кода Морзе, может использоваться отдельно в качестве сигнала "свободный канал" в ручных системах. По крайней мере 8 блоков 7-элементного сигнала должны передаваться до прерывания.

1.10 В случае работы на одной частоте, как описано в Рекомендации МСЭ-R M.692, сигнал свободного канала должен прерываться периодами прослушивания, составляющими по меньшей мере 3 с.

1.11 Общие эксплуатационные процедуры для установления связи между судовыми и береговыми станциями приведены ниже, а конкретные процедуры приведены в Добавлении 1.

1.12 Процедуры связи вручную

1.12.1 Передача судовой станции береговой станции

1.12.1.1 Оператор судовой станции устанавливает связь с береговой станцией при помощи кода Морзе в режиме A1A, телефона или другими средствами, используя обычные процедуры вызова. Затем оператор запрашивает сеанс буквопечатающей телеграфной связи, обменивается информацией относительно используемых частот и, при необходимости, дает номер избирательного вызова судовой станции для буквопечатающей телеграфии, присвоенный в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R M.476 или, при необходимости, Рекомендацией МСЭ-R M.625, или опознаватель, присвоенный в соответствии с Предисловием к Списку VII A.

1.12.1.2 Оператор береговой станции затем устанавливает сеанс буквопечатающей телеграфной связи на согласованной частоте, используя соответствующее опознавание судна.

1.12.1.3 Или же оператор судовой станции при помощи буквопечатающего оборудования вызывает береговую станцию на предварительно определенной частоте приема береговой станции, используя сигнал опознавания береговой станции, присвоенный в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R M.476 или, при необходимости, Рекомендацией МСЭ-R M.625, или опознаватель береговой станции, присвоенный в соответствии с Предисловием к Списку VII A.

1.12.1.4 Оператор береговой станции затем устанавливает сеанс буквопечатающей телеграфной связи на соответствующей частоте передачи береговой станции.

1.12.2 Передача береговой станции судовой станции

1.12.2.1 Оператор береговой станции вызывает судовую станцию при помощи кода Морзе в режиме A1A, телефона или другими способами, используя обычные процедуры вызова.

1.12.2.2 Оператор судовой станции затем применяет процедуры § 1.12.1.1 или § 1.12.1.3.

1.12.3 Связь между судами

1.12.3.1 Оператор вызывающей судовой станции устанавливает связь с вызываемой судовой станцией при помощи кода Морзе в режиме A1A, телефона или другими способами, используя обычные процедуры вызова. Затем оператор запрашивает сеанс буквопечатающей телеграфной связи, обменивается информацией относительно используемых частот и, при необходимости, дает номер избирательного вызова буквопечатающей телеграфной связи вызывающей судовой станции, присвоенный в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R M.476 или, при необходимости, Рекомендацией МСЭ-R M.625, или опознаватель, присвоенный в соответствии с Предисловием к Списку VII A.

1.12.3.2 Оператор вызываемой судовой станции затем устанавливает буквопечатающую телеграфную связь на согласованной частоте, используя соответствующее опознавание вызывающего судна.

1.13 Процедуры автоматической связи

1.13.1 Передача судовой станции береговой станции

1.13.1.1 Судовая станция вызывает береговую станцию на предварительно установленной частоте приема береговой станции, используя буквопечатающее оборудование и сигнал опознавания береговой станции, присвоенный в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R M.476 или, при необходимости, Рекомендацией МСЭ-R M.625, или опознаватель береговой станции, присвоенный в соответствии с Предисловием к Списку VII A.

1.13.1.2 Буквопечатающее оборудование береговой станции обнаруживает вызов и береговая станция отвечает непосредственно на соответствующей частоте передачи береговой станции, либо автоматически, либо при ручном управлении.

1.13.2 Передача береговой станции судовой станции

1.13.2.1 Береговая станция вызывает судовую станцию на предварительно установленной частоте передачи береговой станции, используя буквопечатающее оборудование и номер избирательного вызова буквопечатающей телеграфной связи судовой станции, присвоенный в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R M.476 или, при необходимости, Рекомендацией МСЭ-R M.625, или опознаватель судовой станции, присвоенный в соответствии с Предисловием к Списку VII A.

1.13.2.2 Буквопечатающее оборудование судовой станции, настроенное для приема на предварительно установленной частоте передачи береговой станции, обнаруживает вызов, после чего дается ответ одним из следующих способов:

- a) судовая станция отвечает либо немедленно на соответствующей частоте приема береговой станции, либо позднее, используя процедуру, описанную в § 1.12.1.3; или
- b) передатчик судовой станции автоматически включается на соответствующей частоте приема береговой станции и буквопечатающее оборудование отвечает посредством отправки соответствующих сигналов для указания готовности автоматически принимать сообщения.

1.14 Формат сообщения

1.14.1 При наличии соответствующих возможностей на береговой станции, сообщениями можно обмениваться по телексной сети:

- a) в диалоговом режиме, когда связывающиеся станции соединены напрямую, либо автоматически, либо вручную; или
- b) в режиме накопления и последующей передачи, когда сообщения накапливаются на береговой станции до тех пор, пока не будет установлен канал связи с вызываемой станцией, либо автоматически, либо вручную.

1.14.2 В направлении берег–судно формат сообщения должен соответствовать обычному формату телексной сети (см. также § 2 Добавления 1).

1.14.3 В направлении судно–берег формат сообщения должен соответствовать эксплуатационным процедурам, описанным в § 1 Добавления 1.

2 Режим В (ПИО)

2.1 Сообщения по предварительной договоренности могут передаваться в режиме В от береговой станции или судовой станции к нескольким судам или к одному судну, причем при желании вначале передается код избирательного ввода нужного(ых) судна(ов) в случаях, когда:

2.1.1 приемной судовой станции не разрешается использовать свой передатчик или передатчик не может быть использован, или

2.1.2 информация предназначена более чем для одного судна, или

2.1.3 требуется прием без оператора в режиме В, а автоматическое подтверждение не требуется.

В таких случаях приемники судовых станций должны быть настроены на соответствующую передающую частоту береговой или судовой станции.

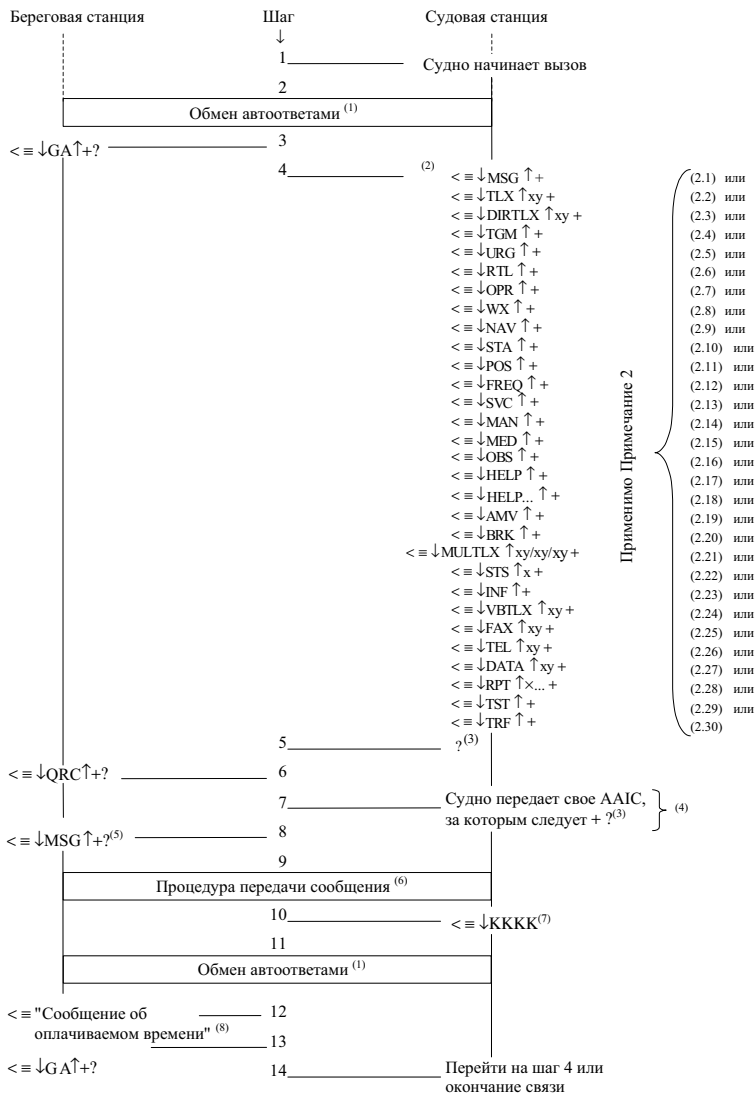
- 2.2 Все сообщения в режиме В должны начинаться с сигналов "возврат каретки" и "перевод строки".
- 2.3 Когда судовая станция принимает фазирующие сигналы в режиме В, ее телетайп должен автоматически включаться, а когда прием излучений прекращается – автоматически останавливаться.
- 2.4 Судовая станция может подтверждать прием сообщений в режиме В при помощи кода Морзе в режиме A1A, телефона или других средств.

3 Взаимодействие между оборудованием, соответствующим Рекомендации МСЭ-R M.476 и Рекомендации МСЭ-R M.625

- 3.1 Рекомендация МСЭ-R M.625 предусматривает автоматическое взаимодействие с оборудованием, соответствующим Рекомендации МСЭ-R M.476. Критерием определения того, что одна или обе станции соответствуют Рекомендации МСЭ-R M.476, является тип и длительность сигнала вызова и состав вызывных блоков.
- 3.2 Если обе станции имеют оборудование, соответствующее Рекомендации МСЭ-R M.625, то автоматическое опознавание станции является частью процедур автоматического установления связи. Однако, если одна или обе станции имеют оборудование, соответствующее Рекомендации МСЭ-R M.476, автоматического опознавания не происходит. По этой причине, а также потому, что Рекомендация МСЭ-R M.625 предусматривает применение 9-значного опознавателя судовой станции в качестве вызывного сигнала буквопечатающего оборудования, желательно, чтобы любое новое оборудование соответствовало Рекомендации МСЭ-R M.625 как можно скорее.
- 3.3 Для достижения полной совместимости с большим парком существующего оборудования необходимо присваивать новым станциям как 9-значный, так и 5- (или 4-) значный опознаватель (то есть 7- и 4-элементные сигналы вызова). Списки судовых и береговых станций должны содержать оба сигнала.

ДОБАВЛЕНИЕ 1

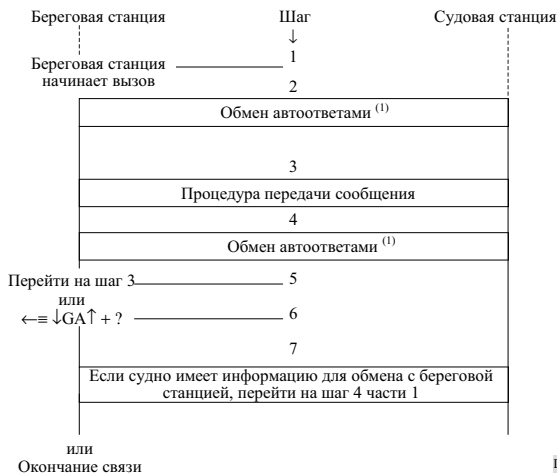
1 Процедура установления связи в направлении судно-береговая станция



D01

2 Процедура установления связи в направлении берег–судовая станция

Работа в направлении береговая станция–судно может потребовать применения режима накопления с последующей передачей вследствие того, что условия распространения радиоволн могут не позволить установить связь в намеченное время.



Примечания, относящиеся к § 1 и 2:

- (1) а) При автоматической работе обмен автоответами начинается и управляется береговой станцией. При установлении связи судовой станцией обмен автоответами в ручном режиме может начинаться судовой станцией.
- При установлении связи береговой станцией обмен автоответами в ручном режиме начинается береговой станцией, тем самым определяя порядок, в соответствии с которым осуществляется обмен.
- б) Код автоответа для судовых станций определяется Рекомендацией МСЭ-Т F.130, а для береговых станций Рекомендацией МСЭ-Т F.60.
- (2) Береговая станция на обязана выполнять все перечисленные услуги. Однако там, где предоставляются определенные услуги, должны применяться указанные коды услуг. Должна всегда быть доступна услуга "HLP".
- (2.1) MSG указывает, что судовой станции необходимо немедленно принять любое сообщение, имеющееся для нее на береговой станции.
- (2.2) TLX ↑ x указывает, что последующее сообщение предназначено для немедленного подключения к средствам накопления и последующей передачи, размещенным на береговой станции.
- y указывает национальный телексный номер абонента.
- x используется там, где это необходимо, для указания кода страны (Рекомендация МСЭ-Т F.69), перед которым ставится 0 (если это применимо). (Там, где система накопления и последующей передачи дистанционно удалена от береговой станции, может использоваться только TLX.)
- Вместо TLX может факультативно использоваться TLXA, что указывает желание судна получить консультацию (используя обычные процедуры берег–судно), когда сообщение передано на указанный номер телекса.
- (2.3) DIRTLX ↑ x указывает, что требуется прямое телексное соединение.
- y указывает национальный телексный номер абонента.
- x используется там, где это необходимо, для указания кода страны (Рекомендация МСЭ-Т F.69), перед которым ставится 0 (если это применимо).
- RDL + может факультативно использоваться для указания того, что последний номер телекса DIRTLX ↑ x следует набрать вновь.
- (2.4) TGM указывает, что последующее сообщение является радиотелеграммой.

- (2.5) URG указывает, что судовая станция требует немедленного подключения к оператору для оказания помощи в ручном режиме и может быть включена звуковая сигнализация. Этот код должен применяться лишь в случаях аварии.
- (2.6) RTL указывает, что последующее сообщение является радиотелексным письмом.
- (2.7) OPR указывает, что требуется подключение к оператору для оказания помощи в ручном режиме.
- (2.8) W указывает, что судовой станции требуется немедленно принять информацию о погоде.
- (2.9) NAV указывает, что судовой станции требуется немедленно принять навигационные предупреждения.
- (2.10) STA указывает, что судовой станции требуется немедленно принять отчет о статусе всех сообщений, которые были переданы этой судовой станцией в систему накопления с последующей передачей, но на которые судовая станция еще не получила информации о последующей передаче или доставке (см. также (6)). STA ↑ x может быть также использован в том случае, когда судовой станции требуется немедленно принять отчет о статусе такого сообщения, где x указывает справочный номер сообщения, выданный береговой станцией.
- (2.11) POS указывает, что последующее сообщение содержит позицию судна. Некоторые администрации используют эту информацию для оказания помощи в последующей автоматической передаче или приеме сообщений (например, для расчета оптимальной частоты обмена и/или для использования соответствующих направленных антенн).
- (2.12) FREQ указывает, что последующее сообщение обозначает частоту, на которой судно несет вахту.
- (2.13) SVC указывает, что последующее сообщение является служебным (для обращения внимания на применение ручной работы).
- (2.14) MAN указывает, что последующее сообщение должно быть занесено в память и затем вручную передано в страну, в которую нет автоматического доступа.
- (2.15) MED указывает, что следует срочное медицинское сообщение.
- (2.16) OBS указывает, что последующее сообщение должно быть передано метеорологической организации.
- (2.17) HLP указывает, что судовой станции необходимо немедленно принять перечень услуг, имеющихся в данной системе.
- (2.18) Если требуется информация по применению процедур для индивидуальных услуг на береговой станции, запрос по дальнейшей информации относительно конкретной процедуры может быть получен с помощью кода услуг HLP, за которым следует код соответствующей услуги, относительно которой необходима информация, например, <≡ ↓ HLP DIRTLX ↑ + указывает, что судовой станции необходима информация по процедурам (действие судового оператора) заказа соединения в диалоговом режиме с абонентом телексной сети через береговую станцию.
- (2.19) AMV указывает, что последующее сообщение должно быть передано в организацию AMVER.
- (2.20) BRK указывает, что использование радиоканала должно быть немедленно прекращено (для использования лишь в тех случаях, когда судовой оператор может использовать телетайп только для проверки оборудования ARQ).
- (2.21) MULTLX ↑ x+ указывает, что последующее сообщение является сообщением, направленным нескольким адресатам для немедленного занесения в устройство памяти и последующей передачи, размещенное на береговой станции. y указывает национальный телексный номер абонента. x используется там, где это необходимо, для указания кода страны (Рекомендация МСЭ-T F.69), перед которым ставится 0 (если это применимо).
Каждый отдельный хy указывает различный телексный номер, по которому должно быть передано то же самое сообщение. Должно быть включено по меньшей мере два отдельных телексных номера.
MULTLXA может факультативно использоваться вместо MULTLX, что указывает желание судна получить консультацию (используя обычные процедуры берег-судно), когда сообщения переданы на указанные телексные номера.
- (2.22) STS ↑ x+ указывает, что последующее сообщение предназначено для передачи на судно, используя устройство запоминания и последующей передачи, размещенное на береговой станции. x указывает 5- или 9-значный номер опознавателя адресованного судна.
- (2.23) INF указывает, что судовой станции необходимо немедленно получить информацию из базы данных береговой станции. Некоторые администрации предоставляют разнообразную информацию из различных баз данных; в каждом случае INF возвращает справочный перечень и последующий код услуги используется для выбора желаемой информации.
- (2.24) VBT LX ↑ x указывает, что последующее сообщение должно быть продиктовано береговой станцией на телефонный номер речевого банка для последующей обработки адресатом и что копия сообщения должна быть передана на телексный номер хy. Телефонный номер речевого банка должен быть включен в первую строку текста сообщения.
- (2.25) FAX ↑ x указывает, что последующее сообщение должно быть передано через КТСОП факсимильным способом на телефонный номер хy.
- (2.26) TEL ↑ хy указывает, что последующее сообщение должно быть передано по телефону береговой станцией на телефонный номер хy.
- (2.27) DATA ↑ x указывает, что последующее сообщение должно быть передано береговой станцией, используя средства передачи данных, на номер абонента хy (через КТСОП).
- (2.28) RPT ↑ хy... указывает, что судовой станции необходимо получить конкретное сообщение, используя режим ARQ (например, ранее переданное в режиме ПИО), если все еще возможна автоматическая повторная передача. х... используется как идентификатор сообщения.
- (2.29) TST указывает, что судовой станции необходимо принять автоматически передаваемый проверочный тест (например, "the quick brown fox jumps over the lazy dog").
- (2.30) TRF указывает, что судовой станции необходимо принять автоматически переданную информацию о тарифах, используемых в настоящее время на береговой станции.

- (3) Символ "?" необязателен в тех случаях, когда береговая станция автоматическая. Он обычно требуется лишь для ручных систем.
- (4) В случаях, когда береговой станции требуются сведения о соответствующем Оповестительном коде расчетной организации (AAIC), такая информация должна обеспечиваться судовым оператором при получении комбинации $< \equiv \downarrow QRC \uparrow +$ от береговой станции.
- Некоторые береговые станции могут запросить дополнительную информацию, например название судна, позывной сигнал, и т. д.
- (5) Этой последовательности, при необходимости, могут предшествовать подсказка или информация о выборе услуги и, если необходимо, последующий ответ судовой станции или она может быть исключена там, где в ней нет необходимости (например, когда на шаге 4 введены коды услуг **Ж**, NAV, STA, MSG или HLP). Если на шаге 4 был введен код услуг DIRT LX $\uparrow$ ху, эта последовательность может быть заменена автоответом удаленного абонента или каким-либо служебным сигналом (например, NC, OCC и т. д.), принятым из телексной сети.
- (6) Обработка сообщений зависит от вида используемых средств обслуживания:
- Там, где система накопления и последующей передачи дистанционно удалена от береговой станции, для TLX может применяться Рекомендация МСЭ-T F.72. Если система накопления и последующей передачи располагается на береговой станции, полное информационное содержание переданного сообщения будет на этом шаге направлено абоненту, чей телексный номер представлен в ху.
- Что касается DIRT LX, см. Рекомендации МСЭ-T F.60.
- Что касается TGM, см. Рекомендации МСЭ-T F.1 и F.31.
- При SVC и MED сообщения будут обычно иметь открытый текст, и для них никаких особых процедур не требуется.
- При RTL сообщения будут иметь открытый текст, но в них должен включаться почтовый адрес получателя.
- Для STA соответствующая информация о статусе передается обратно на судно в соответствии с § 11.3 и § 11.4 Рекомендации МСЭ-T F.72.
- Для POS и FREQ могут использоваться специальные национальные процедуры.
- (7) Последовательность из 4К – "KKKK" (4 комбинации сигналов № 11 на буквенном регистре) указывает, что любое соединение с сетью должно быть разорвано, но радиоканал должен сохраняться действующим, и что процедура должна немедленно продолжаться с шага 11. Эта последовательность может также применяться в том случае, когда процедура возвращается к шагу 3.
- (8) Этот шаг является необязательным и может не применяться для всех услуг.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R M.541-8*

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕДУРЫ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ЦИФРОВОГО ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ВЫЗОВА (ЦИВ) В МОРСКОЙ ПОДВИЖНОЙ СЛУЖБЕ

(Вопрос МСЭ-R 9/8)

(1978-1982-1986-1990-1992-1994-1995-1996-1997)

Резюме

Данная Рекомендация содержит эксплуатационные процедуры для оборудования ЦИВ, технические характеристики которого приведены в Рекомендации МСЭ-R M.493. Данная Рекомендация содержит четыре приложения. В Приложениях 1 и 2 описаны положения и процедуры для вызова в случае бедствия и для обеспечения безопасности, а также для вызовов, не предназначенных для случаев бедствия и для обеспечения безопасности соответственно. В Приложениях 3 и 4 описываются эксплуатационные процедуры для судовых и береговых станций, и в Приложении 5 перечислены частоты, которые должны быть использованы для ЦИВ.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая

- a) Резолюцию № 311 и Рекомендацию № 312 Всемирной административной радиоконференции (Женева, 1979 г.) (ВАРК-79);
- b) что ЦИВ должен использоваться в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R M.493;
- c) что требования Главы IV Поправок 1988 г. к Международной конвенции по безопасности человеческой жизни на море (SOLAS), 1974 г., в отношении Глобальной морской системы связи в случаях бедствия и для обеспечения безопасности (GMDSS) основаны на использовании ЦИВ для подачи сигналов бедствия на наземных частотах и что эксплуатационные процедуры являются необходимыми для перехода к этой системе и для ее внедрения;
- d) что эксплуатационные процедуры во всех частотных полосах и для всех типов связи должны быть насколько возможно одинаковыми;
- e) что ЦИВ может обеспечить полезные дополнительные средства передачи вызова в случае бедствия в дополнение к предусмотренной передаче вызова в случае бедствия существующими методами и процедурами, описанными в Регламенте радиосвязи (PP);
- f) что должны быть определены условия того, когда должны приводиться в действие устройства подачи сигнала тревоги,

рекомендует

- 1 чтобы технические характеристики оборудования, используемого для цифрового избирательного вызова в морской подвижной службе, удовлетворяли требованиям соответствующих Рекомендаций МСЭ-R;
- 2 чтобы эксплуатационные процедуры в полосах СЧ, ВЧ и ОВЧ для ЦИВ соответствовали Приложению 1 для вызовов в случае бедствия и для обеспечения безопасности и Приложению 2 для других вызовов;
- 3 чтобы на станциях, оборудованных ЦИВ, предусматривались:
 - 3.1 ручной ввод адреса, типа вызова, категории вызова и различных сообщений в последовательности ЦИВ;
 - 3.2 проверка и, если необходимо, корректировка такой сформированной вручную последовательности;
 - 3.3 специальный звуковой сигнал тревоги и визуальная индикация, указывающая на прием вызова в случае бедствия или срочности или вызова, имеющего категорию бедствия. Должна быть исключена возможность отключения сигнала тревоги и визуальной индикации. Должно быть предусмотрено, чтобы их последующее включение можно было осуществить только вручную;

* Данная Рекомендация должна быть доведена до сведения Международной морской организации (ИМО) и Сектора стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-T).

- 3.4 звуковой сигнал и визуальная индикация для вызовов, не связанных с бедствием и срочностью. Должна иметься возможность отключения звукового сигнала;
- 3.5 визуальные индикаторы для указания:
- 3.5.1 типа адреса принятого вызова (все станции, группа станций, географическая область, индивидуальный);
- 3.5.2 категории;
- 3.5.3 опознавания вызывающей станции;
- 3.5.4 информации цифрового или цифробуквенного типа, например, информация о частоте и телекоманда;
- 3.5.5 типа символа "конец последовательности";
- 3.5.6 обнаружения ошибок, если они имеются;
- 3.6 наблюдение ОВЧ каналов, используемых для целей цифрового избирательного вызова с целью определения наличия сигнала и, за исключением передачи вызова в случае бедствия и срочности, обеспечение возможности автоматического предотвращения передачи вызова ЦИВ в случае занятости канала;
- 3.7 посылаемые судовыми станциями обычные вызовы всем судам на ОВЧ должны передаваться с уровнем мощности не более 1 Вт. Объединенное ОВЧ ЦИВ оборудование должно автоматически уменьшать мощность передачи этих вызовов;
- 4 что оборудование должно быть простым в эксплуатации;
- 5 что эксплуатационные процедуры, приведенные в Приложении 3, которые основаны на соответствующих процедурах из Приложений 1 и 2 и РР, должны быть использованы в качестве руководства для судовых и береговых станций;
- 6 что частоты, применяемые для целей бедствия и безопасности, использующие цифровой избирательный вызов, содержатся в Приложении 4 к данной Рекомендации (см. также Статью 38 РР (Приложение S13, Часть A2)).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В данной Рекомендации используются следующие определения:

Единая частота: частота, используемая для передачи и приема;

Спаренные частоты: частоты, которые объединены в пары; каждая пара состоит из одной частоты передачи и одной частоты приема;

Международные частоты ЦИВ: эти частоты предназначены в РР для исключительного использования для ЦИВ на международной основе;

Национальные частоты ЦИВ: эти частоты присвоены индивидуальным береговым станциям или группам станций, которым разрешено использование ЦИВ (они могут включать в себя рабочие частоты, а также частоты вызова). Использование этих частот должно соответствовать РР;

Автоматическая работа ЦИВ на судовой станции: режим работы, использующий автоматически настраиваемые передатчики и приемники, пригодные для необслуживаемой работы, которые обеспечивают автоматическую отправку подтверждений вызова после приема ЦИВ и автоматический переход на соответствующие рабочие частоты;

Попытка вызова: одна вызывная последовательность или ограниченное их число, отправленных на одну и ту же станцию на одной или нескольких частотах, в пределах относительно короткого периода времени (например, несколько минут). Попытка вызова считается безуспешной, если вызывная последовательность содержит в конце символ RQ и подтверждения в течение данного интервала времени не получено.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Положения и процедуры для вызовов в случае бедствия и для обеспечения безопасности

1 Введение

Наземные элементы Глобальной морской системы связи в случаях бедствия и для обеспечения безопасности, принятой в Поправках 1988 г. к Международной конвенции по безопасности человеческой жизни на море (SOLAS), 1974 г., основаны на использовании цифрового избирательного вызова (ЦИВ) для связи в случае бедствия и для обеспечения безопасности.

1.1 Способ вызова

Положения Главы NIX (SVII) применимы для использования цифрового избирательного вызова в случаях бедствия, для обеспечения срочности или безопасности.

2 Сигнал ЦИВ в случае бедствия и сообщение о бедствии

Вызов в случае бедствия при ЦИВ обеспечивает подачу сигнала тревоги, самоопределение, указание местонахождения судна, включая время, характер бедствия, и содержит как вызов в случае бедствия (пп. 3091 и 3092 РР (§ 4 Части А3 Приложения S13)), так и сообщение о бедствии (пп. 3093 и 3094 РР (§ 5 Части А3 Приложения S13)), определенные в РР.

3 Процедуры для вызовов бедствия ЦИВ

3.1 Передача с подвижной станции, терпящей бедствие

3.1.1 Оборудование ЦИВ должно быть готово передавать вызов бедствия на по крайней мере одной частоте подачи сигналов тревоги в случае бедствия.

3.1.2 Вызов в случае бедствия должен быть построен в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R M.493; в него должна быть включена соответствующая информация о местонахождении судна, времени, в которое она была получена, и о характере бедствия. Если информация о местонахождении судна не может быть введена в сигнал, то вместо информации о положении судна должна автоматически передаваться цифра 9, повторенная десять раз. Если информация о времени не может быть введена в сигнал, то вместо сигналов, предназначенных для информации о времени, должна автоматически передаваться цифра 8, повторенная четыре раза.

3.1.3 Попытка подачи вызова бедствия

Попытка подачи вызова бедствия на СЧ и ВЧ может осуществляться как одночастотная или многочастотная попытка вызова. На ОВЧ используется только одночастотная попытка вызова.

3.1.3.1 Одночастотная попытка вызова

Попытка вызова бедствия должна осуществляться как 5 последовательных вызовов на одной частоте. Для того чтобы избежать наложения вызовов и потери подтверждений, такая попытка вызова может быть передана на той же самой частоте еще раз после произвольной задержки во времени от 3,5 до 4,5 мин. от начала первого вызова. Это позволяет подтверждениям, приходящим случайным образом, быть принятыми без блокирования повторной передачи. Произвольная задержка должна создаваться автоматически для каждой повторяемой передачи, однако должна иметься возможность вручную прекратить автоматическое повторение.

На СЧ и ВЧ одночастотные попытки вызова могут быть повторены на других частотах после произвольной задержки во времени от 3,5 до 4,5 мин. от начала первого вызова. Однако если станция способна принимать подтверждения одновременно на всех частотах бедствия, кроме частоты передачи, используемой в настоящий момент, то одночастотные попытки передачи могут быть повторены на других частотах без такой задержки.

3.1.3.2 Многочастотная попытка вызова

Попытка вызова бедствия может быть передана в виде последовательных вызовов (до 6) максимум на 6 частотах бедствия (1 на СЧ и 5 на ВЧ). Станции, передающие многочастотные попытки вызова бедствия, должны быть способны принимать подтверждения одновременно на всех частотах, кроме используемой в настоящий момент частоты передачи, или иметь возможность завершить попытку вызова в течение 1 мин.

Многочастотные попытки вызова могут быть повторены еще раз после произвольной задержки во времени от 3,5 до 4,5 мин. от начала первого вызова.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – ОВЧ вызов может передаваться одновременно с СЧ/ВЧ вызовом.

3.1.4 Бедствие

В случае бедствия оператор должен:

3.1.4.1 ввести желаемый режим последующей связи и, если время позволяет, ввести данные о местонахождении судна и времени (см. Примечание 1), когда они были получены, и о характере бедствия (см. Примечание 1);

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Если только это не производится автоматически.

3.1.4.2 выбрать частоту (частоты) бедствия, которые должны использоваться (см. Примечание 1 к § 3.1.4.1);

3.1.4.3 включить передачу сигнала "вызов в случае бедствия" посредством специальной кнопки.

3.1.5 Аннулирование непреднамеренной передачи вызова в случае бедствия

Станция, передавшая непреднамеренный вызов в случае бедствия, должна немедленно аннулировать сигнал тревоги во всех каналах, по которым он был передан. С этой целью должен быть передан сигнал "аннулирование сигнала бедствия" в формате, указанном на рисунке 4 с) Рекомендации МСЭ-R М.493, с указанием опознавателя морской подвижной службы (MMSI) данного судна, переданного ранее как опознаватель судна, терпящего бедствие.

Это аннулирование сигнала бедствия должно производиться немедленно после процедуры аннулирования голосом по радиотелефону, как это описано в § 1.7 Приложения 3.

3.2 Прием

ЦИВ оборудование должно быть способно надежно вести 24-часовое наблюдение (дежурство) соответствующих частот подачи сигналов бедствия ЦИВ.

3.3 Подтверждение вызовов бедствия

Подтверждение вызовов бедствия должно включаться вручную.

Подтверждение должно передаваться на той же частоте, что и принятый вызов бедствия.

3.3.1 Вызовы бедствия должны быть, как правило, подтверждены ЦИВ только соответствующими береговыми станциями. Береговые станции должны, кроме того, установить дежурство на радиотелефоне и, если сигнал "режим последующей связи" в принятом вызове в случае бедствия указывает телепринтер, также на узкополосном буквопечатающем телеграфном аппарате (NBDP) (см. Рекомендацию МСЭ-R М.493). В обоих случаях частоты радиотелефона и NBDP должны быть определены в соответствии с тем, на какой частоте был принят вызов бедствия.

3.3.2 Подтверждения ЦИВ вызовов бедствия, передаваемые береговыми станциями на СЧ или ВЧ, должны начинаться с минимальной задержкой, равной 1 мин., после приема вызова бедствия и обычно с максимальной задержкой 2,75 мин. Это позволяет завершить все попытки одночастотных или многочастотных вызовов и должно дать достаточно времени береговой станции для того, чтобы ответить на вызов бедствия. Подтверждения ЦИВ на ОВЧ должны передаваться береговыми станциями как можно быстрее.

3.3.3 Подтверждение вызова бедствия состоит из одного подтверждения ЦИВ вызова, который должен быть адресован "всем судам" и указывать опознаватель (см. Рекомендацию МСЭ-R М.493) судна, вызов бедствия которого подтверждается.

3.3.4 Судовые станции после приема вызова бедствия должны установить дежурство на соответствующей радиотелефонной частоте обмена сообщениями бедствия и безопасности и подтвердить вызов по радиотелефону. Если судовая станция продолжает получать ЦИВ вызов бедствия в канале СЧ или ОВЧ, она должна передать подтверждение ЦИВ для прекращения вызова и информировать береговую станцию или земную береговую станцию любыми возможными средствами.

3.3.5 Автоматическое повторение попытки вызова бедствия должно автоматически закончиться после подтверждения приема вызова бедствия ЦИВ.

3.3.6 Если обмен сообщениями бедствия и безопасности не может быть удовлетворительно осуществлен с использованием радиотелефона, затронутая станция может указать свое намерение (используя ЦИВ вызов "всем судам", с категорией бедствия и обычным указанием частоты приемлемого канала NBDP) проведения последующей связи на соответствующей частоте по NBDP телеграфу.

3.4 Ретрансляция вызовов бедствия

Ретрансляция вызовов бедствия должна производиться вручную.

3.4.1 Ретрансляция вызова бедствия должна использовать сигнал телекоманды "ретрансляция вызова бедствия" в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R М.493, и попытка вызова должна соответствовать процедуре, описанной в § 3.1.3–3.1.3.2 для вызовов бедствия.

3.4.2 Любое судно, принявшее в ВЧ канале вызов бедствия, который в течение 5 мин. не был подтвержден береговой станцией, должно ретранслировать вызов бедствия на соответствующую береговую станцию.

3.4.3 Ретрансляция вызовов бедствия береговыми станциями или судовыми станциями, адресованная "всем судам", должна быть подтверждена судовыми станциями посредством радиотелефона. Ретрансляция вызовов бедствия, передаваемая судовыми станциями, должна быть подтверждена береговой станцией посредством передачи вызова "подтверждение ретрансляции вызова бедствия" в соответствии с процедурой для подтверждения вызовов бедствия, описанной в § 3.3–3.3.3.

4 Процедуры для ЦИВ вызовов срочности и безопасности (см. Примечание 1)

4.1 ЦИВ на частотах, предназначенных для бедствия и безопасности, должен использоваться береговыми станциями для передачи судам рекомендаций и судами для передачи береговым станциям и/или судовым станциям срочных сообщений, жизненно важных навигационных сообщений и предупреждений об опасности, за исключением тех случаев, когда передача ведется в плановое время. Вызов должен указывать рабочую частоту, которая будет использоваться для последующей передачи срочных, жизненно важных навигационных сообщений или сообщений, касающихся безопасности.

4.2 Извещение и опознавание медицинского транспорта должны выполняться при помощи методов цифрового избирательного вызова, с использованием соответствующих частот, предназначенных для бедствия и безопасности. Такие вызовы должны использовать категорию "срочно" и телекоманду "медицинский транспорт" и быть адресованы "всем судам".

4.3 Эксплуатационные процедуры для вызовов срочности и безопасности должны удовлетворять соответствующим разделам Приложения 2, § 2.1 или 2.2.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Использование частот ЦИВ, предназначенных для вызовов бедствия и безопасности, для вызовов срочности и безопасности, является технически допустимым, при условии что общая нагрузка канала поддерживается ниже 0,1 E.

5 Испытания оборудования, используемого для вызовов бедствия и безопасности

Следует в максимально возможной степени избегать испытаний на частотах, предназначенных исключительно для ЦИВ в случаях бедствия и для обеспечения безопасности, и использовать для этого другие методы. Не должно быть никаких испытательных передач в канале вызова ЦИВ на ОВЧ. Однако, если испытание на частотах, предназначенных исключительно для ЦИВ вызовов бедствия и безопасности на СЧ и ВЧ, неизбежно, следует указать, что это испытательная передача (см. РР п. S31.3 (п. N 3068)). Испытательный вызов должен быть составлен в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R М.493 (см. таблицу 6) и должен быть подтвержден вызываемой береговой станцией. Как правило, дальнейшего обмена сообщениями между двумя станциями, вовлеченными в процесс испытаний, не должно быть.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Положения и процедуры для вызовов, отличных от вызовов в случае бедствия и обеспечения безопасности

1 Частоты/каналы

1.1 Как правило, на СЧ и ВЧ должны использоваться спаренные частоты, в этом случае подтверждение передается на частоте, парной с частотой принимаемого вызова. В исключительных случаях для национальных целей может использоваться единая частота. Если один и тот же вызов принимается в нескольких каналах вызова, для передачи подтверждения должен быть выбран наиболее подходящий. В ОВЧ следует использовать одночастотный канал.

1.2 Международные вызовы

Для международных вызовов ЦИВ должны быть использованы парные частоты, перечисленные в Приложении 31 РР (Часть А Приложения S17), и в Приложении 5 к данной Рекомендации.

1.2.1 В диапазонах ВЧ и СЧ международные частоты ЦИВ должны быть использованы только для вызовов берегосудно и для соответствующих подтверждений от судов, оборудованных для автоматической ЦИВ работы, если известно, что судно не прослушивает национальные частоты береговой станции.

1.2.2 Все ЦИВ вызовы судно–берег на СЧ и ВЧ должны, предпочтительно, выполняться на национальных частотах береговых станций.

1.3 Национальные вызовы

Береговые станции должны избегать использования международных частот ЦИВ для вызовов, которые могут быть выполнены с использованием национальных частот.

1.3.1 Судовые станции должны вести дежурство на соответствующих национальных и международных каналах. (Надлежащие меры следует принять для равномерной загрузки национальных и международных каналов.)

1.3.2 Администрациям настоятельно рекомендуется отыскать способы и договориться об условиях улучшения использования имеющихся каналов ЦИВ, например:

- координированным и/или совместным использованием передатчиков береговых станций;
- оптимизируя вероятность успешных вызовов путем предоставления судам информации о подходящих частотах (каналах), в которых должно быть установлено дежурство, и путем получения на специально выделенных береговых станциях информации с судов о каналах, в которых установлено дежурство на судах.

1.4 Метод осуществления вызова

1.4.1 Процедуры, описанные в данном разделе, применимы для использования методов цифрового избирательного вызова, за исключением случаев бедствия, срочности или обеспечения безопасности, для которых применяются положения Главы NIX (SVII) PP.

1.4.2 Вызов должен содержать информацию, указывающую станцию или станции, которым направляется вызов, и опознаватель вызывающей станции.

1.4.3 Вызов должен также содержать информацию, указывающую тип связи, который должен быть установлен, и может включать дополнительную информацию, например, предлагаемую рабочую частоту или канал; эта информация всегда должна включаться в вызовы от береговых станций, которые имеют в этом отношении приоритет.

1.4.4 Для вызова должен использоваться подходящий канал цифрового избирательного вызова, выбранный в соответствии с положениями пп. 4323S–4323AB (S52.128–S52.137) или пп. 4323AJ–4323AR (S52.145–S52.153) PP, соответственно.

2 Эксплуатационные процедуры

Технический формат вызывной последовательности должен отвечать соответствующим Рекомендациям МСЭ-R.

Ответ на цифровой избирательный вызов, требующий подтверждения, должен выполняться путем передачи соответствующего подтверждения с использованием методов цифрового избирательного вызова.

Подтверждения могут быть произведены вручную или автоматически. Если подтверждение может быть передано автоматически, оно должно удовлетворять требованиям соответствующих Рекомендаций МСЭ-R.

Технический формат подтверждающей последовательности должен удовлетворять требованиям соответствующих Рекомендаций МСЭ-R.

При связи между береговой и судовой станциями окончательное решение о том, какая рабочая частота или канал будут использоваться, должна принимать береговая станция.

Направление трафика и управление работой при радиотелефонии должны выполняться в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R M.1171.

Типичная последовательность вызова и подтверждения ЦИВ содержит следующие сигналы (см. Рекомендацию МСЭ-R M.493).

Состав типичной последовательности вызова и подтверждения ЦИВ

<i>Сигнал</i>	<i>Метод составления</i>
– спецификатор формата	выбирается
– адрес	вводится
– категория	выбирается
– самоопределение	предварительно программируется
– информация телекоманд	выбирается

- | | |
|--|--------------------------------|
| – информация о частоте (если целесообразно) | вводится |
| – номер телефона (только для полуавтоматических/автоматических соединений судно–берег) | вводится |
| – сигнал конец последовательности | выбирается (см. Примечание 1). |

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Если сигнал вызывной последовательности EOS включает запрос подтверждения "RQ" (117), то подтверждение является обязательным и должно включать EOS сигнал "BQ" (122).

Метод составления последовательности ЦИВ иллюстрируется на блок-схеме рисунка 5.

2.1 Береговая станция посылает вызов судам

Рисунки 1 и 2 иллюстрируют нижеописанные процедуры при помощи блок-схемы и временной последовательности, соответственно.

2.1.1 Имеются две категории вызовов для коммерческой связи:

- обычный вызов;
- деловой вызов с судна (см. Рекомендацию МСЭ-R M.493, Приложение 1, § 6.4.1).

2.1.2 Если между вызывающим абонентом и береговой станцией существует непосредственная связь, то береговая станция запрашивает вызывающего абонента о приблизительном местонахождении судна.

2.1.3 Если местонахождение судна не может быть указано вызывающей стороной, то оператор береговой станции старается найти данные о нем по информации, имеющейся на береговой станции.

2.1.4 Береговая станция проверяет, не будет ли более удобным установление соединения через другую береговую станцию (см. § 1.3.2).

2.1.5 Береговая станция проверяет, не является ли передача цифрового избирательного вызова неприемлемой или ограниченной (например, судовая станция не способна работать с ЦИВ или неисправна).

2.1.6 Установив, что цифровой избирательный вызов является приемлемым, береговая станция составляет вызывную последовательность следующим образом:

- выбирает спецификатор формата;
- вводит адрес судна;
- выбирает категорию;
- выбирает информацию телекоманд;
- вводит информацию о рабочей частоте в часть последовательности, предназначенную для сообщений, если это целесообразно;
- обычно выбирает "конец последовательности" сигнал "RQ". Однако если береговая станция знает, что судовая станция не может ответить или вызов предназначен группе судов, то данные о частоте опускаются и сигналом конца последовательности должен быть символ 127, в этом случае последующие процедуры (§ 2.1.13–2.1.15), связанные с подтверждением, неприменимы.

2.1.7 Береговая станция проверяет вызывную последовательность.

Вызов будет передан только один раз в одном подходящем вызывном канале или на одной частоте. Только в исключительных условиях вызов может быть одновременно передан на нескольких частотах.

2.1.8 Оператор береговой станции выбирает частоты вызова, которые наиболее подходят для местонахождения судна.

2.1.8.1 После проверки, по мере возможности, того, что никаких других вызовов не ведется, оператор береговой станции начинает передачу последовательности на одной из выбранных частот. Передача на любой единичной частоте должна быть ограничена не более чем двумя вызовами с интервалом не менее 45 с для возможности приема подтверждения от судна или, в исключительных случаях (см. Рекомендацию МСЭ-R M.493), одной "попыткой вызова", состоящей из максимум пяти передач.

2.1.8.2 Если целесообразно, то может быть передана "попытка вызова", включая передачу той же последовательности на других частотах (если необходимо, с изменением информации о рабочей частоте, чтобы она соответствовала полосе вызывной частоты), выполняемая поочередно с интервалами не менее 5 мин., по методу, аналогичному § 2.1.8.1.

2.1.9 Если подтверждение получено, более передавать вызывную последовательность не следует.

Береговая станция затем готовится к передаче трафика в рабочем канале или на частоте, которые были ею предложены.

2.1.10 Подтверждение принятого вызова должно быть передано только в случае приема вызывной последовательности, которая заканчивается запросом подтверждения.

2.1.11 Если вызываемая станция не отвечает, то попытка вызова, как правило, должна быть повторена с интервалом около 15 мин. Одна и та же попытка вызова не должна повторяться более пяти раз в течение 24 часов. Общее время использования одной частоты во время одной попытки вызова, как правило, не должно превышать 1 мин.

На судне выполняются следующие процедуры:

2.1.12 После приема вызывной последовательности судовой станцией принятое сообщение записывается и включается индикация, соответствующая тому, имеет ли вызов категорию "обычный" или "судовой деловой". Категория не влияет на процедуры ЦИВ, выполняемые на судне.

2.1.13 Если принимаемая вызывная последовательность содержит сигнал конца последовательности RQ, то должна быть составлена и отправлена подтверждающая последовательность в соответствии с § 2.

Информация о спецификаторе формата и о категории должна быть идентичной той, что содержалась в принятой вызывной последовательности.

2.1.13.1 Если судно не оборудовано для автоматической работы ЦИВ, то оператор судовой станции посылает подтверждение для береговой станции после задержки не менее 5 с, но не позднее, чем через 4,5 мин. после приема вызывной последовательности, используя процедуру вызова судно–берег, подробно описанную в § 2.2. Однако передаваемая последовательность должна содержать сигнал конца последовательности "BQ" вместо сигнала "RQ".

Если такое подтверждение не может быть передано в течение 5 мин. после приема вызывной последовательности, судовая станция должна вместо него передать на береговую станцию вызывную последовательность, используя для этого процедуру вызова судно–берег, подробно описанную в § 2.2.

2.1.13.2 Если судно оборудовано для автоматической работы ЦИВ, то судовая станция автоматически передает подтверждение с сигналом конца последовательности "BQ". Начало передачи этой последовательности подтверждения должно быть в пределах 30 с для СЧ и ВЧ или в пределах 3 с для ОВЧ после завершения приема полной вызывной последовательности.

2.1.13.3 Если судно может ответить немедленно, то подтверждающая последовательность должна включать сигнал телекоманды, идентичный принятому в вызывной последовательности, показывающий, что станция может отвечать.

Если рабочая частота в вызове не предложена, то судовая станция должна включить предложение рабочей частоты в свое подтверждение.

2.1.13.4 Если судно не может ответить немедленно, то последовательность подтверждения должна включать сигнал телекоманды 104 (невозможно выполнить) и второй сигнал телекоманды с дополнительной информацией (см. Рекомендацию МСЭ-R M.493).

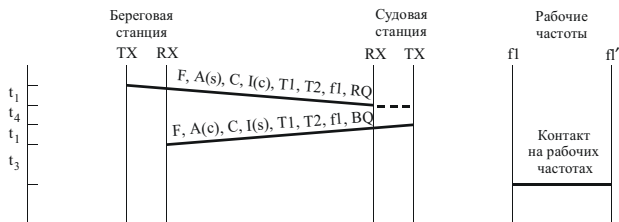
В любое время позже, когда судно будет способно принять предложенный трафик, оператор судовой станции посылает вызов на береговую станцию, используя процедуру вызова судно–берег, подробно описанную в § 2.2.

2.1.14 Если подтверждение вызова указывает на способность ответить немедленно и соединение между береговой и судовой станциями в согласованном рабочем канале установлено, то считается, что процедура ЦИВ выполнена.

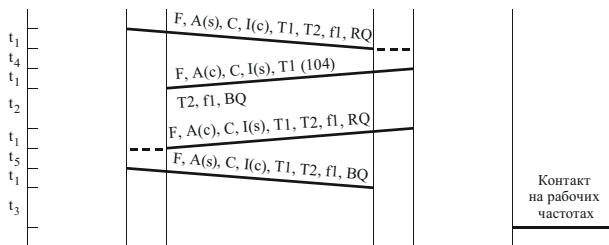
2.1.15 Если судовая станция передает подтверждение, которое не принимается береговой станцией, то это может привести к тому, что береговая станция повторит вызов (в соответствии с § 2.1.11). В этом случае судовая станция должна передать новое подтверждение. Если повторного вызова не получено, то судовая станция должна передать подтверждение или вызывную последовательность в соответствии с § 2.1.13.1.

РИСУНОК 2

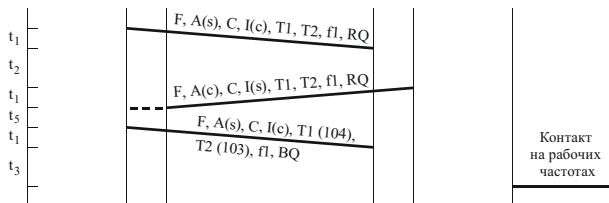
Пример временных диаграмм для вызова в направлении берег–судно



а) Автоматический передатчик (возможно выполнить)



б) Автоматический передатчик (невозможно выполнить)



с) Судовой передатчик неавтоматический. Судно выполняет задержанный (> 5 мин.) ответ на вызов от береговой станции и становится в очередь на рабочей частоте

- t_1 : время передачи последовательности ЦИВ
 t_2 : интервал между приемом ЦИВ на судне и передачей с судна после появления оператора в радиобудке (от нескольких минут до нескольких часов)
 t_3 : время перехода с вызывной частоты на рабочую, включая, в случае необходимости, время для освобождения рабочего канала (время ожидания в очереди)
 t_4 : определено в § 2.1.13.2
 t_5 : время для подготовки подтверждения на береговой станции (см. § 2.2.6)

- F : спецификатор формата
 A : адрес вызываемой станции
 I : самоопределение вызывающей станции { суффикс (c) или (s) обозначает береговую станцию или судно, соответственно
 C : категория
 T1 : сигнал первой телекоманды, (104) означает невозможность выполнения
 T2 : сигнал второй телекоманды, (103) означает очередь
 f1, f1' : рабочие частоты
 RQ, BQ : сигналы конца последовательности

2.2 Судовая станция посылает вызов на береговую станцию (см. Примечание 1)

Рисунки 3 и 4 иллюстрируют нижеописанные процедуры в виде блок-схемы и временной последовательности, соответственно.

Эта процедура должна использоваться также как при задержанном ответе на вызов, полученный ранее от береговой станции (см. § 2.1.13.1), так и при начале передачи трафика судовых станций.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. — Более подробно описание процедур, применимых только для станций полуавтоматического/автоматического обслуживания, приведено в Рекомендациях МСЭ-R M.689 и МСЭ-R M.1082.

2.2.1 Судовая станция составляет вызывную последовательность следующим образом:

- выбирает спецификатор формата;
- вводит адрес;
- выбирает категорию;
- выбирает информацию телекоманды;
- вводит информацию о рабочей частоте в часть последовательности, предназначенную для сообщений, если это целесообразно;
- вводит требуемый телефонный номер (только в случае станции полуавтоматических/автоматических соединений);
- выбирает "конец последовательности" сигнал "RQ".

2.2.2 Судовая станция проверяет вызывную последовательность.

2.2.3 Судовая станция выбирает одну, наиболее подходящую, частоту вызова, предпочтительно с использованием национальных вызывных каналов, предназначенных для работы береговой станции, для чего она должна послать одну вызывную последовательность на выбранной частоте.

2.2.4 Судовая станция начинает передачу последовательности на выбранной частоте, по мере возможности, после проверки того, что на этой частоте не ведутся другие вызовы.

2.2.5 Если вызываемая станция не отвечает, вызов с судовой станции, как правило, не должен повторяться ранее, чем через 5 мин. для ручных соединений или 5 с или 25 с в случае полуавтоматических/автоматических соединений ОВЧ и СЧ/ВЧ, соответственно. Эти повторения могут быть, если это целесообразно, произведены на других частотах. Любое последующее повторение в адрес той же береговой станции не должно производиться ранее, чем по истечении, по крайней мере, 15 мин.

2.2.6 Береговая станция должна передать подтверждающую последовательность (после проверки того, что на выбранной частоте нет текущих соединений) после задержки не менее 5 с, но не позднее чем через 4,5 мин. для ручных соединений или в пределах 3 с для полуавтоматических/автоматических соединений, содержащую спецификатор формата, адрес судна, категорию, самоопределение береговой станции и:

- если станция может ответить немедленно на предложенной рабочей частоте, ту же самую информацию о частоте и телекомандах, что была получена в вызове;
- если рабочая частота не была предложена судовой станцией, тогда подтверждающая последовательность должна включать в себя предложение рабочей частоты/канала;
- если станция не может ответить на предложенной рабочей частоте, но может ответить немедленно на другой частоте, ту же самую информацию о телекомандах, что была получена в вызове, но на другой рабочей частоте;
- если станция не может ответить немедленно, сигнал телекоманды 104, причем сигнал второй телекоманды должен давать дополнительную информацию. Только для ручных соединений этот сигнал второй телекоманды может включать в себя указание очереди.

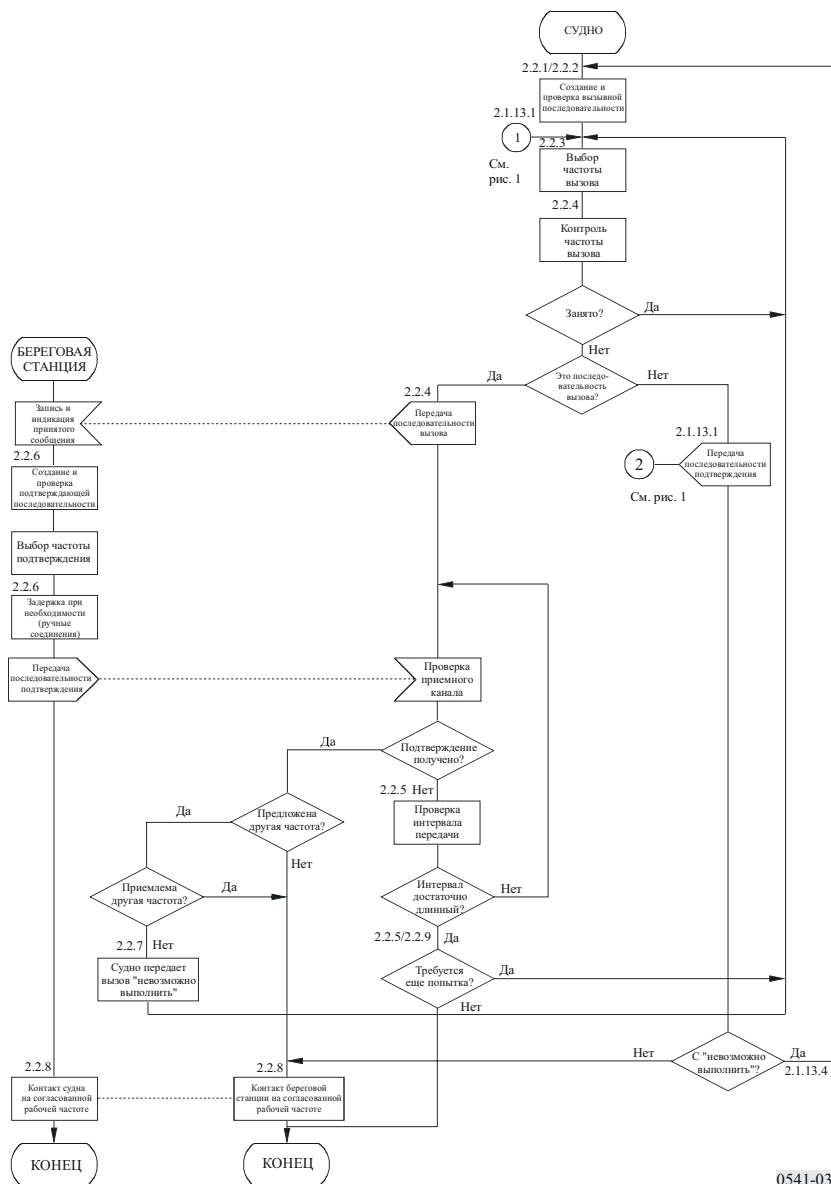
Также должен быть включен сигнал конца последовательности BQ.

2.2.7 Для ручных соединений, если рабочая частота предлагается в соответствии с § 2.2.6, но это неприемлемо для судовой станции, тогда судовая станция должна немедленно передать вызов береговой станции, указывая (используя сигналы телекоманд 104 и 108), что она не может ответить на этой частоте.

2.2.7.1 Береговая станция должна затем передать подтверждение в соответствии с § 2.2.6, либо принимая предложенную судном частоту, либо предлагая альтернативную.

РИСУНОК 3

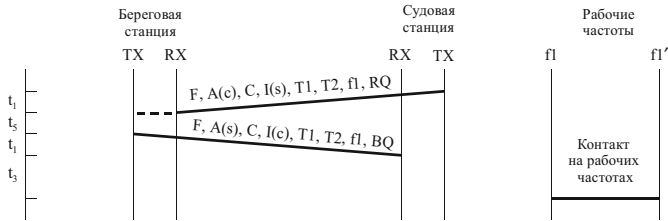
Блок-схема эксплуатационных процедур для вызова в направлении судно-берег



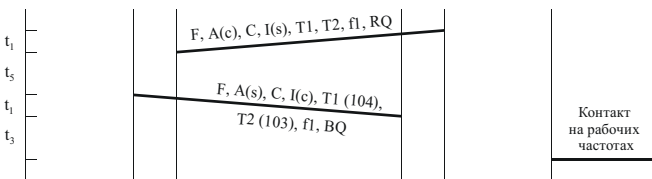
0541-03

РИСУНОК 4

Примеры временных диаграмм для вызова в направлении судно–берег



а) Соединение невозможно немедленно



б) На рабочей частоте имеется очередь

- t_1 : время передачи последовательности ЦИВ
 t_3 : время перехода с вызывной частоты на рабочую, включая, в случае необходимости, время для освобождения рабочего канала (время ожидания в очереди)
 t_5 : время для подготовки подтверждения на береговой станции (см. § 2.2.6)
 F : спецификатор формата
 A : адрес вызываемой станции
 I : самоопределение { суффикс (c) или (s) обозначает береговую станцию вызывающей станции } или судно, соответственно
 C : категория
 $T1$: сигнал первой телекоманды, (104) означает невозможность выполнения
 $T2$: сигнал второй телекоманды, (103) означает очередь
 $f1, f1'$: рабочие частоты
 RQ, BQ : сигналы конца последовательности

0541-04

2.2.8 Если подтверждение получено, дальнейшая передача вызывной последовательности должна быть отменена. При приеме подтверждения, которое указывает на способность ответить, процедуры ЦИВ завершаются и судовая и береговая станции должны связаться на согласованной рабочей частоте без дальнейшего обмена ЦИВ вызовами.

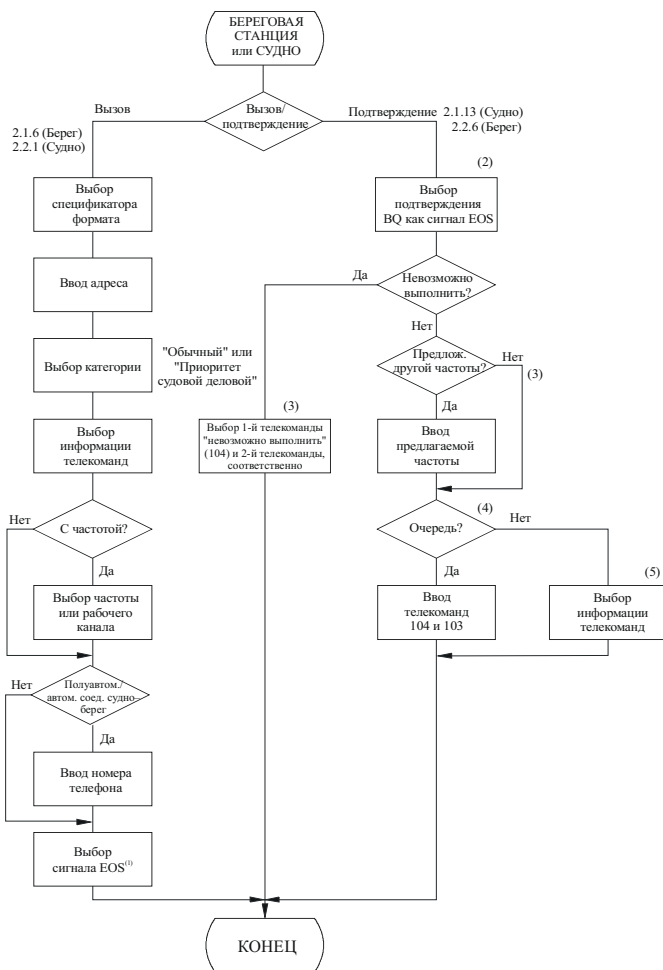
2.2.9 Если береговая станция передает подтверждение, которое не принимается на судне, тогда судовая станция должна повторить вызов в соответствии с § 2.2.5.

2.3 Судовая станция посылает вызов на судовую станцию

Процедуры связи судно–судно должны быть подобны тем, что описаны в § 2.2, где приемная судовая станция выполняет процедуры, описанные для береговой станции, если это приемлемо, за исключением того, что с учетом § 2.2.1 вызывающее судно должно всегда включать информацию о рабочей частоте в ту часть вызывной последовательности, которая предназначена для сообщений.

РИСУНОК 5

Процедуры создания вызывной и подтверждающей последовательностей
(для вызовов, отличных от вызовов бедствия и обеспечения безопасности)



⁽¹⁾ Обычно подтверждение RQ может быть автоматически выбрано как сигнал EOS вызывной последовательности для индивидуальной станции.

⁽²⁾ Спецификатор формата и категория автоматически переносятся из принятого вызова. Самоопределение в принятой последовательности автоматически переносится в адресную часть подтверждающей последовательности посредством выбора подтверждения BQ.

⁽³⁾ Информация о частоте автоматически переносится из принятого вызова.

⁽⁴⁾ Эта процедура предусмотрена только для береговых станций.

⁽⁵⁾ Если имеется возможность ответить и нет очереди, тогда информация телекоманд автоматически переносится из принятого вызова.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Эксплуатационные процедуры для судов в случае связи с ЦИВ на СЧ, ВЧ и ОВЧ**Введение**

Ниже, в § с 1 по 5, описаны процедуры для связи с ЦИВ на СЧ и ОВЧ.

Процедуры для связи с ЦИВ на ВЧ в основном, те же, что и для СЧ и ОВЧ. Особые условия, которые должны быть приняты во внимание при выполнении связи с ЦИВ на ВЧ, описаны в § 6, ниже.

1 Бедствие**1.1 Передача сигнала ЦИВ для оповещения о бедствии**

Сигнал бедствия должен быть передан, если, по мнению капитана, судно или человек находится в опасности и нуждается в немедленной помощи.

Сигнал бедствия ЦИВ должен, по мере возможности, включать сведения о последнем известном местонахождении судна и о соответствующем ему времени (UTC). Данные о местонахождении корабля и времени могут быть включены в сигнал автоматически бортовым навигационным оборудованием или могут быть введены вручную.

Сигнал бедствия ЦИВ передается следующим образом:

- настроить передатчик на канал бедствия ЦИВ (2187,5 кГц на СЧ, канал 70 на ОВЧ (см. Примечание 1)).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Передатчики некоторых морских СЧ радиотелефонов должны быть настроены на частоту на 1700 Гц ниже, чем 2187,5 кГц, т.е. 2185,8 кГц, для того чтобы передать сигнал бедствия ЦИВ на 2187,5 кГц;

- если время позволяет, включить или набрать на панели ЦИВ оборудования указатели:
 - характер бедствия,
 - последнее известное местонахождение судна (широту и долготу),
 - время (в UTC), когда местоположение было таким, как указано,
 - тип последующей связи в случае бедствия (телефон),

в соответствии с инструкциями производителя оборудования ЦИВ;

- передать сигнал бедствия ЦИВ (см. Примечание 2);
- подготовиться к последующему обмену сообщениями во время бедствия, настроив передатчик и приемник радиотелефона на канал трафика бедствия в той же полосе, т.е. 2182 кГц на СЧ, канал 16 на ОВЧ, ожидая подтверждения сигнала бедствия ЦИВ.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Добавить к сигналу бедствия ЦИВ там, где это осуществимо и разумно, по мнению лица, отвечающего за терпящее бедствие судно, дополнительное расширение в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R М.821 с дополнительной полезной информацией в соответствии с инструкциями производителя оборудования ЦИВ.

1.2 Действия при приеме сигнала бедствия (см. Примечание 1)

Судно, принимающее сигнал бедствия ЦИВ от другого судна, обычно не должно подтверждать прием сигнала бедствия ЦИВ, поскольку, как правило, подтверждение сигнала бедствия ЦИВ выполняется только береговыми станциями.

Только если никакая другая станция, как предполагается, не приняла сигнал бедствия ЦИВ и передача сигнала бедствия ЦИВ продолжается, судно должно подтвердить прием сигнала бедствия ЦИВ с использованием ЦИВ, для того чтобы прекратить вызов. Затем судно должно любыми возможными средствами информировать береговую станцию или земную береговую станцию.

Суда, принимающие сигнал бедствия ЦИВ от другого судна, должны также отсрочить подтверждение сигнала бедствия по радиотелефону на короткий интервал времени, если это судно находится в пределах зоны, охватываемой одной или несколькими береговыми станциями, для того чтобы дать время береговой станции первой подтвердить получение сигнала бедствия ЦИВ.

Суда, принимающие сигнал бедствия от другого судна, должны:

- следить за приемом подтверждения сигнала бедствия в канале бедствия (2187,5 кГц на СЧ и канал 70 на ОВЧ);
- подготовиться к приему последующих сообщений, касающихся бедствия, настроив приемник радиотелефона на канал обмена в случае бедствия в той же самой полосе, где был принят ЦИВ сигнал бедствия, т. е. 2182 кГц на СЧ, канал 16 на ОВЧ;
- подтвердить прием сигнала бедствия посредством передачи по радиотелефону на частоте обмена в случае бедствия в той же самой полосе, где был принят ЦИВ сигнал бедствия, т. е. 2182 кГц на СЧ, канал 16 на ОВЧ, следующего:
 - "MAYDAY",
 - 9-значный опознаватель судна, терпящего бедствие, повторенный 3 раза,
 - "this is",
 - 9-значный опознаватель или позывной или другой идентификатор своего собственного судна, повторенный 3 раза,
 - "ПРИНЯЛ MAYDAY"

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Суда, находящиеся вдали от места бедствия и неспособные помочь, должны передать подтверждение, только если не появляется подтверждение приема ЦИВ сигнала бедствия никакой другой станции.

1.3 Обмен в случае бедствия

После приема подтверждения ЦИВ сигнала бедствия терпящее бедствие судно должно начать обмен сообщениями (трафик) бедствия по радиотелефону на частоте трафика бедствия (2182 кГц на СЧ, канал 16 на ОВЧ) следующим образом:

- "MAYDAY",
- "this is",
- 9-значный опознаватель и позывной или другой идентификатор судна,
- местонахождение судна – широту и долготу или другие привязки к известному географическому положению,
- характер бедствия и требуемой помощи,
- любую другую информацию, которая сможет облегчить спасание.

1.4 Ретрансляция сигнала бедствия ЦИВ

Судно, знающее, что другое судно терпит бедствие, должно ретранслировать сигнал бедствия ЦИВ, если:

- судно, терпящее бедствие, само не может подать сигнал бедствия,
- капитан судна считает, что требуется дополнительная помощь.

Ретрансляция сигнала бедствия ЦИВ передается следующим образом:

- настроить передатчик на канал бедствия ЦИВ (2187,5 кГц на СЧ, канал 70 на ОВЧ);
- выбрать на ЦИВ оборудовании формат ретранслируемого вызова в случае бедствия;
- набрать или выбрать на панели управления ЦИВ оборудования:
 - вызов "всем судам" или 9-значный опознаватель соответствующей береговой станции,
 - 9-значный опознаватель судна, терпящего бедствие, если он известен,
 - характер бедствия,
 - последнее местонахождение судна, терпящего бедствие, если оно известно,
 - время (в UTC), когда местоположение было таким, как указано, если оно известно,
 - тип последующей связи в случае бедствия (телефон);

- передать ретранслируемый вызов бедствия ЦИВ;
- подготовиться для последующего обмена сообщениями бедствия, настроив передатчик и приемник радиотелефона на канал трафика бедствия в той же самой полосе, т. е. 2182 кГц на СЧ, канал 16 на ОВЧ, ожидая подтверждения приема сигнала бедствия ЦИВ.

1.5 Подтверждение принятого ретранслированного сигнала бедствия ЦИВ от береговой станции (см. Примечание 1 к § 1.2 данного Приложения)

Береговые станции, после того как они приняли и подтвердили сигнал бедствия ЦИВ, могут, при необходимости, ретранслировать принятую информацию как ретранслируемый вызов бедствия ЦИВ, адресуя ее всем судам, всем судам в определенной географической зоне, группе судов или конкретному судну.

Суда, принимающие ретранслированный сигнал бедствия, переданный береговой станцией, не должны использовать ЦИВ для подтверждения, но должны подтвердить прием вызова по радиотелефону в канале трафика бедствия в той же самой полосе, в которой принят ретранслированный вызов, т. е. 2182 кГц на СЧ, канал 16 на ОВЧ.

Подтвердить прием сигнала бедствия посредством передачи по радиотелефону на частоте трафика бедствия в той же самой полосе, где был принят ретранслированный сигнал бедствия ЦИВ, следующего:

- "MAYDAY",
- 9-значный опознаватель или позывной или другой идентификатор вызывающей береговой станции,
- "this is",
- 9-значный опознаватель или позывной или другой идентификатор своего собственного судна, повторенный 3 раза,
- "ПРИНЯЛ MAYDAY".

1.6 Подтверждение принятого ретранслированного сигнала бедствия от другого судна

Суда, принимающие ретранслированный сигнал бедствия, переданный другим судном, должны выполнить те же действия, что и для подтверждения сигнала бедствия, т. е. процедуру, описанную в § 1.2, выше.

1.7 Анулирование непреднамеренно переданных сигналов (вызовов) бедствия

Станция, непреднамеренно передавшая сигнал бедствия, должна анулировать его по следующей процедуре:

1.7.1 Немедленно передать сигнал ЦИВ "аннулирование сигнала бедствия" в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R M.493 (например, § 8.3.2) совместно с MMSI своего собственного судна, указываемого как опознаватель судна, терпящего бедствие. Кроме того, анулировать сигнал бедствия голосом по телефонному каналу трафика бедствия, связанного с каждым каналом ЦИВ, по которому был передан "вызов бедствия".

1.7.2 Прослушать телефонный канал трафика бедствия, связанный с данным каналом ЦИВ, на котором был передан сигнал бедствия, и ответить на любой запрос, касающийся данной передачи сигнала бедствия.

2 Срочные сообщения

2.1 Передача срочных сообщений

Передача срочных сообщений должна выполняться в два этапа:

- объявление о передаче срочного сообщения,
- передача срочного сообщения.

Объявление о передаче срочного сообщения выполняется при помощи передачи срочного вызова ЦИВ в вызывном канале бедствия ЦИВ (2187,5 кГц на СЧ, канал 70 на ОВЧ).

Срочное сообщение передается в канале трафика бедствия (2182 кГц на СЧ, канал 16 на ОВЧ).

Срочный вызов ЦИВ может быть адресован всем станциям или конкретной станции. Частота, на которой будет передано срочное сообщение, должна быть указана в срочном вызове ЦИВ.

Передача срочного сообщения, следовательно, выполняется следующим образом:

Объявление:

- настроить передатчик на вызывной канал бедствия ЦИВ (2187,5 кГц на СЧ, канал 70 на ОВЧ);
- набрать или выбрать на панели управления ЦИВ оборудования:
 - вызов "всем судам" или 9-значный опознаватель конкретной станции,
 - категорию вызова (срочный),
 - частоту или канал, где будет передано срочное сообщение,
 - тип последующей связи, по которой будет передано срочное сообщение (радиотелефония),в соответствии с инструкциями производителя оборудования ЦИВ;
- передать срочный вызов ЦИВ.

Передача срочного сообщения:

- настроить передатчик на частоту или канал, указанный в срочном вызове ЦИВ;
- передать срочное сообщение следующим образом:
 - "PAN PAN", повторенный 3 раза,
 - "ВСЕМ СТАНЦИЯМ" или позывной вызываемой станции, повторенный 3 раза,
 - "this is",
 - 9-значный опознаватель и позывной или другой идентификатор своего собственного судна,
 - текст срочного сообщения.

2.2 Прием срочного сообщения

Суда, принимающие объявление ЦИВ о срочном сообщении, адресованном всем судам, НЕ должны подтверждать прием вызова ЦИВ, но должны настроить приемник радиотелефона на частоту, указанную в вызове, и прослушать срочное сообщение.

3 Безопасность

3.1 Передача сообщений безопасности

Передача сообщений безопасности должна выполняться в два этапа:

- объявление о передаче сообщения безопасности,
- передача сообщения безопасности.

Объявление о передаче сообщения безопасности выполняется при помощи передачи вызова безопасности ЦИВ в вызывном канале бедствия ЦИВ (2187,5 кГц на СЧ, канал 70 на ОВЧ).

Сообщение безопасности обычно передается в канале трафика бедствия и безопасности в том же канале, в котором послан вызов ЦИВ (2182 кГц на СЧ, канал 16 на ОВЧ).

Вызов безопасности ЦИВ может быть адресован всем судам, судам в определенной географической зоне или конкретной станции.

Частота, на которой будет передано сообщение безопасности, должна быть указана в вызове ЦИВ.

Передача сообщений безопасности выполняется следующим образом:

Объявление:

- настроить передатчик на вызывной канал бедствия ЦИВ (2187,5 кГц на СЧ, канал 70 на ОВЧ);
- выбрать подходящий формат вызова на оборудовании ЦИВ (всем судам, вызов в определенную зону или индивидуальный вызов);

- набрать или выбрать на панели управления оборудования ЦИВ:
 - определенную зону или 9-значный опознаватель конкретной станции, в зависимости от ситуации,
 - категорию вызова (безопасность),
 - частоту или канал, где будет передано сообщение безопасности,
 - тип последующей связи для передачи сообщения безопасности (радиотелефония),в соответствии с инструкциями производителя оборудования ЦИВ;
- передать вызов безопасности ЦИВ.

Передача сообщения безопасности:

- настроить передатчик на частоту или канал, указанный в вызове безопасности ЦИВ;
- передать сообщение безопасности следующим образом:
 - "SECURITE", повторенный 3 раза,
 - "ВСЕМ СТАНЦИЯМ" или позывной вызываемой станции, повторенный 3 раза,
 - "this is",
 - 9-значный опознаватель и позывной или другой идентификатор своего собственного судна,
 - текст сообщения безопасности.

3.2 Прием сообщения безопасности

Суда, принимающие объявление ЦИВ о передаче сообщения безопасности, адресованное всем судам, НЕ должны подтверждать прием вызова безопасности ЦИВ, но должны настроить приемник радиотелефона на частоту, указанную в вызове, и прослушать сообщение безопасности.

4 Передача общественной корреспонденции

4.1 Каналы ЦИВ для общественной корреспонденции

4.1.1 ОВЧ

ОВЧ ЦИВ канал 70 используется для ЦИВ в случаях бедствия и безопасности, а также для ЦИВ при передаче общественной корреспонденции.

4.1.2 СЧ

Для цифрового избирательного вызова на СЧ при передаче общественной корреспонденции используются международные и национальные каналы ЦИВ, отличные от вызывного канала ЦИВ, предназначенного для случаев бедствия и безопасности, 2187,5 кГц.

Суда, вызывающие береговые станции при помощи ЦИВ на СЧ для передачи общественной корреспонденции, должны предпочтительно использовать национальный канал ЦИВ береговой станции.

Международный канал ЦИВ для передачи общественной корреспонденции может использоваться, как правило, между судовыми и береговыми станциями различных стран. Передающей частотой для судов является 2189,5 кГц, а для приема – 2177 кГц.

Частота 2177 кГц используется также для цифрового избирательного вызова между судами для обычной связи.

4.2 Передача вызова ЦИВ при передаче общественной корреспонденции на береговую станцию или другое судно

Вызов ЦИВ для передачи общественной корреспонденции на береговую станцию или другую судовую станцию передается следующим образом:

- настроить передатчик на соответствующий канал ЦИВ;
- выбрать формат вызова конкретной станции на оборудовании ЦИВ;
- набрать или выбрать на панели управления оборудования ЦИВ:
 - 9-значный опознаватель конкретной станции, которая должна быть вызвана,
 - категорию вызова (обычный),

- тип последующей связи (обычно радиотелефония),
- предлагаемый рабочий канал, если вызывается другое судно. Предложение рабочего канала НЕ должно быть включено в вызовы, направленные береговым станциям; береговая станция укажет свободный рабочий канал в своем подтверждении ЦИВ,

в соответствии с инструкциями производителя оборудования ЦИВ;

- передать вызов ЦИВ.

4.3 Повторение вызова

Вызов ЦИВ для передачи общественной корреспонденции может быть повторен в том же или другом канале ЦИВ, если в течение 5 мин. не получено подтверждения.

Дальнейшие попытки вызова должны производиться не ранее, чем через 15 мин., если подтверждение все еще не получено.

4.4 Подтверждение принятого вызова и подготовка к приему трафика

После приема вызова ЦИВ от береговой станции или другого судна подтверждение приема ЦИВ осуществляется следующим образом:

- настроить передатчик на частоту передачи канала ЦИВ, в котором был принят вызов;
- выбрать формат подтверждения на оборудовании ЦИВ;
- передать подтверждение, указав, может ли судно связаться, как предложено в вызове (тип связи и рабочая частота);
- если имеется возможность связи в указанном режиме, настроить передатчик и приемник радиотелефона на указанный рабочий канал и подготовиться к приему трафика.

4.5 Прием подтверждения и дальнейшие действия

Если принимаемое подтверждение показывает, что вызываемая станция способна принять трафик, то необходимо подготовиться к передаче трафика следующим образом:

- настроить передатчик и приемник на указанный рабочий канал;
- начать связь в рабочем канале, передавая:
 - 9-значный опознаватель или позывной или другой идентификатор вызываемой станции,
 - "this is",
 - 9-значный опознаватель или позывной или другой идентификатор своего судна.

Как правило, именно судовая станция должна после небольшого перерыва опять послать вызов, в случае если в подтверждении от береговой станции указывается, что эта береговая станция не может принять трафик немедленно.

В том случае, если судно (в ответ на вызов другому судну) получает подтверждение, указывающее, что это другое судно не может принять трафик немедленно, то, как правило, именно вызываемое судно должно направить вызов вызывающему судну, когда вызываемое судно готово принять трафик.

5 Испытание оборудования передачи сигналов бедствия и безопасности

Следует максимально возможно избегать испытаний на частоте 2187,5 кГц, предназначенной исключительно для передачи сигналов бедствия и безопасности с помощью ЦИВ, и использовать другие методы.

Не должно быть никаких испытательных передач в ЦИВ ОВЧ канале вызова 70.

Испытательные вызовы должны передаваться судовой станцией и подтверждаться вызываемой береговой станцией. Как правило, дальнейшего обмена сообщениями между двумя станциями, вовлеченными в процесс испытаний, не должно быть.

Испытательный вызов передается на береговую станцию следующим образом:

- настроить передатчик на вызывную частоту бедствия и безопасности ЦИВ 2187,5 кГц;
- набрать или выбрать формат испытательного вызова на панели управления оборудования ЦИВ в соответствии с инструкциями производителя оборудования ЦИВ;
- набрать 9-значный опознаватель береговой станции, которая должна быть вызвана;

- передать вызов ЦИВ после проверки того, что на данной частоте не ведется связь;
- ждать подтверждения.

6 Специальные условия и процедуры для связи ЦИВ на ВЧ

Общие соображения

Процедуры для связи ЦИВ на ВЧ – с некоторыми добавлениями, описанными в § 6.1–6.5, ниже, идентичны соответствующим процедурам для связи ЦИВ на СЧ/ОВЧ.

Должны учитываться специальные условия при ЦИВ связи на ВЧ, описанные в § 6.1–6.5.

6.1 Бедствие

6.1.1 Передача сигнала бедствия ЦИВ

Сигнал бедствия ЦИВ должен быть послан береговым станциям, например в морских зонах А3 и А4 на ВЧ и на СЧ и/или ОВЧ – другим ближайшим судам.

Сигнал бедствия ЦИВ должен, по мере возможности, включать информацию о последнем известном местонахождении судна и времени (UTC), когда эти данные были получены. Если местонахождение судна и время не вводятся автоматически от судового навигационного оборудования, то их следует ввести вручную.

Сигнал бедствия судно–берег

Выбор ВЧ полосы

При выборе ВЧ полос для передачи сигнала бедствия ЦИВ следует учитывать характеристики распространения ВЧ радиоволн для данного времени года и времени суток.

Как правило, канал бедствия ЦИВ в 8-МГц морской полосе частот (8414,5 кГц) во многих случаях может быть приемлемым в качестве первого выбора.

Передача сигнала бедствия ЦИВ в нескольких ВЧ полосах обычно повышает вероятность успешного приема этого сигнала береговыми станциями.

Сигнал бедствия ЦИВ может быть передан в нескольких ВЧ полосах двумя различными способами:

- а) либо передавая сигнал бедствия ЦИВ в одной ВЧ полосе и ожидая в течение нескольких минут приема подтверждения от береговой станции;

если подтверждение не принято в течение 3 мин., процесс повторяется путем передачи сигнала бедствия ЦИВ в другой подходящей ВЧ полосе и т. д.;
- б) либо передавая сигнал бедствия ЦИВ в нескольких ВЧ полосах без пауз или с очень короткими паузами между вызовами, без ожидания подтверждения между вызовами.

Во всех случаях, когда время позволяет, рекомендуется выполнять процедуру а); это позволит проще выбрать подходящую ВЧ полосу для начала последующей связи с береговой станцией в соответствующем канале трафика бедствия.

Передача сигнала бедствия ЦИВ (см. Примечание 1):

- настроить передатчик на выбранный ВЧ канал бедствия ЦИВ (4207,5, 6312, 8414,5, 12 577, 16 804,5 кГц) (см. Примечание 2);
- выполнить инструкцию по набору или выбору требуемой информации на панели управления оборудования ЦИВ, как описано в § 1.1;
- передать сигнал бедствия ЦИВ.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Передача сигнала бедствия в направлении судно–судно должна обычно выполняться на СЧ и/или ОВЧ с использованием процедур СЧ/ОВЧ для передачи сигнала бедствия ЦИВ, описанных в § 1.1.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Некоторые морские ВЧ передатчики должны быть настроены на частоту на 1700 Гц ниже, чем вышеуказанные частоты ЦИВ, для того чтобы передать сигнал бедствия ЦИВ на правильной частоте.

В особых случаях передачи сигнала бедствия ЦИВ на ВЧ, например в тропических зонах, может быть полезным в дополнение к передаче в направлении судно–берег вести передачу сигнала бедствия в направлении судно–судно.

6.1.2 Подготовка к последующей передаче трафика бедствия

После передачи сигнала бедствия ЦИВ в соответствующих каналах бедствия ЦИВ (ВЧ, СЧ и/или ОВЧ) требуется подготовиться к последующей передаче трафика бедствия, настроить устройства радиосвязи (ВЧ, СЧ и/или ОВЧ соответственно) на соответствующие каналы трафика бедствия.

Если для передачи сигнала бедствия ЦИВ в нескольких полосах ВЧ был использован метод b), описанный в § 6.1.1:

- учесть, в какой(их) полосе(ах) ВЧ было успешно принято подтверждение от береговой станции;
- если подтверждение было принято в нескольких ВЧ полосах, начать передачу трафика бедствия в одной из них, но если нет ответа от береговой станции, должны быть использованы другие полосы поочередно.

Частоты трафика бедствия следующие:

ВЧ (кГц):

Телефон	4 125	6 215	8 291	12 290	16 420
Телекс	4 177,5	6 268	8 376,5	12 520	16 695

СЧ (кГц):

Телефон	2 182
Телекс	2 174,5

ОВЧ: Канал 16 (156,800 МГц).

6.1.3 Трафик бедствия

Если трафик бедствия на СЧ/ВЧ выполняется по *радиотелефону*, то используются процедуры, описанные в § 1.3.

Если трафик бедствия на СЧ/ВЧ выполняется по *радиотелексу*, то следует использовать следующие процедуры:

- если нет иных специальных требований, следует использовать прямое исправление ошибок (ПИО);
- всем сообщениям должно предшествовать:
 - не менее одного возврата каретки,
 - смена строки,
 - сдвиг на одну букву,
 - сигнал бедствия MAYDAY;
- судно, терпящее бедствие, должно начать передачу телексного трафика бедствия в соответствующем телексном канале бедствия следующим образом:
 - возврат каретки, смена строки, сдвиг на одну букву,
 - сигнал бедствия MAYDAY,
 - "this is",
 - 9-значный опознаватель или позывной или другой идентификатор судна,
 - местоположение судна, если оно не включено в сигнал бедствия ЦИВ,
 - характер бедствия,
 - любая другая информация, которая может облегчить спасание.

6.1.4 Действия при приеме сигнала бедствия ЦИВ на ВЧ от другого судна

Судно, принимающее сигнал бедствия ЦИВ на ВЧ от другого судна, НЕ должно подтверждать прием, но должно:

- следить за приемом подтверждения приема сигнала бедствия ЦИВ от береговой станции;
- во время ожидания приема подтверждения сигнала бедствия ЦИВ от береговой станции:

подготовиться к приему последующих сообщений о бедствии, настроив ВЧ оборудование радиосвязи (передатчик и приемник) на соответствующий канал трафика бедствия в той же самой ВЧ полосе, где был принят ВЧ сигнал бедствия ЦИВ, соблюдая следующие условия:

- если в сигнале бедствия ЦИВ был указан режим радиотелефонии, то ВЧ оборудование радиосвязи должно быть настроено на радиотелефонный канал трафика бедствия в соответствующей ВЧ полосе;
- если в сигнале бедствия ЦИВ был указан режим радиотелекса, то ВЧ оборудование радиосвязи должно быть настроено на радиотелексный канал трафика бедствия в соответствующей ВЧ полосе. Суда, способные дополнительно вести наблюдение в соответствующем радиотелефонном канале трафика бедствия, должны делать это;
- если сигнал бедствия ЦИВ был принят в нескольких ВЧ полосах, то ВЧ оборудование радиосвязи должно быть настроено на соответствующий канал трафика бедствия в ВЧ полосе, которая считается наилучшей в данном случае. Если сигнал бедствия ЦИВ был успешно принят в 8-МГц полосе, эта полоса во многих случаях может быть приемлемой для первого выбора;
- если в ВЧ канале в течение 1–2 мин. сигналы трафика бедствия не принимаются, то нужно настроить ВЧ оборудование радиосвязи на подходящий канал трафика бедствия в другой ВЧ полосе, считающейся пригодной для работы в данном конкретном случае;
- если в течение 3 мин. подтверждения сигнала бедствия ЦИВ от береговой станции не получено и не наблюдается никакой связи, касающейся бедствия, между береговой станцией и судном, терпящим бедствие, то необходимо:
 - передать ретранслируемый сигнал бедствия ЦИВ;
 - информировать Координационный центр спасания по соответствующим средствам связи.

6.1.5 Передача ретранслируемого сигнала бедствия ЦИВ

В случае, когда передача ретранслируемого сигнала бедствия ЦИВ считается необходимой:

- учитывая сложившуюся ситуацию, принять решение о том, в каких частотных диапазонах (СЧ, ОВЧ, ВЧ) следует передать ретранслируемый сигнал бедствия ЦИВ, учитывая передачу судно–судно (ВЧ, ОВЧ) и передачу судно–берег;
- настроить передатчик(и) на соответствующий канал бедствия ЦИВ, следуя процедуре, описанной в § 6.1.1, выше;
- следовать инструкциям набора или выбора формата вызова и соответствующей информации на панели управления оборудования ЦИВ, как описано в § 1.4;
- передать ретранслируемый сигнал бедствия ЦИВ.

6.1.6 Подтверждение ретранслированного сигнала бедствия ВЧ ЦИВ, полученного от береговой станции

Суда, принимающие от береговой станции ретранслированный сигнал бедствия ВЧ ЦИВ, адресованный всем судам в определенной зоне, НЕ должны подтверждать прием ретранслированного сигнала по ЦИВ, но должны подтвердить его по *радиотелефону* в радиотелефонном канале трафика бедствия в той же полосе(ах), где был принят ретранслированный сигнал бедствия ЦИВ.

6.2 Срочные сообщения

Передача срочных сообщений на ВЧ обычно должна быть адресована:

- либо судам в определенной географической зоне,
- или конкретной береговой станции.

Объявление о срочном сообщении выполняется при помощи передачи вызова ЦИВ с категорией "срочно" в соответствующем канале бедствия ЦИВ.

Передача срочного сообщения на ВЧ выполняется по радиотелефону или радиотелексу в соответствующем канале трафика бедствия в той же полосе, где было передано объявление ЦИВ.

6.2.1 Передача объявления ЦИВ о срочном сообщении на ВЧ

- выбрать ВЧ полосу, которая, как считается, будет наиболее подходящей, учитывая характеристики распространения ВЧ радиоволн в данное время года и время суток; 8-МГц полоса во многих случаях может быть подходящей в качестве первого выбора;
- настроить ВЧ передатчик на канал бедствия ЦИВ в выбранной ВЧ полосе;
- набрать или выбрать на оборудовании ЦИВ формат вызова либо для конкретной географической зоны, либо индивидуального вызов;
- в случае вызова для зоны набрать обозначение соответствующей географической зоны;
- выполнить инструкции по набору или выбору соответствующей информации на панели оборудования ЦИВ, как описано в § 2.1, включая вид связи, по которому будет передано срочное сообщение (радиотелефония или радиотелекс);
- передать вызов ЦИВ; и
- если вызов ЦИВ адресован конкретной береговой станции, ждать подтверждения ЦИВ от этой береговой станции. Если в течение нескольких минут подтверждения не получено, повторить вызов ЦИВ на другой ВЧ частоте, которая считается подходящей.

6.2.2 Передача срочного сообщения и последующие действия

- настроить ВЧ передатчик на канал трафика бедствия (телефонный или телексный), указанный в объявлении ЦИВ;
- если срочное сообщение должно быть передано по *радиотелефону*, выполнить процедуру, описанную в § 2.1;
- если срочное сообщение должно быть передано по *радиотелексу*, должна выполняться следующая процедура:
 - использовать режим с прямым исправлением ошибок (ПИО), если только сообщение не адресовано одной станции, идентификационный номер радиотелекса которой известен;
 - начать телексное сообщение, передавая:
 - по крайней мере один возврат каретки, сдвиг строки, сдвиг на одну букву,
 - сигнал срочного сообщения "PAN PAN",
 - "this is",
 - 9-значный опознаватель судна и позывной или другой идентификатор судна,
 - текст срочного сообщения.

Объявление и передача срочных сообщений, адресованных всем судам, оборудованным ВЧ станциями, в пределах определенной географической зоны могут быть повторены в нескольких ВЧ полосах, которые представляются пригодными в конкретной ситуации.

6.2.3 Прием срочного сообщения

Суда, принимающие вызов ЦИВ с извещением о наличии срочного сообщения, НЕ должны подтверждать прием вызова ЦИВ, но должны настроить приемник радиосвязи на частоту и режим связи, указанные в вызове ЦИВ, для приема сообщения.

6.3 Безопасность

Процедура для объявления ЦИВ о передаче сообщения безопасности и передача сообщения безопасности аналогична той, что используется для срочных сообщений, и описана в § 6.2, за исключением того, что:

- в объявлении ЦИВ следует использовать категорию БЕЗОПАСНОСТЬ;
- в сообщении безопасности следует использовать сигнал безопасности "SECURITE" вместо сигнала срочности "PAN PAN".

6.4 Передача общественной корреспонденции на ВЧ

Процедура связи ЦИВ для передачи общественной корреспонденции на ВЧ такая же, как и для СЧ.

При установлении связи ЦИВ на ВЧ следует учитывать характеристики распространения радиоволн.

Для ЦИВ при передаче общественной корреспонденции используются международные и национальные ВЧ каналы ЦИВ, отличные от тех, что используются для ЦИВ в случаях бедствия и для обеспечения безопасности.

Суда, вызывающие береговую станцию по ВЧ при помощи ЦИВ для передачи общественной корреспонденции, должны, предпочтительно, использовать национальный вызывной канал ЦИВ береговой станции.

6.5 Испытание ВЧ оборудования передачи сигналов бедствия и безопасности

Процедура испытания судового оборудования, используемого для передачи ЦИВ вызывных сигналов бедствия, срочных сообщений и сообщений безопасности на ВЧ при помощи передачи испытательных вызовов ЦИВ в ВЧ каналах бедствия ЦИВ, точно такая же, как и для испытаний на СЧ частоте бедствия ЦИВ 2187,5 кГц.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Эксплуатационные процедуры для береговых станций в случае связи с ЦИВ на СЧ, ВЧ и ОВЧ

Введение

Ниже, в § 1–5, описаны процедуры для связи с ЦИВ на СЧ и ОВЧ.

Процедуры для связи с ЦИВ на ВЧ в основном те же самые, что и для СЧ и ОВЧ. Особые условия, которые должны быть приняты во внимание при связи с ЦИВ на ВЧ, описаны в § 6, ниже.

1 Бедствие (см. Примечание 1)

1.1 Прием сигнала бедствия (вызова бедствия) ЦИВ

Передача сигнала бедствия означает, что подвижное средство (судно, воздушное судно или другой транспорт) или человек терпит бедствие и нуждается в немедленной помощи. Сигнал бедствия – это сигнал цифрового избирательного вызова, использующий формат сигнала бедствия (вызова бедствия).

Береговые станции в случае приема сигнала бедствия должны убедиться, что он максимально быстро направлен в Координационный центр спасания (RCC). Прием вызова бедствия должен быть максимально быстро подтвержден соответствующей береговой станцией.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Эти процедуры предполагают, что RCC расположен далеко от береговой станции ЦИВ; в противном случае следует сделать местные поправки.

1.2 Подтверждение сигнала бедствия (вызова бедствия) ЦИВ

Береговая станция должна передать подтверждение на той частоте вызова бедствия, на которой был принят вызов, и должна адресовать его всем судам. Подтверждение должно включать опознаватель судна, вызов бедствия которого подтверждается.

Подтверждение вызова бедствия ЦИВ передается следующим образом:

- использовать передатчик, настроенный на частоту, на которой был принят вызов бедствия;
- в соответствии с инструкциями производителя оборудования ЦИВ, набрать или выбрать на панели оборудования ЦИВ (см. Примечание 1):
 - подтверждение вызова бедствия;
 - 9-значный опознаватель судна, терпящего бедствие;
 - характер бедствия;
 - координаты бедствия;
 - время (в UTC), когда эти координаты были получены.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Некоторая или вся эта информация может быть автоматически введена оборудованием.

- передать подтверждение;
- приготовиться к работе с последующим трафиком бедствия, для чего установить дежурство на радиотелефоне и, если сигнал "режим последующей связи" в принятом вызове бедствия указывает телепринтер, также на узкополосном буквопечатающем телеграфном аппарате (NBDP), если береговая станция оборудована NBDP. В обоих случаях частоты радиотелефона и NBDP должны быть определены в соответствии с тем, на какой частоте был принят вызов бедствия (на СЧ 2182 кГц для радиотелефона и 2174,5 кГц для NBDP, на ОВЧ 156,8 МГц/канал 16 для радиотелефона; на ОВЧ нет частоты для NBDP).

1.3 Передача ретранслируемого сигнала бедствия (ретрансляция вызова бедствия) ЦИВ

Береговые станции могут начать и вести ретрансляцию вызова бедствия в любом из следующих случаев:

- если о бедствии подвижного средства было сообщено береговой станции при помощи иных средств и радиовещательная передача сигнала тревоги судам требуется Координационным центром спасания (RCC); и
- если лицо, ответственное за работу береговой станции, считает, что требуется дополнительная помощь (в таких условиях рекомендуется тесное сотрудничество с RCC).

В вышеуказанных случаях береговая станция должна передать ретранслируемый вызов бедствия берег–судно, адресованный, если нужно, всем судам, определенной группе судов, географической зоне или конкретному судну.

Ретранслируемый вызов бедствия должен содержать опознаватель подвижного средства, терпящего бедствие, его местонахождение и другую информацию, которая может облегчить спасание.

Ретранслируемый вызов бедствия должен передаваться следующим образом:

- использовать передатчик, настроенный на вызывную частоту бедствия ЦИВ (2187,5 кГц на СЧ, 156,525 МГц/канал 70 на ОВЧ);
- в соответствии с инструкциями производителя оборудования ЦИВ набрать или выбрать на панели оборудования ЦИВ (см. Примечание 1 к § 1.2 данного Приложения):
 - ретрансляция вызова бедствия,
 - спецификатор формата (всем судам, группе судов, географической зоне или конкретной станции),
 - если целесообразно, адрес судна, группы судов или географической зоны (не требуется, если спецификатором формата является "всем судам"),
 - 9-значный опознаватель судна, терпящего бедствие, если он известен,
 - характер бедствия,
 - координаты бедствия,
 - время (в UTC), когда эти координаты были получены;
- передать ретранслируемый вызов бедствия;
- приготовиться к приему подтверждения от судовой станции и к работе с последующим трафиком бедствия, переключившись на канал трафика бедствия в той же полосе, т. е. 2182 кГц на СЧ, 156,8 МГц/канал 16 на ОВЧ.

1.4 Прием ретранслированного сигнала бедствия (ретранслированного вызова бедствия)

Если ретранслированный вызов бедствия принимается от судовой станции, то береговые станции по получении ретранслированного вызова бедствия должны убедиться в том, что он максимально быстро направлен в Координационный центр спасания (RCC). Прием вызова бедствия должен быть максимально быстро подтвержден соответствующей береговой станцией с использованием ЦИВ подтверждения ретранслированного вызова бедствия, адресованного судовой станции. Если ретранслированный вызов бедствия принимается от береговой станции, то другие береговые станции, как правило, не должны предпринимать никаких дальнейших действий.

2 Срочные сообщения

2.1 Передача объявления ЦИВ

Объявление о наличии срочного сообщения должно выполняться на одной или нескольких вызывных частотах, предназначенных для бедствия и безопасности, с использованием формата срочного вызова и ЦИВ.

Срочный вызов ЦИВ может быть адресован всем судам, определенной группе судов, географической зоне или конкретному судну. Частота, на которой после объявления будет передано срочное сообщение, должна быть включена в срочный вызов ЦИВ.

Срочный вызов ЦИВ передается следующим образом:

- использовать передатчик, настроенный на вызывную частоту бедствия ЦИВ (2187,5 кГц на СЧ, 156,525 МГц/канал 70 на ОВЧ);
- в соответствии с инструкциями производителя оборудования ЦИВ набрать или выбрать на панели оборудования ЦИВ (см. Примечание 1 к § 1.2 данного Приложения):
 - спецификатор формата (всем судам, группе судов, географической зоне или конкретной станции),
 - если целесообразно, адрес судна, группы судов или географической зоны (не требуется, если спецификатором формата является "всем судам"),
 - категория вызова (срочный),
 - частоту или канал, в котором будет передано срочное сообщение,
 - тип связи, посредством которой будет передано срочное сообщение (радиотелефония);
- передать срочный вызов ЦИВ.

После объявления ЦИВ срочное сообщение должно быть передано на частоте, указанной в вызове ЦИВ.

3 Безопасность

3.1 Передача объявления ЦИВ

Объявление о передаче сообщения безопасности должно выполняться на одной или нескольких вызывных частотах, предназначенных для вызова в случаях бедствия и безопасности с использованием формата вызова безопасности и ЦИВ.

Вызов безопасности ЦИВ может быть адресован всем судам, определенной группе судов, географической зоне или конкретному судну. Частота, на которой после объявления будет передано сообщение безопасности, должна быть включена в вызов безопасности ЦИВ.

Вызов безопасности ЦИВ передается следующим образом:

- использовать передатчик, настроенный на вызывную частоту бедствия ЦИВ (2187,5 кГц на СЧ, 156,525 МГц/канал 70 на ОВЧ);
- в соответствии с инструкциями производителя оборудования ЦИВ набрать или выбрать на панели оборудования ЦИВ (см. Примечание 1 к § 1.2 данного Приложения):
 - спецификатор формата (всем судам, группе судов, географической зоне или конкретной станции),
 - если целесообразно, адрес судна, группы судов или географической зоны (не требуется, если спецификатором формата является "всем судам"),
 - категория вызова (безопасность),

- частоту или канал, в котором будет передано сообщение безопасности,
- тип связи, посредством которой будет передано сообщение безопасности (радиотелефония);
- передать вызов безопасности.

После объявления ЦИВ сообщение безопасности должно быть передано на частоте, указанной в вызове ЦИВ.

4 Общественная корреспонденция

4.1 Частоты/каналы ЦИВ для общественной корреспонденции

4.1.1 ОВЧ

Частота 156,525 МГц/канал 70 используется для ЦИВ в случае бедствия и для обеспечения безопасности. Эта частота/канал также может быть использована для целей вызова, отличных от бедствия и безопасности, например для общественной корреспонденции.

4.1.2 СЧ

Для общественной корреспонденции используются международные и национальные частоты, отличные от частот, используемых в случае бедствия и обеспечения безопасности.

Если береговая станция передает вызов ЦИВ судовой станции, то береговая станция должна использовать, в порядке предпочтения:

- национальный канал ЦИВ, на котором береговая станция ведет дежурство;
- международный вызывной канал ЦИВ, в котором береговая станция ведет передачу на 2177 кГц, а принимает на 2189,5 кГц. Для того чтобы уменьшить помехи в этом канале, он, как правило, может быть использован береговыми станциями для вызова судов другого государства или в случаях, когда неизвестно, на каких частотах ЦИВ судовая станция ведет дежурство.

4.2 Передача вызова ЦИВ на судно

Вызов ЦИВ передается следующим образом:

- использовать передатчик, настроенный на соответствующую вызывную частоту;
- в соответствии с инструкциями производителя оборудования ЦИВ, набрать или выбрать на панели оборудования ЦИВ (см. Примечание 1 к § 1.2 данного Приложения):
 - 9-значный опознаватель судна, которое должно быть вызвано,
 - категорию вызова (обычный или судовой деловой),
 - тип последующей связи (радиотелефония),
 - информацию о рабочей частоте;
- после проверки того, что на рабочей частоте не ведется обмен, передать вызов ЦИВ.

4.3 Повторение вызова

Береговые станции могут передать вызов дважды на той же частоте вызова с интервалом между вызовами не менее 45 с, при условии что она не приняла подтверждение в пределах этого интервала.

Если вызываемая станция не подтверждает вызов после второй передачи, вызов может быть передан еще раз на той же частоте не ранее, чем через 30 мин., или на другой частоте вызова не ранее, чем через 5 мин.

4.4 Подготовка к обмену трафика

По получении подтверждения ЦИВ с указанием того, что вызываемая судовая станция может использовать предложенную рабочую частоту, береговая станция переходит на рабочую частоту или канал и подготавливается к приему трафика.

4.5 Подтверждение принятого вызова ЦИВ

Подтверждение должно, как правило, передаваться на частоте, парной с частотой принятого вызова. Если один и тот же вызов был принят в нескольких вызывных каналах, для передачи подтверждения должен быть выбран наиболее подходящий канал.

Подтверждение вызова ЦИВ передается следующим образом:

- использовать передатчик, настроенный на соответствующую частоту;
- в соответствии с инструкциями производителя оборудования ЦИВ набрать или выбрать на панели оборудования ЦИВ (см. Примечание 1 к § 1.2 данного Приложения):
 - спецификатор формата (конкретная станция);
 - 9-значный опознаватель вызывающего судна;
 - категорию вызова (обычный или судовой деловой);
- если станция может ответить немедленно на рабочей частоте, предложенной судовой станцией, должна быть сообщена та же самая информация о частоте, что была получена в вызове;
- если рабочая частота не была предложена вызываемой судовой станцией, тогда подтверждение должно включать в себя предложение рабочей частоты/канала;
- если станция не может ответить на предложенной рабочей частоте, но может ответить немедленно на другой частоте, должна быть сообщена эта другая рабочая частота;
- если станция не может ответить немедленно, информация, соответствующая данному случаю;
- передать подтверждение (после проверки по мере возможности того, что на выбранной частоте не ведется обмен) после задержки не менее, чем на 5 с, но не позднее, чем через 4,5 мин.

4.6 Подготовка к обмену трафика

После передачи подтверждения береговая станция переходит на рабочую частоту или канал и подготавливается к приему трафика.

5 Испытание оборудования передачи вызовов в случае бедствия и обеспечения безопасности

Следует, насколько возможно, избегать испытаний на вызывных частотах, предназначенных исключительно для передач ЦИВ в случаях бедствия и обеспечения безопасности, и использовать другие методы. Не должно быть никаких испытательных передач на вызывной частоте ЦИВ 156,525 МГц/канал 70. Однако если испытания на частоте ЦИВ, предназначенной исключительно для вызовов в случае бедствия и обеспечения безопасности 2187,5 кГц, избежать нельзя, то следует указать, что это – испытательная передача (например, использовать специальные испытательные вызовы).

Испытательные вызовы должны передаваться судовой станцией и подтверждаться вызываемой береговой станцией. Как правило, дальнейшего обмена сообщениями между двумя станциями, вовлеченными в процесс испытаний, быть не должно.

Подтверждение испытательного вызова ЦИВ

Подтверждение испытательного вызова ЦИВ передается следующим образом:

- использовать передатчик, настроенный на частоту 2187,5 кГц;
- в соответствии с инструкциями производителя оборудования ЦИВ набрать или выбрать на панели оборудования ЦИВ:
 - подтверждение испытательного вызова,
 - 9-значный опознаватель вызывающего судна;
- передать подтверждение.

6 Особые условия и процедуры для связи с ЦИВ на ВЧ

Общие соображения

Процедуры для связи с ЦИВ на ВЧ – с некоторыми добавлениями, описанными в § 6.1–6.4, ниже, – идентичны соответствующим процедурам для связи с ЦИВ на СЧ/ОВЧ.

Для связи с ЦИВ на ВЧ должны быть учтены особые условия, описанные в § 6.1–6.4.

6.1 Бедствие

6.1.1 Прием и подтверждение сигналов бедствия ЦИВ на ВЧ

Суда, терпящие бедствие, могут в некоторых случаях передавать сигналы бедствия ЦИВ в нескольких ВЧ полосах с небольшими интервалами между отдельными вызовами.

Береговая станция должна передать подтверждение ЦИВ во всех ВЧ каналах бедствия ЦИВ, в которых был принят сигнал бедствия ЦИВ, для обеспечения по возможности того, чтобы подтверждение было максимально быстро принято судном, терпящим бедствие, и всеми судами, которые приняли сигнал бедствия ЦИВ.

6.1.2 Трафик бедствия

Трафик бедствия должен, как правило, осуществляться в соответствующем канале трафика бедствия (радиотелефонии или NBDP) в той же полосе частот, где был принят сигнал бедствия ЦИВ.

Для трафика бедствия, передаваемого NBDP, применяются следующие правила:

- всем сообщениям должны предшествовать не менее одного возврата каретки, сдвига строки, сдвиг на одну букву и сигнал бедствия MAYDAY;
- обычно следует использовать радиовещательный режим с прямым исправлением ошибок (ПИО).

Следует использовать режим ARQ только в случаях, если он считается предпочтительным в конкретной ситуации и при условии, что известен номер радиотелекса судна.

6.1.3 Передача ретранслируемого сигнала бедствия ЦИВ на ВЧ

При выборе ВЧ полос(ы) для ретрансляции сигнала бедствия ЦИВ следует учитывать характеристики распространения ВЧ радиоволн.

По Конвенции ИМО требуется, чтобы суда, оборудованные ВЧ ЦИВ для случаев бедствия и обеспечения безопасности, вели непрерывное автоматическое дежурство в канале бедствия ЦИВ в полосе 8 МГц и по крайней мере в одном из остальных ВЧ ЦИВ каналов бедствия.

Для того чтобы избежать создания на борту судов неопределенности в отношении того, в какой полосе должно быть начато установление контакта и передача трафика бедствия, ВЧ ЦИВ ретрансляция сигнала бедствия должна в каждый момент осуществляться только в одной ВЧ полосе и последующее соединение с отвечающими судами должно быть установлено до возможного повторения ретрансляции сигнала бедствия ЦИВ в другой ВЧ полосе.

6.2 Срочные сообщения

6.2.1 Объявление о срочных сообщениях и передача срочных сообщений на ВЧ

Для срочных сообщений, передаваемых по узкополосному буквопечатающему телеграфу, применяются следующие правила:

- срочным сообщениям должны предшествовать не менее одного возврата каретки, сдвига строки, сдвиг на одну букву, сигнал срочности PAN PAN и опознаватель береговой станции;
- обычно следует использовать радиовещательный режим с прямым исправлением ошибок (ПИО).

Следует использовать режим ARQ только в случаях, если он считается предпочтительным в конкретной ситуации и при условии, что известен номер радиотелекса судна.

6.3 Безопасность

6.3.1 Объявление и передача сообщений безопасности на ВЧ

Для сообщений безопасности, передаваемых по узкополосному буквопечатающему телеграфу, применяются следующие правила:

- сообщениям безопасности должны предшествовать не менее одного возврата каретки, сдвига строки, сдвиг на одну букву, сигнал безопасности SECURITE и опознаватель береговой станции;
- обычно следует использовать радиовещательный режим с прямым исправлением ошибок (ПИО).

Следует использовать режим ARQ только в случаях, если он считается предпочтительным в конкретной ситуации и при условии, что известен номер радиотелекса судна.

6.4 Испытание оборудования передачи в случаях бедствия и обеспечения безопасности

Процедуры для судов, испытывающих свое оборудование, используемое для ЦИВ вызовов бедствия, срочности и обеспечения безопасности в ВЧ ЦИВ каналах бедствия и подтверждения испытательных вызовов береговой станцией, те же самые, что и для испытаний оборудования СЧ ЦИВ на частоте бедствия 2187,5 кГц.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Частоты, используемые для цифрового избирательного вызова

1 Частоты для передач в случае бедствия и обеспечения безопасности с использованием цифрового избирательного вызова следующие (см. также Статью 38 РР (Часть А2 Приложения S13)):

2 187,5	кГц
4 207,5	кГц
6 312	кГц
8 414,5	кГц
12 577	кГц
16 804,5	кГц
156,525	МГц (Примечание 1).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Частота 156,525 МГц может также быть использована для целей цифрового избирательного вызова, отличных от передач в случае бедствия и обеспечения безопасности.

2 Частоты, присваиваемые на международной основе для судовых и береговых станций для цифрового избирательного вызова, для целей, отличных от передач в случаях бедствия и обеспечения безопасности, следующие:

2.1 Судовые станции (см. Примечание 1)

458,5			кГц
2 177 (Примечание 2)	2 189,5		кГц
4 208	4 208,5	4 209	кГц
6 312,5	6 313	6 313,5	кГц
8 415	8 415,5	8 416	кГц
12 577,5	12 578	12 578,5	кГц
16 805	16 805,5	16 806	кГц
18 898,5	18 899	18 899,5	кГц
22 374,5	22 375	22 375,5	кГц
25 208,5	25 209	25 209,5	кГц
		156,525	МГц (Примечание 3)

2.2 Береговые станции (см. Примечание 1)

455,5			кГц
2 177			кГц
4 219,5	4 220	4 220,5	кГц
6 331	6 331,5	6 332	кГц
8 436,5	8 637	8 437,5	кГц
12 657	12 657,5	12 658	кГц
16 903	16 903,5	16 904	кГц
19 703,5	19 704	19 704,5	кГц
22 444	22 444,5	22 445	кГц
26 121	26 121,5	26 122	кГц
		156,525	МГц (Примечание 3)

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Следующие пары частот (для судовых/береговых станций) (кГц) 4208/4219,5, 6312,5/6331, 8415/8436,5, 12 577,5/12 657, 16 805/16 903, 18 898,5/19 703,5, 22 374,5/22 444 и 25 208,5/26 121 являются международными частотами первого выбора для цифрового избирательного вызова.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Частота 2177 кГц может использоваться судовыми станциями только для вызова судно–судно.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Частота 156,525 МГц используется также для передач в случаях бедствия и обеспечения безопасности (см. Примечание 1 к § 1 данного Приложения).

3 В добавление к частотам, перечисленным в § 2, выше, для цифрового избирательного вызова могут быть использованы подходящие рабочие частоты в следующих частотных полосах:

415–526,5	кГц	(Районы 1 и 3)
415–525	кГц	(Район 2)
1 606,5–4 000	кГц	(Районы 1 и 3)
1 605–4 000	кГц	(Район 2) (в отношении полосы 1605–1625 кГц см. п. 480 PP(S5.89 PP))
4 000–27 500	кГц	
156–174	МГц.	

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R М.625-3*

**БУКВОПЕЧАТАЮЩЕЕ ТЕЛЕГРАФНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ С АВТОМАТИЧЕСКИМ
ОПОЗНАВАНИЕМ В МОРСКОЙ ПОДВИЖНОЙ СЛУЖБЕ****

(Вопрос МСЭ-R 5/8)

(1986-1990-1992-1995)

Резюме

В Приложении 1 к данной Рекомендации представлены характеристики буквопечатающего телеграфного оборудования, использующего метод ARQ с 7-элементным кодированием для связи в избирательном режиме, метод ПИО с 7-элементным кодированием для вещательного режима и автоматического опознавания, используемого для нового разрабатываемого оборудования с целью обеспечения совместимости с существующим оборудованием, соответствующим Рекомендации МСЭ-R М.476.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что имеется потребность в связи между судовыми станциями или судовыми и береговыми станциями, которые оборудованы стартопными аппаратами, использующими Международный телеграфный алфавит № 2 МСЭ-Т по радиотелеграфным каналам;
- b) что буквопечатающее телеграфное оборудование в морской подвижной службе применяется для:
 - телексной и/или телеграфной связи между судовой станцией и абонентом (международной) телексной сети;
 - телеграфной связи между судовой и береговой станциями или между двумя судовыми станциями;
 - телеграфной связи между судовой станцией и удаленной станцией (судовладельцем) через береговую станцию;
 - телеграфной связи в вещательном режиме, исходящей от береговой станции или от судовой станции к одной или нескольким судовым станциям;
- c) что вещательный режим не может использовать преимущества метода автоматического запроса и повторения (ARQ) из-за отсутствия обратной связи;
- d) что для вещательного режима должен применяться метод прямого исправления ошибок (ПИО);
- e) что период синхронизации и фазирования должен быть возможно короче;
- f) что большинство судовых станций обычно не всегда допускают одновременное использование радиопередатчика и радиоприемника;
- g) что буквопечатающая телеграфная система, применяющая методы обнаружения и исправления ошибок согласно Рекомендации МСЭ-R М.476, уже находится в эксплуатации;
- h) что все более широкое использование буквопечатающего телеграфного оборудования подчеркнуло важность однозначного опознавания обеих станций при установлении или восстановлении связи;
- j) что однозначное опознавание может обеспечиваться путем обмена сигналами самоопознавания между устройствами ARQ на уровне 7-элементного кода;
- k) что Приложение 43 к Регламенту радиосвязи (PP), Рекомендации МСЭ-R М.585 и Рекомендации МСЭ-Т E.210 и F.120 предусматривают всеобъемлющую систему присвоения опознавателей станциям морской подвижной службы;

* Данная Рекомендация должна быть доведена до сведения Международной морской организации (ИМО) и Сектора стандартизации электросвязи (МСЭ-Т).

** Новое разрабатываемое оборудование должно удовлетворять настоящей Рекомендации, которая обеспечивает совместимость с существующим оборудованием, изготовленным в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R М.476.

- l) что в интересах обеспечения однозначности опознавателей, которые присваиваются каждой судовой станции для оповещения о бедствии и обеспечения безопасности и для других видов связи, возможности адреса должны допускать использование опознавателей морской подвижной службы согласно положениям Приложения 43 к РР;
- m) что оборудование, изготовленное в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R M.476, не имеет возможности использовать опознаватели морской подвижной службы, упомянутые в § k);
- n) что имеется потребность в обеспечении максимальной совместимости с оборудованием, изготовленным в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R M.476; однако однозначное опознавание обеих станций не может быть достигнуто, когда связь устанавливается с оборудованием, изготовленным в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R M.476,

рекомендует,

- 1 чтобы в буквопечатающих телеграфных каналах морской подвижной службы использовался метод ARQ с 7-элементным кодированием;
- 2 чтобы для буквопечатающей телеграфной службы в вещательном режиме использовался метод прямого исправления ошибок с 7-элементным кодированием и с применением временного разнесения;
- 3 чтобы оборудование, разработанное согласно § 1 и 2, использовало автоматическое опознавание и обладало характеристиками, приведенными в Приложении 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Общие положения (режим А (ARQ) и режим В (ПИО)).....	4
2 Таблицы преобразований.....	4
2.1 Общие положения	4
2.2 Информационные сигналы трафика	4
2.3 Служебные информационные сигналы	4
2.4 Номера и сигналы опознавания и контрольных сумм.....	6
2.5 Получение сигнала контрольной суммы	6
3 Характеристики, режим А (ARQ).....	7
3.1 Общие положения	7
3.2 Функции ведущей и ведомой станций.....	7
3.3 Станция, передающая информацию (ISS).....	7
3.4 Станция, принимающая информацию (IRS).....	7
3.5 Процедура фазирования.....	8
3.6 Автоматическое опознавание.....	9
3.7 Обмен информацией	11
3.8 Процедура рефазирования	12
3.9 Сводный перечень служебных блоков и служебных информационных сигналов	14
4 Характеристики, режим В (ПИО).....	14
4.1 Общие положения	14
4.2 Передающая станция (CBSS и SBSS).....	14
4.3 Приемная станция (CBRS и SBRs)	15
4.4 Процедура фазирования.....	15
4.5 Процедура избирательного вызова (избирательный режим В)	15
4.6 Обмен информацией	15

Добавление 1 – Диаграммы ЯСО (режим А)	27
Добавление 2 – Процедура фазирования с автоматическим опознаванием в случае 7-сигнального опознавателя вызова (вызывающая станция)	31
Добавление 3 – Процедура рефазирования с автоматическим опознаванием в случае 7-сигнального опознавателя вызова (вызывающая станция)	34
Добавление 4 – Процедура фазирования без автоматического опознавания в случае 4-сигнального опознавателя вызова (вызывающая станция)	37
Добавление 5 – Процедура рефазирования без автоматического опознавания в случае 4-сигнального опознавателя вызова (вызывающая станция)	38
Добавление 6 – Процедура фазирования с автоматическим опознаванием в случае 7-сигнального опознавателя вызова (вызываемая станция)	39
Добавление 7 – Процедура рефазирования с автоматическим опознаванием в случае 7-сигнального опознавателя вызова (вызываемая станция)	42
Добавление 8 – Процедура фазирования без автоматического опознавания в случае 4-сигнального опознавателя вызова (вызываемая станция)	45
Добавление 9 – Процедура рефазирования с автоматическим опознаванием в случае 4-сигнального опознавателя вызова (вызываемая станция)	46
Добавление 10 – Передача трафика в случаях 4-сигнального опознавателя вызова и 7-сигнального опознавателя вызова (станция в состоянии ISS)	47
Добавление 11 – Прохождение трафика в случае 4-сигнального опознавателя вызова и в случае 7-сигнального опознавателя вызова (станция в состоянии IRS)	50
Добавление 12 – Обзорные диаграммы состояний	52
Лист 1 – Процедура фазирования с автоматическим опознаванием в случае 7-сигнального опознавателя вызова (вызывающая станция) и прохождение трафика, когда станция находится в состоянии ISS	52
Лист 2 – Процедура рефазирования с автоматическим опознаванием в случае 7-сигнального опознавателя вызова (вызывающая станция) и прохождение трафика, когда станция находится в состоянии ISS	53
Лист 3 – Процедура фазирования без автоматического опознавания в случае 4-сигнального опознавателя вызова (вызывающая станция) и прохождение трафика, когда станция находится в состоянии ISS	54
Лист 4 – Процедура рефазирования без автоматического опознавания в случае 4-сигнального опознавателя вызова (вызывающая станция) и прохождение трафика, когда станция находится в состоянии ISS	55
Лист 5 – Процедура фазирования с автоматическим опознаванием в случае 7-сигнального опознавателя вызова (вызываемая станция) и прохождение трафика, когда станция находится в состоянии IRS	56
Лист 6 – Процедура рефазирования с автоматическим опознаванием в случае 7-сигнального опознавателя вызова (вызываемая станция) и прохождение трафика, когда станция находится в состоянии IRS	57
Лист 7 – Процедура фазирования без автоматического опознавания в случае 4-сигнального опознавателя вызова (вызываемая станция) и прохождение трафика, когда станция находится в состоянии IRS	58
Лист 8 – Процедура рефазирования без автоматического опознавания в случае 4-сигнального опознавателя вызова (вызываемая станция) и прохождение трафика, когда станция находится в состоянии IRS	59

1 Общие положения (режим А (ARQ) и режим В (ПИО))

1.1 Эта система как в режиме А (ARQ), так и в режиме В (ПИО), является одноканальной синхронной системой, использующей 7-элементный код, обнаруживающий ошибки, с постоянным весом, описанный в § 2.2 и 2.3.

1.2 Скорость частотной манипуляции радиолиний составляет 100 Бод. Задающий генератор, управляющий скоростью модуляции в аппаратуре, должен иметь стабильность 30×10^{-6} или лучше.

1.3 Используются излучения класса F1B или J2B, при частотном сдвиге в радиолинии, составляющем 170 Гц. Если частотный сдвиг создается путем подведения тональных сигналов ко входу однополосного передатчика, то центральная частота звукового спектра, подводимого к передатчику, должна равняться 1700 Гц.

1.4 Отклонение радиочастоты передатчика и приемника должно соответствовать Рекомендации МСЭ-R SM.1137. Желательно, чтобы приемник использовал минимальную практически допустимую ширину полосы (см. также Отчет МСЭ-R M.585).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Желательно, чтобы ширина полосы приемника на уровне 6 дБ была в пределах 270–340 Гц.

1.5 При прямом соединении с международной телексной сетью сигналы на входе и выходе линии должны соответствовать 5-элементному стартопному Международному телеграфному алфавиту № 2 со скоростью модуляции 50 Бод.

1.6 Оборудование, разработанное в соответствии с настоящей Рекомендацией, будет, вероятно, содержать быстродействующие цифровые микросхемы. Должны быть приняты специальные меры во избежание помех для другого оборудования, а также для снижения восприимчивости к помехам от другой аппаратуры или электрических линий на борту судна (см. также Рекомендацию МСЭ-R M.218).

1.7 При работе в режиме А (ARQ) вызываемая станция выдерживает постоянный интервал времени между концом принятого сигнала и началом передаваемого сигнала (t_E на рисунке 1). При больших расстояниях распространения необходимо, чтобы этот t_E был возможно короче. Однако при небольших расстояниях может быть желательно введение более длинного интервала времени, например, 20–40 мс для облегчения работы приемника вызывающей станции. Этот интервал времени может вводиться на вызываемой станции либо в аппаратуре ARQ, либо в радиоаппаратуре.

2 Таблицы преобразований

2.1 Общие положения

В системе используются несколько типов "сигналов", а именно:

- информационные сигналы трафика,
- служебные информационные сигналы (сигналы управления, холостые сигналы и сигналы повторения),
- сигналы опознавания,
- сигналы контрольных сумм.

2.2 Информационные сигналы трафика

Эти сигналы используются во время связи для передачи информации сообщений от станции, передающей информацию, к одной или нескольким станциям, принимающим информацию. В таблице 1 приводится список информационных сигналов трафика, которые могут использоваться.

2.3 Служебные информационные сигналы

Эти сигналы используются для управления процедурами в радиоканале; они не входят в состав передаваемых сообщений. Служебные информационные сигналы обычно не печатаются и не выводятся на экран. В таблице 2 приводится список служебных информационных сигналов, которые могут использоваться.

ТАБЛИЦА 1

№ комбинации	Информационные сигналы трафика		Код Международного телеграфного алфавита № 2 ⁽¹⁾	Переданный 7-элементный сигнал ⁽²⁾
	Буквенный регистр	Цифровой регистр	Позиции битов ⁽³⁾ 1 2 3 4 5	Позиции битов ⁽³⁾ 1 2 3 4 5 6 7
1	A	—	ZZAAA	BBVYYVB
2	B	?	ZAAZZ	YBYVBBB
3	C	:	AZZZA	BYBBBY
4	D	☒ ⁽⁴⁾	ZAAZA	BBYBYVB
5	E	3	ZAAAA	YBVYBYB
6	F	⁽⁵⁾	ZAZZA	BBYBBYY
7	G	⁽⁵⁾	AZAZZ	BYBYBBY
8	H	⁽⁵⁾	AAZAZ	BYBYBBB
9	I	8	AZZAA	BYBBYYB
10	J	⏏ (Звуковой сигнал)	ZZAZA	BBBYBY
11	K	(	ZZZZA	YVBBVYY
12	L	)	AZAAZ	BYBYVBB
13	M	.	AAZZZ	BYVBBBY
14	N	,	AAZZA	BYVBBYB
15	O	9	AAAZZ	BYVBBB
16	P	0	AZZAZ	BYBBYBY
17	Q	1	ZZZAZ	YVBBYBY
18	R	4	AZAZA	BYBYBYB
19	S	,	ZAZAA	BBYBYVB
20	T	5	AAAAZ	YBYVBBB
21	U	7	ZZZAA	YVBBYYB
22	V	=	AZZZZ	YVBBBYY
23	W	2	ZZAAZ	BBYBYVB
24	X	/	ZAZZZ	YBYBBBY
25	Y	6	ZAZAZ	BBYBYBY
26	Z	+	ZAAAZ	BBYYVBB
27	←	(Возврат каретки)	AAAZA	YYYVBBB
28	≡	(Перевод строки)	AZAAA	YVBBYVB
29	↓	(Буквенный регистр)	ZZZZZ	YBYBBYB
30	↑	(Цифровой регистр)	ZZAZZ	YBVYBBY
31	△	(Пробел)	AAZAA	YVBBBYB
32	□	Нет информации	AAAAA	YBYBYVB

(1) A представляет стартовую полярность, Z представляет стоповую полярность (см. также Рекомендацию МСЭ-R M.490).

(2) В представляет верхнюю излучаемую частоту, а Y – нижнюю (см. также Рекомендацию МСЭ-R M.490).

(3) Бит в битовой позиции 1 передается первым; B = 0, Y = 1.

(4) Показанный знак представляет собой схематическое изображение мальтийского креста ⚔, которое также может быть использовано, если позволяет аппаратура (Рекомендация МСЭ-T F.1, § C9).

(5) В настоящее время не присвоен (см. Рекомендацию МСЭ-T F.1, § C8). Однако прием таких сигналов не должен вызывать запрос повторения.

ТАБЛИЦА 2

Режим А (АRQ)	Передаваемый сигнал	Режим В (ПНО)
Контрольный сигнал 1 (CS1)	BYBYVB	Холостой сигнал β Фазирующий сигнал 1, холостой сигнал α Фазирующий сигнал 2
Контрольный сигнал 2 (CS2)	YBYVBB	
Контрольный сигнал 3 (CS3)	BYVBBY	
Контрольный сигнал 4 (CS4)	BYBYBV	
Контрольный сигнал 5 (CS5)	BYBYVB	
Холостой сигнал β	BBYBBY	
Холостой сигнал α	BBBYYY	
Сигнал повторения (RQ)	YBVYVB	

2.4 Номера и сигналы опознавания и контрольных сумм

Номера и сигналы опознавания и контрольных сумм используются в процедуре автоматического опознавания для того, чтобы обеспечивать четкое и однозначное взаимное опознавание заинтересованных станций во время установления или восстановления радиоканала. В таблице 3а показано соотношение между передаваемыми сигналами опознавания и их эквивалентными номерами; в таблице 3б показано преобразование номеров контрольных сумм в передаваемые сигналы контрольных сумм.

ТАБЛИЦА 3а

Сигнал опознавания (IS)	Эквивалентное число (N)
A	19
B	11
C	6
D	18
E	13
F	8
I	15
K	3
M	4
O	14
P	5
Q	2
R	16
S	9
T	10
U	12
V	0
X	1
Y	7
Z	17

ТАБЛИЦА 3б

Номер контрольной суммы (CN)	Сигнал контрольной суммы (СК)
0	V
1	X
2	Q
3	K
4	M
5	P
6	C
7	Y
8	F
9	S
10	T
11	B
12	U
13	E
14	O
15	I
16	R
17	Z
18	D
19	A

2.5 Получение сигнала контрольной суммы

Сигналы опознавания IS1, IS2, IS3, IS4, IS5, IS6 и IS7 преобразуются в эквивалентные им числа N1, N2, N3, N4, N5, N6 и N7, соответственно, согласно таблице 3а. Три числа N1, N2 и N3 складываются, их сумма преобразуется в одно число контрольной суммы CN1, используя сложение по модулю 20. Это действие повторяется с числами N3, N4 и N5, в результате чего получается число контрольной суммы CN2, а для чисел N5, N6 и N7 – число контрольной суммы CN3, как показано ниже:

$$N1 \oplus N2 \oplus N3 = CN1$$

$$N3 \oplus N4 \oplus N5 = CN2$$

$$N5 \oplus N6 \oplus N7 = CN3,$$

где $\oplus$ обозначает сложение по модулю 20.

Последнее преобразование заключается в переводе чисел контрольных сумм CN1, CN2 и CN3, соответственно, в "сигнал контрольной суммы 1", "сигнал контрольной суммы 2" и "сигнал контрольной суммы 3" согласно таблице 3б.

Пример:

Станция 364775427 имеет семь сигналов опознавания: P E A R D B Y (см. Рекомендацию МСЭ-R M.491).

Получение контрольной суммы будет выглядеть так:

P E A R D B Y $\rightarrow$ 5 13 19 16 18 11 7

$$5 \oplus 13 \oplus 19 = 17 \quad (37-20)$$

$$19 \oplus 16 \oplus 18 = 13 \quad (53-20-20)$$

$$18 \oplus 11 \oplus 7 = 16 \quad (36-20)$$

17 13 16 $\rightarrow$ Z E R,

где $\oplus$ обозначает сложение по модулю 20.

Результат:

СК1 становится "Z" (комбинация № 26, см. таблицу 1)

СК2 становится "E" (комбинация № 5, см. таблицу 1)

СК3 становится "R" (комбинация № 18, см. таблицу 1)

3 Характеристики, режим A (ARQ)

3.1 Общие положения

Система работает в синхронном режиме, передавая блоки по три сигнала от станции, передающей информацию (ISS), к станции, принимающей информацию (IRS). Контрольный сигнал передается от IRS к ISS после приема каждого блока, указывая на то, что блок принят правильно или что требуется его повторная передача. Эти станции могут взаимно менять свои функции.

3.2 Функции ведущей и ведомой станций

3.2.1 Станция, которая начинает установление радиоканала (вызывающая станция), становится "ведущей", а станция, которую вызывают, будет "ведомой". Эта ситуация остается неизменной на все время, в течение которого поддерживается установленный радиоканал, независимо от того, какая из станций является в данный момент станцией, передающей информацию (ISS), или станцией, принимающей информацию (IRS).

3.2.2 Задающий генератор ведущей станции управляет синхронизацией всего канала (см. диаграмму синхронизации канала, рисунок 1). Этот задающий генератор должен иметь стабильность 30×10^{-6} или лучше.

3.2.3 Основной цикл синхронизации составляет 450 мс и состоит для каждой станции из интервала передачи и последующей паузы, во время которой осуществляется прием.

3.2.4 Синхронизация передачи на ведущей станции управляется задающим генератором ведущей станции.

3.2.5 Задающий генератор, управляющий синхронизацией ведомой станции, подстраивается по фазе к сигналам, которые принимаются от ведущей станции, то есть интервал времени между концом принимаемого сигнала и началом передаваемого сигнала (t_E на рисунке 1) будет постоянным (см. также § 1.7).

3.2.6 Синхронизация приема на ведущей станции подстраивается по фазе к сигналам, которые принимаются от ведомой станции.

3.3 Станция, передающая информацию (ISS)

3.3.1 ISS группирует информацию, которая подлежит передаче, в блоки, состоящие из трех сигналов (3×7 сигнальных элементов).

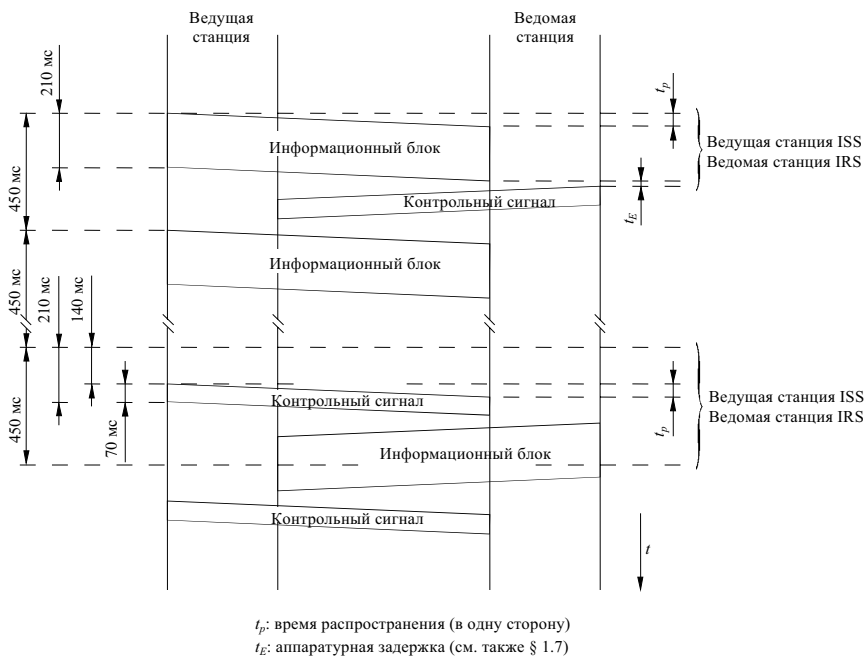
3.3.2 ISS передает блок в течение 210 мс (3×70 мс), после чего наступает пауза в передаче на 240 мс.

3.4 Станция, принимающая информацию (IRS)

3.4.1 После приема каждого блока IRS передает один сигнал длительностью 70 мс (7 сигнальных элементов), после чего наступает пауза в передаче на 380 мс.

РИСУНОК 1

Основная диаграмма синхронизации



D01

3.5 Процедура фазирования

3.5.1 Когда канал не установлен, обе станции находятся в состоянии "готовность". В этом состоянии ни одной из станций не присваивается состояние ведущий или ведомой, ISS или IRS.

3.5.2 "Сигнал вызова" содержит, смотря по обстоятельствам, четыре или семь сигналов опознавания. Сигналы опознавания перечислены в таблице 3а. Структура таких "сигналов вызова" должна соответствовать Рекомендации МСЭ-R M.491.

3.5.2.1 Аппаратура должна обладать способностью выполнять процедуры как с 4-сигнальным, так и с 7-сигнальным опознавателем и автоматически выбирать соответствующую процедуру либо согласно структуре принятого от вызывающей станции "сигнала вызова", либо согласно числу цифр (4, 5 или 9), которые введены в аппаратуру вызывающей станции для опознавания вызываемой станции.

3.5.3 "Сигнал вызова" содержит (Примечание 1):

- в "вызывном блоке 1": на позициях первого, второго и третьего знаков, соответственно: первый сигнал опознавания, служебный информационный сигнал "сигнал повторения" и второй сигнал опознавания вызываемой станции;
- в "вызывном блоке 2": на позициях первого, второго и третьего знаков, соответственно:
 - в случае 4-сигнального опознавателя: третий и четвертый сигналы опознавания вызываемой станции и "сигнал повторения"; либо
 - в случае 7-сигнального опознавателя: "сигнал повторения" и третий и четвертый сигналы опознавания вызываемой станции;

- в случае 7-сигнального опознавателя вызова в "вызывном блоке 3": последние три сигнала опознавания вызываемой станции.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Станция, использующей сигнал вызова, состоящей из двух блоков, должен быть присвоен номер в соответствии с пп. 2088, 2134 и с 2143 по 2146 РР.

Станция, способная использовать сигнал вызова, состоящий из трех блоков при связи со станциями, также способными использовать сигнал вызова, состоящий из трех блоков, должна использовать цифры морского опознавания, требуемые согласно Приложению 43 РР.

3.5.4 Станция, по требованию которой устанавливается связь, становится ведущей и передает "сигнал вызова" до тех пор, пока она не примет соответствующий контрольный сигнал; однако, если связь не установлена в течение 128 циклов (128×450 мс), то станция переходит в состояние "готовность" и ждет не менее 128 циклов, прежде чем послать тот же "сигнал вызова" снова.

3.5.5 Вызываемая станция становится ведомой и переходит из состояния "готовность" в состояние IRS:

- в случае 4-сигнального опознавателя вызова, сопровождаемого последовательно принятыми сигналами "вызывного блока 1" и "вызывного блока 2", после чего она передает "контрольный сигнал 1" до тех пор, пока не будет принят первый информационный блок;
- в случае 7-сигнального опознавателя вызова, сопровождаемого следующим один за другим приемом трех блоков вызова, после чего она передает "контрольный сигнал 4" до тех пор, пока не будет принят "блок опознавания 1".

3.5.6 Получив два последовательных идентичных сигнала "контрольный сигнал 1" или "контрольный сигнал 2", вызывающая станция переходит в состояние ISS и сразу приступает к передаче информации трафика (см. § 3.7) без автоматического опознавания.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Оборудование, изготовленное в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R M.476, передает "контрольный сигнал 1" или "контрольный сигнал 2" после приема соответствующего "сигнала вызова".

3.5.7 Получив "контрольный сигнал 3" во время процедуры фазирования, вызывающая станция немедленно переходит в состояние "готовность" и ожидает в течение 128 циклов, прежде чем снова начать передачу того же "сигнала вызова".

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Оборудование, изготовленное в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R M.476, может передать "контрольный сигнал 3" после приема соответствующего "сигнала вызова", если вызываемая станция находится в стадии рефазирования и была в момент прерывания в состоянии ISS.

3.5.8 Получив "контрольный сигнал 5" во время процедуры фазирования, вызывающая станция начинает процедуру "окончания связи" в соответствии с § 3.7.14 и ожидает по крайней мере в течение 128 циклов, прежде чем снова начать передачу того же "сигнала вызова". В течение этого периода ожидания станция находится в состоянии "готовность".

3.6 Автоматическое опознавание

Применяется лишь в случае 7-сигнального опознавателя вызова.

3.6.1 Получив "контрольный сигнал 4", вызывающая станция переходит в состояние ISS и начинает процедуру опознавания. Во время цикла опознавания производится обмен информацией об опознавателях обеих станций: ISS передает свои блоки опознавания, а IRS возвращает сигналы контрольных сумм, полученные из ее опознавателя согласно § 2.5. Получив каждый сигнал контрольной суммы, вызывающая станция сравнивает этот сигнал с соответствующим сигналом контрольной суммы, полученным на месте из сигналов опознавания, переданных в блоках вызова. Если они идентичны, то вызывающая станция переходит к последующей процедуре, в противном случае выполняется процедура из § 3.6.12.

3.6.2 ISS передает "блок опознавания 1", содержащий ее первый сигнал опознавания, "холостой сигнал α " и второй сигнал опознавания на позициях первого, второго и третьего знаков, соответственно.

3.6.3 Получив "блок опознавания 1", вызываемая станция передает "сигнал контрольной суммы 1", полученный из ее опознавателя.

3.6.4 Получив "сигнал контрольной суммы 1", вызывающая станция передает "блок опознавания 2", содержащий "холостой сигнал α ", ее третий и четвертый сигналы опознавания на позициях первого, второго и третьего знаков, соответственно.

3.6.5 Получив "блок опознавания 2", вызываемая станция передает "сигнал контрольной суммы 2", полученный из ее опознавателя.

3.6.6 Получив "сигнал контрольной суммы 2", вызывающая станция передает "блок опознавания 3", содержащий ее пятый, шестой и седьмой сигналы опознавания на позициях первого, второго и третьего знаков, соответственно.

3.6.7 Получив "блок опознавания 3", вызываемая станция передает "сигнал контрольной суммы 3", полученный из ее опознавателя.

3.6.8 Получив последний сигнал контрольной суммы, вызывающая станция передает "блок окончания опознавания", содержащий три "сигнала повторения".

3.6.9 Получив "блок окончания опознавания", вызываемая станция передает:

- "контрольный сигнал 1", начиная таким образом передачу трафика согласно § 3.7; либо
- "контрольный сигнал 3", если требуется, чтобы вызываемая станция начала передачу трафика в состоянии ISS (согласно § 3.7.11).

3.6.10 Получив "контрольный сигнал 1", вызывающая станция завершает цикл опознавания и начинает обмен трафиком, передавая "информационный блок 1" согласно § 3.7.

3.6.11 Получив "контрольный сигнал 3", вызывающая станция завершает цикл опознавания и начинает обмен трафиком с процедуры перемены направления связи согласно § 3.7.11.

3.6.12 Если какой-либо принятый сигнал контрольной суммы не совпадает с сигналом контрольной суммы, полученным на месте, то вызывающая станция повторно передает предыдущий опознавательный блок. Получив этот опознавательный блок, вызываемая станция передает соответствующий сигнал контрольной суммы еще раз.

Получив этот сигнал контрольной суммы, вызывающая станция сравнивает его снова. Если они опять не совпадают, а принятый сигнал "контрольной суммы" является таким же, как и предшествующий, то вызывающая станция начинает процедуру "окончания связи" согласно § 3.7.14; в противном случае вызывающая станция передает предшествующий блок опознавания снова. Любой блок опознавания должен передаваться повторно не более четырех раз из-за приема ошибочных сигналов контрольной суммы, после чего, если нужный сигнал контрольной суммы все еще не принят, вызывающая станция переходит в состояние "готовность".

3.6.13 Если из-за искаженного приема вызывающая станция не принимает:

- "контрольный сигнал 4", то она продолжает передачу "сигнала вызова";
- "сигнал контрольной суммы 1", то она передает повторно "блок опознавания 1";
- "сигнал контрольной суммы 2", то она передает повторно "блок опознавания 2";
- "сигнал контрольной суммы 3", то она передает повторно "блок опознавания 3";
- "контрольный сигнал 1" или "контрольный сигнал 3", то она передает повторно "блок окончания опознавания",

с учетом ограничения времени, указанного в § 3.6.18.

3.6.14 Если из-за искаженного приема вызываемая станция не принимает какой-либо блок во время цикла опознавания, то она передает "сигнал повторения" с учетом ограничения времени, указанного в § 3.6.18.

3.6.15 Если во время цикла опознавания вызывающая станция принимает "сигнал повторения", то она передает повторно предшествующий блок.

3.6.16 Если при повторении блока опознавания вызывающей станцией сигналы опознавания, принятые вызываемой станцией не совпадают, то вызываемая станция передает "сигнал повторения" до тех пор, пока не будут приняты два идентичных блока, следующих друг за другом, после чего передается соответствующий сигнал контрольной суммы с учетом ограничения времени, указанного в § 3.6.18.

3.6.17 Если во время цикла опознавания вызываемая станция принимает "блок окончания связи" (содержащий три "холостых сигнала α "), то она передает "контрольный сигнал 1" и переходит в состояние "готовность".

3.6.18 Если происходит непрерывное искажение сигналов во время цикла опознавания, то обе станции после 32 циклов подряд идущих повторений переходят в состояние "готовность".

3.6.19 Каждая станция должна сохранять опознаватель другой станции в течение соединения (см. § 3.7.1), и эта информация должна быть доступна на месте, например, с помощью дисплея или отдельной выходной цепи для внешнего использования. Однако эта информация об опознавателе не должна попадать в выходную линию к сети.

3.7 Обмен информацией

3.7.1 Во всех случаях после начала обмена и до тех пор, пока станция не перейдет в состояние "готовность", она должна сохранять следующую информацию:

- в каком состоянии (ведущей или ведомой) она находится;
- опознаватель другой станции (когда это применимо);
- в каком состоянии (ISS или IRS) она находится;
- в каком состоянии (буквенного или цифрового регистра) происходит обмен информацией.

3.7.2 ISS передает информацию блоками по три сигнала в каждом. Если необходимо, то для дополнения или заполнения блоков при отсутствии информации используются "холостые сигналы β".

3.7.3 ISS сохраняет в памяти переданный информационный блок до тех пор, пока не будет принят соответствующий контрольный сигнал, подтверждающий правильный прием на IRS.

3.7.4 Для внутреннего пользования IRS нумерует принятые информационные блоки попеременно как "информационный блок 1" и "информационный блок 2" в зависимости от первого переданного контрольного сигнала. Нумерация прерывается при приеме:

- информационного блока, в котором один или более сигналов искажены; либо
- информационного блока, содержащего по крайней мере один "сигнал повторения".

3.7.5 IRS передает "контрольный сигнал 1" при приеме:

- неискаженного "информационного блока 2"; либо
- искаженного "информационного блока 1"; либо
- "информационного блока 1", содержащего хотя бы один "сигнал повторения".

3.7.6 IRS передает "контрольный сигнал 2" при приеме:

- неискаженного "информационного блока 1"; либо
- искаженного "информационного блока 2"; либо
- "информационного блока 2", содержащего хотя бы один "сигнал повторения".

3.7.7 Для внутреннего пользования ISS нумерует последовательные информационные блоки попеременно как "информационный блок 1" и "информационный блок 2". Первый блок должен быть пронумерован как "информационный блок 1" или "информационный блок 2" в соответствии с получением "контрольного сигнала 1" или "контрольного сигнала 2". Нумерация прерывается при приеме:

- запроса повторения; либо
- искаженного контрольного сигнала; либо
- "контрольного сигнала 3".

3.7.8 Получив "контрольный сигнал 1", ISS передает "информационный блок 1".

3.7.9 Получив "контрольный сигнал 2", ISS передает "информационный блок 2".

3.7.10 Получив искаженный контрольный сигнал, ISS передает блок, содержащий три "сигнала повторения".

3.7.11 Процедура смены направления

3.7.11.1 Если требуется, чтобы ISS начала смену направления потока информации, то эта станция передает последовательность сигналов "↑" (комбинация № 30), "+" (комбинация № 26), "?" (комбинация № 2), за которой, при необходимости, может следовать один или более "холостых сигналов β" для завершения информационного блока.

3.7.11.2 Получив эту последовательность сигналов ("+", "?" (комбинация № 26 и комбинация № 2)) вместе с потоком информации на цифровом регистре, IRS передает "контрольный сигнал 3" до тех пор, пока не будет принят информационный блок, содержащий сигналы "холостой сигнал β", "холостой сигнал α", "холостой сигнал β".

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Наличие "холостого сигнала β" между сигналами "+" и "?" не должно препятствовать ответу IRS.

3.7.11.3 Если требуется, чтобы IRS начала смену направления обмена, то она передает "контрольный сигнал 3".

3.7.11.4 Получив "контрольный сигнал 3", ISS передает информационный блок, содержащий "холостой сигнал β ", "холостой сигнал α " и "холостой сигнал β ", на позициях первого, второго и третьего знаков, соответственно.

3.7.11.5 Получив информационный блок, содержащий служебные информационные сигналы "холостой сигнал β ", "холостой сигнал α " и "холостой сигнал β ", IRS переходит в ISS и передает:

- информационный блок, содержащий три "сигнала повторения", если это ведомая станция; либо
- один "сигнал повторения", если это ведущая станция,

пока не будет принят "контрольный сигнал 1" или "контрольный сигнал 2" с учетом ограничения времени, указанного в § 3.7.12.1.

3.7.11.6 ISS переходит в IRS после приема:

- информационного блока, содержащего три "сигнала повторения", если это ведущая станция; либо
- один "сигнал повторения", если это ведомая станция,

и передает "контрольный сигнал 1" или "контрольный сигнал 2" в соответствии с получением предшествующего "контрольного сигнала 2" или "контрольного сигнала 1", соответственно, после чего начинается передача в надлежащем направлении.

3.7.12 Процедура прерывания связи

3.7.12.1 Если происходит непрерывное искажение при приеме информационных блоков или контрольных сигналов, обе станции после 32 циклов подряд идущих повторений переходят в состояние "рефазирование" согласно § 3.8.

3.7.13 Процедура автоответа

3.7.13.1 Если требуется, чтобы ISS запросила опознавание оконечного аппарата, то эта станция передает сигналы "↑" (комбинация № 30) и "⊠" (комбинация № 4), за которыми следуют, при необходимости, один или более "холостых сигналов β " для завершения информационного блока.

3.7.13.2 Получив информационный блок, содержащий информационный сигнал обмена "⊠" (комбинация № 4), при обмене на цифровом регистре, IRS:

- изменяет направление обмена согласно § 3.7.11;
- передает информационные сигналы обмена, полученные от автоответчика телетайпа;
- передает, после завершения кода автоответа или при отсутствии кода автоответа, два информационных блока, состоящих из трех "холостых сигналов β ";
- изменяет направление обмена согласно § 3.7.11 и переходит в IRS.

3.7.14 Процедура окончания связи

3.7.14.1 Если требуется, чтобы ISS завершила установленное соединение, то она передает "блок окончания связи", содержащий три "холостых сигнала α ", до тех пор пока не будет принят соответствующий "контрольный сигнал 1" или "контрольный сигнал 2"; однако число передач "блока окончания связи" ограничивается четырьмя, после чего ISS переходит в состояние "готовность".

3.7.14.2 Получив "блок окончания связи", IRS передает соответствующий контрольный сигнал, указывающий на правильный прием этого блока, и переходит в состояние "готовность".

3.7.14.3 Получив контрольный сигнал, который подтверждает неискаженный прием "блока окончания связи", ISS переходит в состояние "готовность".

3.7.14.4 Если требуется, чтобы IRS завершила установленное соединение, то она должна сначала перейти в состояние ISS согласно § 3.7.11, а затем завершить связь.

3.8 Процедура рефазирования

3.8.1 Если при обмене на приеме непрерывно искажаются информационные блоки или контрольные сигналы, то обе станции после 32 циклов подряд идущих повторений переходят в состояние "рефазирование". Рефазирование – это автоматическое повторное установление прежнего канала сразу после прерывания этого канала из-за непрерывных повторений (см. § 3.7.12).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Некоторые береговые станции не обеспечивают рефазирование. Поэтому должна предусматриваться возможность исключения процедуры рефазирования.

3.8.2 После перехода в состояние "рефазирование" ведущая станция сразу начинает процедуру рефазирования. Эта процедура такая же, как и процедура фазирования; однако в случае 7-сигнального опознавателя вызова вместо "контрольного сигнала 4" рефазировавшая ведомая станция передает "контрольный сигнал 5" после приема соответствующего "сигнала вызова", переданного рефазировавшей ведущей станцией.

3.8.3 Если "контрольный сигнал 5" принимается ведущей станцией, то происходит автоматическое опознавание так, как это изложено в § 3.6. Однако после приема "блока окончания опознавания", содержащего три "сигнала повторения":

3.8.3.1 Если в момент прерывания ведомая станция находилась в состоянии IRS, то она передает:

- "контрольный сигнал 1", если последним перед прерыванием правильно принятым блоком был "информационный блок 2"; либо
- "контрольный сигнал 2", если последним перед прерыванием правильно принятым блоком был "информационный блок 1".

3.8.3.2 Если в момент прерывания ведомая станция находилась в состоянии ISS, то она передает "контрольный сигнал 3" для начала перехода в состояние IRS. После окончания смены направления, то есть после правильного приема ведущей станцией блока, содержащего три "сигнала повторения", ведущая станция передает:

- "контрольный сигнал 1", если последним перед прерыванием правильно принятым блоком был "информационный блок 2"; либо
- "контрольный сигнал 2", если последним перед прерыванием правильно принятым блоком был "информационный блок 1".

3.8.4 Получив "контрольный сигнал 4" во время процедуры рефазирования, ведущая станция передает один "блок окончания связи", содержащий три "холостых сигнала α ", после чего она продолжает попытку рефазирования.

3.8.5 Получив каждый блок опознавания, ведомая станция сравнивает принятые сигналы опознавания с ранее введенным в память опознавателем ведущей станции и:

- если сигналы совпадают, то ведомая станция продолжает работу процедурой передачи соответствующего сигнала контрольной суммы;
- если сигналы не совпадают, то ведомая станция начинает процедуру "окончания связи" согласно § 3.7.14 и остается в состоянии "рефазирование".

3.8.6 Получив блок, содержащий три "холостых сигнала α ", ведомая станция передает один "контрольный сигнал 1" и остается в состоянии "рефазирование".

3.8.7 В случае 4-сигнального опознавателя вызова ведущая станция в состоянии рефазирования:

- получив два последовательных сигнала "контрольный сигнал 1" или "контрольный сигнал 2", сразу возобновляет передачу информации, если ведомая станция была в состоянии IRS, либо начинает процедуру смены направления согласно § 3.7.11.1, если ведомая станция была в состоянии ISS;
- получив два последовательных "контрольных сигнала 3", сразу приступает к процедуре смены направления согласно § 3.7.11.4, если ведомая станция была в состоянии ISS.

3.8.8 В случае 4-сигнального опознавателя вызова ведомая станция, получив соответствующий "сигнал вызова", передает:

- если во время прерывания ведомая станция была в состоянии IRS:
 - "контрольный сигнал 1", если она перед появлением прерывания правильно приняла "информационный блок 2"; либо
 - "контрольный сигнал 2", если она перед появлением прерывания правильно приняла "информационный блок 1";
- если во время прерывания ведомая станция была в состоянии ISS, "контрольный сигнал 3" для начала перехода в состояние ISS.

3.8.9 Если рефазирование не завершается за интервал прерывания связи, состоящий из 32 циклов, то обе станции переходят в состояние "готовность" и никаких попыток рефазирования больше не предпринимается.

3.9 Сводный перечень служебных блоков и служебных информационных сигналов

3.9.1 Служебные блоки

$X_1 - RQ - X_2$: "Блок вызова 1", содержащий 1-й и 2-й сигналы опознавания.

$X_3 - X_4 - RQ$: "Блок вызова 2" при 4-сигнальном опознавателе вызова, содержащий 3-й и 4-й сигналы опознавания.

$RQ - X_3 - X_4$: "Блок вызова 2" при 7-сигнальном опознавателе вызова, содержащий 3-й и 4-й сигналы опознавания.

$X_5 - X_6 - X_7$: "Блок вызова 3" при 7-сигнальном опознавателе вызова, содержащий 5-й, 6-й и 7-й сигналы опознавания.

$Y_1 - \alpha - Y_2$: "Блок опознавания 1", содержащий 1-й и 2-й сигналы самоопознавания и запрос 1-го сигнала контрольной суммы.

$\alpha - Y_3 - Y_4$: "Блок опознавания 2", содержащий 3-й и 4-й сигналы самоопознавания и запрос 2-го сигнала контрольной суммы.

$Y_5 - Y_6 - Y_7$: "Блок опознавания 3", содержащий 5-й, 6-й и 7-й сигналы самоопознавания и запрос 3-го сигнала контрольной суммы.

$RQ - RQ - RQ$: Если появляется в процедуре автоматического опознавания, то указывает на окончание этой процедуры и является запросом соответствующего контрольного сигнала.

При обмене информацией указывает на запрос повторения последнего контрольного сигнала или является ответом на $\beta - \alpha - \beta$ при процедуре смены направления.

$\beta - \alpha - \beta$: Блок смены направления передачи трафика.

$\alpha - \alpha - \alpha$: Блок начала процедуры окончания связи.

3.9.2 Служебные информационные сигналы

CS1: Запрос "информационного блока 1" или указание о том, что "сигнал вызова" принят правильно во время фазирования/рефазирования (только в случае 4-сигнального опознавателя вызова).

CS2: Запрос "информационного блока 2".

CS3: IRS запрашивает смену направления передачи трафика.

CS4: "Сигнал вызова" правильно принят во время фазирования.

CS5: "Сигнал вызова" правильно принят во время рефазирования.

RQ: Запрос повторной передачи последнего блока опознавания или информационного блока, либо ответ на $\beta - \alpha - \beta$ в процедуре смены направления.

4 Характеристики, режим В (ПНО)

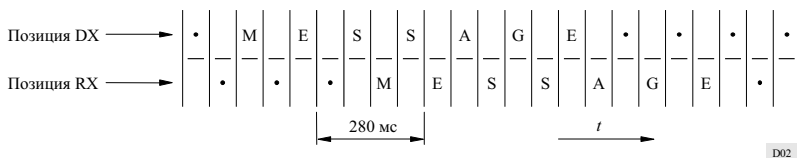
4.1 Общие положения

Система работает в синхронном режиме, передавая непрерывный поток сигналов от станции, передающей в циркулярном режиме В (CBSS), к нескольким станциям, принимающим в циркулярном режиме В (CBRS), или от станции, передающей в избирательном режиме В (SBSS), к одной или большему числу избранных станций, принимающих в избирательном режиме В (SBR).

4.2 Передающая станция (CBSS и SBSS)

Передающая станция как в циркулярном, так и в избирательном режиме В передает каждый сигнал дважды: за первой передачей (DX) конкретного сигнала следует передача четырех других сигналов, после чего повторно передается (RX) первый сигнал, позволяя вести прием с временным разнесением (см. рисунок 2) с интервалом времени 280 мс (4×70 мс).

РИСУНОК 2
Передача с временным разнесением



4.3 Приемная станция (CBRS и SBRS)

Приемная станция как в циркулярном, так и в избирательном режиме В проверяет оба сигнала (DX и RX) и использует неискаженный сигнал. Если оба сигнала не искажены, но различны, то оба сигнала должны рассматриваться как искаженные.

4.4 Процедура фазирования

4.4.1 Когда канал не установлен, обе станции находятся в состоянии "готовность"; ни одной из станций не присваивается состояние передающей или приемной.

4.4.2 Станция, которой необходимо передавать информацию, становится передающей станцией и поочередно передает "фазирующий сигнал 2" и "фазирующий сигнал 1", причем "фазирующий сигнал 2" передается на позиции DX, а "фазирующий сигнал 1" – на позиции RX. Должно быть передано не менее 16 таких сигнальных пар.

4.4.3 Получив последовательность сигналов "фазирующий сигнал 1" – "фазирующий сигнал 2" или последовательность сигналов "фазирующий сигнал 2" – "фазирующий сигнал 1", в которой "фазирующий сигнал 2" определяет позицию DX, а "фазирующий сигнал 1" определяет позицию RX, и как минимум еще два последующих фазирующих сигнала на соответствующих позициях, станция переходит в состояние CBRS и выдает непрерывную стоповую полярность на линейный выход к оконечному аппарату до приема информационного сигнала трафика "←" (комбинация № 27) или "≡" (комбинация № 28).

4.5 Процедура избирательного вызова (избирательный режим В)

4.5.1 Передав требуемое количество фазирующих сигналов, SBSS передает "сигнал вызова", состоящий из шести передач последовательности, каждая из которых состоит из сигналов опознавания избранной станции и передаваемого затем "холостого сигнала β". Эта передача осуществляется с временным разнесением согласно § 4.2.

4.5.2 SBSS передает "сигнал вызова" и все последующие информационные сигналы с соотношением 3В/4У, то есть инвертированно по сравнению с информационными сигналами из таблиц 1 и 2 и с сигналами опознавания из таблицы 3а.

4.5.3 "Сигнал вызова" содержит, смотря по обстоятельствам, четыре или семь сигналов опознавания. Сигналы опознавания перечислены в таблице 3а. Структура таких "сигналов вызова" должна соответствовать Рекомендации МСЭ-R M.491.

4.5.4 CBRS после неискаженного приема одной полной сигнальной последовательности, содержащей ее инвертированные сигналы опознавания, переходит в состояние SBRS и продолжает выдавать стоповую полярность на линейный выход оконечного аппарата до приема информационного сигнала "←" (комбинация № 27) или "≡" (комбинация № 28).

4.5.5 Станция в состоянии SBRS принимает последующие информационные сигналы, получаемые с соотношением 3В/4У, а все другие станции переходят в состояние "готовность".

4.6 Обмен информацией

4.6.1 Непосредственно перед передачей первых сигналов информации передающая станция передает информационные сигналы "←" (комбинация № 27) или "≡" (комбинация № 28), а затем начинает передачу информации.

4.6.2 CBSS во время прерывания потока информации передает "фазирующий сигнал 1" и "фазирующий сигнал 2" на позициях RX и DX, соответственно. Как минимум одна последовательность из четырех следующих подряд пар фазирующих сигналов должна появляться в каждых 100 сигналах, передаваемых на позиции DX во время обмена информацией.

4.6.3 SBSS при перерывах в потоке информации передает "холостые сигналы β ".

4.6.4 Получив любую из комбинаций информационного сигнала " $\leftarrow$ " (комбинация № 27) или " $\equiv$ " (комбинация № 28), приемная станция начинает печатать принятые информационные сигналы.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Термин "печатать" используется в § 4.6.4 и 4.6.5 для обозначения передачи сигналов информации на выходное устройство.

4.6.5 Приемная станция проверяет оба сигнала, принятых на позициях DX и RX, и печатает:

- неискаженный сигнал DX или RX; либо
- пробел " Δ " (комбинацию № 31) или, в качестве альтернативы, "знак ошибки" (который подлежит определению пользователем), если оба сигнала DX и RX искажены, либо не искажены, но различны.

4.6.6 Приемная станция переходит в состояние "готовность", если за заданный интервал времени процент сигналов, принятых с искажениями, достигнет заранее согласованного значения.

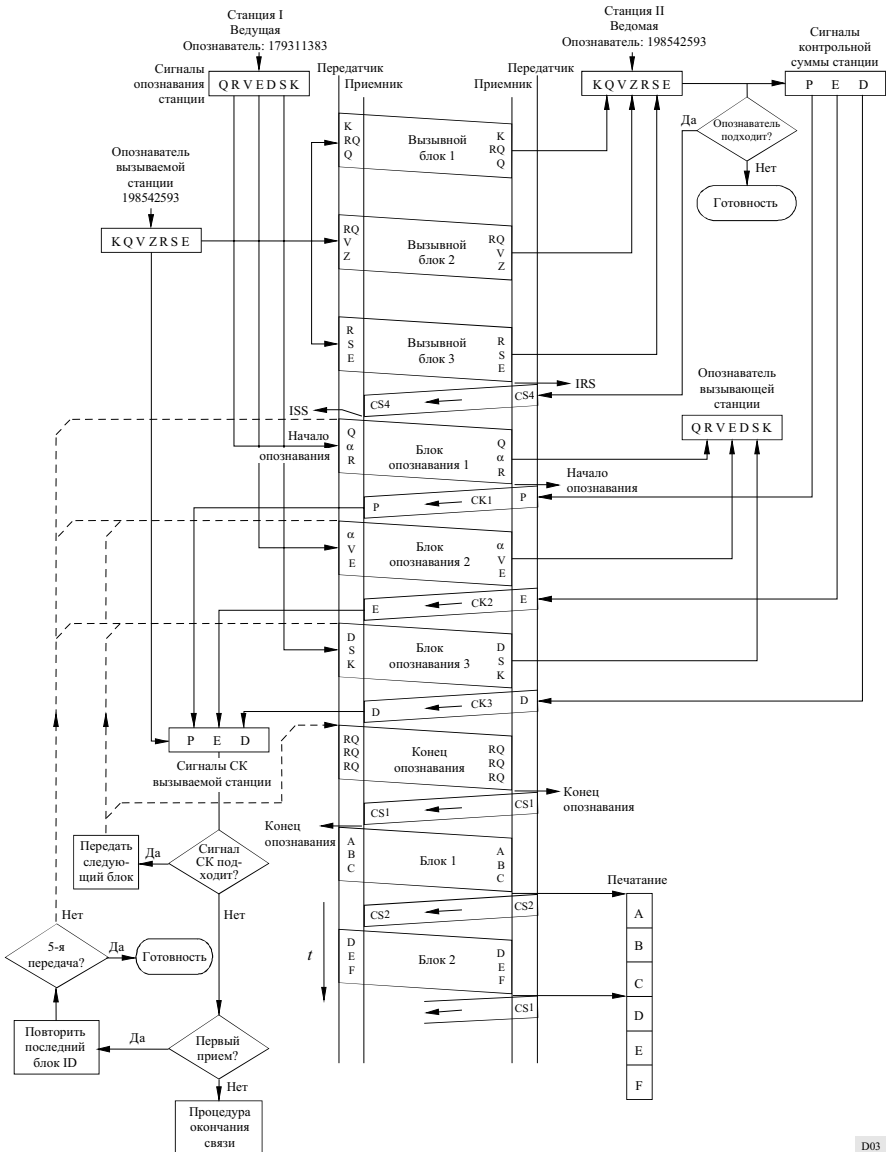
4.6.7 Окончание передачи

4.6.7.1 Станция, передающая в режиме В (CBSS или SBSS), должна завершить передачу сразу после последних переданных информационных сигналов путем передачи как минимум в течение 2 с последовательных "холостых сигналов α ", после чего станция переходит в состояние "готовность".

4.6.7.2 Приемная станция переходит в состояние "готовность" не менее, чем через 210 мс после приема не менее двух последовательных "холостых сигналов α " на позиции DX.

РИСУНОК 3

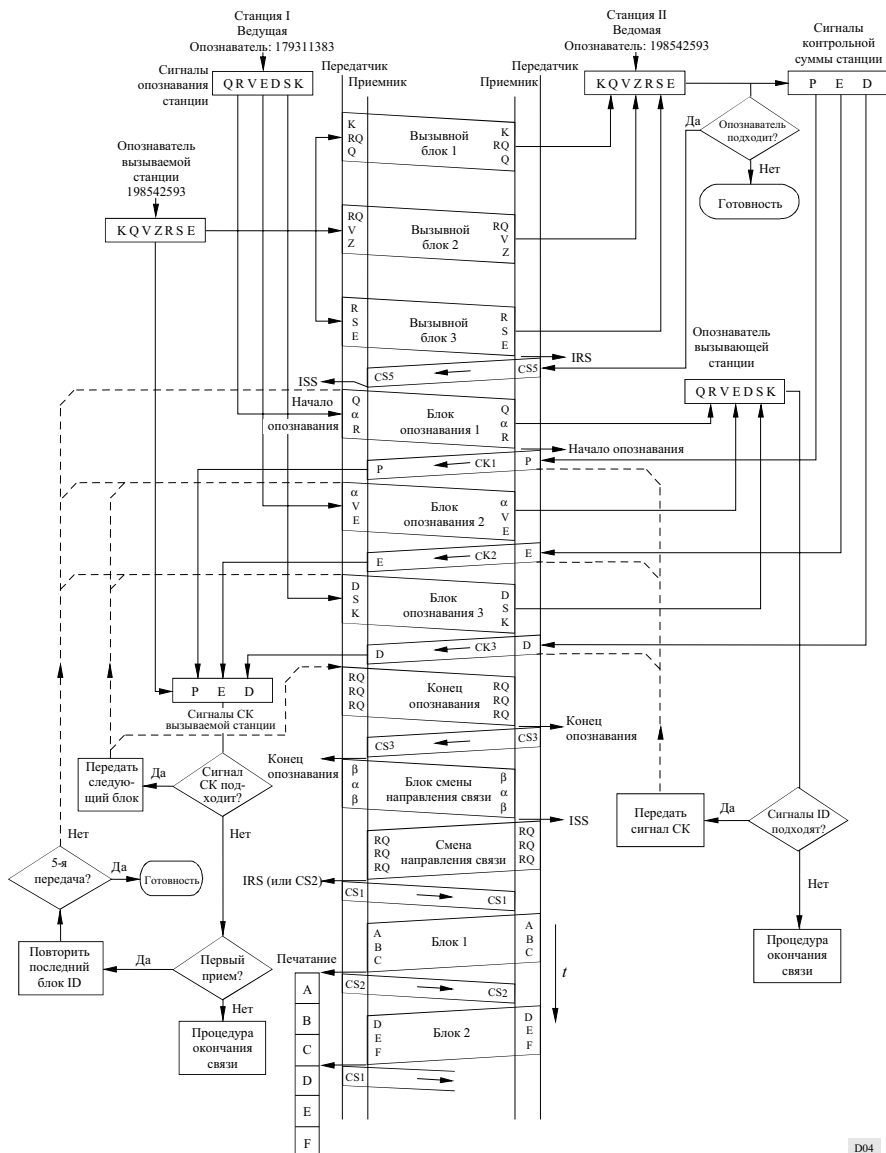
**Процедура рефазирования с автоматическим опознаванием
в случае 7-сигнального опознавателя вызова (режим А)**



D03

РИСУНОК 4

**Процедура рефазирования с автоматическим опознаванием в случае
7-сигнального опознавателя вызова (станция II была ISS)**



D04

РИСУНОК 5

Обмен информацией с процедурой смены направления и с окончанием связи

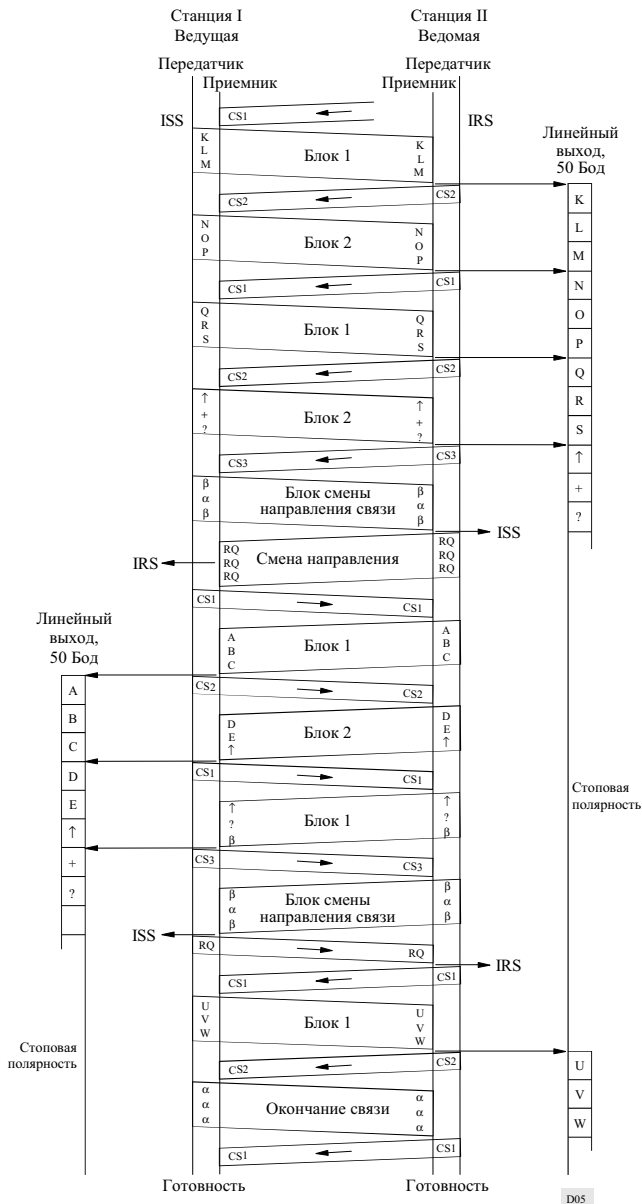
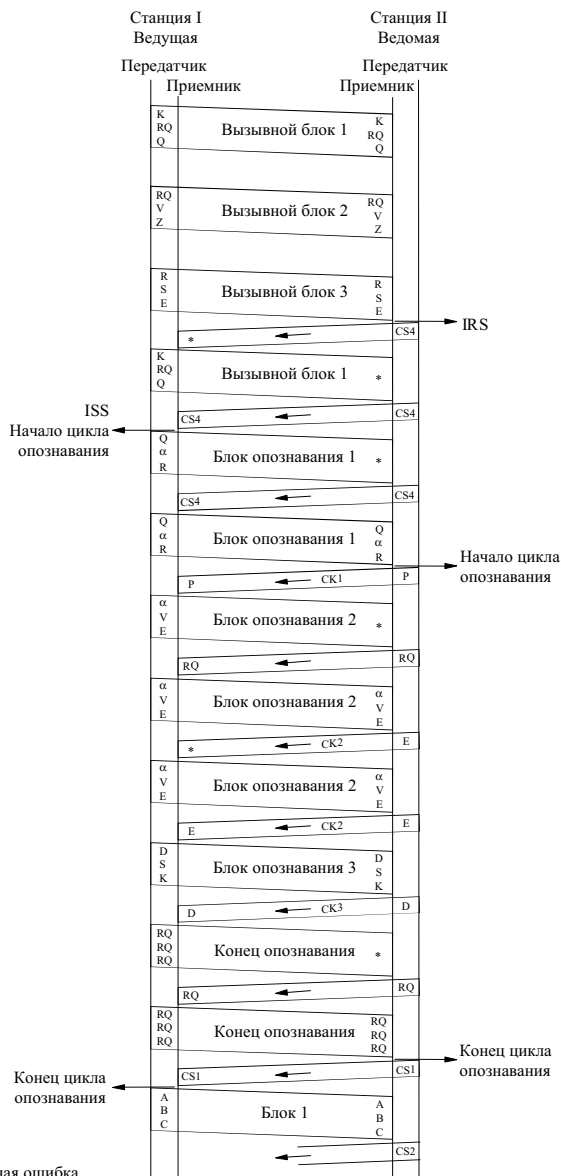


РИСУНОК 6

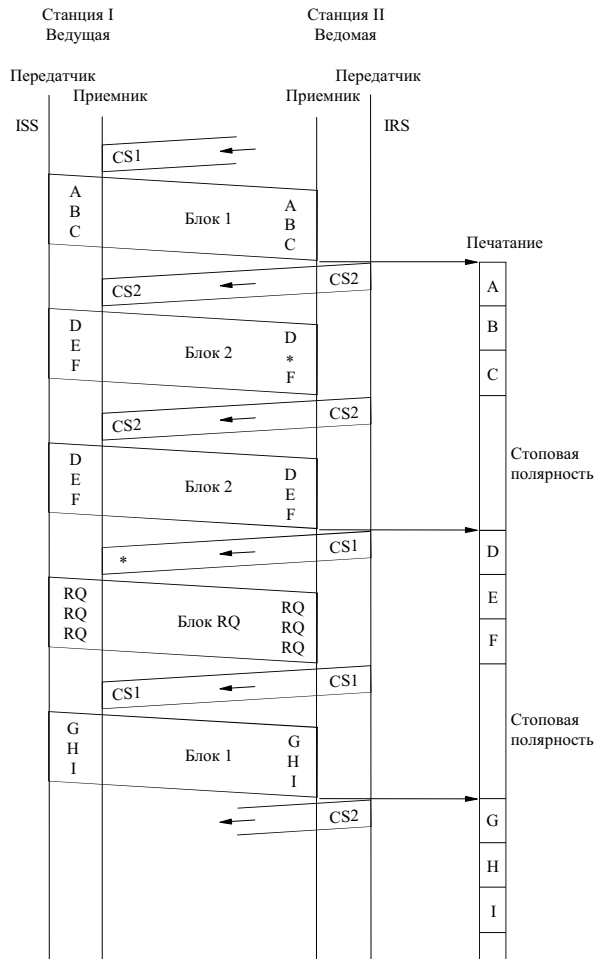
Процедура фазирования с автоматическим опознаванием при искаженном приеме
в случае 7-сигнального опознавателя вызова



D06

РИСУНОК 7

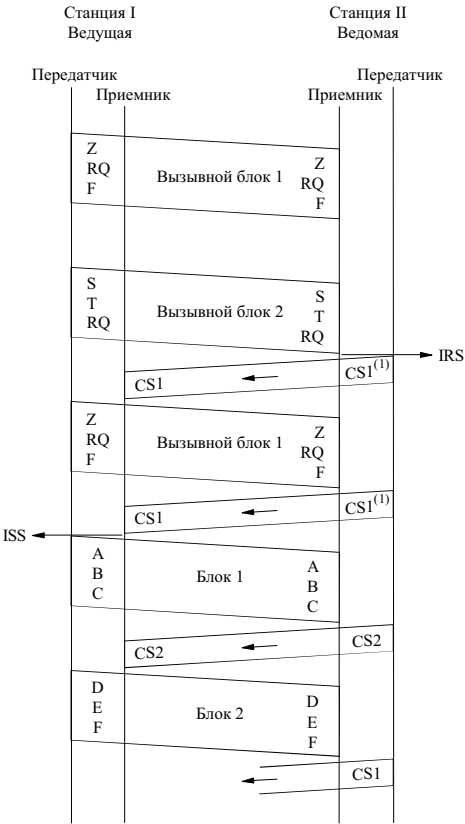
Обмен информацией при искаженном приеме



* Обнаруженная ошибка

D07

РИСУНОК 8
Процедура фазирования в случае 4-сигнального
опознавателя вызова

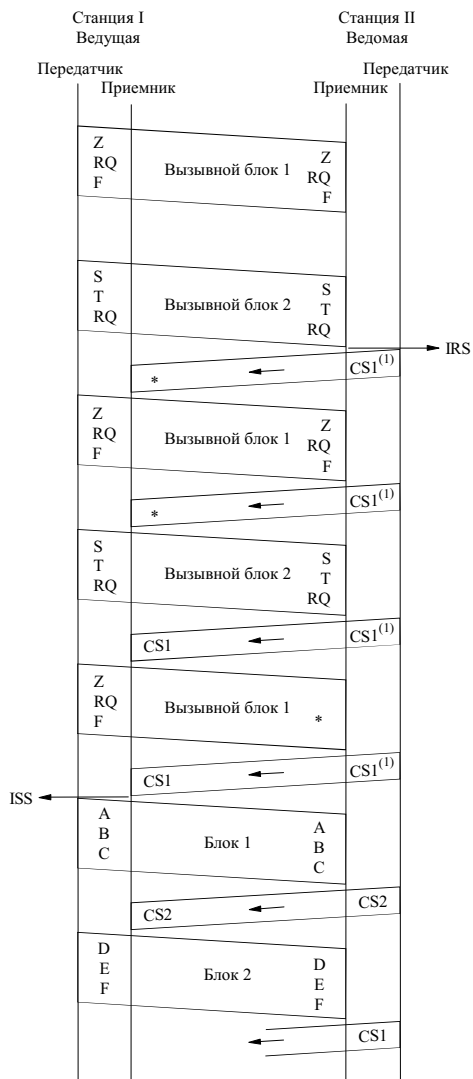


⁽¹⁾ В некоторых устройствах, изготовленных согласно
Рекомендации МСЭ-R М.476, это может быть CS2.

D08

РИСУНОК 9

**Процедура фазирования при искаженном приеме в случае
4-сигнального опознавателя вызова**



* Обнаруженная ошибка

⁽¹⁾ В некоторых устройствах, изготовленных согласно Рекомендации МСЭ-R M.476, это может быть CS2.

D09

РИСУНОК 10
Работа в циркулярном режиме В

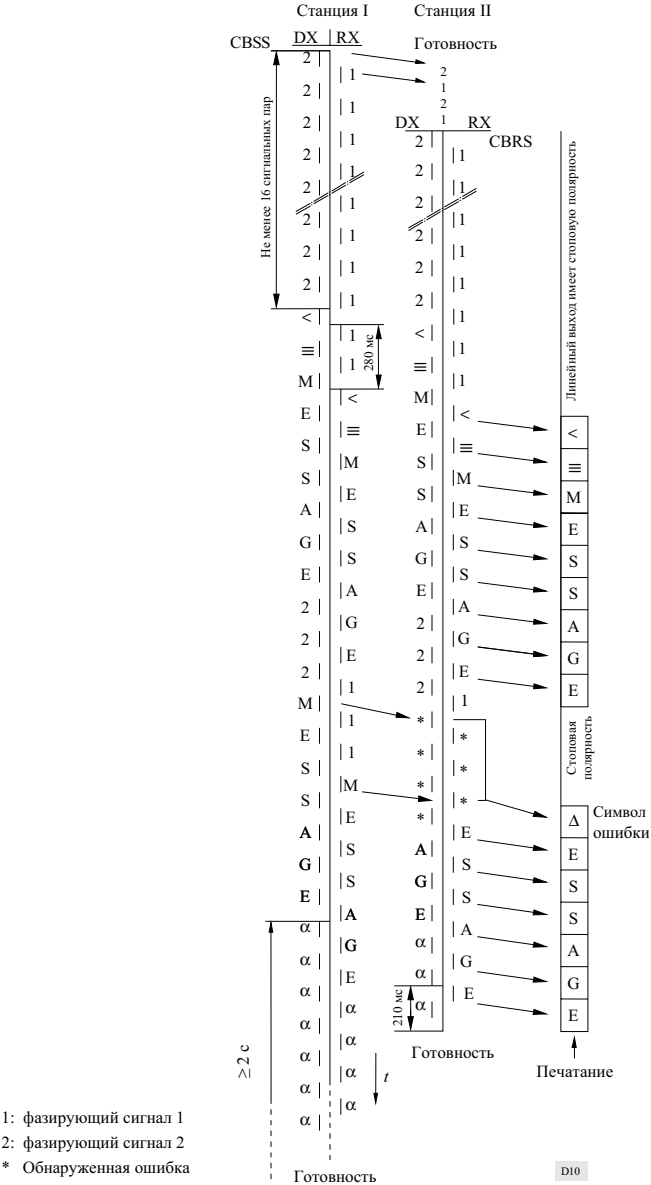
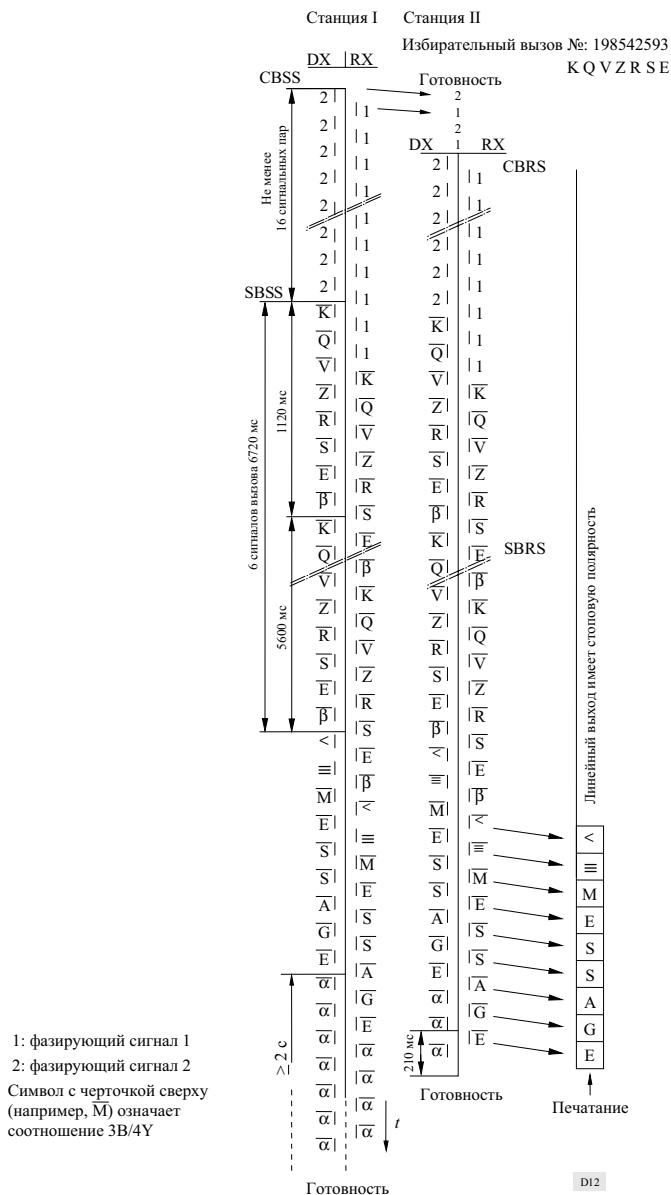


РИСУНОК 12

Работа в избирательной режиме В в случае 7-сигнального
опознавателя вызова



ДОБАВЛЕНИЯ К ПРИЛОЖЕНИЮ 1

ДОБАВЛЕНИЕ 1

Диаграммы ЯСО (режим А)

1 Общие положения

В Рекомендации МСЭ-T Z.100 описывается язык спецификаций и описания системы (ЯСО).

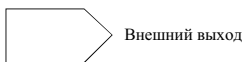
Использованы следующие графические символы * :



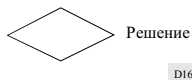
- "Состояние" – это условие, при котором действие процесса приостанавливается в ожидании входа.



- "Вход" – это входной сигнал, который распознается процессом.



- "Выход" – это действие, создающее сигнал, который, в свою очередь действует как входной сигнал где-нибудь в другом месте.



* *Примечание Секретариата:*

"Соединитель" представлен следующим графическим символом:



где

n: номер соединителя

x: номер листа

y: номер Добавления (опускается, если встречается в одном и том же Добавлении)

z: сколько раз встречается

- "Решение" – это действие, задающее вопрос, ответ на который может быть получен в тот же момент, и выбирающее один из нескольких путей продолжения последовательности действия.



Задача

D17

- "Задача" – это любое действие, которое не является ни решением, ни выходом.

2 Процедура фазирования с автоматическим опознаванием в случае 7-сигнального опознавателя вызова (вызывающая станция)

- 2.1 Диаграммы ЯСО приводятся в Добавлении 2.
- 2.2 На диаграммах используются следующие супервизорные счетчики:

Счетчик	Прерывание	Состояние	Лист
n_0	128 циклов	02, 03, 04	1
n_1	128 циклов	00	1
n_2	32 цикла	05, 06, 07, 08	2, 3

3 Процедура рефазирования с автоматическим опознаванием в случае 4-сигнального опознавателя вызова (вызывающая станция)

- 3.1 Диаграммы ЯСО приводятся в Добавлении 3.
- 3.2 На диаграммах используются следующие супервизорные счетчики:

Счетчик	Прерывание	Состояние	Лист
n_5	32 цикла	00, 02, 03, 04	1
		05, 06, 07, 08	2, 3
n_1	128 циклов		1
n_2	32 цикла	05, 06, 07, 08	2, 3

4 Процедура фазирования без автоматического опознавания в случае 4-сигнального опознавателя вызова (вызывающая станция)

- 4.1 Диаграммы ЯСО приводятся в Добавлении 4.
- 4.2 На диаграммах используются следующие супервизорные счетчики:

Счетчик	Прерывание	Состояние	Лист
n_0	128 циклов	02, 03	1
n_1	128 циклов	00	1

5 Процедура рефазирования без автоматического опознавания в случае 4-сигнального опознавателя вызова (вызываемая станция)

5.1 Диаграммы ЯСО приводятся в Добавлении 5.

5.2 На диаграммах используются следующие супервизорные счетчики:

Счетчик	Прерывание	Состояние	Лист
n_5	32 цикла	00, 02, 03	1
n_1	128 циклов		1

6 Процедура фазирования с автоматическим опознаванием в случае 7-сигнального опознавателя вызова (вызываемая станция)

6.1 Диаграммы ЯСО приводятся в Добавлении 6.

6.2 На диаграммах используются следующие супервизорные счетчики:

Счетчик	Прерывание	Состояние	Лист
n_2	32 цикла	05, 06, 07, 08	2, 3

7 Процедура рефазирования с автоматическим опознаванием в случае 7-сигнального опознавателя вызова (вызываемая станция)

7.1 Диаграммы ЯСО приводятся в Добавлении 7.

7.2 На диаграммах используются следующие супервизорные счетчики:

Счетчик	Прерывание	Состояние	Лист
n_5	32 цикла	00, 01, 02, 03, 04	1
		05, 06, 07, 08	2, 3
n_2	32 цикла	05, 06, 07, 08	2, 3

8 Процедура фазирования без автоматического опознавания в случае 4-сигнального опознавателя вызова (вызываемая станция)

8.1 Диаграммы ЯСО приводятся в Добавлении 8.

9 Процедура рефазирования без автоматического опознавания в случае 4-сигнального опознавателя вызова (вызываемая станция)

9.1 Диаграммы ЯСО приводятся в Добавлении 9.

9.2 На диаграммах используются следующие супервизорные счетчики:

Счетчик	Прерывание	Состояние	Лист
n_5	32 цикла	00, 01, 03	1

10 Прохождение обмена в случае 4-сигнального опознавателя вызова и в случае 7-сигнального опознавателя вызова (станция находится в состоянии ISS)

10.1 Диаграммы ЯСО приводятся в Добавлении 10.

10.2 На диаграммах используются следующие супервизорные счетчики:

Счетчик	Прерывание	Состояние	Лист
n_3	32 цикла	09, 10, 13	1, 3
n_4	4 цикла	11, 12	2
n_1	128 циклов	12	2
n_5	32 цикла	11, 12, 13, 14	2, 3

11 Прохождение обмена в случае 4-сигнального опознавателя вызова и в случае 7-сигнального опознавателя вызова (станция находится в состоянии IRS)

11.1 Диаграммы ЯСО приводятся в Добавлении 11.

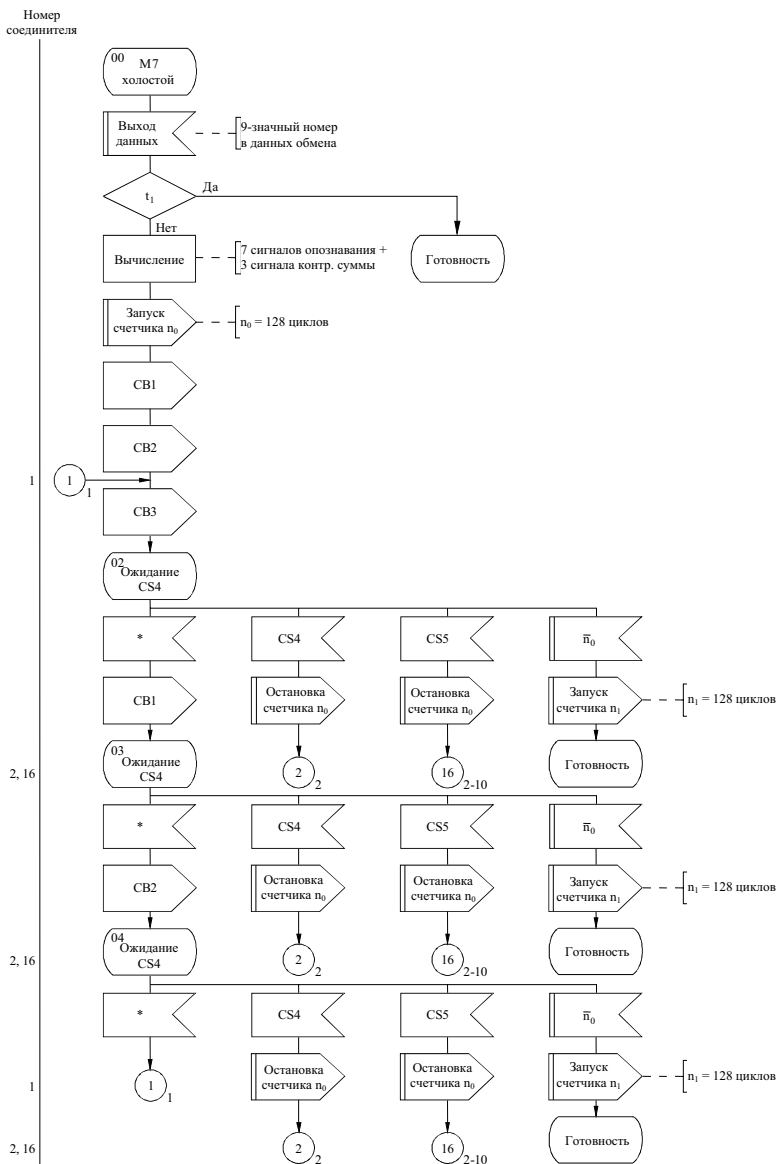
11.2 На диаграммах используются следующие супервизорные счетчики:

Счетчик	Прерывание	Состояние	Лист
n_3	32 цикла	09, 10, 11	1, 2
n_5	32 цикла	09, 10, 11, 12	1, 2

ДОБАВЛЕНИЕ 2

Процедура фазирования с автоматическим опознаванием в случае 7-сигнального опознавателя вызова (вызывающая станция)

Лист 1 (из 3)

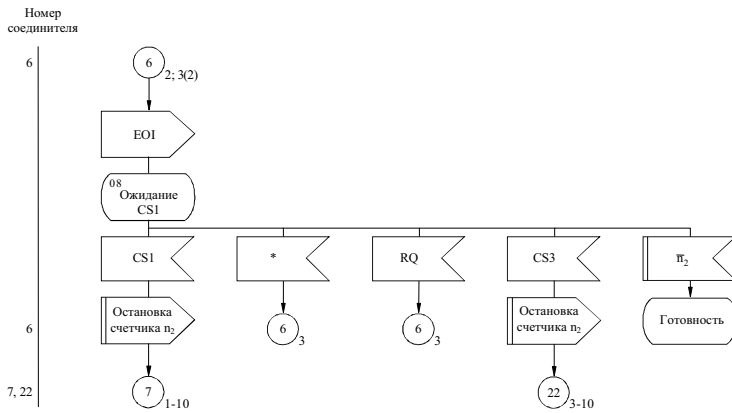
 t_1 : опознаватель вызова тот же, что и раньше, и $p_1 > 0$?

* Обнаружена ошибка, недействительный сигнал или вообще отсутствие сигнала

D18

ДОБАВЛЕНИЕ 2

Лист 3 (из 3)

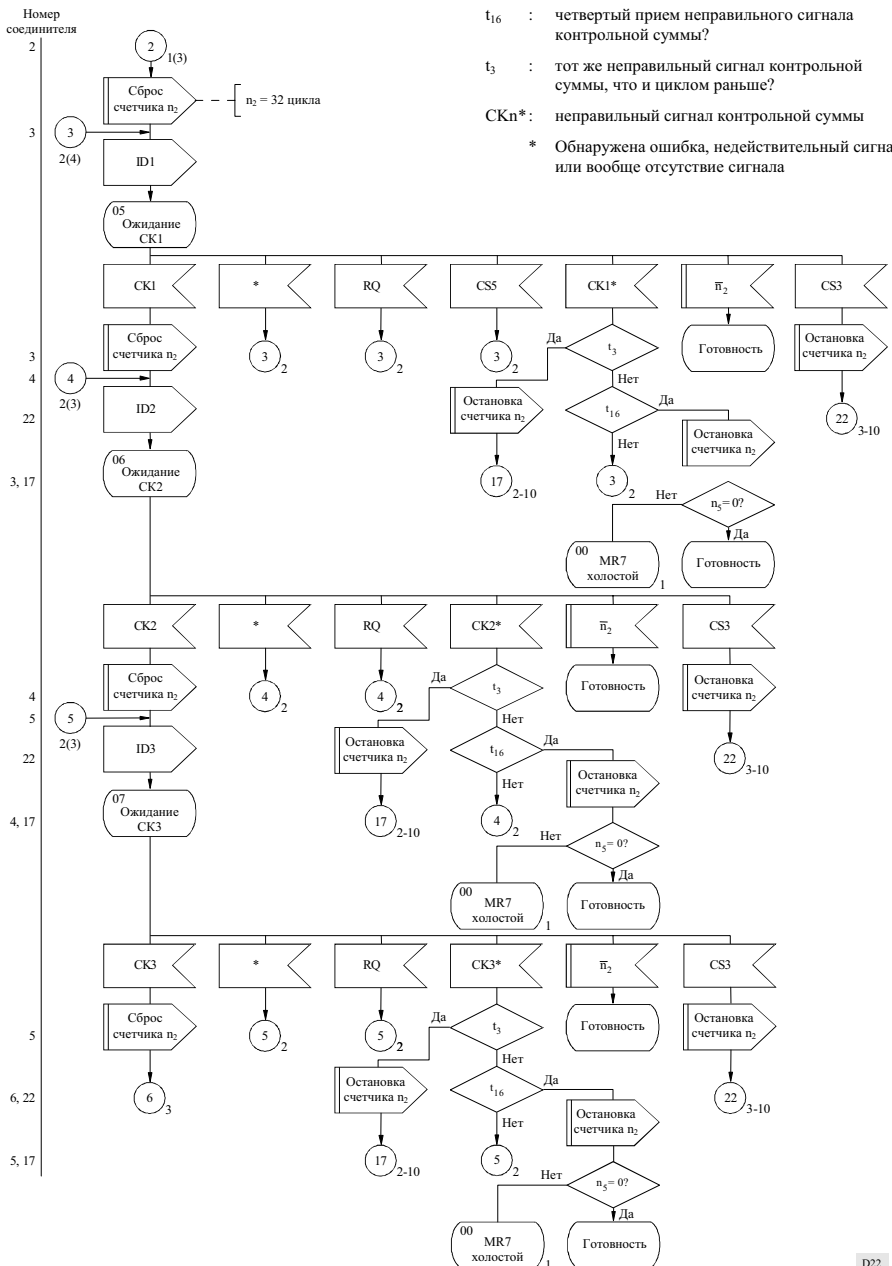


* Обнаружена ошибка, недействительный сигнал или вообще отсутствие сигнала

D20

ДОБАВЛЕНИЕ 3

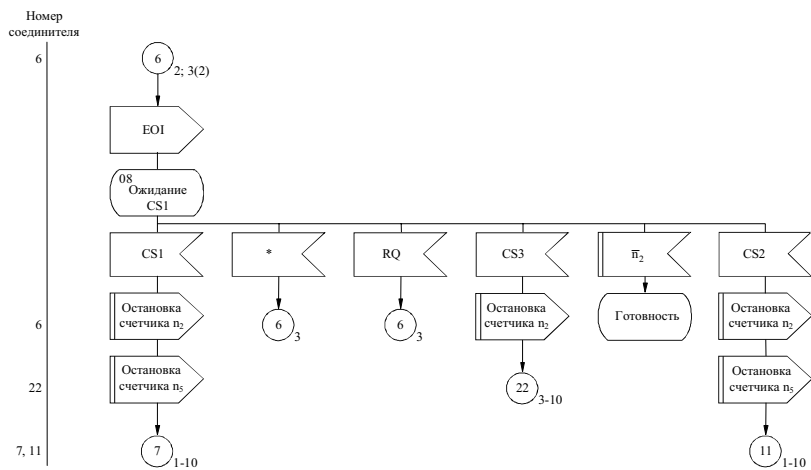
Лист 2 (из 3)

Номер
соединителя

D22

ДОБАВЛЕНИЕ 3

Лист 3 (из 3)



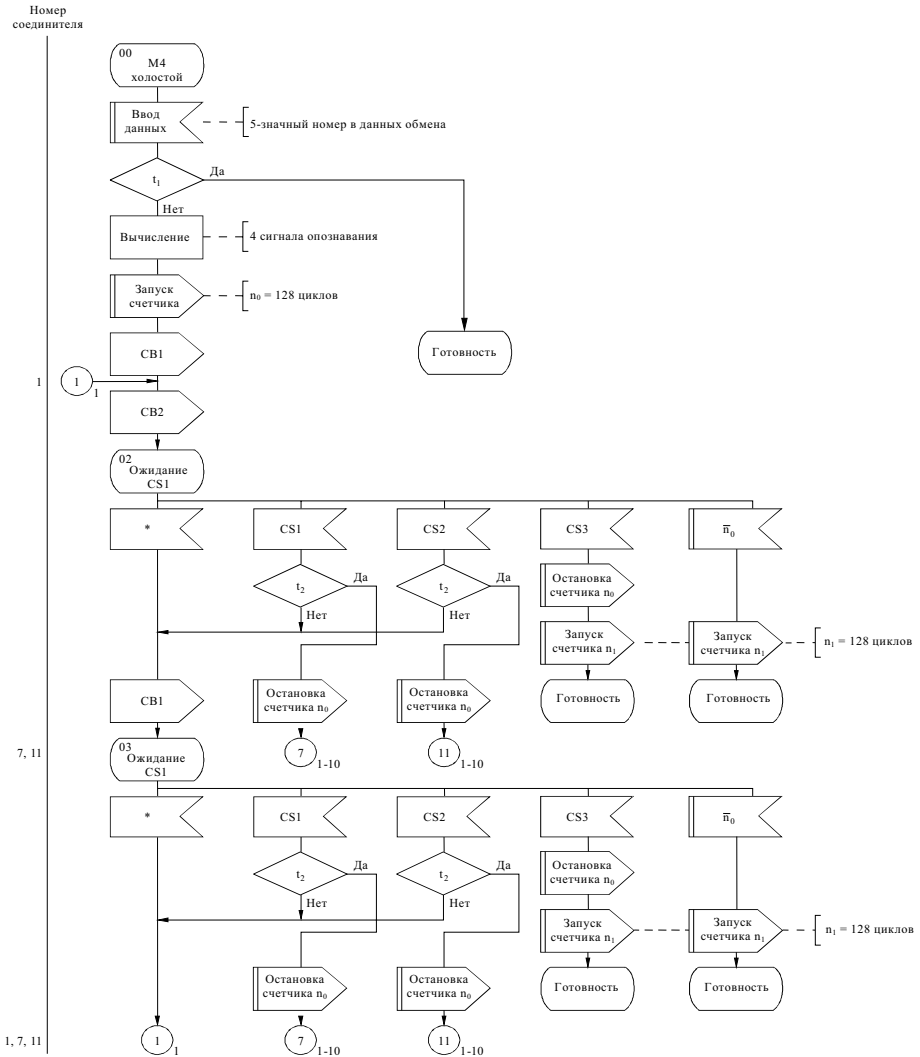
* Обнаружена ошибка, недействительный сигнал или вообще отсутствие сигнала

D23

ДОБАВЛЕНИЕ 4

Процедура фазирования без автоматического опознавания в случае 4-сигнального опознавателя вызова (вызывающая станция)

Лист 1 (из 1)

 t_1 : опознаватель вызова тот же, что и раньше, и $n_1 > 0$? t_2 : контрольный сигнал тот же, что и циклом раньше?

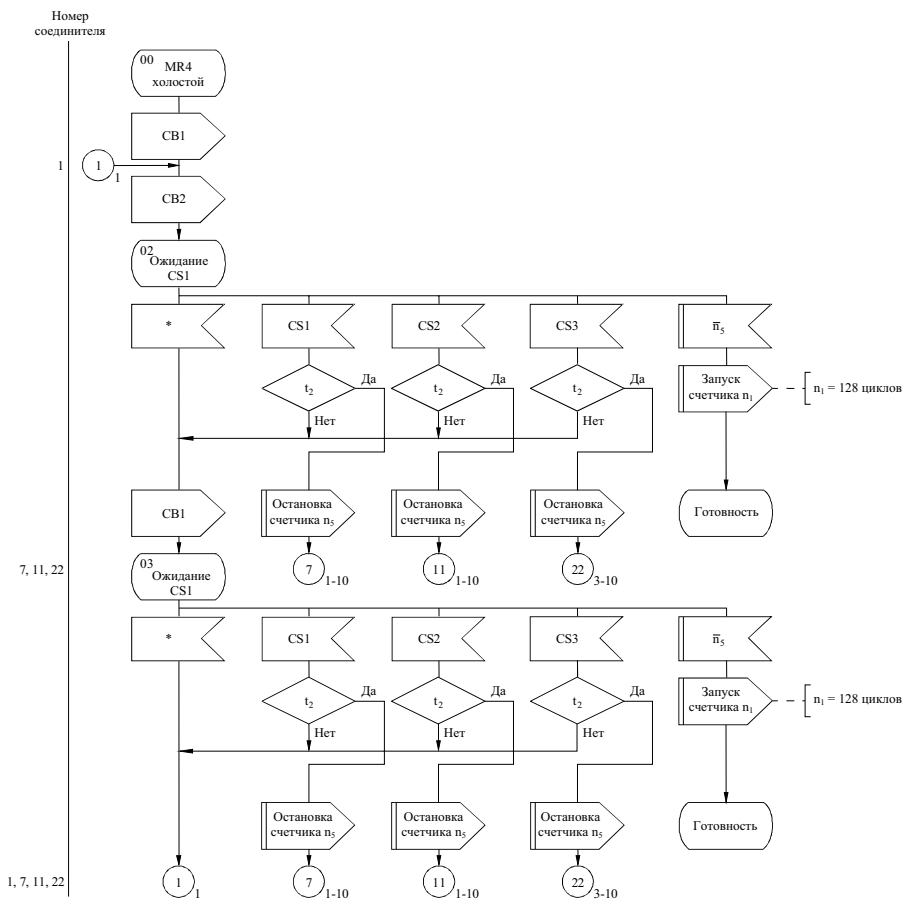
* Обнаружена ошибка, недействительный сигнал или вообще отсутствие сигнала

D24

ДОБАВЛЕНИЕ 5

Процедура рефазирования без автоматического опознавания в случае 4-сигнального опознавателя вызова (вызывающая станция)

Лист 1 (из 1)

 t_2 : контрольный сигнал тот же, что и циклом раньше?

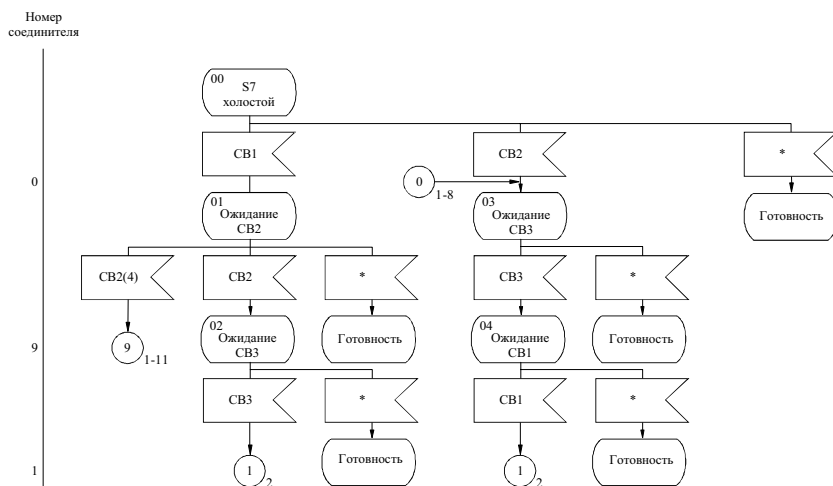
* Обнаружена ошибка, недействительный сигнал или вообще отсутствие сигнала

D25

ДОБАВЛЕНИЕ 6

Процедура фазирования с автоматическим опознаванием в случае 7-сигнального опознавателя вызова (вызываемая станция)

Лист 1 (из 3)

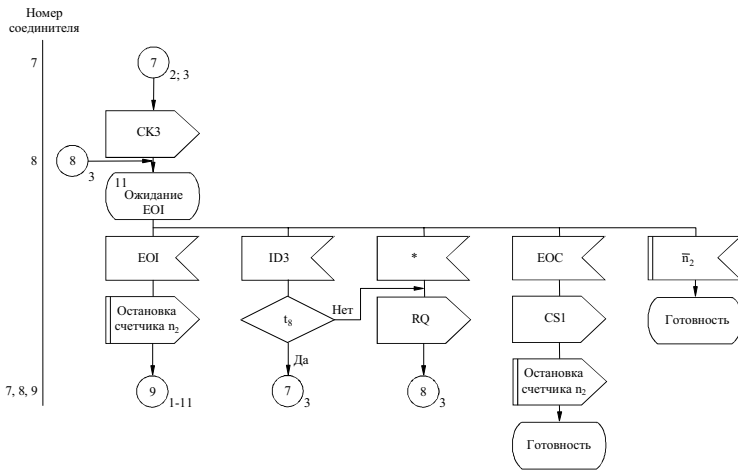


* Обнаружена ошибка, недействительный сигнал или вообще отсутствие сигнала

D26

ДОБАВЛЕНИЕ 6

Лист 3 (из 3)



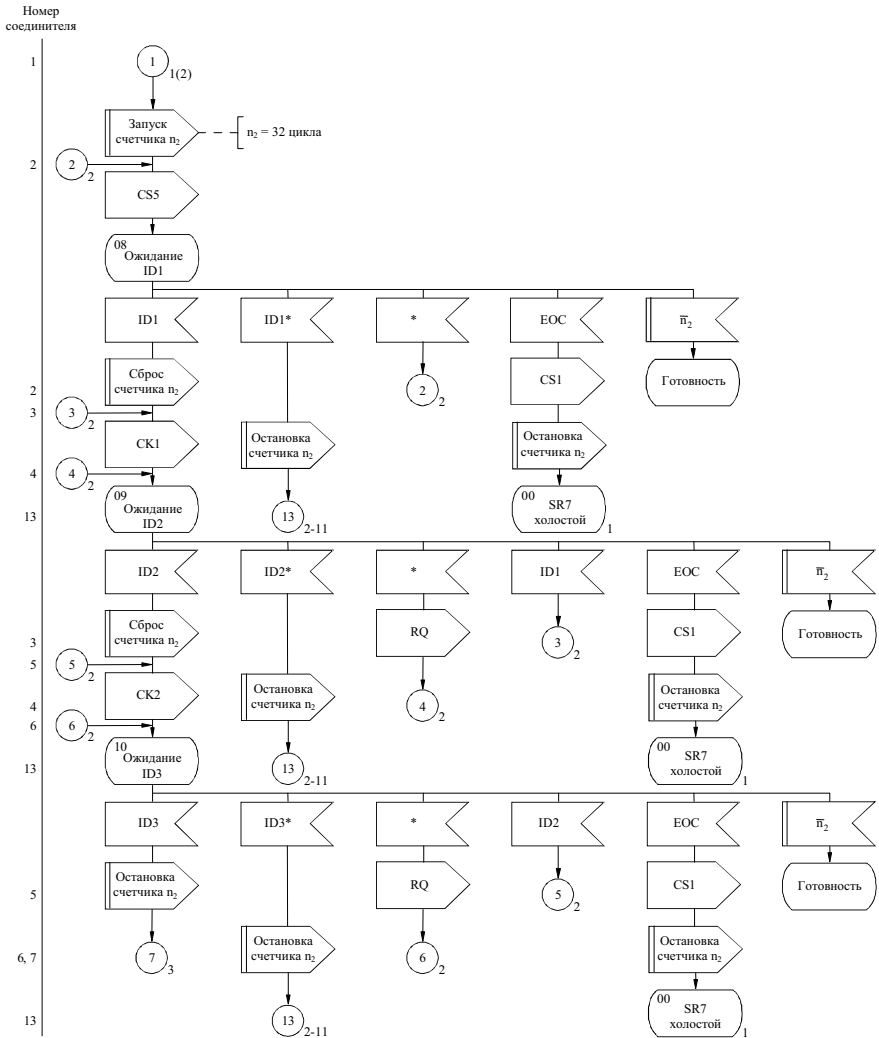
t_3 : блок опознавания тот же, что и циклом раньше?

* Обнаружена ошибка, недействительный сигнал или вообще отсутствие сигнала

D28

ДОБАВЛЕНИЕ 7

Лист 2 (из 3)

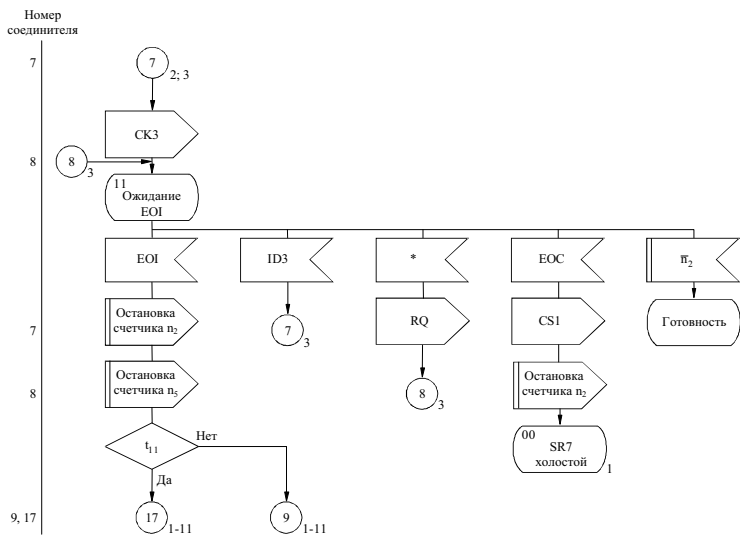
ID n *: неправильный(ые) сигнал(ы) опознавания

* Обнаружена ошибка, недействительный сигнал или вообще отсутствие сигнала

D30

ДОБАВЛЕНИЕ 7

Лист 3 (из 3)



t_{11} : последним принятым блоком в момент прерывания был блок 2?

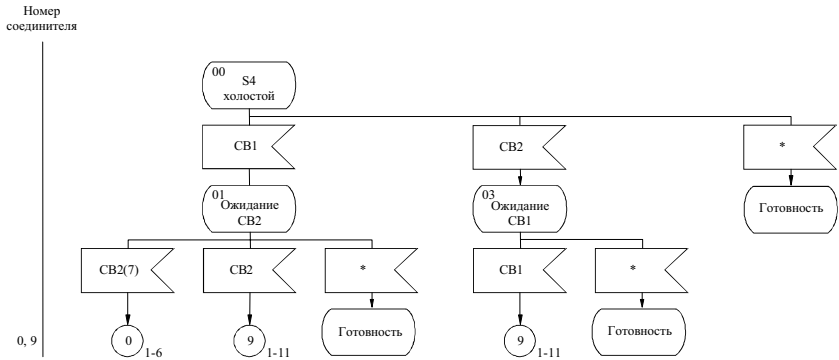
* Обнаружена ошибка, недействительный сигнал или вообще отсутствие сигнала

D31

ДОБАВЛЕНИЕ 8

**Процедура фазирования без автоматического опознавания в случае 4-сигнального
опознавателя вызова (вызываемая станция)**

Лист 1 (из 1)



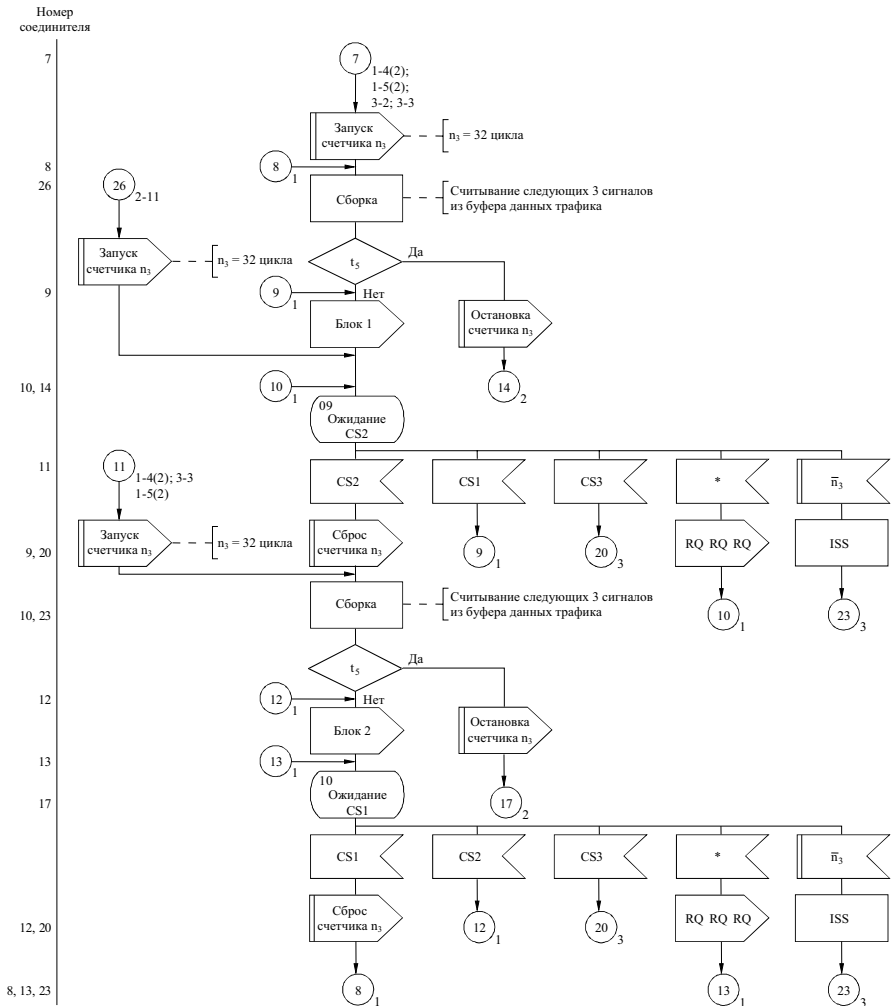
* Обнаружена ошибка, недействительный сигнал или вообще отсутствие сигнала

D32

ДОБАВЛЕНИЕ 10

Передача трафика в случаях 4-сигнального опознавателя вызова и 7-сигнального опознавателя вызова (станция в состоянии ISS)

Лист 1 (из 3)

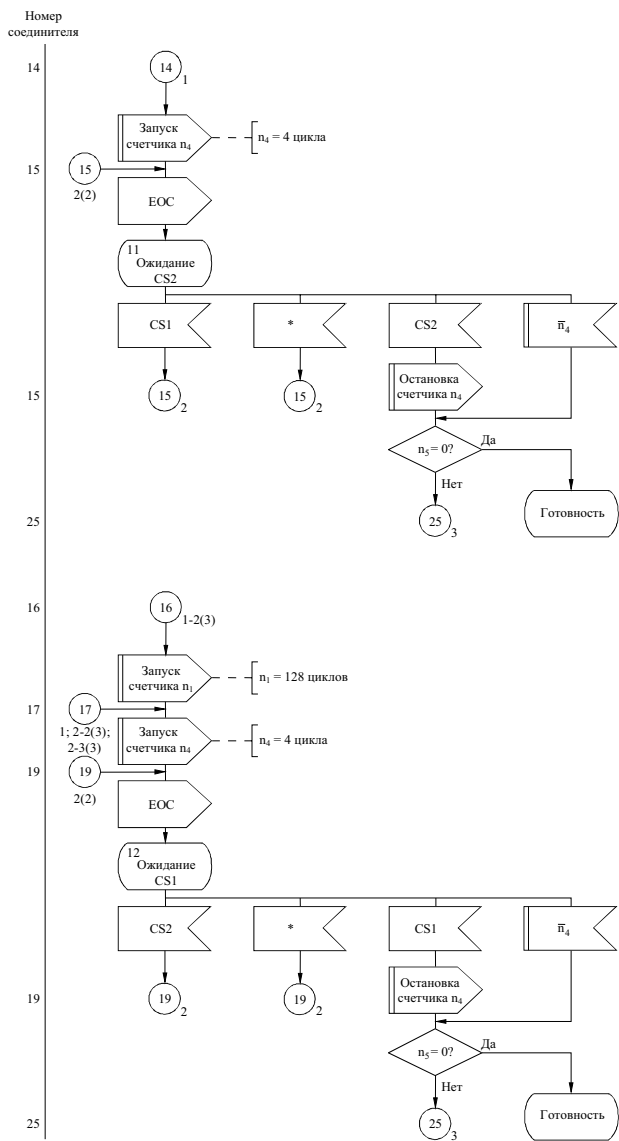
 t_5 : в блоке данных содержится сообщение "конец связи"?

ISS : объявление: в момент прерывания станция находилась в состоянии ISS

* Обнаружена ошибка, недействительный сигнал или вообще отсутствие сигнала

ДОБАВЛЕНИЕ 10

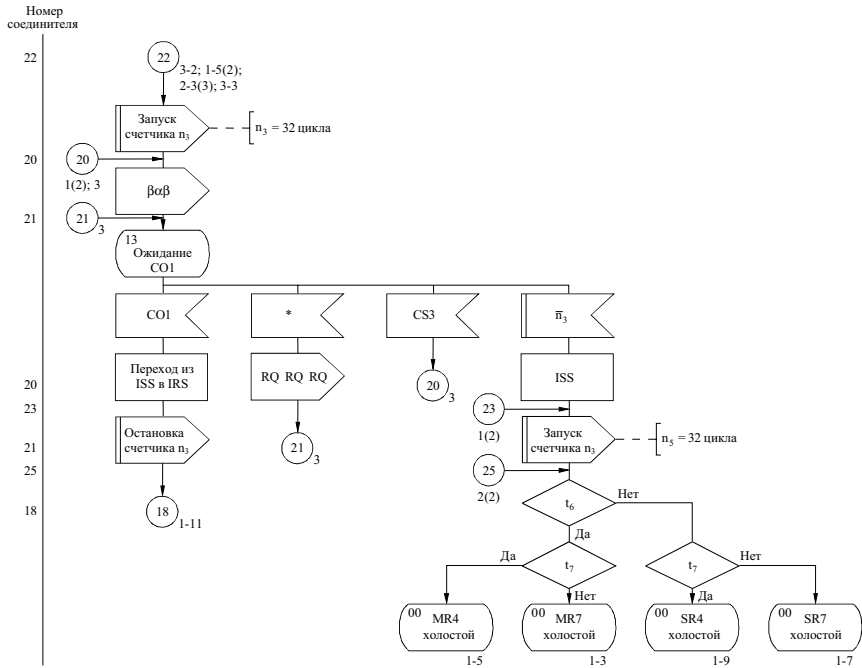
Лист 2 (из 3)



* Обнаружена ошибка, недействительный сигнал или вообще отсутствие сигнала

ДОБАВЛЕНИЕ 10

Лист 3 (из 3)



t_6 : станция является ведущей?

t_7 : станция работает с 4-сигнальным опознавателем вызова?

ISS : объявление: в момент прерывания станция находилась в состоянии ISS

CO1 : если ISS является:

– ведущей, то "RQ RQ RQ"

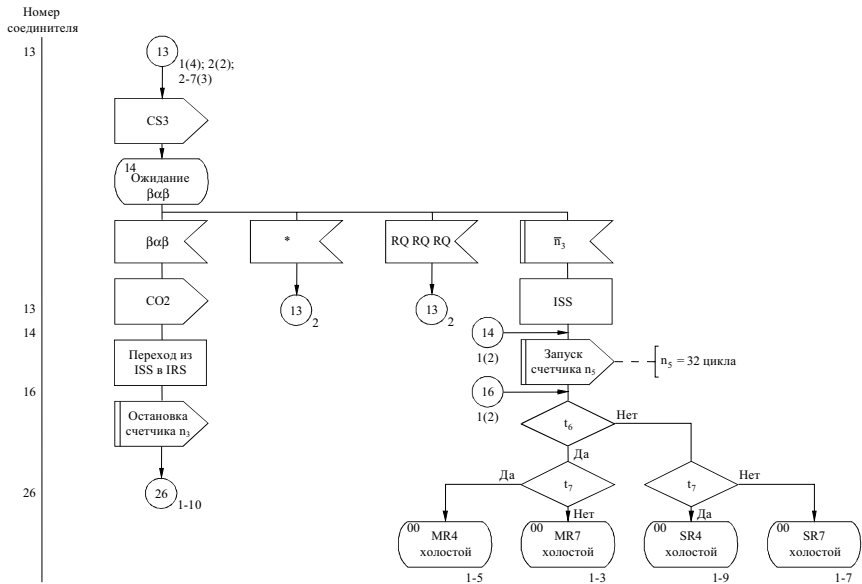
– ведомой, то "RQ"

* Обнаружена ошибка, недействительный сигнал или вообще отсутствие сигнала

D36

ДОБАВЛЕНИЕ 11

Лист 2 (из 2)



t_6 : станция является ведущей?

t_7 : станция работает с 4-сигнальным опознавателем вызова?

CO2: если IRS является:

- ведущей, то "RQ"
- ведомой, то "RQ RQ RQ"

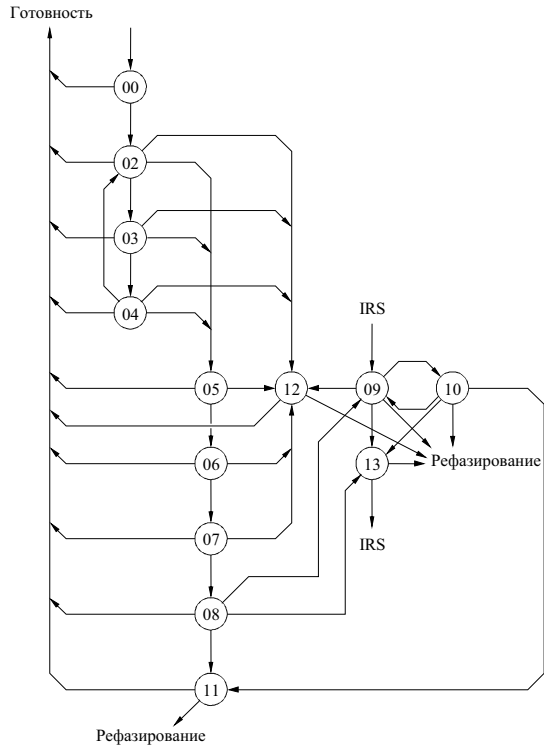
* Обнаружена ошибка, недействительный сигнал или вообще отсутствие сигнала

D38

ДОБАВЛЕНИЕ 12

Процедура фазирования с автоматическим опознаванием в случае 7-сигнального опознавателя вызова (вызывающая станция) и прохождение трафика, когда станция находится в состоянии ISS (обзорная диаграмма состояний)

Лист 1 (из 8)

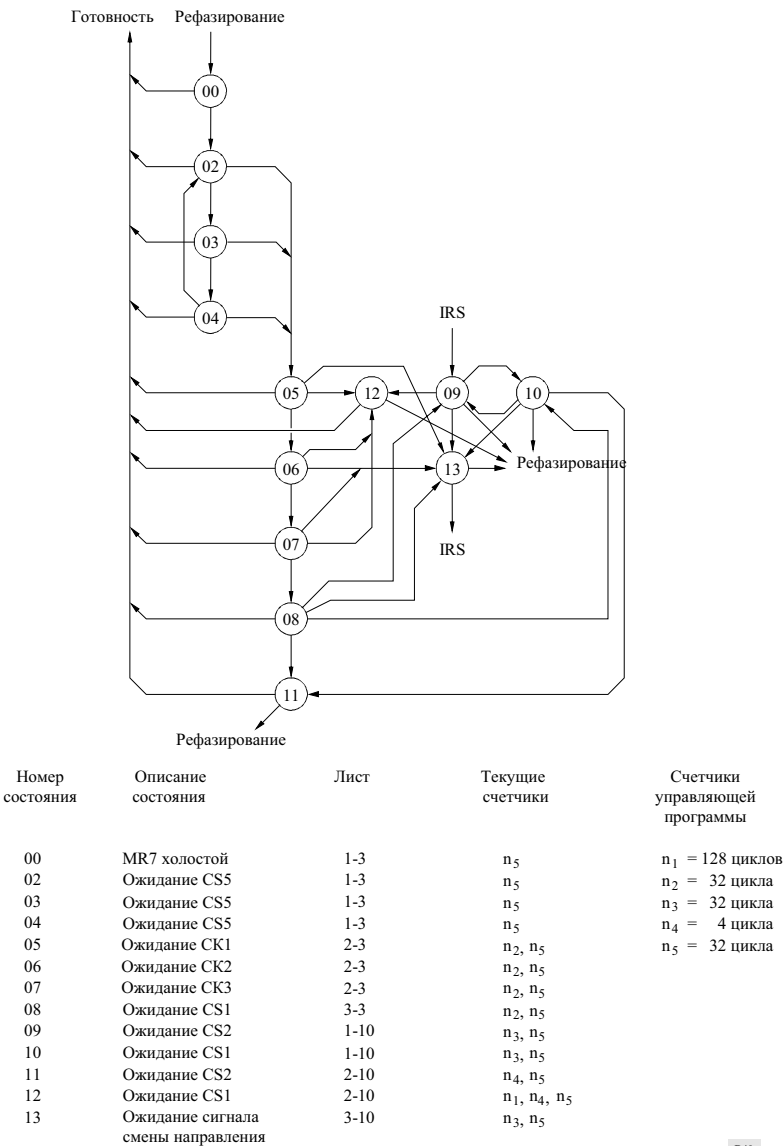


Номер состояния	Описание состояния	Лист	Текущие счетчики	Счетчики управляющей программы (супервизора)
00	М7 холостой	1-2	n_1	$n_0 = 128$ циклов
02	Ожидание CS4	1-2	n_0	$n_1 = 128$ циклов
03	Ожидание CS4	1-2	n_0	$n_2 = 32$ цикла
04	Ожидание CS4	1-2	n_0	$n_3 = 32$ цикла
05	Ожидание CK1	2-2	n_2	$n_4 = 4$ цикла
06	Ожидание CK2	2-2	n_2	
07	Ожидание CK3	2-2	n_2	
08	Ожидание CS1	3-2	n_2	
09	Ожидание CS2	1-10	n_3	
10	Ожидание CS1	1-10	n_3	
11	Ожидание CS2	2-10	n_4	
12	Ожидание CS1	2-10	n_1, n_4	
13	Ожидание сигнала смены направления	3-10	n_3	

ДОБАВЛЕНИЕ 12

Процедура рефазирования с автоматическим опознаванием в случае 7-сигнального опознавателя вызова (вызывающая станция) и прохождение графика, когда станция находится в состоянии ISS (обзорная диаграмма состояний)

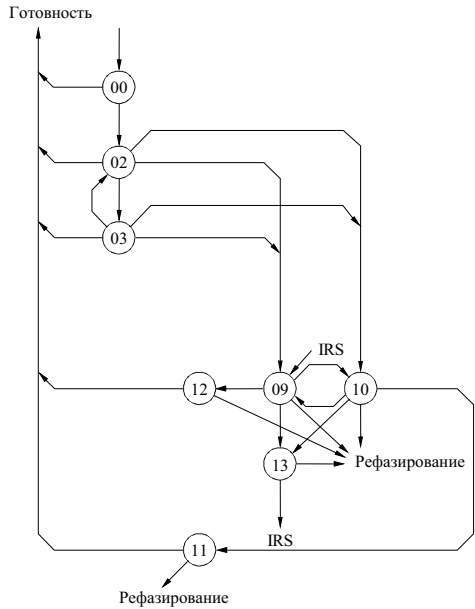
Лист 2 (из 8)



ДОБАВЛЕНИЕ 12

Процедура фазирования без автоматического опознавания в случае 4-сигнального опознавателя вызова (вызывающая станция) и прохождение трафика, когда станция находится в состоянии ISS (обзорная диаграмма состояний)

Лист 3 (из 8)



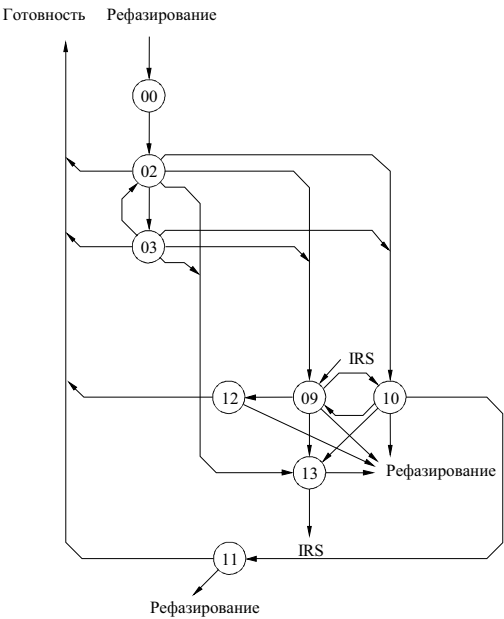
Номер состояния	Описание состояния	Лист	Текущие счетчики	Счетчики управляющей программы
00	M4 холостой	1-4	n_1	$n_0 = 128$ циклов
02	Ожидание CS1	1-4	n_0	$n_1 = 128$ циклов
03	Ожидание CS1	1-4	n_0	$n_3 = 32$ цикла
09	Ожидание CS2	1-10	n_3	$n_4 = 4$ цикла
10	Ожидание CS1	1-10	n_3	
11	Ожидание CS2	2-10	n_4	
12	Ожидание CS1	2-10	n_1, n_4	
13	Ожидание сигнала смены направления	3-10	n_3	

D41

ДОБАВЛЕНИЕ 12

Процедура рефазирования без автоматического опознавания в случае 4-сигнального опознавателя вызова (вызывающая станция) и прохождение трафика, когда станция находится в состоянии ISS (обзорная диаграмма состояний)

Лист 4 (из 8)



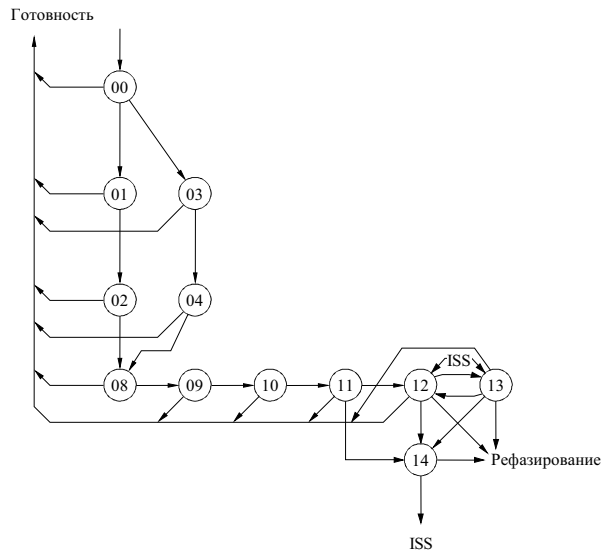
Номер состояния	Описание состояния	Лист	Текущие счетчики	Счетчики управляющей программы
00	М4 холостой	1-5	n ₅	n ₁ = 128 циклов
02	Ожидание CS1	1-5	n ₅	n ₃ = 32 цикла
03	Ожидание CS1	1-5	n ₅	n ₄ = 4 цикла
09	Ожидание CS2	1-10	n ₃	n ₅ = 32 цикла
10	Ожидание CS1	1-10	n ₃	
11	Ожидание CS2	2-10	n ₄	
12	Ожидание CS1	2-10	n ₁ , n ₄	
13	Ожидание сигнала смены направления	3-10	n ₃	

D42

ДОБАВЛЕНИЕ 12

Процедура фазирования с автоматическим опознаванием в случае 7-сигнального опознавателя вызова (вызываемая станция) и прохождение трафика, когда станция находится в состоянии IRS (обзорная диаграмма состояний)

Лист 5 (из 8)



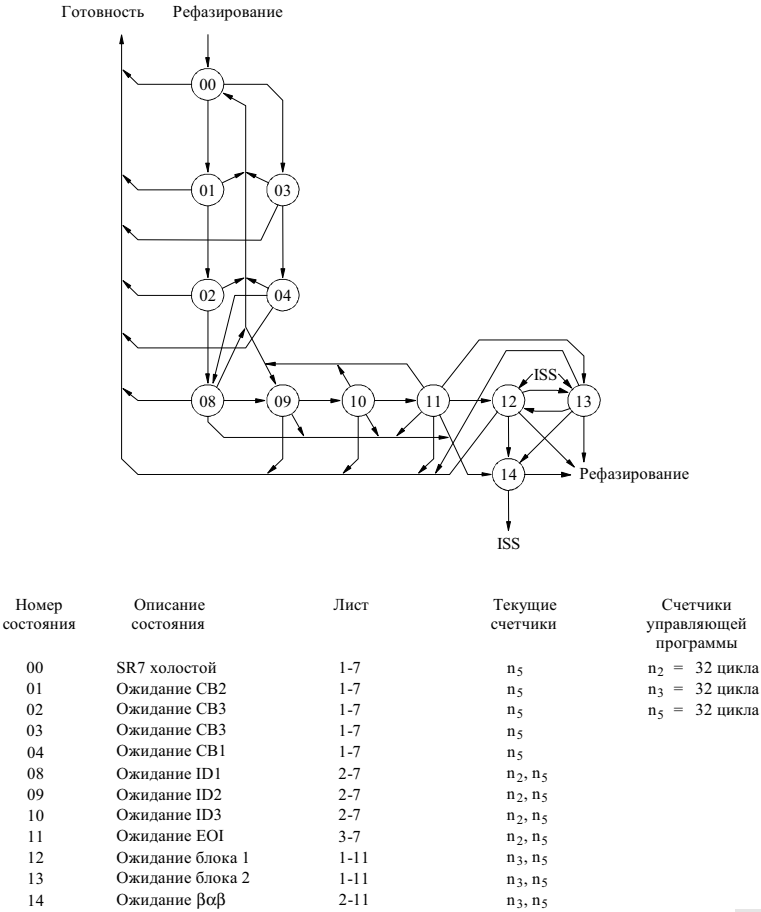
Номер состояния	Описание состояния	Лист	Текущие счетчики	Счетчики управляющей программы
00	S7 холостой	1-6		$n_2 = 32$ цикла
01	Ожидание CB2	1-6		$n_3 = 32$ цикла
02	Ожидание CB3	1-6		
03	Ожидание CB3	1-6		
04	Ожидание CB1	1-6		
08	Ожидание ID1	2-6	n_2	
09	Ожидание ID2	2-6	n_2	
10	Ожидание ID3	2-6	n_2	
11	Ожидание EOI	3-6	n_2	
12	Ожидание блока 1	1-11	n_3	
13	Ожидание блока 2	1-11	n_3	
14	Ожидание $\beta\alpha\beta$	2-11	n_3	

D43

ДОБАВЛЕНИЕ 12

Процедура рефазирования с автоматическим опознаванием в случае 7-сигнального опознавателя вызова (вызываемая станция) и прохождения трафика, когда станции находится в состоянии IRS (обзорная диаграмма состояний)

Лист 6 (из 8)

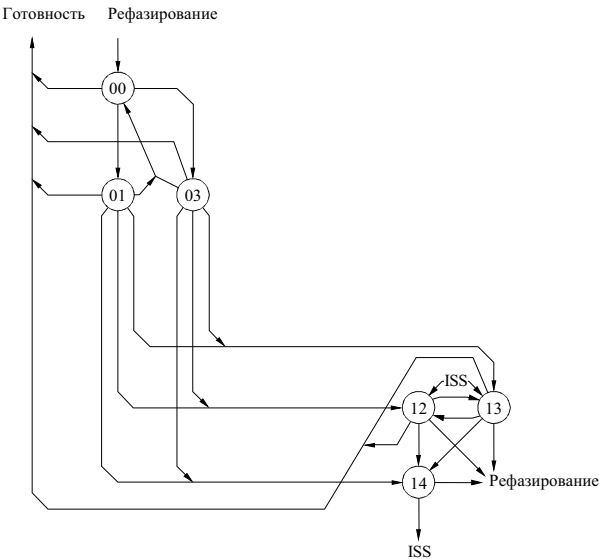


D44

ДОБАВЛЕНИЕ 12

Процедура рефазирования без автоматического опознавания в случае 4-сигнального опознавателя вызова (вызываемая станция) и прохождение трафика, когда станция находится в состоянии IRS (обзорная диаграмма состояний)

Лист 8 (из 8)



Номер состояния	Описание состояния	Лист	Текущие счетчики	Счетчики управляющей программы
00	SR4 холостой	1-9	n ₅	n ₂ = 32 цикла
01	Ожидание CB2	1-9	n ₅	n ₃ = 32 цикла
03	Ожидание CB1	1-9	n ₅	n ₅ = 32 цикла
12	Ожидание блока 1	1-11	n ₃ , n ₅	
13	Ожидание блока 2	1-11	n ₃ , n ₅	
14	Ожидание βαβ	2-11	n ₃ , n ₅	

D46

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R M.627-1*

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ
МОРСКОЙ ВЧ РАДИОСВЯЗИ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕГО УЗКОПОЛОСНУЮ
ОТНОСИТЕЛЬНУЮ ФАЗОВУЮ ТЕЛЕГРАФИЮ (УПОФТ)**

(Вопрос МСЭ-R 54/8)

(1986-1995)

Резюме

В Приложении 1 к данной Рекомендации представлены технические характеристики оборудования узкополосной относительной фазовой телеграфии (УПОФТ), используемой в ВЧ полосах морской подвижной службы.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что в настоящее время в морскую подвижную службу широко внедряются буквопечатающие виды связи;
- b) что стабильность частот судовых радиоприемников и радиопередатчиков значительно повысилась;
- c) что в линиях с буквопечатанием широко применяются синхронные 7-элементные сигнальные коды с обнаружением ошибок;
- d) что загрузка каналов буквопечатания в ВЧ диапазоне морской подвижной службы возросла;
- e) что прием сигналов УПОФТ осуществляется с большей помехоустойчивостью, чем прием сигналов ЧМН при одной и той же мощности радиопередатчиков;
- f) что применение методов УПОФТ позволяет в одном стандартном канале узкополосной телеграфии морской подвижной службы разместить два канала ФМН при скорости модуляции в каждом канале 100 Бод или один канал ФМН при скорости модуляции 200 Бод;
- g) что уровень межканальных помех в режиме ФМН не превышает уровня взаимоканальных помех в режиме ЧМН,

рекомендует,

- 1 чтобы при использовании в ВЧ диапазоне морской подвижной службы телеграфного оборудования УПОФТ характеристики этого оборудования удовлетворяли требованиям, изложенным в Приложении 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

- 1 Скорость модуляции на радиолинии должна быть 100 или 200 Бод.
- 2 Правило манипуляции фазы несущего колебания должно быть следующим:

При передаче элемента сигнала *У* фаза несущего колебания изменяется на 180° по отношению к фазе предыдущего бита, а при передаче элемента сигнала *В* фаза несущего колебания остается такой же, как фаза несущего колебания предыдущего бита.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Элементы сигналов *В* и *У* определены в Рекомендациях МСЭ-R M.625 и МСЭ-R M.490.

* Данная Рекомендация должна быть доведена до сведения Международной морской организации (ИМО) и Сектора стандартизации электросвязи (МСЭ-Т).

- 3 Отклонение скорости передачи информационной последовательности от номинального значения не должно превышать $\pm 0,01$ бит/с.
- 4 Необходимая ширина полосы излучения радиопередачи должна быть:
- 4.1 при скорости 100 Бод – не более 110 Гц;
- 4.2 при скорости 200 Бод – не более 210 Гц.
- 5 Уменьшение средней выходной мощности передатчика при максимальной скорости модулирования по сравнению со средней мощностью немодулированной несущей не должно превышать 4 дБ.
- 6 Уровни внеполосного излучения на выходе радиопередатчика при скорости модуляции 100 Бод должны быть:
- 6.1 –30 дБ относительно немодулированной несущей для ширины полосы не более 260 Гц;
- 6.2 –40 дБ относительно немодулированной несущей для ширины полосы не более 500 Гц;
- 6.3 –50 дБ относительно немодулированной несущей для ширины полосы не более 700 Гц;
- 6.4 –60 дБ относительно немодулированной несущей для ширины полосы не более 900 Гц.
- 7 Уровни внеполосного излучения на выходе радиопередатчика при скорости модуляции 200 Бод должны быть:
- 7.1 –30 дБ относительно немодулированной несущей для ширины полосы не более 520 Гц;
- 7.2 –40 дБ относительно немодулированной несущей для ширины полосы не более 1000 Гц;
- 7.3 –50 дБ относительно немодулированной несущей для ширины полосы не более 1400 Гц;
- 7.4 –60 дБ относительно немодулированной несущей для ширины полосы не более 1800 Гц.
- 8 В стандартном канале узкополосной телеграфии морской подвижной службы могут быть размещены два подканала ФМН при максимальной скорости модуляции 100 бод в каждом подканале ФМН.
- При этом частота одного подканала ФМН должна быть на 130 Гц ниже присвоенной частоты стандартного канала узкополосной телеграфии, а частота другого подканала – на 130 Гц выше присвоенной частоты.
- 9 В радиопередатчике должны быть использованы излучения класса G1B или G7B или излучения однополосных классов J2B или J7B.
- 10 В случае использования излучения класса J2B частота сигнала поднесущей, поступающего на низкочастотный вход радиопередатчика, должна быть 1570, 1700 или 1830 Гц, а отклонение частоты поднесущей от номинального значения не должно превышать $\pm 0,5$ Гц.
- 11 В случае использования излучения класса J7B частоты сигналов поднесущей, поступающих на низкочастотный вход радиопередатчика, должны быть 1570 и 1830 Гц, а отклонение частоты поднесущей от номинального значения не должно превышать $\pm 0,5$ Гц.
- 12 Максимально допустимое отклонение частоты передатчика от номинального значения не должно превышать ± 5 Гц.
- 13 Линейность амплитудных характеристик тракта усиления информационного сигнала передатчика должна быть такая, чтобы уровни комбинационных составляющих 3-го порядка не превышали –31 дБ, 5-го порядка –38 дБ и 7-го порядка –43 дБ.
- 14 Максимально допустимое отклонение частоты настройки радиоприемника от номинального значения не должно превышать ± 5 Гц.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R S.672-4*

**Диаграмма направленности спутниковой антенны, применяемая
в качестве нормативной при проектировании фиксированной
спутниковой службы, использующей геостационарные спутники**

(1990-1992-1993-1995-1997)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что применение антенн космических станций с наилучшими возможными диаграммами направленности позволит наиболее эффективно использовать радиочастотный спектр и геостационарную орбиту;
- b) что на действующих космических станциях применяются антенны как с одним облучателем и лучом эллиптического (или круглого) сечения, так и со многими облучателями и лучом специальной формы;
- c) что несмотря на достигнутый прогресс в проектировании антенн космических станций, тем не менее, прежде всего можно будет принять эталонную диаграмму направленности, предназначенную для использования в процессе координации, требуется дополнительная информация;
- d) что принятие эталонной диаграммы направленности антенн космических станций будет способствовать изготовлению и применению антенн, позволяющих эффективно использовать орбитальный ресурс;
- e) что для целей координации характеристики излучения антенн космических станций необходимо определять только в направлениях потенциальных помех;
- f) что математические выражения, предназначенные для широкого применения, должны быть максимально простыми, но не должны терять при этом возможности эффективного предсказания;
- g) что, тем не менее, эти математические выражения должны учитывать характеристики практических антенных систем и позволять вносить поправки, обусловленные новыми достижениями в технологии;
- h) что трудности измерения приводят к неточности моделирования антенн космических аппаратов в области больших углов от оси главного направления излучения;
- j) что, поскольку размеры запускаемых аппаратов ограничены, ограничиваются и значения D/λ антенн космических станций, особенно на более низких частотах, например в полосах 6/4 ГГц;
- k) что такие параметры диаграммы направленности антенны космической станции, как опорная точка, зона покрытия, эквивалентное пиковое усиление, которые можно использовать для определения эталонной диаграммы направленности антенны космической станции, содержатся в Приложении 1;
- l) что для вычисления контуров покрытия разработано две компьютерные программы (см. Приложение 2),

* В 2001 году 4-я Исследовательская комиссия по радиосвязи внесла в данную Рекомендацию редакционные изменения в соответствии с Резолюцией МСЭ-R 44 (AP-2000).

рекомендует,

1 чтобы для антенн космических аппаратов фиксированной спутниковой службы (ФСС), имеющих один облучатель и луч эллиптического или круглого сечения, в качестве нормы при проектировании использовалась следующая диаграмма направленности вне зоны покрытия:

$$G(\psi) = G_m - 3(\psi/\psi_b)^a \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad \psi_b \leq \psi \leq a\psi_b \quad (1)$$

$$G(\psi) = G_m + L_N + 20 \log z \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad a\psi_b < \psi \leq 0,5b\psi_b \quad (2a)$$

$$G(\psi) = G_m + L_N \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad 0,5b\psi_b < \psi \leq b\psi_b \quad (2b)$$

$$G(\psi) = X - 25 \log \psi \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad b\psi_b < \psi \leq Y \quad (3)$$

$$G(\psi) = L_F \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad Y < \psi \leq 90^\circ \quad (4a)$$

$$G(\psi) = L_B \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad 90^\circ < \psi \leq 180^\circ, \quad (4b)$$

где:

$$X = G_m + L_N + 25 \log(b\psi_b) \quad \text{и} \quad Y = b\psi_b 10^{0,04(G_m + L_N - L_F)}$$

$G(\psi)$: коэффициент усиления под углом ψ от направления главного луча (дБи)

G_m : максимальный коэффициент усиления в главном лепестке (дБи)

ψ_b : половина ширины луча по уровню 3 дБ в рассматриваемой плоскости (на 3 дБ меньше G_m) (градусы)

L_N : требуемый уровень ближнего бокового лепестка в дБ относительно максимального усиления

$L_F = 0$ дБи уровень заднего лепестка (дБи)

z : (большая ось/малая ось) луча

L_B : 15 + L_N + 0,25 G_m + 5 $\log z$ дБи или 0 дБи в зависимости от того, какая из величин больше.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Диаграммы, применимые к эллиптическим лучам, требуют экспериментальной проверки. Значения a в таблице 1 являются предварительными.

ТАБЛИЦА 1

L_N (дБ)	a	b	α
-20	$2,58 \sqrt{(1 - \log z)}$	6,32	2
-25	$2,58 \sqrt{(1 - 0,8 \log z)}$	6,32	2
-30	–	6,32	–

Численные значения a , b и α для уровней боковых лепестков $L_N = -20$ дБ и -25 дБ указаны в таблице 1. Значения a и α для $L_N = -30$ дБ требуют дальнейшего изучения. Администрациям предлагается предоставить информацию, необходимую для определения значений a и α для $L_N = -30$ дБ;

2 чтобы диаграмма направленности антенн космических аппаратов фиксированной спутниковой службы с несколькими облучателями и лучом специальной формы, используемой в качестве нормативной при проектировании, описывалась одной из следующих формул, в зависимости от класса антенны и диапазона значений отношений обзора.

Определение класса антенн

- Определение антенн класса А:

Антенны класса А – это антенны, у которых точка прицеливания находится внутри зоны покрытия.

- Определение антенн класса В:

Антенны класса В – это антенны, у которых точка прицеливания одного или нескольких лучей находится вне зоны покрытия.

Определение отношения обзора

Существуют два определения для отношения обзора:

Отношение обзора δ в § 2.1 определяется как угловое расстояние между центром зоны покрытия (определенном как центр минимальной эллиптической зоны) и точкой на краю зоны покрытия, разделенное на ширину единичного (элементарного) луча.

Отношение обзора S , используемое в § 2.2 и 2.3, определяется как угловое расстояние между опорным направлением антенны и точкой на краю зоны покрытия, разделенное на ширину элементарного (компонентного) луча.

В первоначальном определении, для которого раздел *рекомендует* применим к конкретной антенне класса А, должно применяться отношение обзора δ ;

- 2.1** чтобы для антенн класса А, имеющих значения отношения обзора $\delta \leq 3,5$:

$$G_{\text{дби}}(\Delta\psi) = \begin{cases} G_{ep} + 0,256 - 13,065 \left(\frac{\Delta\psi}{Q\psi_0} + 0,5 \right)^2 & \text{для } 0 \leq \frac{\Delta\psi}{\psi_0} \leq 0,8904Q \\ G_{ep} - 25 & \text{для } 0,8904Q < \frac{\Delta\psi}{\psi_0} \leq 1,9244Q \\ G_{ep} - 25 + 20 \log \left(\frac{1,9244Q\psi_0}{\Delta\psi} \right) & \text{для } 1,9244Q < \frac{\Delta\psi}{\psi_0} \leq 18 / \psi_0, \end{cases}$$

где:

$\Delta\psi$: угол в градусах от выпуклого контура покрытия до точки вне зоны покрытия в направлении, перпендикулярном сторонам контура

G_{ep} : эквивалентное пиковое усиление (дБи)

= $G_e + 3,0$

ψ_0 : диаметр элементарного луча по уровню половинной мощности (градусы)

= $72 (\lambda/D)$

λ : длина волны (м)

D : физический диаметр рефлектора (м)

$$Q = 10 \left(\frac{0,000075 (\delta - 1/2)^2}{[(F/D_p)^2 + 0,02]^2} \right)$$

δ : отношение обзора, определенное в § 2

F/D_p : отношение фокусного расстояния рефлектора F к диаметру параболы D_p

$$D_p = 2(d + h)$$

d : диаметр спроектированной апертуры параболоида со сдвигом

h : высота сдвига границы отражателя;

2.2 чтобы для антенн класса А, имеющих значения отношения обзора $S \geq 5$:

$$G_{\text{дби}}(\Delta\psi) = \begin{cases} G_e - B \left[\left(1 + \frac{\Delta\psi}{\psi_b} \right)^2 - 1 \right] & \text{для } 0^\circ \leq \Delta\psi \leq C\psi_b \\ G_e - 22 & \text{для } C\psi_b < \Delta\psi \leq (C + 4,5)\psi_b \\ G_e - 22 + 20 \log_{10} \left[\frac{(C + 4,5)\psi_b}{\Delta\psi} \right] & \text{для } (C + 4,5)\psi_b < \Delta\psi \leq 18^\circ, \end{cases}$$

где:

$\Delta\psi$: угол (градусы) от выпуклого контура покрытия в направлении, перпендикулярном сторонам контура

G_e : усиление на краю зоны покрытия (дБи)

$B = B_0 - (S - 1,25) \Delta B$ для $S \geq 5$

$B_0 = 2,05 + 0,5 (F/D - 1) + 0,0025 D/\lambda$

$\Delta B = 1,65 (D/\lambda)^{-0,55}$

ψ_b : радиус элементарного луча

$= 36 \lambda/D$

λ : длина волны (м)

D : физический диаметр рефлектора (м)

$$C = \sqrt{1 + \frac{22}{B}} - 1$$

S : отношение обзора, определенное в § 2

F/D : отношение фокусного расстояния к физическому диаметру антенны;

2.3 чтобы для антенн класса В, использующих только значения отношения обзора S (для $S \geq 0$):

$$G_{\text{дби}}(\Delta\psi) = \begin{cases} G_e - B \left[\left(1 + \frac{\Delta\psi}{\psi_b} \right)^2 - 1 \right] & \text{для } 0^\circ \leq \Delta\psi \leq C\psi_b \\ G_e - 17 + 18,7012 \log_{10} \left(\cos \left[\frac{\Delta\psi - C\psi_b}{\psi_b} \right] \right) & \text{для } C\psi_b < \Delta\psi \leq (C + 1)\psi_b \\ G_e - 22 & \text{для } (C + 1)\psi_b < \Delta\psi \leq (C + 4,5)\psi_b \\ G_e - 22 + 20 \log_{10} \left[\frac{(C + 4,5)\psi_b}{\Delta\psi} \right] & \text{для } (C + 4,5)\psi_b < \Delta\psi \leq 18^\circ, \end{cases}$$

где:

$\Delta\psi$: угол (градусы) от выпуклого контура покрытия в направлении, перпендикулярном сторонам контура

G_e : усиление на краю зоны покрытия (дБи)

$B = B_0 - (S - 1,25) \Delta B$ для $S \geq 0$

$B_0 = 2,05 + 0,5 (F/D - 1) + 0,0025 D/\lambda$

$\Delta B = 1,65 (D/\lambda)^{-0,55}$

ψ_b : радиус элементарного луча

$$= 36 \lambda/D$$

λ : длина волны (м)

D : физический диаметр рефлектора (м)

$$C = \sqrt{1 + \frac{17}{B}} - 1$$

S : отношение обзора, определенное в § 2

F/D : отношение фокусного расстояния к физическому диаметру антенны;

2.4 чтобы для антенн класса А, имеющих значения отношения обзора между $\delta > 3,5$ и $S < 5$, нормативные характеристики проектирования продолжали исследоваться. В частности, требуется изучить возможность распространения на эту область выражений, приведенных в § 2.1 и 2.2. Определения отношений обзора δ и S и их применения даны в § 2;

2.5 чтобы следующие примечания рассматривались как часть § 2.1 и 2.2:

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Зона покрытия должна определяться как контур, построенный по точкам выпуклого многоугольника, окружающего зону обслуживания, с использованием методики, приведенной в Приложении 2.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Для отдельных участков, где контур с уровнем -3 дБ располагается за пределами сформированного контура покрытия, характеристика направленности, используемая в качестве нормативной при проектировании, должна начинаться от контура по уровню -3 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Настоящая Рекомендация должна применяться только в направлении системы, чувствительной к помехам. Это означает, что нет необходимости применять ее в направлениях, где нет потенциальной возможности создания помех другим сетям (например, за краями земной поверхности, ненаселенные зоны океана), в 10% отдельных участков нормативная характеристика может быть превышена.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Настоящая Рекомендация не применяется к двухполосным антеннам. Антенны, в которых применяется рефлектор, который в целях расширения луча вносит фазовую ошибку, также принадлежат к этой категории, и для них требуются дальнейшие исследования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Диаграммы направленности спутниковых антенн фиксированной спутниковой службы

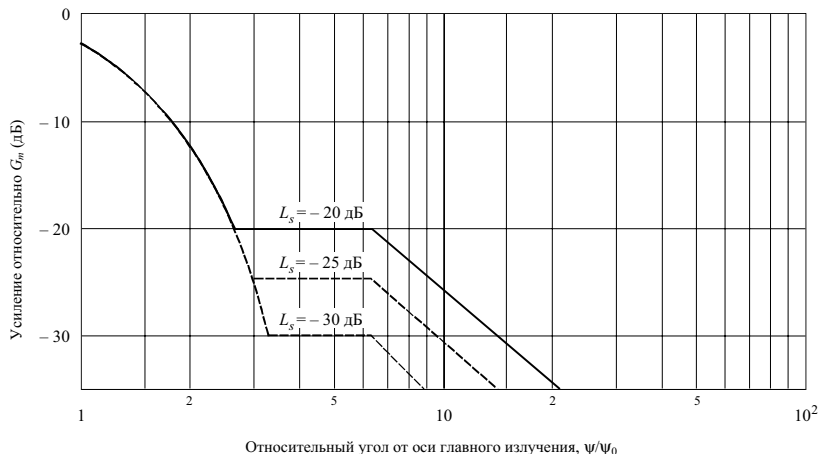
1 Эталонные диаграммы направленности спутниковых антенн

1.1 Антенны с круговыми лучами и одним облучателем

Наиболее важными участками диаграммы направленности спутниковой антенны являются области главного лепестка и задних лепестков. Таким образом, возможные диаграммы, начинающиеся от контура главного лепестка с уровнем -3 дБ, подразделяются на четыре участка. Они показаны на рисунке 1.

Однако трудности возникают при попытке применить утвержденную диаграмму к лучу, имеющему не круговую форму. Следовательно, администрациям рекомендуется представить измеренные диаграммы направленности для антенн, имеющих лучи, отличные от круговых.

РИСУНОК 1
Функции огибающей диаграммы направленности



$$G(\psi) = G_m - 3 (\psi/\psi_0)^2 \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad \psi_0 \leq \psi \leq a \psi_0 \quad (\text{I})$$

$$G(\psi) = G_m + L_s \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad a \psi_0 < \psi \leq b \psi_0 \quad (\text{II})$$

$$G(\psi) = G_m + L_s + 20 - 25 \log (\psi/\psi_0) \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad b \psi_0 < \psi \leq \psi_1 \quad (\text{III})$$

$$G(\psi) = 0 \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad \psi_1 < \psi, \quad (\text{IV})$$

где:

$G(\psi)$: усиление под углом (ψ) от оси (дБи)

G_m : максимальное усиление в главном лепестке (дБи)

ψ_0 : половина ширины луча по уровню 3 дБ в рассматриваемой плоскости (на 3 дБ ниже G_m) (градусы)

ψ_1 : значение (ψ), когда G_m в уравнении (III) равно 0 дБи

L_s : требуемый уровень вблизи лепестка (дБ) относительно пикового усиления

a, b : численные значения указаны ниже

L_s	a	b
-20	2,58	6,32
-25	2,88	6,32
-30	3,16	6,32

0672-01

1.2 Антенны с эллиптическими лучами и одним облучателем

Зависимости на рисунке 1 определяют максимальное значение огибающей для первых боковых лепестков, равное -20 дБ относительно пикового усиления, и такая диаграмма применима к относительно простым антеннам. Однако, в интересах лучшего использования емкости орбиты, может быть желательно уменьшить этот уровень до -30 дБ и использовать более сложные антенны. Диаграмма направленности, принятая Всемирной административной радиоконференцией по планированию радиовещательной спутниковой службы, Женева, 1977 г. (ВАРК РВ-77), для радиовещательных спутниковых антенн, отвечает этому требованию, и сегодня такую диаграмму уже можно получить реально и, следовательно, в таком случае она и

должна применяться. Может быть желательно провести дополнительные исследования для подтверждения возможности достижения в обычной практике таких пониженных уровней боковых лепестков, особенно в полосах 6/4 ГГц.

1.3 Антенны с несколькими облучателями и лучами специальной формы

Аналогичная диаграмма направленности, применяемая к лучам специальной формы, должна опираться на анализ нескольких лучей специальной формы и теоретические исследования. Должны быть определены дополнительные параметры, такие как диаметр элементарного луча и уровень первого бокового лепестка. Кроме того, в состав определения диаграммы направленности антенны входит кросс-секция и средства для измерения углов.

При создании такого эталона очень внимательного рассмотрения заслуживает избирательность, которая должна достигаться относительно границ зон покрытия всех типов антенн, включая наиболее сложные антенны с лучами специальной формы, как функция углового расстояния между зонами покрытия, видимого с орбиты. Диаграмма направленности антенны специальной формы является единственной в своем роде и, как правило, определяется следующими эксплуатационными и техническими факторами:

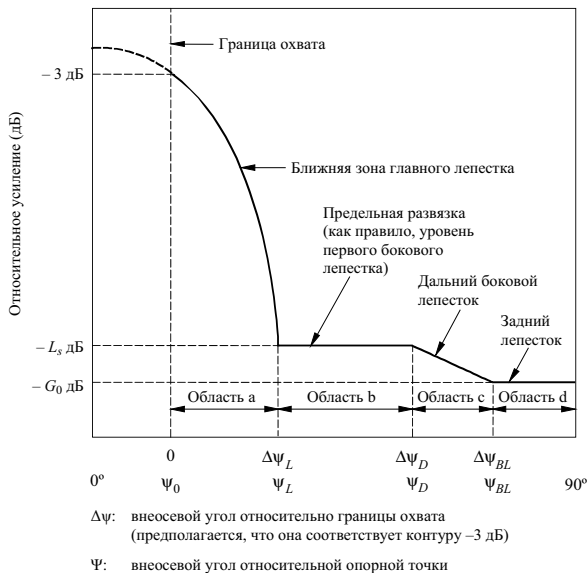
- форма зоны покрытия;
- долгота спутника;
- максимальная апертура антенны;
- конструкция облучателя и форма его луча;
- нормализованный диаметр апертуры рефлектора (D/λ);
- отношение фокусного расстояния к диаметру апертуры (F/D);
- количество станций, использующих повторяющиеся частоты и независимые лучи;
- количество используемых облучателей;
- значения ширины полосы частот;
- требования по ортогональности поляризации;
- область, в которой обеспечивается общее угловое покрытие;
- фазовая и амплитудная стабильность облучателей к возбуждению;
- требования по возможности переконфигурации;
- количество орбитальных позиций, из которых может быть обеспечен охват лучами зон покрытия;
- достигаемые допуски на неравномерность поверхности отражателя;
- нацеливание луча (то есть выполняется со спутника или используется независимое позиционирование луча при помощи земных маяков слежения);
- ухудшение элементарных лучей из-за искажений обзора, которые связаны с конкретной конфигурацией отражателя или антенны (то есть один рефлектор, двойной рефлектор, система профилированных отражателей, не имеющая фокальной оси, решетка непосредственного излучения и т. д.).

Ввиду изложенного, могут возникать определенные трудности при разработке одной-единственной эталонной диаграммы направленности для антенн с лучом специальной формы.

Эталонная диаграмма направленности, изображенная на рисунке 1, не является удовлетворительной для антенн с лучом специальной формы, поскольку ключевым параметром эталонной диаграммы является ψ_0 – ширина луча по уровню -3 дБ, тогда как центр луча специальной формы не определен и, практически, не связан с характеристикой вне луча. Простая диаграмма направленности, состоящая из четырех сегментов, показанная на рисунке 2, может быть более приемлемой в качестве эталонной диаграммы направленности. Угол наклона скатов этой диаграммы будет функцией от углового расстояния за пределами усредненного контура.

РИСУНОК 2

Возможная форма эталонной диаграммы направленности



0672-02

Конкретное направление, в котором необходимо измерять данное угловое расстояние, также является параметром, который необходимо определить. Один из методов состоит в измерении данного угла в направлении, ортогональном контуру с постоянным коэффициентом усиления, который наиболее точно соответствует зоне покрытия. Трудности с этим методом возникают в тех частях, где огибающие коэффициента усиления имеют вогнутый вид, как, например, в случаях с лунообразными диаграммами направленности. Для данного типа диаграммы направленности, излучение в направлении, ортогональном контуру, может еще раз пересекать зону покрытия. С точки зрения проектирования антенны, трудность достижения хорошей развязки в вогнутом участке диаграммы направленности увеличивается с ростом степени вогнутости. Альтернативным методом, который может разрешить эти проблемы, является описание зоны покрытия контуром, не имеющим вогнутых участков и последующее измерение углов, ортогональных к этому контуру; этот контур рассматривается как граница охвата. Возможно применение других методов определения направления измерения, например в качестве опорной точки может использоваться центр эллипса, описывающего эту зону (см. § 2.1 и 2.2), но для любой эталонной диаграммы необходимо дать недвусмысленное определение.

Как только направление определено, диаграмму направленности можно разделить на четыре конкретных участка:

Область а: Область, прилегающая к главному лепестку (граница зоны покрытия до угла предельной избирательности)

Предполагается, что эта область охватывает те участки, которые считаются областями, соседними с областью покрытия. Требуемая развязка между спутниковыми сетями будет достигнута за счет комбинации характеристик избирательности спутниковой антенны и расстоянием между спутниками на орбите.

Для описания этой области может использоваться простая функция, имеющая форму, подобную той, что показана в виде уравнения (1) на рисунке 1.

Область b: Область, не являющаяся соседней с областью покрытия

Этот участок начинается там, где диаграмма направленности достигает достаточной степени развязки, при которой рядом расположенные спутники могут обслуживать зоны, не смежные друг с другом ($\Delta\varphi_d$ на рисунке 2). Предельная развязка (L_s) может располагаться между -20 и -30 дБ.

Область c: Область дальних боковых лепестков

Область d: Область заднего лепестка

Каждая из этих областей охватывает участки боковых лепестков высшего порядка и применима к достаточно большим зонам обслуживания, а в тех полосах частот, которые используются для осуществления связи в двух направлениях, и к участкам орбиты. В последнем случае необходимо с большой осторожностью подходить к рассмотрению очень больших углов от главной оси излучения, поскольку непредсказуемые отражения от космического аппарата и перелив энергии через край главного отражателя могут оказывать существенное влияние. Предполагается, что больше информации можно получить при рассмотрении огибающей минимального усиления (область d на рисунке 2).

2 Модели диаграммы направленности для антенн с профилированными лучами

Для моделирования профилированных лучей, до начала действительного проектирования антенны, может использоваться упрощенная эталонная диаграмма направленности. Далее представлены две модели, при помощи которых могут быть созданы такие диаграммы направленности и определены соответствующие им параметры. Обе модели пригодны для компьютерных исследований помех и, совместно с картами размещения спутника, для вычислений, выполняемых вручную. Эти модели являются основой рекомендованной диаграммы или диаграмм. Однако можно рекомендовать применение только "профилей" результирующей диаграммы направленности в направлении к системе, чувствительной к помехам. Это означает, что они не должны применяться для направлений, где не существует возможности создания помех другим сетям (то есть за пределами Земли, в незаселенных районах мирового океана и т. п.).

2.1 Представление зоны покрытия

В прошлом было предложено несколько способов для представления зоны покрытия антенн ФСС. В одном из способов угловое расстояние за пределами зоны покрытия измеряется в направлении, нормальном к географической зоне обслуживания (контур с постоянным усилением), видимой со спутника. На практике контур усиления проектируется так, чтобы он максимально точно соответствовал зоне покрытия, и, следовательно, ожидается, что разница между использованием зоны покрытия и контура постоянного усиления будет очень небольшой. Однако в некоторых случаях, когда отдельные участки контуров усиления являются вогнутыми, например при диаграммах направленности, имеющих крестообразную форму, могут возникнуть определенные трудности. Для таких диаграмм направленности направление, перпендикулярное контуру зоны покрытия, может еще раз пересекать зону покрытия, что влечет за собой неоднозначность (см. рисунок 3а). Еще одна сложность такого представления состоит в том, что для данного местоположения вне границ зоны покрытия можно найти несколько точек в зоне обслуживания, для которых линия, соединяющая это место с точкой внутри зоны обслуживания, перпендикулярна к контуру зоны обслуживания в данной точке (см. рисунок 3а)).

Однако был разработан метод, который позволяет обойти вышеперечисленные трудности, в котором используются измерения углов, нормалей к зоне покрытия и диаграммы направленности, содержащие вогнутые участки. Этот метод требует множества графических построений и описывается в виде пошаговых процедур в Приложении 2.

Кроме того, эти пошаговые процедуры можно упростить за счет использования только выпуклого контура зоны покрытия. Для создания выпуклого контура зоны покрытия выполняется та же процедура, что описана в Приложении 2, за исключением того, что рассматриваются только выпуклые углы, то есть те, для которых круг лежит внутри контура зоны покрытия. Результирующий контур зоны покрытия показан на рисунке 3b).

Еще один способ представления диаграмм направленности с профилированными лучами состоит в описании действительной зоны покрытия эллипсом минимальной площади. Угловое расстояние измеряется от границы эллипса в направлении, нормальном к огибающей эллипса. Это дает то преимущество, что относительно легче написать эффективные компьютерные программы для определения процедуры таких угловых измерений. Однако такое представление имеет тенденцию значительно переоценивать площадь реальной зоны обслуживания.

Еще одним методом является комплексный подход, который позволяет получить недвусмысленное определение для представления зоны покрытия профилированного луча. В этом методе для определения центра зоны покрытия используется эллипс минимальной площади, в который вписана географическая зона покрытия. Центр зоны покрытия необязательно совпадает с центром луча и используется только для определения оси отрезков диаграммы направленности. Как только центр зоны покрытия определен, эллипс минимальной площади теряет свою значимость.

Затем выпуклый многоугольник используется для определения границы зоны покрытия. Количество сторон, образующих многоугольник, определяется на основании того требования, что он должен описывать зону покрытия максимально точно и должен иметь выпуклую форму. Типичный пример представления зоны обслуживания показан на рисунке 3с). Угловые направления располагаются по радиусам от центра зоны покрытия.

Для места наблюдения вне пределов зоны покрытия, направление приложения образца и угловых расстояний однозначно определяется относительно центра зоны покрытия. Однако этот метод, как правило, приводит к переоценке углового расстояния между контурами с различными величинами усиления за пределами зоны покрытия, когда угол радиуса к контуру зоны покрытия существенно отличается от прямого.

В результате, представляется, что наиболее приемлемым методом с точки зрения как точности, так и простоты построений, является использование выпуклого контура зоны покрытия и угловых расстояний, измеряемых вдоль направлений, нормальных к сторонам контура, как показано на рисунке 3b).

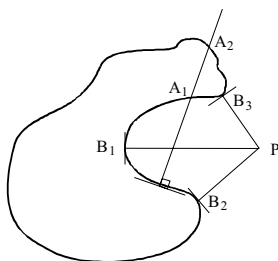
2.2 Эквивалентное пиковое усиление

В ситуациях, когда нет необходимости формировать луч специальным образом, для того чтобы компенсировать изменения условий распространения на протяжении зоны обслуживания, считается, что минимальный коэффициент усиления, достигаемый в зоне покрытия, на 3 дБ меньше эквивалентного пикового усиления (G_{ep}). На практике реальное пиковое усиление может быть больше или меньше эквивалентного пикового усиления и необязательно будет наблюдаться на оси излучения.

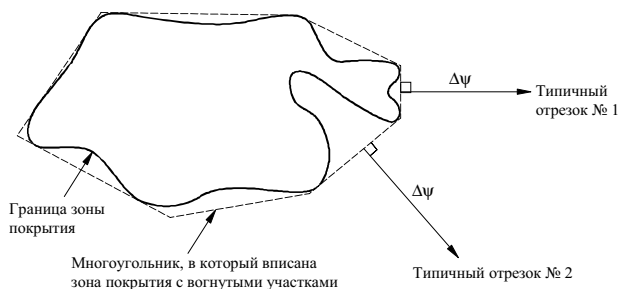
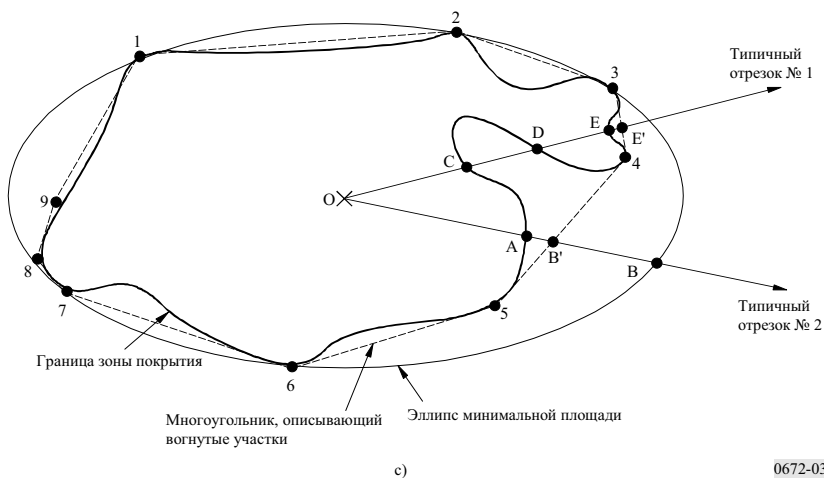
В ряде ситуаций могут наблюдаться значительные вариации условий распространения в зоне обслуживания или необходимое качество обслуживания может требовать специальной формы луча для данной зоны обслуживания. В этих случаях в каждой вершине многоугольника вычисляется минимальное требуемое относительное усиление (относительно усредненного усиления на контуре зоны покрытия) и затем для определения относительного усиления на промежуточных азимутах может использоваться линейная интерполяция, основанная на азимуте от оси луча. В этом сценарии усиление на контуре зоны покрытия зависит от направления.

Заметим, что для профилированного луча изменение усиления внутри зоны покрытия не связано с уменьшением усиления за границами зоны покрытия. Качественные показатели антенны внутри зоны покрытия, включая коэффициент усиления, не связаны с помехами, создаваемыми соседним системам. Следовательно, для диаграмм направленности антенн с профилированными лучами не требуется определять изменение усиления внутри зоны покрытия.

РИСУНОК 3
Различное представление зоны покрытия



a)

b) Измерение угла $\Delta\psi$ на основании (вогнутого) контура зоны покрытия

c)

0672-03

2.3 Размер элементарного луча

Уровни боковых лепестков определяются при помощи функции освещенности апертуры. Рассмотрим функцию освещенности:

$$f(x) = \cos^N \left(\frac{\pi}{2} \cdot x \right) \quad |x| \leq 1, \quad (5)$$

которая равна нулю на границе апертуры для $N > 0$. Радиус элементарного луча как функция уровня боковых лепестков (дБ) и отношения D/λ для рассматриваемого диапазона аппроксимируется формулой:

$$\psi_b = (16,56 - 0,775 L_s) \lambda / D \quad \text{градусов}, \quad (6)$$

где L_s – относительный уровень первого бокового лепестка (дБ).

Это выражение иллюстрирует компромисс между диаметром антенны, уровнем бокового лепестка и крутизной ската боковых участков главного лепестка. Оно получается из кривой, соответствующей результатам вычислений для различных уровней боковых лепестков. Это соотношение используется как отправная точка при создании моделей, описанных ниже.

2.4 Разработка моделей диаграмм направленности при совпадающей поляризации

Обобщенные диаграммы направленности при совпадающей поляризации для будущих антенн с лучами специальной формы основаны на результатах измерений, выполненных для нескольких работающих антенн с лучами специальной формы (Brazilsat, Anik-C, Anik-E, TDRSS, Intelsat-V, G-Star, Intelsat-VI, Intelsat-VII, Cobra) и на теоретических выкладках, приведенных в данном параграфе.

Предварительное моделирование, как представляется, не может количественно оценить влияние расширения луча. Показанные далее модели включают два различных подхода, в которых рассматриваются эффекты, существенные для точного предсказания параметров антенны с лучами специальной формы.

2.4.1 Первая модель

Диаграмма направленности антенны с лучом специальной формы, описанная в настоящем параграфе, строится на основе главных и второстепенных параметров. Главными параметрами являются размер элементарного луча, ширина зоны покрытия в рассматриваемом направлении и пиковый уровень боковых лепестков. Второстепенными параметрами являются параметр блокировки, изменение поверхности и величина сканируемого пространства, выраженная в единицах ширины луча. Влияние второстепенных параметров на излучение антенны сказывается в увеличении ширины главного луча и уровня боковых лепестков. Хотя основным параметром в расширении луча является величина сканируемого пространства, выраженная в единицах ширины луча, для полноты картины рассмотрены также два других параметра. Однако не следует пренебрегать влиянием блокировки на уровень боковых лепестков. Несмотря на то что на самом деле из-за практических ограничений, даже для антенн, которые в соответствии с проектом свободны от эффекта блокировки, обычно наблюдается некоторая блокировка на границах зоны покрытия. В частности, весьма вероятно возникновение приграничной блокировки для линейных антенн с двойной поляризацией, использующих общую апертуру, как, например, в случае двойных сетчатых рефлекторов, используемых на спутниках Anik-E, G-Star, Anik-C, Brazilsat и т. д. Это происходит благодаря расстоянию, разделяющему точки фокуса двух перекрывающихся рефлекторов, необходимому для того, чтобы удовлетворялись требования по развязке, и обеспечивалось достаточное пространство для размещения двух наборов облучателей.

Для участков дальних боковых лепестков опубликовано очень мало данных, для того чтобы можно было создать модель. Отражения от конструкции космического аппарата, перелив мощности через решетку и фидер, а также направленное излучение связки фидеров могут вносить неточности на больших углах от главной оси излучения, и могут лишить законной силы теоретические предположения. Кроме того, измерения в этой области являются невероятно

сложными и, следовательно, требуются дополнительные исследования для получения надежных значений усиления для данных участков модели. Пока предлагается использовать прямолинейный участок с усилением 0 дБи.

Следует отметить, что предлагаемая диаграмма направленности предназначена для применения только в тех направлениях, которые представляют практический интерес. В некритических направлениях, например в сторону океана или за пределы очертаний Земли, или в направлениях, где помехи не имеют значения, эта диаграмма вовсе не обязательно будет достаточно представительной моделью.

Обобщенная модель 1 при совпадающей поляризации

Предлагается следующая трехсегментная модель, описывающая огибающую диаграммы направленности спутниковой антенны с лучом специальной формы за пределами зоны покрытия:

Участок, прилегающий к главному лепестку:

$$G_{\text{дБи}}(\Delta\psi) = G_{ep} + U - 4V \left(\frac{\Delta\psi}{Q \cdot \psi_0} + 0,5 \right)^2 \quad \text{для} \quad 0 \leq \Delta\psi \leq W \cdot Q \cdot \psi_0.$$

Участок ближних боковых лепестков:

$$G_{\text{дБи}}(\Delta\psi) = G_{ep} + SL \quad \text{для} \quad W \cdot Q \cdot \psi_0 \leq \Delta\psi \leq Z \cdot Q \cdot \psi_0.$$

Участок дальних боковых лепестков:

$$G_{\text{дБи}}(\Delta\psi) = G_{ep} + SL + 20 \log(Z \cdot Q \cdot \psi_0 / \Delta\psi) \quad \text{для} \quad Z \leq \Delta\psi \leq 18,$$

где:

$\Delta\psi$: угол от границы зоны покрытия (градусы)

$G_{\text{дБи}}(\Delta\psi)$: усиление под углом $\Delta\psi$ (дБи)

G_{ep} : эквивалентное пиковое усиление

$$G_{ep} = G_e + 3,0 \text{ (дБи)}$$

ψ_0 : диаметр элементарного луча по уровню половинной мощности (градусы)

$$\psi_0 \approx (33,12 - 1,55 SL) \lambda / D$$

λ : длина волны (м)

D : диаметр отражателя (м)

SL : уровень бокового лепестка относительно пикового уровня (дБ)

$U = 10 \log A$, $V = 4,3429 B$ – параметры главного луча

$$B = [\ln(0,5/10^{0,1SL})] / [(16,30 - 3,345 SL) / (16,56 - 0,775 SL)]^2 - 1]$$

$$A = 0,5 \exp(B)$$

$$W = (-0,26 - 2,57 SL) / (33,12 - 1,55 SL)$$

$$Z = (77,18 - 2,445 SL) / (33,12 - 1,55 SL)$$

Q : коэффициент расширения луча из-за влияния второстепенных параметров:

$$Q = \exp \left[(8\pi^2 (\epsilon\epsilon/\lambda^2) \cdot [\eta_i(\Delta)]^{-0,5} \cdot 10^{\left(\frac{0,000075(\delta-1/2)^2}{[(FD_p)^2 + 0,02]^2} \right)} \right]. \quad (7)$$

Переменные в уравнении (7) определяются следующим образом:

ϵ : среднеквадратичная ошибка выполнения поверхности

Δ : параметр блокировки (квадратный корень из отношения площади заблокированной зоны к площади апертуры)

δ : ширина сканируемого пространства от направления оси, выраженная в единицах ширины луча

$$= \theta_0 / \psi_0$$

θ_0 : угловое расстояние между центром зоны покрытия, определенного как центр эллипса минимальной площади, до границы зоны покрытия

$$\eta_i(\Delta) = 1 - \Delta^2 \quad \text{для блокировки в центре}$$

$$= [1 - [1 - A(1 - \Delta)^2] \Delta^2]^2 \quad \text{для блокировки на краях.} \quad (8)$$

A в уравнении (8) представляет собой высоту ступеньки в первичной функции освещенности $(1 - Ar^2)$ на рефлекторе, а r – нормализованное расстояние от центра плоскости апертуры плоскости отражателя ($r = 1$ на краю). F/D_p в уравнении (7) представляет собой отношение фокусного расстояния к диаметру параболы. Для рабочих спутниковых антенн это отношение изменяется от 0,35 до 0,45.

Усиление в дальнем боковом лепестке зависит от перелива мощности, эффектов дифракции и рефракции, обусловленных структурой космического аппарата. Эти эффекты зависят от конкретных проектов и, следовательно, обобщить их достаточно трудно.

Как показано в уравнении (7), коэффициент расширения луча Q зависит от среднеквадратичной ошибки выполнения поверхности ϵ , параметра блокировки Δ , ширины сканируемого пространства, выраженного в единицах ширины луча δ , и отношения F/D_p . Однако, как правило, на практике влияние ϵ и Δ на расширение луча невелико и им можно пренебрегать. Таким образом, уравнение (7) может быть упрощено до:

$$Q = 10^{\left(\frac{0,000075(\delta - 1/2)^2}{[(F/D_p)^2 + 0,02]^2} \right)}, \quad (9)$$

где:

$$D_p = 2(d + h)$$

d : спроектированный диаметр апертуры параболоида со сдвигом

h : сдвиг по высоте к краю отражателя.

Уравнение (9) ясно показывает зависимость увеличения ширины сканируемого пространства, выраженного в единицах ширины луча и отношения F/D_p спутниковой антенны. Это выражение действительно для δ , не превышающего девяти значений ширины луча, чего более чем достаточно для глобального покрытия даже в полосе 14/11 ГГц; при использовании этой модели для таких больших зон обслуживания, как Канада, Соединенные Штаты или Китай, δ обычно равно одному или двум значениям ширины луча в полосе 6/4 ГГц и примерно четырем значениям ширины луча в полосе 14/11 ГГц. Следовательно, для большинства систем величина Q , как правило, не превышает 1,1. То есть расширение луча, как правило, составляет порядка 10% от ширины элементарного луча антенны с лучом специальной формы.

Пренебрегая расширением главного луча из-за блокировки и ошибки выполнения поверхности отражателя и предполагая, что в наихудшем случае отношение F/D_p для рефлектора составляет 0,35, коэффициент расширения луча Q можно упростить как:

$$Q = 10^{0,0037(\delta - 1/2)^2}.$$

В полосе 6/4 ГГц уровень боковых лепестков -25 дБ может быть достигнут с небольшими трудностями с использованием монолитной антенны с несколькими облучателями диаметром примерно 2 м. Для получения развязки 30 дБ могут требоваться антенны большего диаметра, если нужно обеспечить угловое расстояние достаточно большого размера или регулировать его. В полосах 14/11 ГГц фиксированной спутниковой службы, как правило, развязка 30 дБ может

быть достигнута при использовании двухметровых антенн и применении хорошо продуманной конструкции подведения сигнала.

Вышеприведенные уравнения для эталонной диаграммы направленности зависят от угла сканирования единичного луча на границе зоны покрытия в направлении каждого отдельного отрезка, к которому должна применяться данная диаграмма направленности. В качестве эталонной диаграммы, которая должна использоваться как нормативная, желательно использовать простую диаграмму с минимальной параметрической зависимостью. Однако следует выбрать значение или значения Q , которые описывают типичные зоны покрытия спутника и введены в вышеприведенные уравнения.

Для спутника, имеющего зону обслуживания в пределах страны, может быть достигнут более крутой наклон ската главного лепестка луча типичной антенны по сравнению со спутниками, имеющими очень большие региональные зоны покрытия; и наоборот, диаграмма направленности, удовлетворяющая требованиям регионального покрытия, будет слишком мягкой для спутника, имеющего зону обслуживания в пределах страны.

Следовательно, предлагается упростить модель 1 и рассмотреть два следующих случая для антенн ФСС. В этих случаях предполагается, что используется диаграмма, в которой боковые лепестки имеют одинаковый уровень -25 дБ.

а) Малая область покрытия ($\delta < 3,5$)

Большинство зон покрытия в пределах страны попадает в эту категорию. Для представления диаграмм направленности с умеренным ухудшением обзора для малых областей покрытия коэффициент расширения луча Q принимается равным 1,10, то есть:

$$G_{\text{дбн}}(\Delta\psi) = \begin{cases} G_{\text{ер}} + 0,256 - \frac{10,797}{\psi_0^2} (\Delta\psi + 0,55\psi_0)^2 & \text{для } 0 \leq \Delta\psi \leq 0,9794\psi_0 \\ G_{\text{ер}} - 25 & \text{для } 0,9794\psi_0 < \Delta\psi \leq 2,1168\psi_0 \\ G_{\text{ер}} - 25 + 20 \log(2,1168\psi_0 / \Delta\psi) & \text{для } 2,1168\psi_0 < \Delta\psi \leq 18. \end{cases}$$

б) Большие области покрытия ($\delta > 3,5$)

Большие зоны покрытия характерны, например, для лучей охвата полусферы и глобальных лучей систем INTELSAT и INMARSAT. Для того чтобы описать ухудшение диаграммы из-за необходимости обзора большой территории, коэффициент Q принимается равным 1,3. Эталонные диаграммы, применимые к таким зонам покрытия ($\delta > 3,5$), определяются следующим образом:

$$G_{\text{дбн}}(\Delta\psi) = \begin{cases} G_{\text{ер}} + 0,256 - \frac{7,73}{\psi_0^2} (\Delta\psi + 0,65\psi_0)^2 & \text{для } 0 \leq \Delta\psi \leq 1,1575\psi_0 \\ G_{\text{ер}} - 25 & \text{для } 1,1575\psi_0 < \Delta\psi \leq 2,5017\psi_0 \\ G_{\text{ер}} - 25 + 20 \log(2,5017\psi_0 / \Delta\psi) & \text{для } 2,5017\psi_0 < \Delta\psi \leq 18. \end{cases}$$

2.4.2 Вторая модель

Будет достаточно непросто создать относительно простую диаграмму направленности, которая была бы применима к различным спутниковым антеннам без ущерба для конкретного проекта или системы. Исходя из этих соображений, диаграмма, показанная здесь в виде модели 2, предназначена не для описания одной-единственной огибающей, а описывает общую форму. Эту диаграмму можно рассматривать не только применительно к одной антенне, но и в качестве обобщенного представления семейства диаграмм, описывающих антенны, пригодные для множества различных приложений.

При разработке этой модели была сделана попытка полностью учесть расширение луча, вызванное тем, что элементарные лучи "смотрят" в сторону от опорного направления антенны с лучом специальной формы. Была сделана осторожная попытка учесть влияние помех и взаимного

перекрытия между соседними элементарными лучами, расположенными вокруг рассматриваемого луча. Во избежание усложнения формул рассматривались два дополнительных соседних луча в направлении движения элементарных лучей. Учитывалось также изменение расширения луча с изменением отношения F/D , результаты были проверены в диапазоне $0,70 \leq F/D \leq 1,3$ и смоделированы для усредненной плоскости сканирования между плоскостью угла места и азимутальной плоскостью. Если бы моделирование выполнялось только для азимутальной плоскости, то можно было бы ожидать, что полученные характеристики были бы более крутыми, чем предсказанные. При моделировании также были сделаны следующие предположения:

- предполагалось, что граница элементарных лучей, соответствующих отдельным элементам решетки, соответствует идеальному контуру с усилением -3 дБ для зоны покрытия луча специальной формы;
- радиус элементарного луча ψ_b определяется по уравнению (6) и соответствует ослаблению на границе апертуры -4 дБ;
- значение B , которое определяет участок главного луча, моделируется непосредственно как функция угла сканирования элементарного луча, диаметра антенны D и отношения F/D отражателя антенны.

Значение F/D , используемое в этой модели, представляет собой отношение фокусного расстояния к физическому диаметру рефлектора. Модель достоверна для диаметров рефлектора вплоть до 120λ , ширины сканируемого пространства, охватывающего до 13 значений ширины луча, и показала хорошее соответствие 34 сегментам диаграммы направленности четырех различных антенн.

Учитывая, что когда-либо в будущем может потребоваться более точно регулировать качественные параметры антенны, эта модель предусматривает два простых коэффициента улучшения K_1 и K_2 , предназначенных для изменения обобщенной диаграммы направленности, разработанной на сегодняшний день.

Обобщенная модель 2 при совпадающей поляризации

Далее описываются уравнения для различных регионов и соответствующих значений внеосевого коэффициента усиления. Эти значения коэффициента усиления измерены в направлении, нормальном к зоне покрытия в каждой точке, и этот метод тесно связан с определением зоны покрытия, приведенном в Приложении 2.

В настоящее время значения коэффициентов K_1 и K_2 следует принять равными единице, то есть $K_1 = K_2 = 1$.

Уравнения, используемые в этой модели, нормализованы относительно первого бокового лепестка (L_s) = -20 дБ. В конечном счете, величина первого бокового лепестка будет заменена значением, выбранным для данного приложения.

а) Участок, прилегающий к главному лепестку: ($0^\circ \leq \Delta\psi < C\psi_b$)

На этом участке функция усиления описывается формулой:

$$G(\Delta\psi) = G_e - K_1 B \left[\left(1 + \frac{\Delta\psi}{\psi_b} \right)^2 - 1 \right] \quad \text{дБи}, \quad (10)$$

где:

$G(\Delta\psi)$: усиление эталонной диаграммы направленности (дБи)

G_e : усиление на границе зоны покрытия (дБи)

$\Delta\psi$: угол (градусы) от (выпуклого) контура зоны покрытия в направлении, нормальном к сторонам этого контура

$\psi_b = 32 \lambda/D$ – радиус элементарного луча (градусы) (соответствующий $L_s = -20$ дБ в уравнении (6))

$B = B_0 - (S - 1,25) \Delta B$ для $S \geq 1,25$ и

$$B = B_0 \quad \text{для } S < 1,25$$

$$B_0 = 2,05 + 0,5 (F/D - 1) + 0,0025 D/\lambda$$

$$\Delta B = 1,65 (D/\lambda)^{-0,55}.$$

Для поддержания обобщенного подхода здесь приводятся уравнения и для азимутальной плоскости, и для плоскости угла места.

азимутальная плоскость: $B_0 = 2,15 + T$

плоскость угла места: $B_0 = 1,95 + T,$

где $T = 0,5 (F/D - 1) + 0,0025 D/\lambda$

азимутальная плоскость: $\Delta B = 1,3 (D/\lambda)^{-0,55}$

плоскость угла места: $\Delta B = 2,0 (D/\lambda)^{-0,55}$

D : физический диаметр антенны (м)

λ : длина волны (м)

S : угловое перемещение A между опорным направлением антенны и точкой на границе зоны покрытия для ширины элементарных лучей по половинной мощности, как показано на рисунке 4, то есть $S_1 = A_1 / 2\psi_b$ и $S_2 = A_2 / 2\psi_b$

$$C = \sqrt{1 + \frac{(20 K_2 - 3)}{K_1 B}} - 1,$$

и оно соответствует пределу, где $G(\Delta\psi)$ равно уровню $-20 K_2$ (дБ) относительно эквивалентного пикового усиления G_{ep} , то есть $G(\Delta\psi) = G_e + 3 - 20 K_2$.

b) Участок ближнего бокового лепестка: $C\psi_b \leq \Delta\psi < (C + 0,5) \psi_b$

Этот участок умышленно поддерживался очень узким, что обусловлено следующими причинами. Высокие первые лепестки порядка -20 дБ встречаются только в некоторых плоскостях, и за ними следуют постепенно убывающие боковые лепестки. На участках, где наблюдается расширение луча, первый боковой лепесток сливается с главным лепестком, который был смоделирован как величина B для участка, прилегающего к главному лепестку. Отсюда необходимо, чтобы этот участок поддерживался очень узким, для того чтобы не переоценить уровень излучения. (Для антенн класса В этот участок был слегка расширен, а функция усиления была изменена.) На этом участке усиление остается постоянным и определяется по формуле:

$$G(\Delta\psi) = G_e + 3 - 20 K_2. \quad (11)$$

с) Участок промежуточного бокового лепестка: $(C + 0,5) \psi_b \leq \Delta\psi < (C + 4,5) \psi_b$

Для этого участка характерно равномерное уменьшение боковых лепестков. Как правило, огибающая уменьшается со скоростью примерно 10 дБ на $4 \psi_b$. Отсюда на данном участке:

$$G(\Delta\psi) = G_e + 3 - 20 K_2 + 2,5 \left[(C + 0,5) - \frac{\Delta\psi}{\psi_b} \right] \quad \text{дБи.} \quad (12)$$

Вышеприведенное выражение уменьшается от $G_e + 3 - 20 K_2$ в точке $(C + 0,5) \psi_b$ до $G_e + 3 - 10 - 20 K_2$ в точке $(C + 4,5) \psi_b$.

d) Участок широкоугольного бокового лепестка: $(C + 4,5) \psi_b \leq \Delta\psi < (C + 4,5) \psi_b D,$

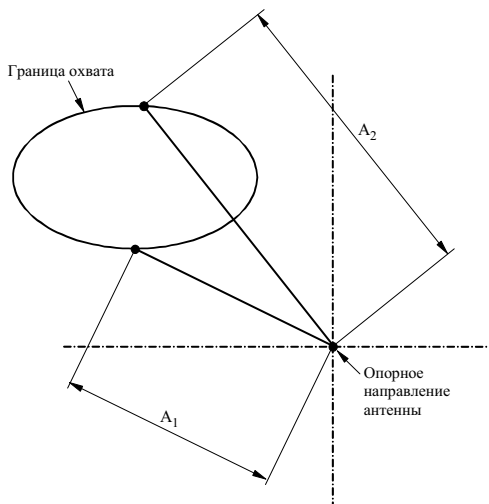
где $D = 10^{[(G_e - 27) / 20]}.$

Это соответствует участку, в котором доминирует влияние дифракции на границах отражателя, которое возрастает со скоростью примерно 6 дБ на октаву. Таким образом, этот участок описывается уравнением:

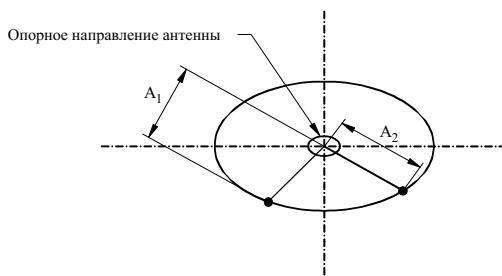
$$G(\Delta\psi) = G_e + 3 - 10 - 20 K_2 + 20 \log \left[\frac{(C + 4,5) \psi_b}{\Delta\psi} \right] \quad \text{дБи.} \quad (13)$$

На этом участке $G(\Delta\psi)$ уменьшается от $G_e + 3 - 10 - 20 K_2$ в точке $(C + 4,5) \psi_b$ до $G_e + 3 - 16 - 20 K_2$ в точке $2(C + 4,5) \psi_b$. Верхний предел соответствует точке, где $G(\Delta\psi) = 3$ дБи.

РИСУНОК 4
Схематическое изображение зоны покрытия



а) Опорное направление вне зоны покрытия



б) Опорное направление внутри зоны покрытия

A_1, A_2 : угловое расстояние (градусы) до двух точек на границе зоны покрытия от опорного направления антенны

е) **Участок дальнего бокового лепестка:** $(C + 4,5) \psi_b D \leq \Delta\psi \leq 90$,

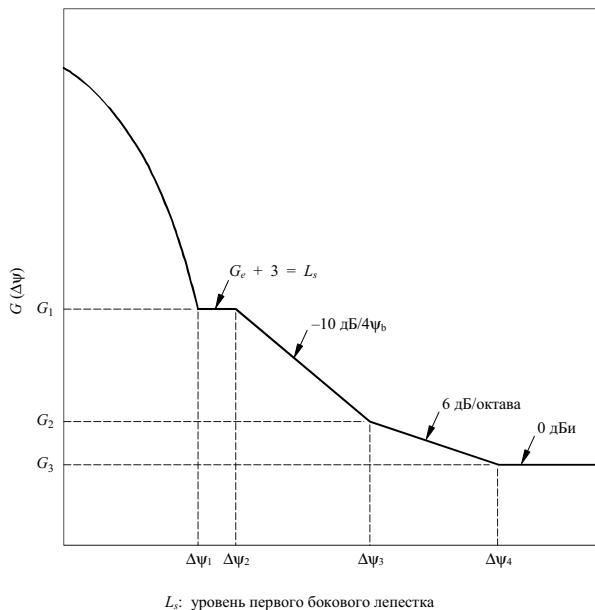
$$\text{где } D = 10^{[(G_e - 27) / 20]}$$

$$G(\Delta\psi) = 3 \quad \text{дБи.} \quad (14)$$

Эти участки изображены на рисунке 5.

РИСУНОК 5

Различные участки предлагаемой модели 2



0672-05

Эта модель может быть также распространена на простые круговые лучи, эллиптические лучи и антенны с рефлектором специальной формы. Эти случаи учитываются посредством уточнения величины B в вышеприведенной обобщенной модели:

- для простых круговых и эллиптических лучей B изменяется до величины $B = 3,25$
- для антенн с рефлектором специальной формы изменяются следующие параметры:

$$B = \begin{cases} 1,3 & \text{для } 0,5 \leq S \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,34 S & \text{для } 0,75 < S \leq 2,75 \\ 0,62 & \text{для } S > 2,75, \end{cases}$$

где:

S : (угловое перемещение центра зоны покрытия) / $2\psi_b$

$$\psi_b = 40 \lambda/D$$

$$K_2 = 1,25.$$

Следует отметить, что значения, предложенные для антенн с рефлектором специальной формы, соответствуют опубликованным данным о конфигурациях простых антенн. Эта новая технология быстро развивается и, следовательно, приведенные величины следует считать экспериментальными. Более того, может потребоваться провести дополнительные исследования для подтверждения достижимости уровней боковых лепестков равномерного участка.

Использование коэффициентов K_1 и K_2

Коэффициенты улучшения K_1 и K_2 не предназначены для описания каких-либо физических процессов в модели, но представляют собой простые константы, предназначенные для корректировки общей формы диаграммы направленности антенны без изменения ее сути.

Повышение величины K_1 от его используемого сегодня значения 1 приведет к увеличению крутизны огибающих, описывающих главный лепесток.

Параметр K_2 может использоваться для коррекции уровней равномерного участка боковых лепестков при помощи выбора значения K_2 , большего чем единица.

2.5 Характеристики огибающей диаграммы направленности луча специальной формы

Характеристики огибающей диаграммы направленности антенны с лучом специальной формы, в первую очередь, зависят от размера антенны. Угловое расстояние $\Delta\psi_L$ от границы зоны покрытия до точки, в которой усиление уменьшается на 22 дБ (относительно усиления на границе), является полезным параметром для планирования орбиты; он связан с размером антенны следующим образом:

$$\Delta\psi_L = C (\lambda/D).$$

Для центральных лучей, форма которых не регулируется или регулируется совсем немного, значение C составляет 64 для пикового уровня бокового лепестка –25 дБ. Однако для сканирующих лучей C обычно лежит в пределах 64–80 в зависимости от степени расширения главного луча.

2.6 Диаграмма направленности для средних значений отношения обзора

В пп. 2.1 и 2.2 раздела *рекомендует* приведены две эталонные диаграммы для спутниковых антенн ФСС, одна – для малых зон покрытия и отношений обзора менее 3,5 и другая – для больших зон покрытия и отношений обзора более 5,0. Однако диаграммы направленности для спутниковых антенн со средними отношениями обзора ($3,5 < \delta < 5,0$) не определены.

Для того чтобы полностью использовать данную Рекомендацию, следует определить диаграмму направленности для антенн со средними отношениями обзора между 3,5 и 5,0. Один из подходов может заключаться в переопределении любой из двух приведенных моделей, с тем чтобы она охватывала и другие скорости. Однако в качестве временного решения предлагается соединить эти две модели с эталонной диаграммой направленности, определенной параметрами, аналогичными тем, что использованы в пп. 2.1 и 2.2 раздела *рекомендует*.

На основании этого подхода была разработана новая эталонная диаграмма направленности, которая применима только к антеннам класса А. Эта диаграмма удовлетворяет существующим требованиям и для малых, и для больших зон покрытия при $\delta = 3,5$ и $\delta = 5,0$, соответственно. Она определяется как функция от коэффициента расширения луча Q_j , который представляет собой

отношение верхних пределов для участков скатов главного луча антенны с лучом специальной формы ($\delta > 1/2$) и острого луча ($\delta = 1/2$). Для промежуточных отношений обзора в диапазоне $3,5 < \delta < 5,0$ величина Q_i интерполируется как:

$$Q_i = Q + \left(\frac{C}{1,7808} - Q \right) \left(\frac{\delta - 3,5}{1,5} \right),$$

где:

$$Q = 10^{\left(\frac{0,000075 (\delta - 1/2)^2}{[(F/D_p)^2 + 0,02]^2} \right)}$$

$$C = \sqrt{1 + \frac{22}{B}} - 1$$

$$B = 2,05 + 0,5 (F/D - 1) + 0,0025 D/\lambda - (\delta - 1,25) 1,65 (D/\lambda)^{-0,55}.$$

Эталонная диаграмма направленности для промежуточных отношений обзора ($3,5 < \delta < 5,0$) определяется как:

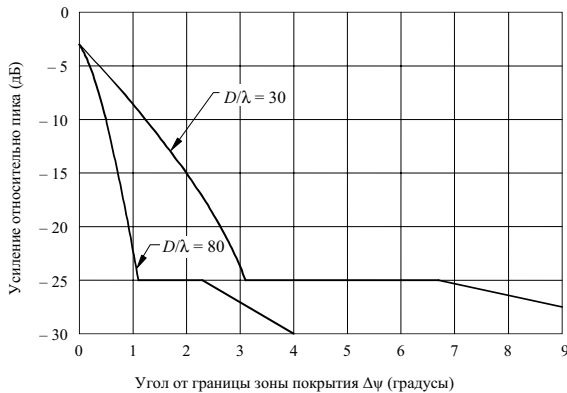
$$G_{\text{дбн}}(\Delta\psi) = \begin{cases} G_{\text{ер}} + 0,256 - 13,065 \left(\frac{\Delta\psi}{Q_i \Psi_0} + 0,5 \right)^2 & \text{для } 0 \leq \frac{\Delta\psi}{\Psi_0} \leq 0,8904 Q_i \\ G_{\text{ер}} - 25 & \text{для } 0,8904 Q_i < \frac{\Delta\psi}{\Psi_0} \leq 1,9244 Q_i \\ G_{\text{ер}} - 25 + 20 \log \left(\frac{1,9244 Q_i}{\Delta\psi} \right) & \text{для } 1,9244 Q_i < \frac{\Delta\psi}{\Psi_0} \leq \frac{18}{\Psi_0}. \end{cases}$$

Переменные в вышеприведенных уравнениях были определены в пп. 2.1 и 2.2 раздела *рекомендует*.

На рисунке 6 показан пример новой диаграммы направленности для $\delta = 4,25$ и для двух различных значений D/λ .

РИСУНОК 6

Предлагаемые эталонные диаграммы для промежуточных скоростей сканирования
($3,5 < \delta < 5,0$)



D/λ : параметр кривых
 $\delta = 1,25$

$F/D = 1, F/D_p = 0,35$

0672-06

Для подтверждения правомочности модели для участка с промежуточным значением отношения обзора необходимы дальнейшие исследования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

1 Определение огибающих зоны покрытия и контуров усиления вокруг зоны покрытия

1.1 Определение огибающих зоны покрытия

Зона покрытия может быть определена множеством географических точек, видимых со спутника. Количество точек, необходимых для правильного определения зоны покрытия, зависит от сложности конфигурации этой зоны. Эти точки могут быть заменены расчетными значениями допусков точности наведения антенны и изменениями, зависящими от дуги обслуживания. Многоугольник образуется при помощи соединения соседних точек. Контур зоны покрытия строится вокруг этого многоугольника с учетом следующих двух критериев:

- радиус изгиба зоны покрытия должен быть $\geq \psi_b$;
- расстояние между сегментами зоны покрытия, расположенными на прямой линии, должно быть $> 2\psi_b$ (см. рисунок 7).

Если многоугольник зоны покрытия можно вписать в круг радиусом ψ_b , то этот круг представляет собой контур зоны покрытия. Центр этого круга является центром круга с минимальным радиусом, который будет только-только охватывать контур зоны покрытия. Если многоугольник зоны покрытия не может быть вписан в круг радиусом ψ_b , то выполняется следующая процедура:

Шаг 1: Для каждого внутреннего угла многоугольника $< 180^\circ$ построить круг радиусом ψ_b , центр которого расположен на расстоянии (ψ_b) от внутренней биссектрисы угла. Если все углы меньше 180° (нет вогнутых участков), шаги 2 и 4 можно исключить.

Шаг 2: а) Для каждого внутреннего угла $> 180^\circ$ построить круг радиусом ψ_b , который касается линий, соединяющих точки зоны покрытия, центр которого должен находиться на внешней биссектрисе угла.

- б) Если круг не расположен полностью снаружи многоугольника зоны покрытия, то построить круг радиусом ψ_b , который касается многоугольника зоны покрытия в двух его ближайших точках и полностью лежит за пределами многоугольника покрытия.

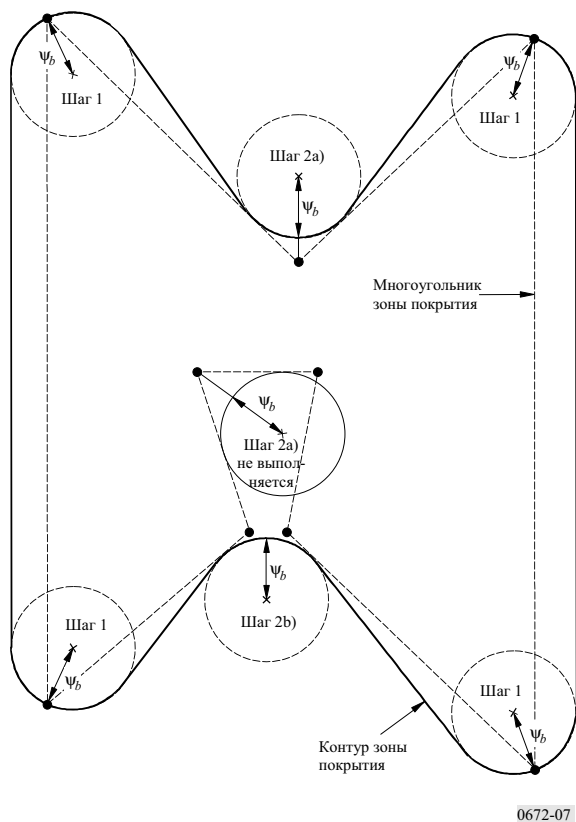
Шаг 3: Построить прямолинейные сегменты, касательные к участкам кругов, построенных в шагах 1 и 2, которые расположены наиболее близко к многоугольнику покрытия, но лежат за его пределами.

Шаг 4: Если внутреннее расстояние между любыми двумя прямолинейными сегментами, построенными в шаге 3, меньше $2\psi_b$, то на многоугольнике зоны покрытия должны быть выбраны такие дополнительные проверочные точки, для которых повторное выполнение шагов 1–3 приведет к тому, что внутреннее расстояние между двумя прямолинейными сегментами будет равно $2\psi_b$.

Пример такого способа построения показан на рисунке 7.

РИСУНОК 7

Конструкция контура зоны покрытия



0672-07

1.2 Контуры усиления вокруг зоны покрытия

Как уже отмечено в Приложении 1, трудности возникают, когда контур зоны покрытия имеет вогнутые участки. Использование величины $\Delta\psi$, измеренной в направлении, нормальном к контуру зоны покрытия, приведет к пересечениям нормалей, а также к возможному пересечению с контуром зоны покрытия.

Для того чтобы обойти эту проблему, а также и некоторые другие, предлагается применять двухшаговую процедуру. Если контур зоны покрытия не имеет вогнутых участков, то шаг 2 не выполняется.

Шаг 1: Для каждого значения $\Delta\psi$ построить такой контур, для которого угловое расстояние между этим контуром и контуром зоны покрытия никогда не будет меньше чем $\Delta\psi$.

Это может быть выполнено при помощи создания дуг размером $\Delta\psi$ из точек на контуре зоны покрытия. Внешняя огибающая этих дуг и явится результирующим контуром усиления.

Когда граница зоны покрытия имеет прямолинейные или вогнутые участки, это условие выполняется при помощи измерения нормали к контуру зоны покрытия. В этом случае не будет никаких пересечений нормалей.

За счет выполнения процесса, описанного в шаге 1, исключаются проблемы с построением в зонах с вогнутыми участками. Однако, если смотреть на вещи реально, некоторые проблемные зоны сохраняются. Как отмечено в Приложении 1, регулировка боковых лепестков в зонах с вогнутыми границами с увеличением степени вогнутости может усложняться, кросс-секция диаграммы направленности расширяется, и при использовании для построения огибающей процесса, описанного в шаге 1, могут появляться участки с нарушением непрерывности.

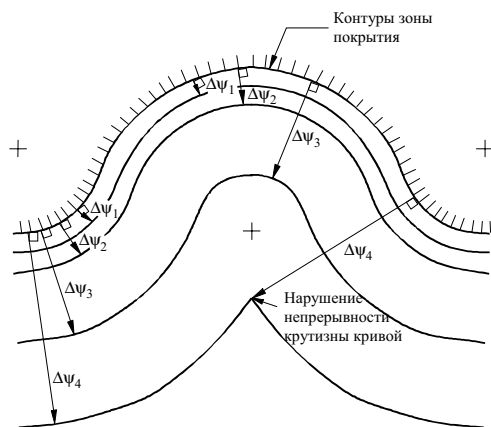
Представляется разумным постулировать, что контуры усиления должны иметь радиусы кривизны, которые ни при каких обстоятельствах не могут быть меньше $(\psi_b + \Delta\psi)$ ни изнутри, ни снаружи контура усиления. Это условие выполняется в ходе реализации процесса, описанного в шаге 1, там, где зона покрытия прямолинейная или выпуклая, но не для вогнутых участков контура зоны покрытия. Точки фокуса для измерения радиусов кривизны там, где зона покрытия прямолинейная или выпуклая, лежат за пределами контура усиления. Для вогнутых участков применение шага 1 может привести к тому, что радиус кривизны, видимый из-за пределов контура усиления, будет меньше величины $(\psi_b + \Delta\psi)$.

На рисунке 8 показан пример выполнения процесса, описанного в шаге 1 для вогнутого участка контура зоны покрытия. Полукруглые сегменты используются для удобства построения контура зоны покрытия. Отметим нарушение непрерывности крутизны кривой.

Для того чтобы учесть вышеназванные проблемы и исключить появление точек, в которых отсутствует непрерывность характеристики, там, где наблюдается вогнутость, предлагается выполнить процесс, описанный в шаге 2.

РИСУНОК 8

Огибающие усиления для шага 1 в контуре вогнутой зоны покрытия



0672-08

Шаг 2: Тот участок контура усиления, определенного в ходе выполнения шага 1, где радиус кривизны, видимый снаружи этого контура, не превышает $(\psi_b + \Delta\psi)$, должен быть замещен контуром с радиусом, равным $(\psi_b + \Delta\psi)$.

На рисунке 9 показан пример применения процесса, описанного в шаге 2, к вогнутому участку, изображенному на рисунке 8. Для иллюстрации показаны также контуры относительного усиления, в предположении, что ψ_b имеет указанное на рисунке значение, а $B = 3$ дБ.

Этот способ построения не имеет неоднозначностей и позволяет построить контуры усиления для вогнутых участков, существование которых вполне разумно ожидать. Однако трудности возникают при разработке программного обеспечения для реализации этого метода, и, кроме того, этот метод не полностью применим для малых зон покрытия. Для уточнения этого метода работа будет продолжена.

Для определения значений усиления в конкретных точках без построения контуров используется следующая процедура.

Значения усиления в точках, которые расположены на некотором удалении от вогнутого участка, могут быть найдены при помощи определения угла $\Delta\psi$, измеренного в направлении, нормальном к контуру зоны покрытия, и вычисления коэффициента усиления с использованием соответствующего уравнения: (10), (11), (12), (13) или (14). Усиление в точке на вогнутом участке можно определить следующим образом.

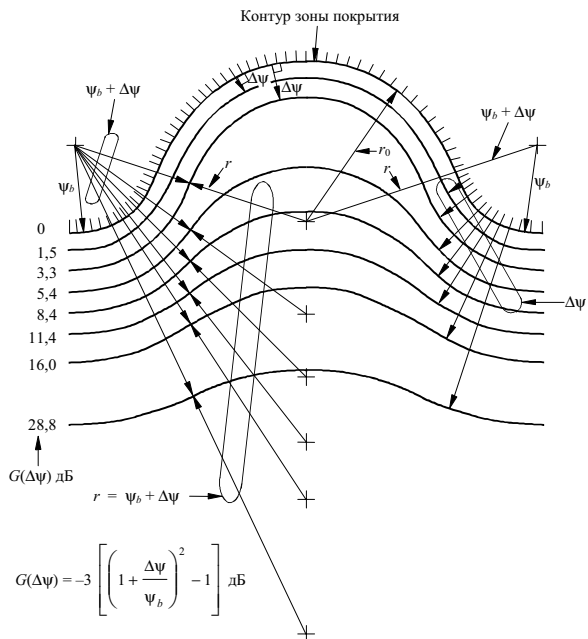
Сначала применяется простая проверка. Через вогнутый участок зоны покрытия начертим прямую линию так, чтобы она касалась границы зоны покрытия в двух точках, но не пересекала бы ее. Из точек касания проведем нормали к контуру зоны покрытия. Если рассматриваемая точка лежит вне зоны покрытия между двумя нормальными, то из-за вогнутости зоны покрытия избирательность антенны в этой точке может измениться. Тогда необходимо выполнить следующее:

Определить наименьший угол $\Delta\psi$ между рассматриваемой точкой и контуром зоны покрытия. Построить круг с радиусом $(\psi_b + \Delta\psi)$, на окружности которого лежит эта точка. Этот круг следует строить таким образом, чтобы угловое расстояние до этой точки из любой точки контура зоны покрытия было максимальным, когда круг полностью расположен вне зоны покрытия; назовем это максимальным угловым расстоянием $\Delta\psi'$. Величина $\Delta\psi'$ может быть любым углом от 0 до $\Delta\psi$; она не может превышать $\Delta\psi$, но может быть ему равна. Избирательность антенны для рассматриваемой точки теперь получается из соответствующего уравнения (10), (11), (12), (13) или (14), в которое вместо $\Delta\psi$ подставлено $\Delta\psi'$.

В Бюро радиосвязи разработаны две компьютерные программы для построения контуров зоны покрытия с использованием вышеописанного метода.

РИСУНОК 9

Построение контуров усиления в контуре вогнутой зоны покрытия
шаг 1 + шаг 2



$$r = \psi_b + \Delta\psi$$

$$r_0 = 1,9 \psi_b$$

r_0 : радиус кривизны вогнутости контура зоны покрытия

r : радиус кривизны

0672-09

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R M.690-1*

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИОМАЯКОВ-УКАЗАТЕЛЕЙ
МЕСТА БЕДСТВИЯ (РМУМБ), РАБОТАЮЩИХ НА НЕСУЩИХ
ЧАСТОТАХ 121,5 МГц и 243 МГц**

(Вопрос МСЭ-R 31/8)

(1990-1995)

Резюме

В данной Рекомендации содержатся технические характеристики, которым должны соответствовать радиомаяки-указатели места бедствия (РМУМБ), предназначенные для работы на несущих частотах 121,5 МГц и 243 МГц.

Дополнительные характеристики РМУМБ, предназначенных для размещения на воздушном судне определены в соответствующих приложениях к Конвенции по международной гражданской авиации.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

a) что Регламент радиосвязи определяет назначение сигналов радиомаяков-указателей места бедствия (РМУМБ);

b) что администрации, которые разрешают использование РМУМБ, работающих на несущих частотах 121,5 МГц и 243 МГц, должны обеспечить, чтобы эти РМУМБ удовлетворяли соответствующим Рекомендациям МСЭ-R, а также стандартам и рекомендуемой практике ИКАО,

рекомендует,

1 чтобы технические характеристики РМУМБ, работающих на несущих частотах 121,5 МГц и 243 МГц, соответствовали характеристикам, описанным в Приложении 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Технические характеристики радиомаяков-указателей
места бедствия (РМУМБ), работающих на несущих
частотах 121,5 МГц и 243 МГц**

РМУМБ, работающие на несущих частотах 121,5 МГц и 243 МГц, должны удовлетворять следующим условиям (см. Примечание 1):

- a) излучения в условиях обычной антенны и при обычном положении должны быть вертикально поляризованы и по существу являться ненаправленными в горизонтальной плоскости;
- b) несущие частоты должны быть амплитудно-модулированными (минимальный рабочий цикл равен 33%), при минимальной глубине модуляции равной 0,85;

* Данная Рекомендация должна быть доведена до сведения Международной организации гражданской авиации (ИКАО) и Секретариата КОСПАС-САРСАТ.

- с) излучение должно состоять из характерного тонального сигнала, полученного при амплитудной модуляции несущих частот с нисходящим качанием звуковой частоты в рамках диапазона от не менее, чем 700 в пределах между 1600 Гц и 300 Гц и при частоте повторений качаний от двух до четырех раз в секунду;
- д) излучения должны содержать одну четко определенную несущую частоту, которая отличается от составляющих боковых полос модуляции; в частности, по меньшей мере 30% общей мощности, излучаемой во время любого периода передачи, должно содержаться в следующих пределах:

±30 Гц несущей частоты на 121,5 МГц;

±60 Гц несущей частоты на 243,0 МГц;

- е) необходимо использовать излучения класса А3Х; однако можно использовать любой вид модуляции, который удовлетворяет требованиям, установленным в пп. b), c) и d), выше, при условии, что он не ухудшает точность определения местоположения радиомаяка.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. — Дополнительные характеристики РМУБ на борту воздушных судов определены в соответствующих приложениях к Конвенции по Международной гражданской авиации.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R P.838-2

**Модель погонного ослабления в дожде, используемая
в методах прогнозирования**

(Вопрос МСЭ-R 201/3)

(1992-1999-2003)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая

- а) необходимость расчета ослабления сигнала в дожде по данным об интенсивности дождя,
рекомендует,

- 1 чтобы при расчете ослабления использовалась следующая процедура.

Соотношение между погонным ослаблением, γ_R (дБ/км), и интенсивностью дождя, R (мм/ч), описывается степенным законом:

$$\gamma_R = kR^\alpha. \quad (1)$$

Частотно-зависимые коэффициенты k и α для случая линейной поляризации (горизонтальная поляризация: H, вертикальная: V) и горизонтальных трасс приведены в таблице 1.

Значения, приведенные в таблице 1, прошли проверку и оказались справедливыми вплоть до частоты 55 ГГц.

Коэффициенты k и α могут быть альтернативно определены в функции частоты из нижеследующих уравнений, которые были получены методом аппроксимации кривых по коэффициентам степенного закона, выведенным из расчетов рассеяния:

$$\log k = \sum_{j=1}^3 \left(a_j \exp \left[- \left(\frac{\log f - b_j}{c_j} \right)^2 \right] \right) + m_k \log f + c_k \quad (2)$$

$$\alpha = \sum_{i=1}^4 \left(a_i \exp \left[- \left(\frac{\log f - b_i}{c_i} \right)^2 \right] \right) + m_\alpha \log f + c_\alpha, \quad (3)$$

где:

f : частота (ГГц)

k : или k_H или k_V

α : или α_H или α_V .

ТАБЛИЦА 1

**Коэффициенты, зависящие от частоты, для расчета погонного ослабления
с использованием уравнений (4), (5) и (1)**

Частота (ГГц)	k_H	k_V	α_H	α_V
1	0,0000387	0,0000352	0,9122	0,8801
1,5	0,0000868	0,0000784	0,9341	0,8905
2	0,0001543	0,0001388	0,9629	0,9230
2,5	0,0002416	0,0002169	0,9873	0,9594
3	0,0003504	0,0003145	1,0185	0,9927
4	0,0006479	0,0005807	1,1212	1,0749
5	0,001103	0,0009829	1,2338	1,1805
6	0,001813	0,001603	1,3068	1,2662
7	0,002915	0,002560	1,3334	1,3086
8	0,004567	0,003996	1,3275	1,3129
9	0,006916	0,006056	1,3044	1,2937
10	0,01006	0,008853	1,2747	1,2636
12	0,01882	0,01680	1,2168	1,1994
15	0,03689	0,03362	1,1549	1,1275
20	0,07504	0,06898	1,0995	1,0663
25	0,1237	0,1125	1,0604	1,0308
30	0,1864	0,1673	1,0202	0,9974
35	0,2632	0,2341	0,9789	0,9630
40	0,3504	0,3104	0,9394	0,9293
45	0,4426	0,3922	0,9040	0,8981
50	0,5346	0,4755	0,8735	0,8705
60	0,7039	0,6347	0,8266	0,8263
70	0,8440	0,7735	0,7943	0,7948
80	0,9552	0,8888	0,7719	0,7723
90	1,0432	0,9832	0,7557	0,7558
100	1,1142	1,0603	0,7434	0,7434
120	1,2218	1,1766	0,7255	0,7257
150	1,3293	1,2886	0,7080	0,7091
200	1,4126	1,3764	0,6930	0,6948
300	1,3737	1,3665	0,6862	0,6869
400	1,3163	1,3059	0,6840	0,6849

Остальные коэффициенты приведены в таблицах 2 и 3.

ТАБЛИЦА 2

Коэффициенты в уравнениях (2) и (3) при горизонтальной поляризации

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>m_k</i>	<i>c_k</i>	<i>m_α</i>	<i>c_α</i>
<i>j</i> = 1	0,3364	1,1274	0,2916	1,9925	-4,4123	—	—
2	0,7520	1,6644	0,5175				
3	-0,9466	2,8496	0,4315				
<i>i</i> = 1	0,5564	0,7741	0,4011	—	—	-0,08016	0,8993
2	0,2237	1,4023	0,3475				
3	-0,1961	0,5769	0,2372				
4	-0,02219	2,2959	0,2801				

ТАБЛИЦА 3

Коэффициенты в уравнениях (2) и (3) при вертикальной поляризации

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>m_k</i>	<i>c_k</i>	<i>m_α</i>	<i>c_α</i>
<i>j</i> = 1	0,3023	1,1402	0,2826	1,9710	-4,4535	—	—
2	0,7790	1,6723	0,5694				
3	-1,0022	2,9400	0,4823				
<i>i</i> = 1	0,5463	0,8017	0,3657	—	—	-0,07059	0,8756
2	0,2158	1,4080	0,3636				
3	-0,1693	0,6353	0,2155				
4	-0,01895	2,3105	0,2938				

В случае линейной и круговой поляризации для любой геометрии трассы коэффициенты в уравнении (1) можно вычислить по значениям из таблицы 1 с помощью следующих уравнений:

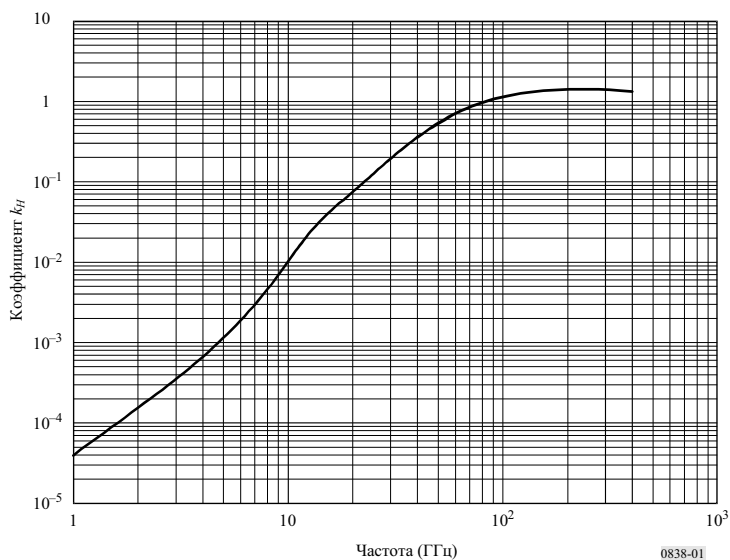
$$k = [k_H + k_V + (k_H - k_V) \cos^2 \theta \cos 2 \tau] / 2 \quad (4)$$

$$a = [k_H a_H + k_V a_V + (k_H a_H - k_V a_V) \cos^2 \theta \cos 2 \tau] / 2k, \quad (5)$$

где θ – угол места трассы, а τ – угол наклона оси поляризации по отношению к горизонтали (для круговой поляризации $\tau = 45^\circ$).

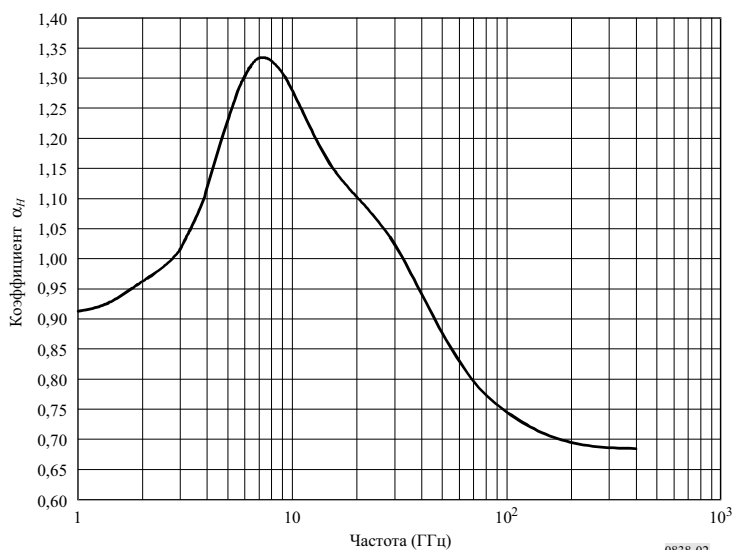
Для удобства быструю оценку значений k и α на частотах, отличающихся от частот в таблице 1, можно произвести по рисункам 1–4.

РИСУНОК 1

Коэффициент k при горизонтальной поляризации в функции частоты

0838-01

РИСУНОК 2

Коэффициент α при горизонтальной поляризации в функции частоты

0838-02

РИСУНОК 3

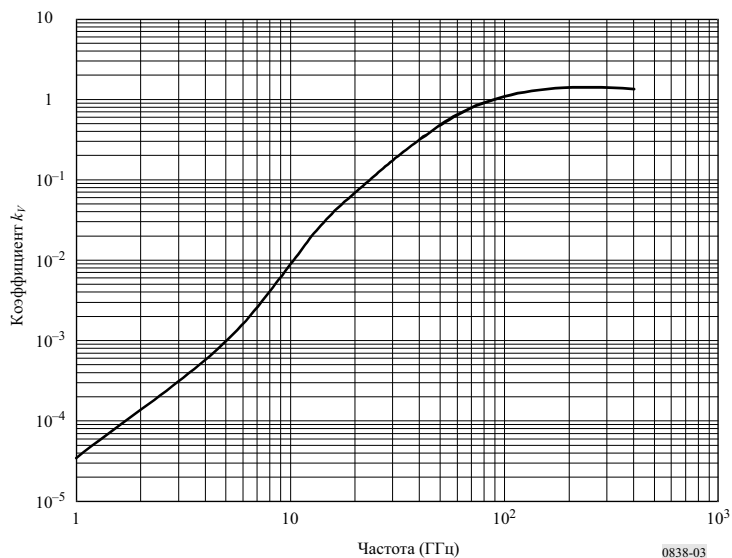
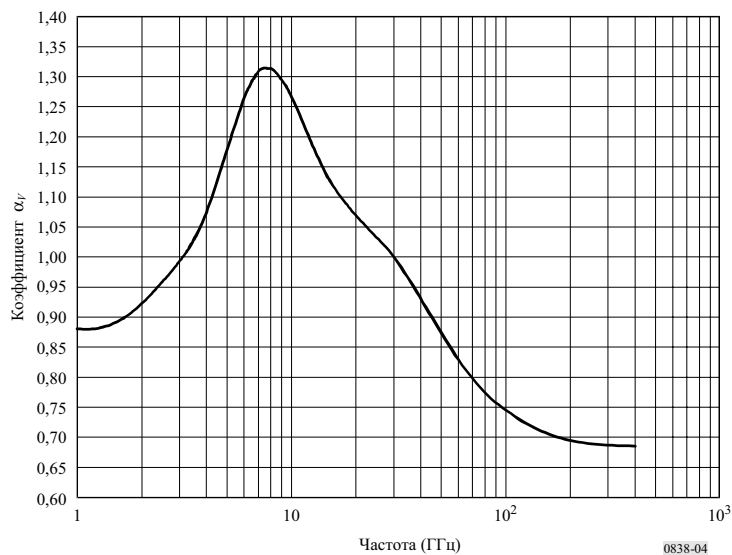
Коэффициент k при вертикальной поляризации в функции частоты

РИСУНОК 4

Коэффициент α при вертикальной поляризации в функции частоты

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R SM.1138*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ ШИРИНЫ ПОЛОСЫ ЧАСТОТ
С ПРИМЕРАМИ ЕЕ РАСЧЕТА И СООТВЕТСТВУЮЩИМИ
ПРИМЕРАМИ ОБОЗНАЧЕНИЯ ИЗЛУЧЕНИЙ**

(1995)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

а) Заключительный отчет и рекомендации Добровольной группы экспертов (VGE) по изучению распределения и улучшения использования радиочастотного спектра и по упрощению Регламента радиосвязи (PP), которая была образована в соответствии с Резолюцией № 8 Полномочной конференции МСЭ (Ницца, 1989 г.) и продолжила свою работу в соответствии с Резолюцией № 8 Дополнительной Полномочной конференции МСЭ (Женева, 1992 г.);

б) что Всемирная конференция радиосвязи 1995 г. (ВКР-95) должна рассмотреть и одобрить, если целесообразно, предложения по упрощенному PP,

рекомендует,

1 чтобы формулы, приведенные в Приложении 1, использовались при расчетах необходимой ширины полосы частот, когда это необходимо согласно Регламенту радиосвязи.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Определение необходимой ширины полосы частот
с примерами ее расчета и соответствующими
примерами обозначения излучений**

1 Необходимая ширина полосы частот не является единственной характеристикой излучения, которую следует учитывать при оценке помех, которые могут быть созданы этим излучением.

2 При представлении формул в таблице использовались следующие термины:

B_n : необходимая ширина полосы частот (Гц)

B : скорость телеграфирования (Бод)

N : максимально возможное число черно-белых элементов, передаваемых в секунду при факсимильной передаче

M : максимальная частота модуляции (Гц)

C : частота поднесущей (Гц)

D : пиковая девиация частоты, то есть половина разности между максимальной и минимальной величинами мгновенной частоты. Под мгновенной частотой (Гц) подразумевается скорость изменения фазы (рад), деленная на 2π

t : длительность импульса (с) по половинной амплитуде

t_r : время нарастания импульса (с) от 10% до 90% амплитуды

K : суммарный численный коэффициент, меняющийся в зависимости от характера излучения и от допустимого искажения сигнала

N_c : количество каналов в групповой полосе частот радиосистемы, использующей многоканальное уплотнение

f_p : частота поднесущей пилот-сигнала непрерывности (Гц) (непрерывный сигнал, используемый для контроля работы систем с частотным уплотнением).

* На эту Рекомендацию имеется ссылка в Регламенте радиосвязи (PP), пересмотренном Всемирной конференцией радиосвязи 1995 г. (ВКР-95). Этот пересмотр вступил в силу 1 июня 1998 года.

Описание излучения	Необходимая ширина полосы		Обозначение излучения
	Формула	Пример расчета	
I. БЕЗ МОДУЛИРУЮЩЕГО СИГНАЛА			
Изучение немодулированных колебаний	—	—	NONE
II. АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ			
1. Сигнал с информацией в квантованной или цифровой форме			
Телеграфия незатухающими колебаниями, код Морзе	$B_n = BK$ $K = 5$ для линий, подверженных замираниям $K = 3$ для линий без замираний	25 слов в минуту $B = 20, K = 5$ Ширина полосы: 100 Гц	100HA1AAN
Телеграфия с амплитудной манипуляцией тонально модулированной несущей, код Морзе	$B_n = BK + 2M$ $K = 5$ для линий подверженных замираниям $K = 3$ для линий без замираний	25 слов в минуту $B = 20, M = 1000, K = 5$ Ширина полосы: 2100 Гц = 2,1 кГц	2K10A2AAN
Сигнал избирательного вызова с использованием последовательного одночастотного кодирования, передача на одной боковой полосе, полная несущая	$B_n = M$	Максимальная частота кодирования: 2110 Гц $M = 2110$ Ширина полосы: 2110 Гц = 2,11 кГц	2K11H2BFN
Буквопечатающая телеграфия с использованием частотно-манипулированной поднесущей с исправлением ошибок; передача на одной боковой полосе, подавленная несущая (одноканальная)	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{B}{2}$	$B = 50$ $D = 35$ Гц (сдвиг 70 Гц) $K = 1,2$ Ширина полосы: 134 Гц	134HJ2BCN
Многоканальная тональная телеграфия с исправлением ошибок, ряд каналов с временным уплотнением, передача на одной боковой полосе, ослабленная несущая	$B_n =$ высшая центральная частота + $M + DK$ $M = \frac{B}{2}$	15 каналов; высшая центральная частота: 2805 Гц $B = 100$ $D = 42,5$ Гц (сдвиг 85 Гц) $K = 0,7$ Ширина полосы: 2885 Гц = 2,885 кГц	2K89R7BCW
2. Телефония (коммерческое качество)			
Телефония двухполосная (одноканальная)	$B_n = 2M$	$M = 3000$ Ширина полосы: 6000 Гц = 6 кГц	6K00A3EJN
Однополосная телефония с полной несущей (одноканальная)	$B_n = M$	$M = 3000$ Ширина полосы: 3000 Гц = 3 кГц	3K00H3EJN
Однополосная телефония с подавленной несущей (одноканальная)	$B_n = M$ – низшая частота модуляции	$M = 3000$ Низшая частота модуляции = 300 Гц Ширина полосы: 2700 Гц = 2,7 кГц	2K70J3EJN
Телефония с использованием отдельного ЧМ сигнала для регулирования уровня демодулированного речевого сигнала, передача на одной боковой полосе с ослабленной несущей (Линкомпекс) (одноканальная)	$B_n = M$	Максимальная частота управления = 2990 Гц $M = 2990$ Ширина полосы: 2990 Гц = 2,99 кГц	2K99R3ELN

Описание излучения	Необходимая ширина полосы		Обозначение излучения
	Формула	Пример расчета	
2. Телефония (коммерческое качество) (продолж.)			
Однополосная телефония с обеспечением секретности, с подавленной несущей (два или несколько каналов)	$B_n = N_c \cdot M$ – низшая частота модуляции в самом нижнем канале	$N_c = 2$ $M = 3000$ Низшая частота модуляции = 250 Гц Ширина полосы: 5750 Гц = 5,75 кГц	5K75J8EKF
Телефония с передачей на независимой боковой полосе (два или несколько каналов)	B_n = сумма M для каждой боковой полосы	Два канала $M = 3000$ Ширина полосы: 6000 Гц = 6 кГц	6K00B8EJN
3. Звуковое радиовещание			
Двухполосное звуковое радиовещание	$B_n = 2M$ M может изменяться в пределах от 4000 до 10 000 в зависимости от требуемого качества	Речь и музыка $M = 4000$ Ширина полосы: 8000 Гц = 8 кГц	8K00A3EGN
Однополосное звуковое радиовещание с ослабленной несущей (одноканальное)	$B_n = M$ M может изменяться в пределах от 4 000 до 10 000 в зависимости от требуемого качества	Речь и музыка $M = 4000$ Ширина полосы: 4000 Гц = 4 кГц	4K00R3EGN
Однополосное звуковое радиовещание с подавленной несущей	$B_n = M$ – низшая частота модуляции	Речь и музыка $M = 4500$ Низшая частота модуляции = 50 Гц Ширина полосы: 4450 Гц = 4,45 кГц	4K45J3EGN
4. Телевидение			
Телевидение, изображение и звуковое сопровождение	Ширина полосы обычных телевизионных систем указывается в соответствующих документах МСЭ-R	Число строк: 625 Номинальная ширина полосы видеосигнала = 5 МГц Размещение звуковой несущей по отношению к видеонесущей: 5,5 МГц Общая ширина полосы сигналов изображения: 6,25 МГц Ширина полосы ЧМ звукового сигнала, включая защитные полосы: 750 кГц Ширина полосы по радиочастоте: 7 МГц	6M25C3F -- 750KF3EGN
5. Факсимиле			
Аналоговое факсимиле с использованием ЧМ поднесущей однополосного излучения с ослабленной несущей, монохромное	$B_n = C + \frac{N}{2} + DK$ $K = 1,1$ (обычно)	$N = 1100$ в соответствии с показателем развертки 352 и скоростью вращения барабана 60 оборотов в минуту. Показатель развертки – это произведение диаметра барабана на числа линий, приходящихся на единицу длины. $C = 1900$ $D = 400$ Гц Ширина полосы: 2890 Гц = 2,89 кГц	2K89R3CMN
Аналоговое факсимиле; частотная модуляция звуковой поднесущей, которая модулирует основную несущую, однополосная передача с подавленной несущей	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{N}{2}$ $K = 1,1$ (обычно)	$N = 1100$ $D = 400$ Гц Ширина полосы: 1980 Гц = 1,98 кГц	1K98J3C --

Описание излучения	Необходимая ширина полосы		Обозначение излучения
	Формула	Пример расчета	
6. Сложные излучения			
Двухполосная ретрансляция телевидения	$B_n = 2C + 2M + 2D$	Полоса видеосигнала ограничена 5 МГц, звуковой сигнал передается на ЧМ поднесущей 6,5 МГц, девиация поднесущей – 50 кГц: $C = 6,5 \times 10^6$ $D = 50 \times 10^3$ Гц $M = 15\,000$ Ширина полосы: $13,13 \times 10^6$ Гц = 13,13 МГц	13M1A8W --
Радиорелейная система с частотным уплотнением, двухполосная передача	$B_n = 2M$	10 телефонных каналов, занимающих групповую полосу от 1 до 164 кГц $M = 164\,000$ Ширина полосы: 328 000 Гц = 328 кГц	328KA8E --
Двухполосное излучение VOR с передачей звукового сигнала (VOR: OBЧ всенаправленный радиомаяк)	$B_n = 2C_{max} + 2M + 2DK$ $K = 1$ (обычно)	Основная несущая модулируется: – поднесущей 30 Гц – несущей, создаваемой тональным сигналом 9960 Гц, который модулируется по частоте тональным сигналом 30 Гц – телефонным каналом – манипулированным тонсигналом 1020 Гц для непрерывного опознавания кодом Морзе $C_{max} = 9960$ $M = 30$ $D = 480$ Гц Ширина полосы: 20 940 Гц = 20,94 кГц	20K9A9WWF
Передача на независимых боковых полосах нескольких телеграфных каналов с исправлением ошибок, а также нескольких телефонных каналов с обеспечением секретности; частотное уплотнение	B_n = сумма M для каждой боковой полосы	Как правило, составные системы работают по стандартным частотным планам (например, Рек. МСЭ-R F.348). Для 3 телефонных каналов и 15 телеграфных каналов требуется полоса шириной 12 000 Гц = 12 кГц	12K0B9WWF
III-A. ЧАСТОТНАЯ МОДУЛЯЦИЯ			
1. Сигнал с информацией в квантованной или цифровой форме			
Телеграфия без исправления ошибок (одноканальная)	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{B}{2}$ $K = 1,2$ (обычно)	$B = 100$ $D = 85$ Гц (сдвиг 170 Гц) Ширина полосы: 304 Гц	304HF1BBN
Узкополосная буквопечатающая телеграфия с исправлением ошибок (одноканальная)	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{B}{2}$ $K = 1,2$ (обычно)	$B = 100$ $D = 85$ Гц (сдвиг 170 Гц) Ширина полосы: 304 Гц	304HF1BCN
Сигнал избирательного вызова	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{B}{2}$ $K = 1,2$ (обычно)	$B = 100$ $D = 85$ Гц (сдвиг 170 Гц) Ширина полосы: 304 Гц	304HF1BCN

Описание излучения	Необходимая ширина полосы		Обозначение излучения
	Формула	Пример расчета	
1. Сигнал с информацией в квантованной или цифровой форме (продолж.)			
Дуплексное четырехчастотное телеграфирование	$B_n = 2M + 2DK$ B : скорость телеграфирования в Бодах в канале с наибольшей скоростью. Если каналы синхронизированные: $M = \frac{B}{2}$ (в противном случае $M = 2B$) $K = 1,1$ (обычно)	Разнос между соседними частотами = 400 Гц Синхронизированные каналы $B = 100$ $M = 50$ $D = 600$ Гц Ширина полосы: 1420 Гц = 1,42 кГц	1K42F7BDX
2. Телефония (коммерческого качества)			
Коммерческая телефония	$B_n = 2M + 2DK$ $K = 1$ (обычно, но в некоторых случаях может потребоваться большее значение)	В среднем для коммерческой телефонии, $D = 5000$ Гц $M = 3000$ Ширина полосы: 16 000 Гц = 16 кГц	16K0F3EJN
3. Звуковое радиовещание			
Звуковое радиовещание	$B_n = 2M + 2DK$ $K = 1$ (обычно)	Моно $D = 75\,000$ Гц $M = 15\,000$ Ширина полосы: 180 000 Гц = 180 кГц	180KF3EGN
4. Факсимиле			
Факсимиле с непосредственной частотной модуляцией несущей; черно-белое	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{N}{2}$ $K = 1,1$ (обычно)	$N = 1100$ элементов в секунду $D = 400$ Гц Ширина полосы: 1980 Гц = 1,98 кГц	1K98F1C --
Аналоговое факсимиле	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{N}{2}$ $K = 1,1$ (обычно)	$N = 1100$ элементов в секунду $D = 400$ Гц Ширина полосы: 1980 Гц = 1,98 кГц	1K98F3C --
5. Сложные излучения (см. таблицу III-B)			
Радиорелейная система с частотным уплотнением	$B_n = 2f_p + 2DK$ $K = 1$ (обычно)	60 телефонных каналов, занимающих групповую полосу от 60 до 300 кГц; среднеквадратичная девиация на канал: 200 кГц; пилот-сигнал непрерывности на частоте 331 кГц вызывает среднеквадратичную девиацию основной несущей, равную 100 кГц. $D = 200 \times 10^3 \times 3,76 \times 2,02 = 1,52 \times 10^6$ Гц $f_p = 0,331 \times 10^6$ Гц Ширина полосы: $3,702 \times 10^6$ Гц = 3,702 МГц	3M70F8EJF

Описание излучения	Необходимая ширина полосы		Обозначение излучения
	Формула	Пример расчета	
5. Сложные излучения (продолж.)			
Радиорелейная система с частотным уплотнением	$B_n = 2M + 2DK$ $K = 1$ (обычно)	960 телефонных каналов, занимающих групповую полосу от 60 кГц до 4028 кГц; среднеквадратичная девиация на канал: 200 кГц; пилот-сигнал непрерывности на частоте 4715 кГц создает среднеквадратичную девиацию основной несущей, равную 140 кГц. $D = 200 \times 10^3 \times 3,76 \times 5,5$ $= 4,13 \times 10^6$ Гц $M = 4,028 \times 10^6$ $f_p = 4,715 \times 10^6$ $(2M + 2DK) > 2f_p$ Ширина полосы: $16,32 \times 10^6$ Гц = 16,32 МГц	16M3F8EJF
Радиорелейная система с частотным уплотнением	$B_n = 2f_p$	600 телефонных каналов, занимающих групповую полосу от 60 кГц до 2540 кГц; среднеквадратичная девиация на канал: 200 кГц; пилот-сигнал непрерывности на частоте 8500 кГц создает среднеквадратичную девиацию основной несущей, равную 140 кГц. $D = 200 \times 10^3 \times 3,76 \times 4,36$ $= 3,28 \times 10^6$ Гц $M = 2,54 \times 10^6$ $K = 1$ $f_p = 8,5 \times 10^6$ $(2M + 2DK) < 2f_p$ Ширина полосы: 17×10^6 Гц = 17 МГц	17M0F8EJF
Стерефоническое звуковое радиовещание с дополнительной уплотненной телефонной поднесущей	$B_n = 2M + 2DK$ $K = 1$ (обычно)	Система с пилот-тоном; $M = 75\,000$ $D = 75\,000$ Гц Ширина полосы: $300\,000$ Гц = 300 кГц	300KF8EHF

III-B. МНОЖИТЕЛИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПИКОВОЙ ДЕВИАЦИИ ЧАСТОТЫ (D) ДЛЯ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ЧМ ПЕРЕДАЧ С ЧАСТОТНЫМ УПЛОТНЕНИЕМ (ЧМ/ЧУ)	
Для ЧМ/ЧУ систем необходимая ширина полосы: $B_n = 2M + 2DK$ Величина D или пиковая девиация частоты в этой формуле для B_n рассчитывается путем умножения среднеквадратичного значения девиации частоты на канал на соответствующий "множитель", указанный ниже. Если частота пилот-сигнала непрерывности f_p превышает максимальную частоту модуляции M, общая формула принимает вид: $B_n = 2f_p + 2DK$ Если индекс модуляции основной несущей, создаваемой пилот-сигналом, меньше 0,25, а среднеквадратичная девиация основной несущей, создаваемая пилот-сигналом, меньше или равно 70% среднеквадратичной девиации на канал, то общая формула выражается либо как: $B_n = 2f_p, \quad \text{или} \quad B_n = 2M + 2DK,$ в зависимости от того, какая из них дает больший результат.	
Число телефонных каналов N_c	Множитель ⁽¹⁾
	(пик-фактор) $\times$ антилогарифм $\left[\frac{\text{превышение эталонного уровня модуляции, дБ}}{20} \right]$
$3 < N_c < 12$	$4,47 \times \text{антилогарифм} \left[\frac{\text{величина, указываемая производителем оборудования или владельцем лицензии на станцию, одобренная администрацией, дБ}}{20} \right]$
$12 \leq N_c < 60$	$3,76 \times \text{антилогарифм} \left[\frac{2,6 + 2 \log N_c}{20} \right]$
Число телефонных каналов N_c	Множитель ⁽²⁾
	(пик-фактор) $\times$ антилогарифм $\left[\frac{\text{превышение эталонного уровня модуляции, дБ}}{20} \right]$
$60 \leq N_c < 240$	$3,76 \times \text{антилогарифм} \left[\frac{-1 + 4 \log N_c}{20} \right]$
$N_c \geq 240$	$3,76 \times \text{антилогарифм} \left[\frac{-15 + 10 \log N_c}{20} \right]$

(1) В вышеприведенной таблице множители 3,76 и 4,47 относятся к пик-факторам 11,5 и 13,0 дБ, соответственно.

(2) В вышеприведенной таблице множитель 3,76 соответствует пик-фактору 11,5 дБ.

Описание излучения	Необходимая ширина полосы		Обозначение излучения
	Формула	Пример расчета	
IV. ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ			
1. Радар			
Немодулированное импульсное излучение	$B_n = \frac{2K}{t}$ K зависит от отношения длительности импульса ко времени нарастания импульса; его значение обычно находится в пределах от 1 до 10 и во многих случаях оно не превышает 6	Первичный радар Разрешающая способность по дальности = 150 м $K = 1,5$ (пилообразный импульс, где $t \approx t_p$, учитываются только составляющие, которые не более чем на 27 дБ ниже самых сильных) При этом: $t = \frac{2 \times (\text{разрешающая способность})}{\text{скорость света}}$ $= \frac{2 \times 150}{3 \times 10^8}$ $= 1 \times 10^{-6} \text{ с}$ Ширина полосы: $3 \times 10^6 \text{ Гц} = 3 \text{ МГц}$	3M00P0NAN
2. Сложные излучения			
Радиорелейные системы	$B_n = \frac{2K}{t}$ $K = 1,6$	Фазо-импульсная модуляция групповым сигналом из 36 телефонных каналов; Ширина импульса на уровне половины амплитуды = 0,4 мкс Ширина полосы: $8 \times 10^6 \text{ Гц} = 8 \text{ МГц}$ (ширина полосы не зависит от числа телефонных каналов)	8M00M7EJT

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R SA.1154*, **

Условия защиты служб космических исследований (КИ), космической эксплуатации (КЭ) и спутниковых исследований Земли (СИЗ) и обеспечения совмещения с подвижной службой в полосах частот 2025–2110 МГц и 2200–2290 МГц

(1995)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая

- а) что полосы 2025–2110 МГц и 2200–2290 МГц распределены на первичной основе трем космическим научным службам (КИ, КЭ, СИЗ), фиксированной службе (ФС) и подвижной службе (ПС) в соответствии с положениями пп. 5.391 и 5.392 Регламента радиосвязи (РР);
- б) что Всемирная административная радиоконференция по распределению частот в определенных частях спектра (Малага-Торремолинос, 1992 г.) (ВАРК-92) в своей Резолюции № 211 призывает участников бывшего МККР продолжать изучение соответствующих положений по защите космических научных служб, работающих в полосах частот 2025–2110 МГц и 2200–2290 МГц, от вредного воздействия излучений станций подвижной службы и сообщить о результатах исследований на следующей компетентной конференции;
- с) что возрастает использование служб КИ, КЭ и СИЗ в этих полосах частот космическими станциями на низких околоземных орбитах (ОЗО);
- д) что в отчете бывшего МККР для ВАРК-92 по техническим и эксплуатационным основам содержалось заключение, в соответствии с которым введение в будущем подвижных систем высокой плотности или обычных подвижных сухопутных систем связи в полосы частот 2025–2110 МГц и 2200–2290 МГц создало бы недопустимые помехи для служб КИ, КЭ и СИЗ; более подробную информацию см. в Приложении 1;
- е) что исследования указывают на то, что определенные подвижные системы малой плотности, такие как описанные в Приложении 2, могли бы использовать полосы частот 2025–2110 МГц и 2200–2290 МГц совместно со службами КИ, КЭ и СИЗ;
- ф) что в некоторых странах космические научные службы в течение многих лет успешно и без ограничений использовали частоты совместно с подвижными системами малой плотности для электронного сбора новостей (ЭСН) (см. Приложение 3) и воздушными подвижными телеметрическими системами (см. Приложение 4), хотя, принимая во внимание ожидаемые темпы развития этих систем, ограничения могут понадобиться в будущем;
- г) что работа космических научных служб в полосе 2200–2290 МГц более подвержена помехам, чем работа в полосе 2025–2110 МГц, вследствие большого коэффициента усиления направленных на Землю антенн космических аппаратов геостационарных спутников ретрансляции данных (СРД) при слежении за низкоорбитальными космическими аппаратами;
- h) что критерии защиты, требуемые для службы КИ, являются наиболее строгими из критериев для всех трех космических научных служб и обеспечивают достаточную защиту для служб КИ, КЭ и СИЗ;

* Настоящая Рекомендация должна быть доведена до сведения 4-й, 8-й и 9-й Исследовательских комиссий по радиосвязи.

** В 2003 году 7-я Исследовательская комиссия по радиосвязи внесла в эту Рекомендацию редакционные поправки в соответствии с Резолюцией МСЭ-R 44.

- ж) что Рекомендация МСЭ-R SA.609 (§ 1, 1.1, 1.2 и 2) устанавливает критерии защиты для службы КИ;
- к) что критерии защиты, содержащиеся в Рекомендации МСЭ-R SA.609, неоднократно использовались в исследованиях по совместному использованию частот и в настоящее время общепризнаны;
- л) что в службах КИ, КЭ и СИЗ используются полосы частот 2025–2110 МГц и 2200–2290 МГц для радиосвязи Земля–космос, космос–Земля и космос–космос. Каналы связи космос–космос, как правило, включают использование СРД, как это описано в гипотетической эталонной системе в Рекомендация МСЭ-R SA.1020 и МСЭ-R SA.1018. В критериях совместного использования частот должны учитываться требования по защите каналов радиосвязи СРД, работающих в полосах частот 2025–2110 МГц и 2200–2290 МГц;
- м) что для защиты служб КИ, КЭ и СИЗ, каналов Земля–космос и космос–Земля в большинстве случаев считается достаточной величина N/I в 6 дБ, приводящая к ослаблению в 1 дБ;
- н) что, принимая во внимание, как правило, низкие, 2 дБ и менее, запасы каналов космос–космос, для каналов космос–космос СРД считается необходимой величина N/I в 10 дБ, приводящая к ослаблению в 0,4 дБ;
- о) что рассматриваемые полосы совместно используются ФС и ПС. Предполагается, что доля полной помехи, приходящей на космический аппарат со стороны каждой из служб, составляет половину. Предполагается, что благодаря ожидаемой координации создавать помехи в работе земной станции будет только одна из служб;
- р) что космические аппараты СРД, как правило, расположены на геостационарной орбите (ГСО);
- q) что полоса 2025–2110 МГц используется для каналов Земля–космос служб КИ, КЭ и СИЗ, как правило, для радиосвязи с космическими аппаратами на низких околоземных и геостационарных орбитах. Эта полоса используется для каналов космос–космос для служб КИ, КЭ и СИЗ, как правило, для радиосвязи космических аппаратов СРД с низкоорбитальными космическими аппаратами;
- г) что полоса 2200–2290 МГц используется для каналов космос–Земля служб КИ, КЭ и СИЗ для передач как с низкоорбитальных, так и с космических аппаратов на ГСО. Эта полоса используется также для каналов космос–космос служб КИ, КЭ и СИЗ, как правило, для радиосвязи низкоорбитальных космических аппаратов с космическими аппаратами СРД;
- с) что показатели в отношении плотности подвижных систем относятся к числу систем и к распределению систем разных поколений,

признавая,

- 1 что установление во всемирном масштабе такого максимального числа подвижных станций, работающих в полосах 2025–2110 МГц и 2200–2290 МГц, при котором совокупный уровень их помех не превышает критерия совместного использования частот, может представлять собой верное техническое решение. Однако выполнение такого решения может оказаться практически невозможным,

признавая далее,

- 1 что существует уникальная комбинация технических и эксплуатационных характеристик конкретных подвижных систем, обеспечивающая совместное использование частот, а также что совместное использование частот такими подвижными системами и службами, как КИ, КЭ и СИЗ, может быть описано при помощи как качественных, так и количественных показателей,

рекомендует,

1 что для защиты службы КИ, КЭ и СИЗ от совокупных помех от излучений подвижных систем в полосе 2025–2110 МГц подходят следующие положения:

1.1 чтобы суммарная помеха на входных устройствах приемника космического аппарата, за исключением случая связи по каналу космос–космос, не превышала –180 дБ(Вт/кГц) более чем на 0,1% времени;

1.2 чтобы для каналов связи космос–космос суммарная помеха на входных устройствах приемника космического аппарата не превышала –184 дБ(Вт/кГц) в течение более чем 0,1% времени;

2 что для защиты служб КИ, КЭ и СИЗ от совокупного воздействия излучений подвижных систем в полосе 2200–2290 МГц подходят следующие положения:

2.1 чтобы суммарная помеха на входных устройствах приемника земной станции не превышала –216 дБ(Вт/кГц) в течение более чем 0,1% времени;

2.2 чтобы суммарная помеха на входных устройствах приемника космического аппарата СРД не превышала –184 дБ(Вт/кГц) в течение более чем 0,1% времени;

3 что в соответствии с Резолюцией № 221 (ВАРК-92) подвижные системы высокой плотности или подвижные системы обычного типа не должны вводиться в полосы 2025–2110 МГц и 2200–2290 МГц, поскольку они будут создавать недопустимые помехи для служб КИ, КЭ и СИЗ, что подтверждается в Приложении 1;

4 что новые подвижные системы должны вводиться таким образом, чтобы их долговременное развертывание во всемирном масштабе не привело к суммарному уровню помех, превышающему величины, приведенные в § 1 и 2;

5 что технические и эксплуатационные параметры, такие как малая спектральная плотность мощности, малая плотность распространения во всем мире и нестационарный (прерывистый) характер передачи (см. Приложение 2), должны быть предпочтительными при вводе новых подвижных систем;

6 что при рассмотрении новых подвижных систем малой плотности для введения в полосу 2025–2110 МГц следует руководствоваться техническими и эксплуатационными характеристиками, аналогичными приведенным в Приложении 3;

7 что при рассмотрении новых подвижных систем малой плотности для введения в полосу 2200–2290 МГц следует руководствоваться техническими и эксплуатационными характеристиками, аналогичными приведенным в Приложении 4.

Приложение 1

Исследование совместимости систем космических исследований/космической эксплуатации и сухопутных подвижных систем высокой плотности

1 Введение

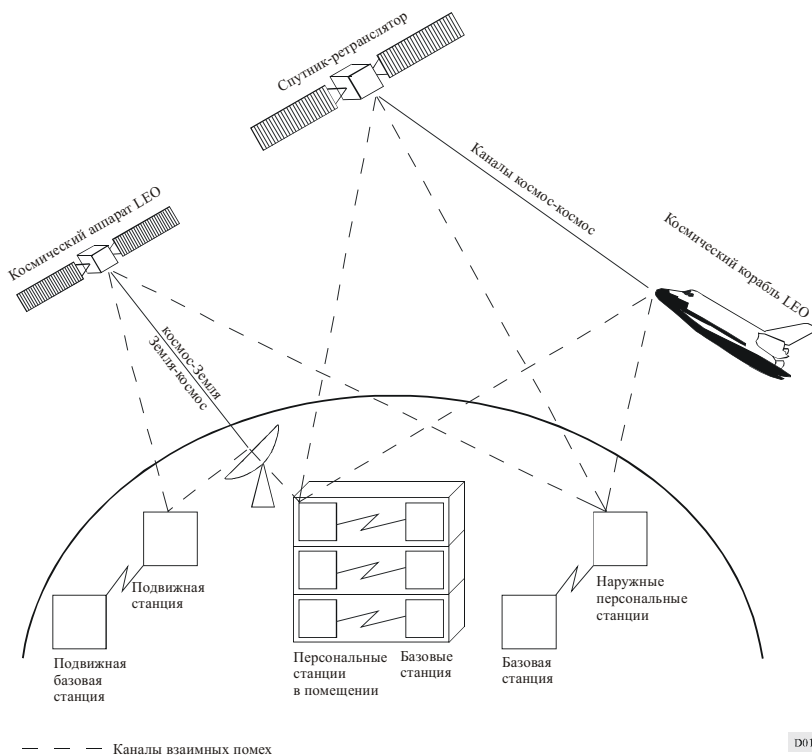
ВАРК-92 решила, что совмещение сухопутных подвижных систем обычного типа и подвижных систем высокой плотности, с одной стороны, и космических служб, с другой стороны, неосуществимо. Данное Приложение основывается на материалах, которые привели к этому заключению, и содержит лежащий в его основе анализ. Рассмотренная в настоящем исследовании подвижная система представляет собой будущую сухопутную подвижную систему электросвязи общего пользования (БСПСЭП), как это указано в исследованиях, предпринятых для ВАРК-92. Используемая модель применима также к подвижным системам обычного типа.

Полосы 2025–2110 МГц и 2200–2290 МГц интенсивно используются для работы в космосе, при исследованиях Земли с помощью спутников и в космических исследованиях во всем мире на основе многочисленных соглашений между космическими агентствами о международной взаимопомощи. Вследствие больших расстояний между передатчиками и приемниками уровни сигналов на приемниках являются очень низкими. Следовательно, эти службы очень чувствительны к помехам и требуют высокой степени защиты, как это отмечено в РР и в Рекомендациях МСЭ-R.

На рисунке 1 представлены различные рассмотренные здесь каналы связи и конфигурации возникающих в результате их взаимодействия помех. Для персональных и подвижных станций рассматриваются только службы телефонной связи. Дополнительные помехи от базовых станций еще не изучены.

РИСУНОК 1

Конфигурация образования взаимных помех между блоками БСПСЭП и космическими службами



D01

В настоящее время перед специалистами по распределению частот уже стоит проблема: удовлетворить новые запросы о выделении частот для уже размещенных в настоящее время космических служб таким образом, чтобы свести к минимуму помехи на уже выделенных частотах. Вследствие этого внутрислужебное совмещение с дополнительными пользователями становится все более затруднительным.

В случае подвижных служб конфигурации антенн являются квазивсенаправленными и предусматриваемые десятки миллионов подвижных передатчиков имеют очень высокий суммарный уровень помех. Поскольку БСПСЭП по определению являются "подвижными", координация по понятным причинам невозможна. Можно показать, что практически для любой из рассмотренных конфигураций совмещение с этими подвижными системами является неосуществимым.

2 Регламент радиосвязи и аспекты занятия полос

ВАРК-92 распределила во всех Районах МСЭ полосы 2025–2110 МГц и 2200–2290 МГц на первичной основе для совместного использования службам КИ, КЭ, СИЗ и подвижным службам.

Максимально допустимые уровни взаимных помех для земных станций определены в Приложении 7 к РР, таблица 8b, и в Рекомендациях МСЭ-R SA.363 и МСЭ-R SA.609. Диаграммы антенн для земных станций основаны на моделях излучения, установленных в Приложении 8 к РР, Дополнение III. Минимальные углы места для антенн земных станций согласуются с п. 21.15 и п. 21.14 РР. Уровни помех для приемников космических аппаратов установлены в Рекомендациях МСЭ-R SA.609 и МСЭ-R SA.363.

В настоящее время в полосе 2025–2110 МГц существует более 300 частотных присвоений. В полосе 2200–2290 МГц свыше 350 частотных присвоений. Для каналов космос–космос в настоящее время определены шесть мест расположения систем ретрансляции данных и несколько дополнительных мест расположения подготавливается для программы международной космической станции, а также для европейской и японской программ по спутникам ретрансляции данных.

Очевидно, что рассматриваемые полосы интенсивно используются космическими службами и что большое число спутников и земных станций было бы подвержено воздействию сухопутных подвижных служб, работающих в этих полосах частот.

3 Предположения о сухопутных подвижных системах (БСПСЭП)

Предвидится множество служб для будущих подвижных систем связи. Одна из служб, предусматриваемых для работы в полосах вблизи 2 ГГц, представляет собой будущую сухопутную подвижную систему электросвязи общего пользования (БСПСЭП). Этим службам выделена ширина полосы 230 МГц.

БСПСЭП находится в стадии планирования с предварительными цифрами в отношении доли абонентов, плотности рабочей нагрузки и уровней мощности. 8-я Исследовательская комиссия по радиосвязи представила относительно подробные предположения об уровнях мощности, требованиях к ширине полосы, плотности рабочей нагрузки и т. д. Сводка представленных предположений о системе приведена в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1
Сводка предположений о системе

	Подвижная станция вне помещения	Персональная станция вне помещения	Персональная станция внутри помещения
Высота антенны базовой станции (м)	50	<10	<3
Городская площадь, покрываемая потоком информации (Е/км ²)	500 (0,25)	1 500 (1,2)	20 000 (1,2)
Площадь ячеек (км ²)	0,94	0,016	0,0006
Ширина полосы канала при дуплексной связи (кГц)	25	50	50
Поток информации на ячейку (Е)	470	24	12
Число каналов в ячейке	493	34	23
Ширина полосы для телефонных служб (МГц)	111	27	24
Диапазон мощности станций (Вт)	1–5	0,02–0,05	0,003–0,01
Скорость кодирования речи (кбит/с)	8	(16)	(16)
Отношение пиковой рабочей нагрузки к средней	(3)	3	(3)
Пиковая рабочая нагрузка на станцию (Е)	0,1 (0,04)	0,04 (0,1)	0,2 (0,1)
Доля абонентов (проникновение) (%)	50 (10)	80 (20)	(20)

В некоторых случаях было обнаружено, что для средних оценок помех предположения о БСПСЭП были слишком оптимистичными, в частности в отношении плотности рабочей нагрузки и доли абонентов. Вместо них использовались величины, приведенные в скобках. При первоначальных данных БСПСЭП величины превышения помех были бы выше. В случае отсутствия данных для вычислений использовались числа в скобках.

Рассматривались только телефонные службы, но предполагается, что для нетелефонных служб будут получены очень близкие к ним значения.

Предположения о плотности потока информации, принятые для анализа, основаны на имеющихся данных для Европы. Численность населения во всех странах Общего рынка в настоящее время близка к 323 млн. человек, живущих на площади 2,3 млн. км². Это дает среднее значение 140 человек на км², использовавшееся для расчета помех для земных станций.

Предположения о плотности потока информации для варианта взаимных помех для приемников космического аппарата могут быть получены аналогичным образом. Геостационарный космический аппарат "видит" показанный на рисунке 3 район, в котором к 2000 году будет жить приблизительно 4 млрд. человек.

Минимальная высота орбиты космического аппарата равна 250 км. На рисунке 4 показана зона, видимая космическим аппаратом с высоты орбит 250 км и 750 км, соответственно. Зона приема помехи для орбиты 250 км составляет уже 9,6 млн. км². Оценка численности населения, проживающего в этой зоне, дает значение более 600 млн. человек. На рисунке 5 показаны зоны приема помехи для орбит с низким наклонением – около 29°, что является типичным для орбит многоразовых космических аппаратов.

Для всех служб БСПСЭП было учтено ослабление в окружающей среде для трасс передачи, проходящих через окна, стены, потолки, строения и деревья. Приняты следующие типичные значения ослабления: для окон (6,6 дБ), для стен и потолков (27 дБ). Было принято, что сигнал от большинства, но не от всех персональных устройств внутри помещений будет уменьшаться.

Останется небольшой процент терминалов, которые будут излучать через открытые окна, балконы, террасы или другие "открытые" точки. Для данного исследования предполагалось, что сигнал от примерно 5% устройств почти не ослаблен, а от 25% устройств ослаблен из-за влияния стекол. Помеха от оставшихся 70% устройств рассматривалась как незначительная. В результате для персональных устройств внутри помещений было принято среднее ослабление в 10 дБ. Сигналы от внешних персональных устройств и мобильных устройств будут ослабляться только при прохождении сигнала через строения и деревья. Это часто случается при малых углах места, но в меньшей степени – при больших углах. Учитывая, что основная доля помех приходит от устройств, расположенных вблизи подспутниковой точки, что соответствует большим углам места, можно ожидать, что среднее ослабление составит не более 3 дБ.

Помеха, вызванная базовыми станциями, в данном документе не рассматривалась вследствие отсутствия достаточной технической информации. Очевидно, что следует ожидать дополнительного увеличения того же порядка величины.

4 Требования к защите для космических служб

4.1 Требования к защите для земных станций

Максимальные уровни помех в приемниках земных станций зависят от эксплуатирующей их службы и соответствуют данным таблицы 8b Приложения 7 к РР и Рекомендации МСЭ-R SA.363. Эти значения и соответствующие минимальные углы места Θ_r указаны ниже:

1. Космическая эксплуатация: $-184,0$ дБ (Вт/кГц), $\Theta_r = 3^\circ$
2. Космическое исследование: $-216,0$ дБ (Вт/Гц), $\Theta_r = 5^\circ$.

Для типичных условий работы по обеспечению программ космической эксплуатации и космических исследований эксплуатируются антенны диаметром от 5,5 до 15 м – для общей поддержки вплоть до геостационарной орбиты и вне ее. На рисунке 2 показаны характеристики усиления антенны для рассматриваемых станций. Диаграммы направленности излучения основаны на Дополнении III Приложения 8 к РР.

4.2 Требования к защите для приемников космических аппаратов

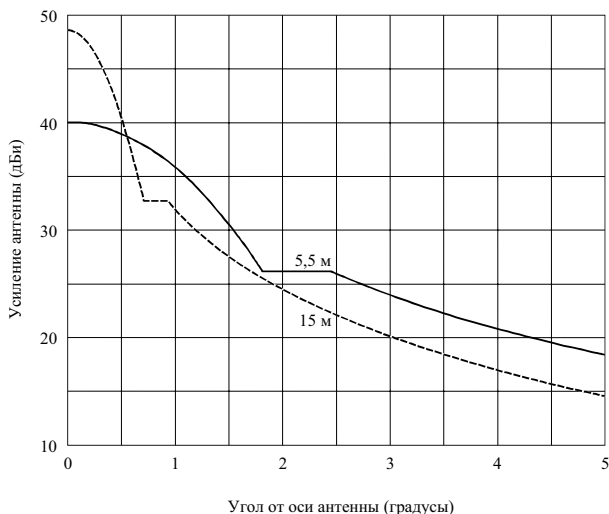
Типичные системные шумовые температуры приемников космических аппаратов составляют около 800 К, что приводит к спектральной плотности шумов около -200 дБ (Вт/Гц). При выполнении некоторых особо ответственных программ космических исследований требуется снижение шумовых температур до 600 К.

Рекомендация МСЭ-R SA.609 определяет, что помеха не должна превышать значение -177 дБ (Вт/кГц) на входных зажимах приемника в течение более чем 0,1% времени. Предполагается, что в указанной полосе каждая из служб (фиксированная, подвижная и космическая) вносит по одной третьей части полной помехи. Это составляет величину -182 дБ (Вт/кГц), эквивалентную значению -212 дБ (Вт/Гц) допустимого вклада в помехи от подвижных служб. Данное значение хорошо согласуется с критериями защиты, указанными в пп. 1.1, 1.2 и 2.2 раздела *рекомендует*.

Среднее усиление квазисенарправленной антенны составляет около 0 дБи, причем минимальное усиление редко превышает -6 дБи. Такая антенна требуется для установления канала связи с космическим аппаратом в чрезвычайных ситуациях или в случаях, когда другие антенны не могут использоваться по техническим или эксплуатационным причинам, например, во время запуска и на начальных участках орбиты. Это применимо также к спутникам связи. При усилении антенны 0 дБи допустимый уровень помех от мобильных устройств на антенном входе составляет, следовательно, -212 дБ (Вт/Гц).

РИСУНОК 2

Типичные характеристики антенн спутниковых земных станций



Частота = 2,25 (ГГц)

 $G_{min} = -6$ и -10 дБи

D02

Ситуация более неблагоприятна для канала связи космос–космос, где, например, у спутника ретрансляции данных антенна с высоким коэффициентом усиления направлена на спутник, находящийся на низкой околоземной орбите. Применение тех же вышеуказанных предположений, но при типичном усилении антенны 35 дБи, дает допустимый уровень помех на входе антенны, равный -247 дБ (Вт/Гц).

В Рекомендации МСЭ-R SA.363 устанавливается защитное отношение C/I в 20 дБ для космической эксплуатации. В последние годы многие космические агентства ввели в практику методы кодирования канала с целью сбережения мощности передатчика и, как следствие, уменьшения помех другим системам. Необходимо различать два случая, т. е. некодированные и кодированные передачи:

- Для некодированных передач требуется отношение $E_s/N_0 = 9,6$ дБ для коэффициента ошибок по битам 10^{-5} . Добавление типичного запаса в 3 дБ приводит к требуемому отношению $C/N = 12,6$ дБ. Полное отношение помеха/шум, I/N , составляет, следовательно, $-7,4$ дБ. Допущение, что подвижные службы вносят третью часть суммарной помехи, приводит к величине $I_m/N = -12,4$ дБ. Для типичной плотности мощности шума в -200 дБ (Вт/Гц) допустимая помеха составляет $-212,4$ дБ (Вт/Гц).
- Для кодированных передач требуется отношение $E/N_0 = 1,5$ дБ для коэффициента ошибок по битам 10^{-5} при стандартном сверточном кодировании канала. Добавление типичного запаса в 3 дБ приводит к требуемому отношению $C/N = 4,5$ дБ. Следовательно, I/N составляет $-15,5$ дБ. Допущение, что подвижные системы вносят третью часть суммарной помехи, приводит к величине $I_m/N = -20,5$ дБ. Для плотности мощности шума в -200 дБ (Вт/Гц) допустимая помеха составляет $-217,5$ дБ (Вт/Гц), что на 5 дБ ниже величины защиты, указанной в Рекомендации МСЭ-R SA.609.

Несмотря на то, что для кодированных передач требуются более высокие уровни защиты, для данного исследования был принят критерий защиты -212 дБ (Вт/Гц), поскольку это согласуется со значениями, установленными в Рекомендациях МСЭ-R SA.609 и МСЭ-R SA.363.

5 Анализ помех

5.1 Канал связи Земля–космос (2025–2110 МГц)

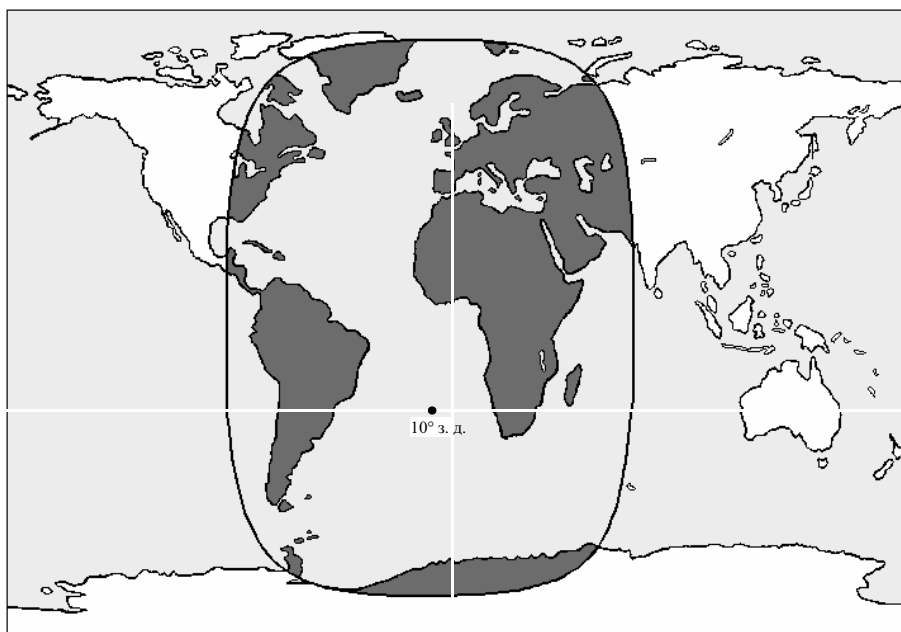
5.1.1 Помехи, воздействующие на космический аппарат

Каналы связи Земля–космос, рассматриваемые в данном анализе, соответствуют орбитальным высотам между 250 и 36 000 км, поскольку более 90% всех космических аппаратов работают на геостационарной орбите или на более низких орбитах.

На рисунке 3 показана зона, из которой геостационарный космический аппарат может принимать сигналы при помощи квазисенсорной антенны. Положение космического аппарата произвольно выбрано на 10° з. д. Согласно оценкам, в наиболее неблагоприятном случае с космического корабля может быть видна зона, в которой расположено более 70% всех подвижных терминалов на Земле.

РИСУНОК 3

Зона приема помех для геостационарных спутников



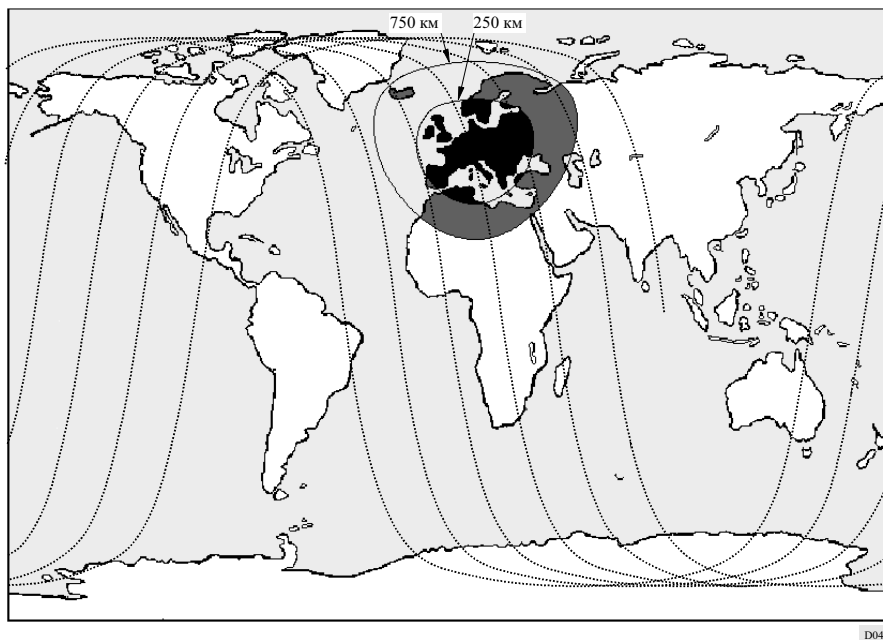
DOB

На рисунке 4 показана зона, из которой может принимать сигналы спутник на низкой околоземной орбите над высотами орбиты между 250 и 750 км. В этом случае было принято, что космический аппарат находится над серединой Европы. Получающееся в результате "окно" будет двигаться вдоль наземной трассы, указанной пунктиром. Очевидно, что с космического аппарата может быть видна очень большая зона, возможно с миллионами передающих мобильных устройств.

На рисунке 5 показана вся зона, из которой может принимать помехи космический аппарат многоцелевого использования с типичным наклоном орбиты 29° .

РИСУНОК 4

Зона приема помех для спутников на низкой околоземной орбите ($i = 98^\circ$)



D04

Площадь зоны помех, A , определяется как:

$$A_i = \frac{2\pi R^2 h}{R + h},$$

где:

R – радиус Земли (6378 км)

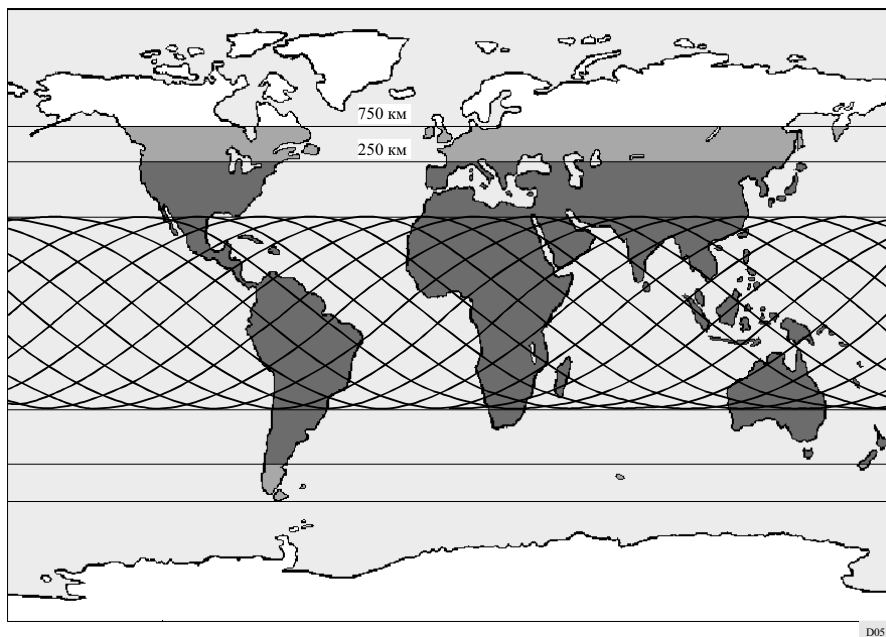
h – высота орбиты (от 250 до 36 000 км).

На высоте 250 км космический аппарат будет принимать помехи с площади 9,6 млн. км². Эта величина возрастает до 27 млн. км² для орбитальной высоты 750 км. Максимальная площадь, видимая геостационарным спутником, составляет 217 млн. км².

Уровень спектральной плотности помех, P_i , принимаемых антенной космического аппарата от одного отдельного подвижного передатчика, может быть рассчитан следующим образом:

$$P_i = \frac{E_i c^2}{B_i (4\pi x f)^2}.$$

РИСУНОК 5

Зона приема помех для спутников на низкой околоземной орбите ($i = 29^\circ$)

D05

Совокупная помеха $P_{\Sigma i}$ от всех мобильных устройств в зоне помех определяется выражением:

$$P_{\Sigma i} = \int_{x=h}^{d_m} \frac{n_a P_i B_i h^2 dA_{(x)}}{B_m A_i x^2} dx = \frac{n_a E_i c^2}{(4\pi f)^2 B_m A_i} \int_{x=h}^{d_m} \frac{dA_{(x)}}{x^2} dx$$

$$A_{(x)} = \frac{\pi R (x^2 - h^2)}{R + h}$$

$$\frac{dA_{(x)}}{dx} = \frac{2\pi R}{R + h} x$$

$$d_m = \sqrt{(R + h)^2 - R^2}$$

$$P_{\Sigma i} = \frac{n_a E_i c^2}{(4\pi f)^2 B_m R h} [\ln(d_m) - \ln(h)],$$

где:

P_i — плотность мощности источника помех

E_i — э.и.и.м. источника помех

x — расстояние до источника помех

- f – частота передачи
 n_a – число активных мобильных устройств
 c – скорость света
 B_i – ширина полосы одного мобильного устройства
 B_m – ширина полосы подвижной службы
 d_m – максимальное расстояние до источника помех.

Для упрощения было принято равномерное распределение активных терминалов в пределах доступной ширины полосы и зоны помех. В таблице 2 представлен список подробно изложенных предположений и полученных в результате уровней помех. Необходимо сделать вывод, что совместное использование частот для этих каналов связи невозможно, поскольку уровни помех на несколько порядков величины превышают допустимые уровни.

5.1.2 Помехи, создаваемые мобильными устройствами

Мобильные устройства будут принимать вредные помехи от передающей земной станции, если они используются в пределах некоторого расстояния от этой станции. Максимальные уровни уровня э.и.и.м. для поддержки спутников на околоземной орбите обычно составляют от 66 до 78 дБВт.

Учитывая величины усиления антенн в горизонтальном направлении, как показано на рисунке 2, и тот факт, что антенна в принципе излучает во всех направлениях, при наименьшем уровне усиления в –10 дБи для заднего лепестка антенны (–6 дБи для антенны размером 5,5 м), должны ожидаться следующие уровни э.и.и.м. вблизи антенны в горизонтальном направлении. Уровни плотности э.и.и.м. во многом зависят от скорости передачи данных. Для службы космической эксплуатации максимальная скорость передачи данных обычно равна нескольким кбит/с, в то время как для службы космических исследований следует рассматривать диапазон по крайней мере от 1 кбит/с до 100 кбит/с.

Диаметр антенны (м)	Диапазон э.и.и.м. (дБВт)	Диапазон плотности э.и.и.м. (дБ (Вт/4 кГц))
5,5 (3°)	20–50	14–47
15 (3°)	19–50	13–47

Уровни защиты устройств БСПСЭП неизвестны, но система будет иметь ограничения по собственным помехам, а не по шуму. Считая допустимыми уровни помех около –150 дБ (Вт/4 кГц) и предполагая существование некоторых дополнительных потерь из-за дифракции сигнала, для удовлетворительной работы мобильных устройств, может потребоваться защитная зона до 100 км.

5.2 Канал связи космос–Земля (2200–2290 МГц)

В отношении этих каналов связи следует делать различие для разных космических служб. Наиболее критической является служба космических исследований, но результаты для служб космической эксплуатации и исследования Земли фактически весьма схожи.

Трудно делать предположения о распределении подвижных передатчиков вокруг земной станции спутниковой связи, поскольку они в значительной степени зависят от местоположения станции. Было принято среднее распределение, основанное на числе жителей в странах Европейского общего рынка. Средняя плотность населения в 140 человек на км² является следствием того, что 323 млн. человек живут на площади 2,3 млн. км². В результате средняя плотность трафика составляет 2,8 Е/км² для персональных станций и 0,56 Е/км² для подвижных станций.

ТАБЛИЦА 2
Линии связи Земля-космос (2025–2110 МГц)

	Персональные станции внутри здания		Персональные станции вне здания		Подвижные станции	
	250	36 000	250	36 000	250	36 000
Высота орбиты космического аппарата (км)	0,003	0,003	0,020	0,020	1,00	1,00
Э.и.и.м. одного устройства БСПСЭП (Вт)	50,0	50,0	50,0	50,0	25,0	25,0
Ширина полосы канала для речевой связи (кГц)	72,2	72,2	64,0	64,0	44,0	44,0
Плотность э.и.и.м. одного устройства БСПСЭП (дБ (Вт/Гц))	146,7	189,8	146,7	189,8	146,7	189,8
Потери на расходимость пучка в пространстве (дБ)	218,9	262,1	210,7	253,8	190,7	233,8
Помеха от одного устройства (дБ (Вт/Гц))	212,0	212,0	212,0	212,0	212,0	212,0
Допустимая плотность помехи (дБ (Вт/Гц))	6,9	50,1	1,3	41,8	21,3	21,8
Превышение помехи от одного устройства (дБ)	9,64	217,13	9,64	217,13	9,64	217,13
Зона помех, видимая космическим аппаратом (млн./км ²)	600	4 000	600	4 000	600	4 000
Общая численность населения в зоне (млн.)	20,0	20,0	20,0	20,0	10,0	10,0
Процент обслуживаемых абонентов (%)	12,4	3,7	12,4	3,7	6,2	1,8
Среднее количество устройств с целком на км ²	10,0	10,0	10,0	10,0	4,0	4,0
Процент активных устройств в зоне (%)	12,0	80,0	12,0	80,0	2,4	16,0
Количество одновременно действующих активных устройств в зоне (млн.)	1,24	0,37	1,24	0,37	0,25	0,07
Среднее количество активных устройств на км ² (Е/км ²)	24	24	27	27	111	111
Предусмотренная ширина полосы службы (телефонные каналы) (МГц)	25 000	166 667	22 222	148 148	541	3 604
Количество активных устройств на канал	10,0	10,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Ослабление в окружающей среде (строения, деревья) (дБ)	196	221	181	206	177	202
Совокупная помеха от всех активных устройств (дБ (Вт/Гц))	16,0	8,5	30,7	6,2	34,6	10,1
Среднее превышение над допустимой помехой (дБ)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Увеличение помех в течение пиковой активности (дБ)	5,2	5,2	4,0	4,0	7,0	7,0
Увеличение помех при более высоких уровнях мощности (дБ)	5,3	0,0	5,3	0,0	5,3	0,0
Увеличение помех над зонами с высокой плотностью (дБ)	31,5	1,7	45,0	15,2	51,8	22,1
Превышение помехи над допустимой в наихудшем случае (дБ)						

Помехи сосредоточены в пределах расстояния 1–10 км вокруг станции, для которой можно предполагать наличие прямой видимости. Для большинства местоположений станций нельзя исключить, что мобильные устройства будут находиться на расстояниях даже меньше 1 км. Разумеется, дополнительная помеха принимается и от более отдаленных мобильных терминалов, но в целях упрощения это не учитывается. Усиление антенны изменяется с азимутальным углом и было проинтегрировано в пределах 360° для получения среднего значения усиления антенны.

Совокупная помеха определяется как:

$$P_{\Sigma i} = \int_{x=d_1}^{d_2} \frac{md_a P_i B_i dA_{(x)}}{B_m} dx = \frac{md_a E_i c^2}{(4\pi f)^2 B_m} \int_{x=d_1}^{d_2} \frac{dA_{(x)}}{x^2} dx$$

$$A_{(x)} = \pi x^2$$

$$\frac{dA_{(x)}}{dx} = 2\pi x$$

$$P_{\Sigma i} = \frac{md_a E_i c^2}{8\pi f^2 B_m} [\ln(d_2) - \ln(d_1)],$$

где:

md_a – средняя плотность мобильных устройств

d_1 – минимальный радиус вокруг станции

d_2 – максимальный радиус вокруг станции.

В таблицах 3а и 3б приведены подробные результаты, полученные для рассматриваемых космических служб. Наихудший случай возникает, когда мобильное устройство ведет передачу в направлении основного луча. Было сделано предположение, что характерной является отдельная передающая станция на расстоянии 10 км, хотя возможно и гораздо более короткое расстояние. Основной вывод, который можно сделать, состоит в том, что создаваемые уровни помех на несколько порядков величины выше допустимых уровней, даже если предполагается средний коэффициент усиления антенны в несколько дБи и производится упрощенный расчет помех, неблагоприятных для космических служб; таким образом совместное использование частот невозможно.

5.3 Канал связи космос–космос (2025–2110 МГц)

Наиболее критическим случаем в этой категории является канал связи между геостационарным спутником, например, спутником для ретрансляции данных и спутником на низкой околоземной орбите. Для последнего высота орбиты находится обычно между 250 и 1000 км.

Такой канал, например, характерен для пилотируемого космического корабля многоцелевого использования, высота орбиты которого составляет около 400 км. Совершенно необходимо, чтобы антенна этого космического корабля была всенаправленной для осуществления надежного управления и связи на каждом этапе полета и, в особенности, в аварийных ситуациях.

Из-за ограничений плотности потока мощности на Земле также установлен предел на э.и.и.м., которую спутник ретрансляции данных может излучать в направлении к Земле, т.е. в направлении низкоорбитального спутника. Это приводит к серьезным ограничениям запаса для канала связи. Помехи, даже при низких уровнях, являются, чрезвычайно опасными.

Рассчитанные уровни помех настолько высоки, что любые каналы связи с низкоорбитальными космическими кораблями или каналы для передачи данных оказываются полностью забиты помехами. Увеличение э.и.и.м. на передающем геостационарном спутнике невозможно из-за ограничений на плотность потока мощности. Следовательно, невозможно и совместное использование частот с сухопутными мобильными устройствами.

В таблице 4 приведены подробные результаты.

ТАБЛИЦА 3
Каналы связи космос–Земля (2200–2290 МГц)

Таблица 3а: Служба космической эксплуатации	Персональные станции внутри здания		Персональные станции вне здания		Подвижные станции	
	24,0	7,5	24,0	7,5	24,0	7,5
Среднее горизонтальное усиление земной станции (5,5 м) (дБи)						
Максимальное горизонтальное усиление земной станции (3°) (дБи)		2,800		2,800		0,560
Количество активных устройств на км² (Е/км²)		0,0058		0,0052		0,0001
Плотность активных устройств на канал на км²						
Э.и.м. одного устройства БСПСЭП (Вт)	0,003	0,003	0,020	0,020	1,000	1,000
Плотность э.и.м. одного устройства БСПСЭП (дБ (Вт/Гц))	-72,2	-72,2	-64,0	-64,0	-44,0	-44,0
Допустимая плотность помехи на входе приемника (дБ (Вт/Гц))	-184,0	-184,0	-184,0	-184,0	-184,0	-184,0
Допустимая плотность помехи на входе антенны (дБ (Вт/Гц))	-208,0	-191,5	-208,0	-191,5	-208,0	-191,5
Помеха от устройств на расстоянии между 1 и 10 км (дБ (Вт/Гц))		-152,4		-144,7		-140,9
Помеха от одного устройства на расстоянии 10 км (LOS) (дБ (Вт/Гц))	-161,5		-153,3		-133,3	
Превышение над допустимой помехой (дБ)	46,5	39,1	54,7	46,8	74,7	50,6
Таблица 3б: Космические исследования	Персональные станции внутри здания		Персональные станции вне здания		Подвижные станции	
	14,5	2,4	14,5	2,4	14,5	2,4
Среднее горизонтальное усиление земной станции (15 м) (дБи)						
Максимальное горизонтальное усиление земной станции (5°) (дБи)		2,800		2,800		0,560
Количество активных устройств на км² (Е/км²)		0,0058		0,0052		0,0001
Плотность активных устройств на канал на км²						
Э.и.м. одного устройства БСПСЭП (Вт)	0,003	0,003	0,020	0,020	1,000	1,000
Плотность э.и.м. одного устройства БСПСЭП (дБ (Вт/Гц))	-72,2	-72,2	-64,0	-64,0	-44,0	-44,0
Допустимая плотность помехи на входе приемника (дБ (Вт/Гц))	-220,0	-220,0	-220,0	-220,0	-220,0	-220,0
Допустимая плотность помехи на входе антенны (дБ (Вт/Гц))	-234,5	-222,4	-234,5	-222,4	-234,5	-222,4
Помеха от устройств на расстоянии между 1 и 10 км (дБ (Вт/Гц))		-182,4		-174,7		-170,9
Помеха от одного устройства на расстоянии 10 км (LOS) (дБ (Вт/Гц))	-191,5		-183,3		-163,3	
Превышение над допустимой помехой (дБ)	43,0	40,0	51,2	47,7	71,2	51,5

ТАБЛИЦА 4
Каналы связи космос-космос (2025-2110 МГц)

	Персональные станции внутри здания		Персональные станции вне здания		Подвижные станции	
	250	750	250	750	250	750
Высота орбиты космического аппарата (км)						
Э.и.м.м. одного устройства БСПСЭП (Вт)	0,003	0,003	0,020	0,020	1,00	1,00
Ширина полосы канала для речевой связи (кГц)	50,0	50,0	50,0	50,0	25,0	25,0
Плотность э.и.м.м. одного устройства БСПСЭП (дБ (Вт/Гц))	-72,2	-72,2	-64,0	-64,0	-44,0	-44,0
Потери на расходимость пучка в пространстве (дБ)	146,7	156,2	146,7	156,2	146,7	156,2
Помеха от одного устройства (дБ (Вт/Гц))	-218,9	-228,4	-210,7	-220,2	-190,7	-200,2
Допустимая плотность помехи (дБ (Вт/Гц))	-212,0	-212,0	-212,0	-212,0	-212,0	-212,0
Превышение помехи от одного устройства (дБ)	-6,9	-16,4	1,3	-8,2	21,3	11,8
Зона помех, видимая космическим аппаратом (млн./км ²)	9,64	26,89	9,64	26,89	9,64	26,89
Общая численность населения в зоне (млн.)	600	800	600	800	600	800
Процент обслуживаемых абонентов (%)	20,0	20,0	20,0	20,0	10,0	10,0
Среднее количество устройств в целом на км ²	12,4	5,9	12,4	5,9	6,2	3,0
Процент активных устройств в зоне (%)	10,0	10,0	10,0	10,0	4,0	4,0
Количество одновременно действующих активных устройств в зоне (млн.)	12,0	16,0	12,0	16,0	2,4	3,2
Среднее количество активных устройств на км ² (Е/км ²)	1,24	0,59	1,24	0,59	0,25	0,12
Предусмотренная ширина полосы службы (телефонные каналы) (МГц)	24	24	27	27	111	111
Количество активных устройств на канал	25 000	33 333	22 222	29 630	541	721
Ослабление в окружающей среде (строения, деревья) (дБ)	10,0	10,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Совокупная помеха от всех активных устройств (дБ (Вт/Гц))	-196,0	-200,9	-181,3	-186,2	-177,4	-182,3
Среднее превышение над допустимой помехой (дБ)	16,0	11,1	30,7	25,8	34,6	29,7
Увеличение помех в течение пиковой активности (дБ)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Увеличение помех при более высоких уровнях мощности (дБ)	5,2	5,2	4,0	4,0	7,0	7,0
Увеличение помех над зонами с высокой плотностью (дБ)	5,3	3,0	5,3	3,0	5,3	3,0
Превышение помехи над допустимой в наихудшем случае (дБ)	31,5	24,3	45,0	37,8	51,8	44,6

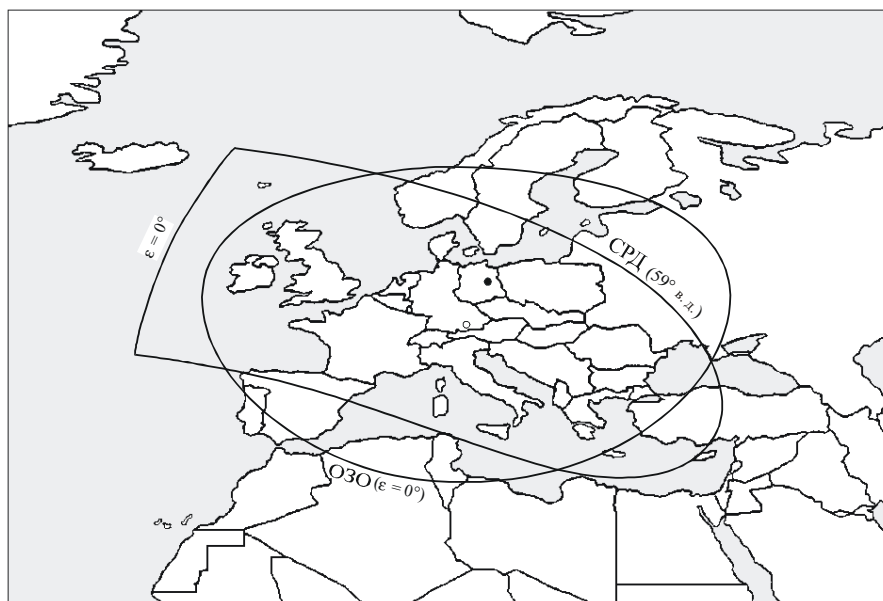
5.4 Канал связи космос–космос (2200–2290 МГц)

Эта полоса частот используется для каналов передачи данных от низкоорбитальных спутников на геостационарные спутники ретрансляции данных и для связи на короткие расстояния между низкоорбитальными спутниками, а в конечном счете также между космонавтами. Следовательно, должны быть рассмотрены орбиты с высотами между 250 и 36 000 км.

В принципе здесь применимы те же самые предположения, которые были перечислены выше, за исключением того, что геостационарный спутник использует для связи с низкоорбитальными аппаратами антенны с большим коэффициентом усиления. Это приводит к очень низкому допустимым уровням помех на входе антенны. Ширина луча антенны обычно составляет несколько градусов, поэтому могут приниматься помехи с территории, площадь которой несколько меньше, чем для орбиты с высотой 250 км. На рисунке 6 дается типичный пример для области, из которой помеха будет приниматься спутником ретрансляции данных при слежении за аппаратом на низкой околоземной орбите.

РИСУНОК 6

Зона покрытия антенны спутника ретрансляции данных и спутника ОЗО на высоте 250 км



D06

Подробные результаты приведены в таблице 5. К сожалению, в этом случае совместное использование частот также невозможно.

5.5 Сценарии наихудшего случая для всех каналов связи

Использованные выше предположения для изучения помех основаны на среднем распределении мобильных устройств по территории зоны помех, средней активности, минимальных уровнях мощности для устройств БСПСЭП и равной занятости всех доступных каналов. Следовательно, результирующие избыточные значения помех являются средними в диапазоне низких значений.

ТАБЛИЦА 5
Каналы связи космос–космос (2200–2290 МГц)

	Персональные станции внутри здания		Персональные станции вне здания		Подвижные станции	
	250	36 000	250	36 000	250	36 000
Высота орбиты космического аппарата (км)						
Э.и.м.м. одного устройства БСПСЭП (Вт)	0,003	0,003	0,020	0,020	1,000	1,000
Ширина полосы канала для речевой связи (кГц)	50,0	50,0	50,0	50,0	25,0	25,0
Плотность э.и.м.м. одного устройства БСПСЭП (дБ (Вт/Гц))	-72,2	-72,2	-64,0	-64,0	-44,0	-44,0
Потери на расходимость пучка в пространстве (дБ)	146,7	189,8	146,7	189,8	146,7	189,8
Помеха от одного устройства (дБ (Вт/Гц))	-218,9	-262,1	-210,7	-253,8	-190,7	-233,8
Допустимая плотность помехи (дБ (Вт/Гц))	-212,0	-247,0	-212,0	-247,0	-212,0	-247,0
Превышение помехи от одного устройства (дБ)	-6,9	-15,1	1,3	-6,8	21,3	13,2
Зона помех, видимая космическим аппаратом (млн./км ²)	9,64	8,00	9,64	8,00	9,64	8,00
Общая численность населения в зоне (млн.)	600	500	600	500	600	500
Процент обслуживаемых абонентов (%)	20,0	20,0	20,0	20,0	10,0	10,0
Среднее количество устройств в целом на км	62,2	62,5	62,2	62,5	62,2	62,5
Процент активных устройств в зоне (%)	10,0	10,0	10,0	10,0	4,0	4,0
Количество одновременно действующих активных устройств в зоне (млн.)	12,0	10,0	12,0	10,0	2,4	2,0
Среднее количество активных устройств на км ² (Е/км ²)	1,24	1,25	1,24	1,25	0,25	0,25
Предусмотренная ширина полосы службы (телефонные каналы) (МГц)	24	24	27	27	111	111
Количество активных устройств на канал	25 000	20 833	22 222	18 519	541	450
Ослабление в окружающей среде (строения, деревья) (дБ)	10,0	10,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Совокупная помеха от всех активных устройств (дБ (Вт/Гц))	-196,0	-218,9	-181,3	-211,1	-177,4	-207,3
Среднее превышение над допустимой помехой (дБ)	16,0	27,2	30,7	34,9	34,6	38,8
Увеличение помех в течение пиковой активности (дБ)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Увеличение помех при более высоких уровнях мощности (дБ)	5,2	5,2	4,0	4,0	7,0	7,0
Увеличение помех над зонами с высокой плотностью (дБ)	5,3	0,0	5,3	0,0	5,3	0,0
Превышение помехи над допустимой в наихудшем случае (дБ)	31,5	37,4	45,0	43,9	51,8	50,8

Если космический аппарат пролетает над большими городами или густонаселенными районами Европы, совокупная помеха значительно возрастает вследствие уменьшения расстояния от большого числа мобильных устройств до космического аппарата. Чтобы учесть большие городские зоны и пригороды, было принято, что 20% всех мобильных устройств, видимых с космического аппарата, находятся вблизи подспутниковой точки. Это вполне возможно над большими городами, подобными Парижу и Лондону, где плотность трафика составляет до 20 000 Е/км² на этаж здания. Это приводит к увеличению помехи на величину от 3 дБ для орбиты с высотой 750 км до 5 дБ для орбиты с высотой 250 км. Для геостационарных орбит увеличение не предполагалось, поскольку большая концентрация мобильных устройств вблизи экватора маловероятна.

Увеличение помехи также будет происходить иногда в периоды пиковых нагрузок. Можно предположить увеличение плотности трафика в 3 раза. Это приводит к потенциальному росту помех на величину между 4 и 7 дБ. Другой причиной более высокого уровня помех может быть неравномерное занятие каналов, но поскольку этот фактор трудно оценить, в данном исследовании он не учитывался.

Для каналов связи Земля–космос и двух каналов космос–космос может быть сделан вывод, что помеха в наихудшем случае может быть выше среднего значения на величину 9–16 дБ.

Ситуация для канала связи космос–Земля немного отличается. Наихудшей ситуации соответствовал бы случай, когда мобильное устройство ведет передачу вблизи станции почти в направлении главного луча. Принимая расстояние между мобильным устройством и земной станцией равным 10 км, можно получить, что соответствующий уровень помех превысит установленные уровни защиты на 43–75 дБ.

6 Заключение

Краткая сводка превышения помех для всех проанализированных каналов связи приведена в таблице 6. Нижние значения основаны на средних уровнях превышения помех. Верхние значения получены с учетом наихудших случаев, относящихся к увеличению плотности числа мобильных устройств на густонаселенных территориях, верхним пределам установленной рабочей мощности и периодам времени с высокой интенсивностью связи. Неравномерное занятие каналов, являющееся еще одним источником увеличения помех, не рассматривалось.

ТАБЛИЦА 6

Сводка помех для всех рассмотренных каналов связи и всех мобильных устройств

Превышение помехи (дБ)	Персональная станция внутри помещения	Персональная станция вне помещения	Подвижная станция
Земля–космос (2025–2110 МГц)	16–32	31–45	35–52
Космос–Земля (2200–2290 МГц)	39–47	47–55	51–75
Космос–космос (2025–2110 МГц)	16–32	31–45	35–52
Космос–космос (2200–2290 МГц)	27–37	35–45	39–52

Представлен анализ помех между сухопутными подвижными системами типа БСПСЭП и службами космической эксплуатации, космических исследований и исследования Земли. На всех типах каналов связи, рассмотренных в данной Рекомендации, совместное использование частот с данной подвижной системой и подобными ей подвижными системами высокой плотности невыполнимо. Результирующие уровни помех составляют величины, которые на несколько порядков выше, чем допустимые уровни, установленные в РР и в Рекомендациях МСЭ-R.

Приложение 2

Краткое изложение исследований характеристик подвижных систем, которые облегчают радиочастотную совместимость с космическими научными службами

1 Введение

В данном Приложении кратко изложены результаты исследований, относящихся к техническим и эксплуатационным характеристикам подвижных систем, которые могут быть совместимы с системами космических исследований, космической эксплуатации и спутниковых исследований Земли, работающими в диапазонах 2025–2110 МГц и 2200–2290 МГц.

Характеристики подвижных систем, которые облегчают совместное использование частот:

- излучения с низкой спектральной плотностью мощности,
- передачи прерывистого характера,
- использование направленных передающих антенн,
- число подвижных станций самоограничивается в результате характера их применения.

Исследования, в которых рассматриваются различные предположения и диапазоны значений для указанных общих характеристик, представлены в следующих разделах. Для того чтобы лучше охарактеризовать помехи в окружающей среде, потребуются дальнейшие исследования, касающиеся совместимости подвижных систем и космических научных систем в диапазонах 2025–2110 МГц и 2200–2290 МГц.

2 Краткое изложение исследований э.и.и.м. и усиления антенны

Введение технических требований для подвижной службы в диапазонах 2025–2110 МГц и 2200–2290 МГц с целью облегчения совместного использования частот с космическими научными службами привело к предложению установить предел э.и.и.м. в 28 дБВт, а также минимальный коэффициент усиления антенны в 24 дБи. Проводились исследования в отношении влияния помех таких систем на службу космических исследований.

В модели, используемой при исследовании, предполагалось глобальное и равномерное распределение направленных мобильных терминалов с коэффициентами усиления антенн между 22 и 26,5 дБи и э.и.и.м. между 28 и 37 дБВт. Рассматривалась высота орбит космических аппаратов между 250 км и 36 000 км.

Результаты изучения показывают, что научные космические операции в диапазоне 2200–2290 МГц значительно больше восприимчивы к помехам, чем в диапазоне 2025–2110 МГц. Был выполнен анализ чувствительности к величине коэффициента усиления антенны. Для случая постоянных уровней э.и.и.м. вероятность помехи снижается с ростом коэффициента усиления антенны, как показано на рисунке 7. На рисунке также показывается нелинейный рост вероятности помехи при линейном возрастании э.и.и.м.

По результатам исследования было сделано заключение, что предложенный предел э.и.и.м. в 28 дБВт вместе с коэффициентом усиления антенны более 24 дБи являются достаточными условиями для возможного совместного использования частот примерно с 1000 подвижных систем такого рода во всем мире.

3 Краткое изложение исследования помех от конкретных подвижных систем

Как показано в таблице 7, в проводимом исследовании рассматривались четыре возможных сценария относительно помехи системам научных космических служб.

Характеристики систем, используемые в этом исследовании, обсуждаются ниже.

3.1 Характеристики системы

3.1.1 Характеристики приема

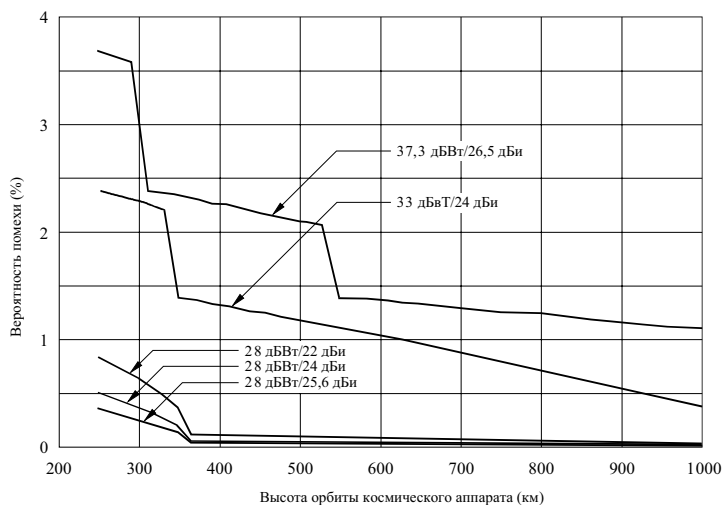
3.1.1.1 Спутник ретрансляции данных

Приемная антенна (согласно предположению, предназначенная для слежения за космическим аппаратом ОЗО в зоне видимости):

- коэффициент усиления в опорном направлении = 34 дБи;
- характеристики вне луча в соответствии с эталонной диаграммой направленности излучения для круговых лучей с одной питающей линией (вблизи уровня бокового лепестка -20 дБ), как это определено в Рекомендации МСЭ-R S.672.

РИСУНОК 7

Вероятность помех для различных характеристик систем ЭСН



1000 систем ENG
активность 10%

D07

ТАБЛИЦА 7

	2025–2110 МГц	2200–2290 МГц
Космические службы Ретрансляция данных	космос–космос (в прямом направлении) (1)	космос–космос (в обратном направлении) (3)
Космические службы Непосредственно на Землю	Земля–космос (2)	космос–Земля (4)
Подвижные	Направленные (ЭСН)	Всенаправленные

3.1.1.2 Космический аппарат ОЗО (наведение антенны на СРД)

Приемная антенна (согласно предположению, предназначенная для слежения за геостационарным ретрансляционным спутником в зоне видимости):

- усиление на опорном направлении = 25 дБи;
- характеристики вне луча в соответствии с эталонной диаграммой направленности излучения для круговых лучей с одной питающей линией (вблизи уровня бокового лепестка в –20 дБ), как это определено в Рекомендации МСЭ-R S.672;
- высота орбиты = 300 км;
- наклонение = 29°.

3.1.1.3 Космический аппарат на ОЗО (наведение антенны на Землю)

Всенаправленная приемная антенна (усиление = 0 дБи):

- высота орбиты = 300 км;
- наклонение = 29°.

3.1.1.4 Земная станция

Приемная антенна (согласно предположению, предназначенная для слежения за космическим аппаратом ОЗО в зоне видимости):

- усиление на опорном направлении = 45 дБи;
- характеристики вне луча в соответствии с определенными в Приложениях 28 и 29 к РР.

3.1.2 Характеристики передачи

3.1.2.1 Мобильный терминал (направленный) – ЭСН

- усиление антенны на опорном направлении = 25 дБи;
- спектральная плотность мощности, направляемой в антенну = –38 дБ (Вт/кГц);
- характеристики вне луча в соответствии с определенными в Приложениях 28 и 29 к РР.

3.1.2.2 Мобильный терминал (всенаправленный)

- усиление антенны = 0 дБи;
- спектральная плотность мощности, направляемой в антенну = –42 дБ (Вт/кГц).

3.2 Резюме и заключения

Для сценариев, показанных в таблице 7, были выполнены оценки четырех геометрических конфигураций (A–D) с использованием приведенных выше технических характеристик. Результаты вероятностного анализа кратко изложены в таблице 8.

ТАБЛИЦА 8

Вариант	Вид передачи	Максимальный уровень помехи относительно критерия (дБ)	Вероятность превышения критерия (%)
1A	ЭСН на ОЗО (наведение на СРД)	+31,0	0,65
1B		+7,5	0,20
1C		+6,5	0,15
1D		+6,5	0,15
2A	ЭСН на ОЗО (наведение на Землю)	+2,5	0,20
2B		+2,5	0,04
2C		+2,5	0,045
2D		+2,5	0,035
3A	Всенаправленная на СРД	–16,5	2,50 ⁽¹⁾
3B		–16,5	1,50 ⁽¹⁾
3C		–15,0	0,15 ⁽¹⁾
3D		–15,0	0,50 ⁽¹⁾
4A	Всенаправленная на земные станции	+48,5	1,00
4B		+48,0	0,55

⁽¹⁾ Вероятность максимального уровня помехи.

3.2.1 Помехи от направленных мобильных устройств космическим аппаратам ОЗО (наведение на СРД) в диапазоне 2025–2110 МГц

Значения в таблице 8 позволяют предположить, что отдельный терминал ЭСН в различных геометрических конфигурациях может превышать соответствующие критерии защиты. Однако при рассмотрении большинства конфигураций представляется, что если мощность передачи системы ЭСН уменьшается на 1 дБ, то вероятность превышения критерия защиты была бы уменьшена до 0,1%. Разумеется, это не будет справедливо для более критичных геометрических конфигураций, и поэтому на местоположение наземных терминалов ЭСН возможно должны быть введены некоторые ограничения.

3.2.2 Помехи от направленных мобильных устройств космическим аппаратам ОЗО (наведение на Землю) в диапазоне 2025–2110 МГц

Результаты позволяют предположить, что могут быть допустимы два или три пространственно разделенных терминала в совмещенном канале. Это переводит в разряд приемлемых от 100 до 150 терминалов ЭСН, если не рассматривать геометрию наихудшего случая.

3.2.3 Помехи от всенаправленных мобильных устройств геостационарным спутникам ретрансляции данных (слежение за космическим аппаратом ОЗО) в диапазоне 2200–2290 МГц

Значения, представленные в таблице 8, показывают, что уровни мощности помех от отдельного всенаправленного терминала находятся в пределах допустимых критериев. Однако вероятности

появления таких уровней велики и, следовательно, множество терминалов может вызвать рост совокупных уровней помех, которые, превышая допустимые уровни мощности, привели бы к многократному превышению допустимых уровней с точки зрения вероятности занятости.

3.2.4 Помехи от всенаправленных мобильных устройств земной станции (слежение за космическим аппаратом ОЗО) в диапазоне 2200–2290 МГц

Предполагая отсутствие трасс с прямой видимостью, на которых основные потери при передаче следуют закону обратной третьей степени, оказывается, что отдельный всенаправленный терминал может работать в пределах расстояния 0,5 км от земной станции (при угле места более 5°).

Приложение 3

Описание некоторых систем электронного сбора новостей (ЭСН), работающих в диапазоне 2025–2110 МГц

1 Введение

В данном Приложении представлена информация об уникальных технических и эксплуатационных характеристиках, используемых конкретными системами ЭСН, задействованными одной администрацией, которые могут облегчить совместное использование частот со службами космических исследований, космической эксплуатации и спутниковых исследований Земли.

2 Характеристики/описание систем ЭСН

Системы ЭСН включают как подвижные репортажные системы, так и перевозимые системы ЭСН, которые обеспечивают передачу видеoinформации из разнообразных мест и по различным видам деятельности. Системы ЭСН используются для освещения с места событий различных новостей или для интервью, а также для передачи в прямом эфире спортивных новостей или развлекательных программ. Вследствие высокой ценности видеосъемок с места события большинство местных телевизионных станций в городских районах Соединенных Штатов Америки используют системы ЭСН. Перевозимые системы ЭСН, ведущие передачи с места событий, обычно размещаются в фургонах и работают в стационарном режиме, передавая видеoinформацию на фиксированный пункт приема. Эти системы обеспечивают подвижность при передаче новостей по всему географическому региону.

3 Системы ЭСН и окружающая обстановка

В данном разделе описываются два распространенных режима эксплуатации.

3.1 Перевозимые системы

Перевозимые системы ЭСН, описанные в предыдущем разделе, используются для передач в прямом эфире или для видеозаписи на месте события новостей, спортивных состязаний и развлекательных мероприятий. Перевозимые системы ЭСН обычно размещаются в фургонах и в них используются передатчики, работающие с мощностью около 10,8 дБВт. Эти системы используют направленные антенны с усилением 20–22 дБи, установленные на пневматических мачтах высотой до 15 м. Для обеспечения дополнительной взаимной защиты от помех в

системах ЭСН может использоваться линейная или круговая поляризация. Многие системы ЭСН (возможно, 30–50%) ведут передачи с потерями в фидерной линии до 5 дБ.

3.2 Репортажные системы

Легкие малогабаритные микроволновые передатчики используются для подвижной съемки или для видеосъемок с непосредственным участием, когда желательно получение изображений в прямом эфире, поскольку устройства видеозаписи становятся непригодными из-за своих размеров и требований к надежности. Эти передатчики обычно работают при мощности до 5 дБВт. Данные системы используют практически всенаправленные антенны с усилением 0–3 дБи и могут также использовать линейную или круговую поляризацию.

Как правило, малые репортажные системы используются скорее вместо, чем в дополнение к перевозимым системам ЭСН, работающим в канале. Обычно репортажные системы не могут работать одновременно с перевозимыми системами, поскольку перевозимые системы создают избыточные помехи для приемника репортажной системы.

В таблице 9 представлены характеристики типичных систем ЭСН, работающих в диапазоне 2025–2110 МГц.

ТАБЛИЦА 9

Типичные системы ЭСН в диапазоне 2 ГГц, используемые в Соединенных Штатах Америки

Тип использования	Местоположение передатчика	Передаваемая мощность	Усиление антенны (дБи)	Местоположение приемника
Перевозимая система ЭСН (фургон)	Мачта фургона	12 Вт	22	Башня
Временно установленный канал связи	Крыша	12 Вт	25	Крыша
Собрание	Пол зала собрания	100 мВт	0–5	Стропила зала
Репортаж (например, о лыжнике)	На теле/шлеме	100 мВт	0	Склон холма или вертолет
Спортивные события				
Игровое поле	Поле	1 Вт	12	Комната прессы
Площадка для гольфа (система 1)	На площадке для гольфа	3 Вт	16	Привязанный дирижабль
Площадка для гольфа (система 2)	На площадке для гольфа	12 Вт	12	Подъемный кран
Гонки	В автомобиле	3 Вт	7	Вертолет
Вертолет	Вертолет-ретранслятор	12 Вт	7	Наземный прием
Марафон				
Мотоцикл	Мотоцикл	3 Вт	7	Вертолет
Автомобиль-ретранслятор	Пикап	12 Вт	12	Вертолет
Вертолет	Вертолет-ретранслятор	12 Вт	7	Крыша

4 Эксплуатационные характеристики

Все системы ЭСН не могут работать одновременно. Поскольку системы ЭСН чувствительны к помехам, то одновременно обычно возможна только одна передача на канал на пункт приема. Большинство рынков телевизионных услуг в Соединенных Штатах Америки включает множество пунктов приема, что позволяет вести одновременные передачи в канале. Однако на наиболее крупных рынках возможно вести одновременно только шесть передач в наиболее занятом канале, а для большинства рынков число передач не превышает двух. Более двух одновременных передач в одном канале встречается редко. Фактически множество систем и пунктов приема ЭСН существуют только на крупнейших рынках телевизионных услуг, а для большинства регионов одновременная работа систем ЭСН в канале осуществляется в незначительных масштабах, либо отсутствует вовсе.

Хотя перевозимые системы ЭСН используются в течение всех суток, они прежде всего работают во время передачи местных новостей в будни, что обычно происходит около 12.00–12.30, 17.00–19.00 и 23.00–23.30 по местному времени. На большинстве рынков услуг связи существенное значение имеет также использование систем ЭСН перед послеполуденными новостями, т. е. около 15.00–17.00. На многих рынках возрастает популярность местных утренних программ в 06.00–09.00, и в этих программах также используются системы ЭСН. Перевозимые передатчики ЭСН работают примерно дважды в сутки. По оценкам инженеров радиовещания, каждая система ЭСН работает в среднем 15 минут в течение одной передачи, но это время может изменяться примерно от 5 минут до возможно 5 часов.

5 Использование и характеристики спектра

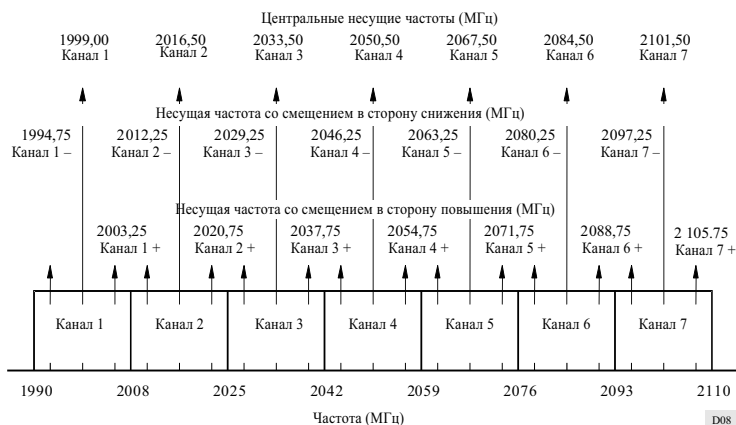
Диапазон 1990–2110 МГц используется как основной диапазон систем ЭСН из-за благоприятных характеристик распространения. Они включают более низкие уровни ослабления растительностью, что относится к более высоким частотам, и возможности "отражения от зданий" сигналов, что позволяет установить временную линию связи с фиксированным пунктом приема, несмотря на неизбежное затенение трассы.

В Соединенных Штатах Америки диапазон частот ЭСН разбит на 7 каналов по 17 МГц каждый, за исключением первого канала, ширина которого 18 МГц, как показано на рисунке 8. Системы ЭСН обычно работают в центре каждого из каналов, но используются также и каналы со смещением в сторону более низких и более высоких частот. Следовательно, возможна 21 несущая частота, однако все несущие частоты не могут использоваться одновременно. Системы ЭСН могут работать в центре канала, на нижнем крае канала, на верхнем крае канала или одновременно на нижнем и верхнем краях канала в зависимости от потребности и от использования соседнего канала в любое время. Поскольку системы ЭСН чувствительны к помехам, то обычно возможна одновременно только одна передача на канал на пункт приема.

Системы ЭСН используют для передачи видеоинформации частотную модуляцию (ЧМ). Фактически несущая частота никогда не передается без ее модуляции телевизионным растром.

РИСУНОК 8

План каналов ЭСН, используемый в Соединенных Штатах Америки



Приложение 4

Описание некоторых воздушных подвижных систем телеметрии, работающих в диапазоне 2200–2290 МГц

1 Введение

Воздушные подвижные системы телеметрии, эксплуатируемые некоей администрацией, состоят из небольшого числа управляемых передатчиков кратковременного действия, работающих в нескольких определенных районах.

Число одновременно работающих систем передачи в пределах радиуса 1000 км обычно не превышает 15. Максимальная э.и.и.м. в направлении спутника в любой полосе шириной 3 МГц в пределах радиуса 1000 км не должна, как правило, превышать 10 Вт.

2 Технические характеристики воздушных подвижных систем телеметрии

В воздушной телеметрии с конца 1960-х годов использовался диапазон 2200–2290 МГц для испытания ракет, космических средств запусков, воздушных судов и их подсистем. Продолжительность большинства этих испытаний составляет менее 10 минут, однако некоторые испытания длились нескольких часов. Телеметрические операции могут иметь место в любое время суток, причем максимальное ее использование приходится на светлое время. Большая часть испытаний полетов выполняется на одном (или более) испытательных полигонах, эксплуатируемых правительством Соединенных Штатов Америки.

Характеристики передающих систем телеметрии оптимизируются для испытываемого летательного аппарата. Поэтому эти характеристики существенно меняются в зависимости от конкретного летательного аппарата. Не существует "типичной" системы передачи. Эффективная излучаемая мощность систем телеметрии обычно составляет от 1 до 5 Вт. Требуемый уровень мощности определяется количеством передаваемой информации, максимальным расстоянием между передающей и приемной системами, требуемым качеством данных и чувствительностью приемной системы. Передающие антенны для телеметрии обычно линейно поляризованы и, как правило, разрабатываются так, чтобы иметь почти изотропную зону охвата, поскольку ориентация испытываемого летательного аппарата по отношению к приемной антенне системы телеметрии может изменяться очень быстро. Так как приемная антенна отслеживает летательный аппарат в полете, то в приемнике происходят большие колебания уровня сигнала. Эти "замирания" вызваны нулями в диаграмме направленности антенны и аномалиями распространения, такими как многолучевость и волноводное распространение. Снижение уровня сигнала при замираниях может превышать 30 дБ. Поэтому во избежание потери данных при замираниях сигнала для оптимальных условий полета требуется, чтобы принятый сигнал значительно превышал пороговый уровень.

Форматы данных телеметрии и скорости передачи претерпевают значительные изменения в зависимости от типа летательного аппарата. В большинстве передающих систем телеметрии используется частотная или фазовая модуляция. Вход передатчика может быть цифровым, аналоговым или комбинацией цифрового и аналогового. Ширина полосы частот, в которой передается 99% энергии телеметрической системы, изменяется от менее чем 1 МГц до более чем 10 МГц.

Необходимое для приемлемого качества данных отношение сигнал/шум (ОСШ) до детектора изменяется от 9 до 15 дБ. Максимальное расстояние между испытываемым летательным аппаратом и приемной станцией телеметрии обычно составляет от 20 до 400 км (для некоторых испытаний максимальное расстояние превышает 3000 км). Типичные значения ширины полосы пропускания приемника изменяются от 0,5 до 10 МГц (эти значения возрастают). Шумовые температуры приемной системы изменяются в пределах от 200 К до 500 К. Коэффициенты усиления главного лепестка приемных антенн изменяются от 6 дБи для некоторых подвижных систем с малым радиусом действия до более чем 50 дБи для больших антенн. Большие антенны автоматически отслеживают испытываемый летательный аппарат, в то время как меньшие антенны (усиление менее 20 дБи) обычно ориентированы в направлении на передатчик. Боковые лепестки приемной антенны зависят от ее размера и конструкции. Большинство телеметрических приемных антенн имеют диаметр от 2,44 м (8 футов) и 10 м (32,8 футов).

3 Рассмотрение спектра

Поставщики воздушных подвижных систем телеметрии в Соединенных Штатах Америки разделили этот диапазон на 90 каналов, каждый шириной в 1 МГц. В тех случаях, когда необходима более широкая полоса частот, из них формируются составные каналы.

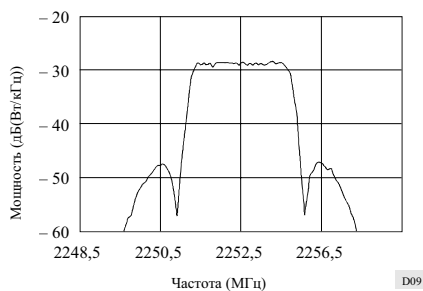
В настоящее время защита работы воздушной системы телеметрии осуществляется путем координации между различными пользователями. Территория Соединенных Штатов Америки разделена на зоны координации. Внутри этих зон координаторы частот распределяют частоты и планируют их использование.

Существует возможность значительных помех между земными станциями спутниковой связи и близко расположенными передающими станциями воздушной телеметрии в диапазоне 2200–2290 МГц. Решение этой проблемы облегчается путем контроля в этом диапазоне времени, частоты и местоположения передатчика каждой службы. Центры контроля частотных помех согласуют между собой изменения в реальном масштабе времени, определяют местонахождение источника любых несанкционированных передач и идентифицируют их.

Пример спектральной плотности мощности излучения показан на рисунке 9. На этом рисунке демонстрируется номинальная спектральная плотность мощности для системы телеметрии. Данные на этом рисунке не являются типичными и не представляют наилучший или наихудший случай; он приведен только как пример спектральных характеристик наиболее общего типа для систем, используемых в настоящее время для воздушных подвижных систем телеметрии. Некоторые воздушные подвижные системы телеметрии в ходе части испытательного полета могут иметь дискретные спектральные компоненты, следовательно максимальные спектральные плотности (дБ (Вт/кГц)) могут существенно превышать величины, показанные на рисунке 9.

РИСУНОК 9

Пример спектра



Максимальная совокупная мощность, излучаемая в любом направлении от всех воздушных подвижных систем телеметрии в пределах радиуса 1000 км, в диапазоне 2200–2290 МГц будет меньше 100 Вт. Максимальная совокупная мощность, излучаемая в любой полосе шириной 3 МГц, будет лишь в исключительных случаях превышать 10 Вт в любом направлении в пределах радиуса 1000 км.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R М.1169*

ЧАСЫ РАБОТЫ СУДОВЫХ СТАНЦИЙ

(1995)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

a) что имеется потребность описания часов работы судовых станций,

рекомендует,

1 чтобы часы работы судовых станций соответствовали Приложениям 1 и 2.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

§ 1. (1) В отношении международной службы общественной корреспонденции судовые станции подразделяются на четыре категории:

a) станции первой категории: эти станции несут непрерывную службу;

b) станции второй категории: эти станции несут службу в течение 16 часов в сутки;

c) станции третьей категории: эти станции несут службу в течение 8 часов в сутки;

d) станции четвертой категории: эти станции несут службу, продолжительность которой либо меньше продолжительности службы станций третьей категории, либо не определена в настоящем Регламенте.

(2) Каждая администрация сама устанавливает правила, согласно которым судовые станции, находящиеся в ее ведении, должны быть отнесены к одной из четырех вышеуказанных категорий.

§ 2. (1) Судовые станции второй категории должны обеспечивать службу в следующие часы:

00:00–04:00	} <i>судового времени или зонального времени</i>
08:00–12:00	
16:00–18:00	
20:00–22:00	

и, кроме того, четыре часа службы, назначаемые администрацией, командиром или ответственным лицом для удовлетворения насущных потребностей судна в связи с учетом условий распространения радиоволн и требований обмена.

(2) Судовые станции третьей категории должны обеспечивать службу в следующие часы:

08:00–12:00 час. судового времени или зонального времени,

два непрерывных часа службы между 18:00 и 22:00 час. судового времени или зонального времени, назначаемых администрацией, командиром или ответственным лицом, и, кроме того, два часа службы, назначаемых администрацией, командиром или ответственным лицом для удовлетворения насущных потребностей судна в связи с учетом условий распространения радиоволн и требований обмена.

(3) Каждая администрация решает, будет ли судовое время, которое наблюдают ее суда, являться зональным временем, как это показано в Приложении 2.

(4) При коротких рейсах эти станции должны обеспечивать службу в течение часов, определенных администрациями, которым они подчинены.

* Данную Рекомендацию необходимо довести до сведения Международной морской организации (ИМО).

§ 3. Судовым станциям четвертой категории рекомендуется обеспечивать службу с 08:30 до 09:30 час. судового или зонального времени.

- § 4. (1) Судовые станции, работающие непостоянно, не должны прекращать работы, прежде чем они:
- a)* не закончат все операции, связанные с вызовом в случае бедствия или сигналом срочности или безопасности;
 - b)* не закончат, насколько это практически возможно, весь исходящий или входящий обмен с береговыми станциями, расположенными в зоне их действия, или с судовыми станциями, которые, находясь в зоне их действия, сообщили о своем присутствии до фактического прекращения работы.
- (2) Любая судовая станция, не имеющая установленных часов работы, должна сообщить береговым станциям, с которыми она поддерживает связь, час прекращения и час возобновления своей работы.

§ 5. (1) Каждая судовая станция, прибывающая в порт и вследствие этого прекращающая свою работу, должна:

- a)* известить об этом ближайшую береговую станцию и, если необходимо, другие береговые станции, с которыми она обычно поддерживает связь;
 - b)* не прекращать работу до тех пор, пока она не закончит текущего обмена, за исключением случаев, когда это противоречит действующим правилам страны, в порт которой она вошла.
- (2) При отбытии из порта судовая станция должна известить соответствующую береговую станцию или станции о том, что ее работа возобновляется с момента, разрешаемого действующими правилами страны, где расположен порт отбытия. Однако судовая станция, часы работы которой не установлены в настоящем Регламенте, может отсрочить такое извещение до тех пор, пока станция не возобновит свою работу после отбытия из порта.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Часы работы судовых станций второй и третьей категорий

Раздел I. Таблица

Часы работы Судовое время или зональное время (см. § 2.(1) и 2.(2) в Приложении 1)	
16 часов (H16)	8 часов (H8)
от до 00:00–04:00 час. 08:00–12:00 час. 16:00–18:00 час. 20:00–22:00 час. плюс 4 часа (см. § 2.(1) в Приложении 1)	от до 08:00–12:00 час. 18:00–22:00 час. ^(a) плюс 2 часа (см. § 2.(2) в Приложении 1)

^(a) Два часа непрерывной работы между 18:00 и 22:00 час. по судовому времени по зональному времени определяются администрацией, командиром или ответственным лицом.

Раздел II. Диаграмма и карта

Примечание а: Эта диаграмма показывает *фиксированные* и *выбираемые* часы работы для судов второй и третьей категорий по зональному времени. (В часах работы, показанных на диаграмме, не учитываются часы, устанавливаемые администрацией, командиром или ответственным лицом.)

Фиксированные часы дежурства показаны следующим образом:

I) для судов второй категории:



II) для судов второй и третьей категорий:



III) для судов третьей категории — период, в пределах которого могут быть выбраны два часа непрерывной работы:

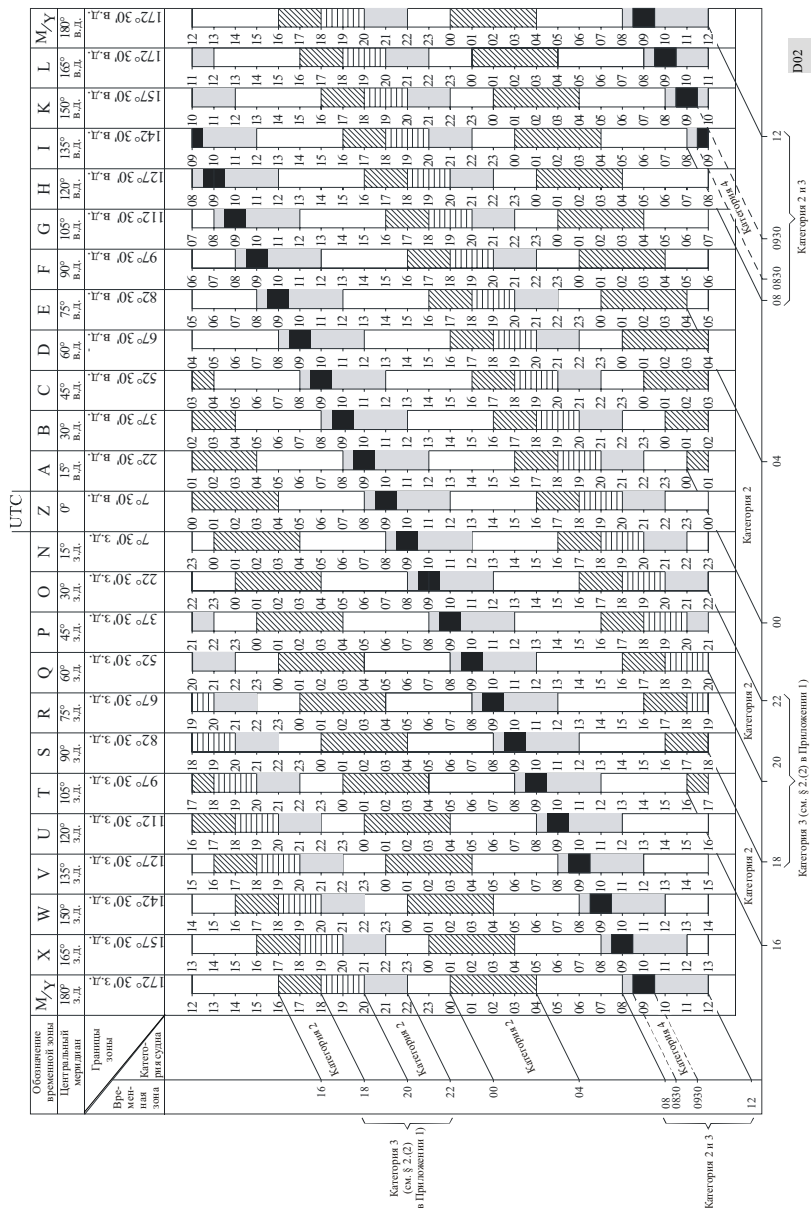


D01

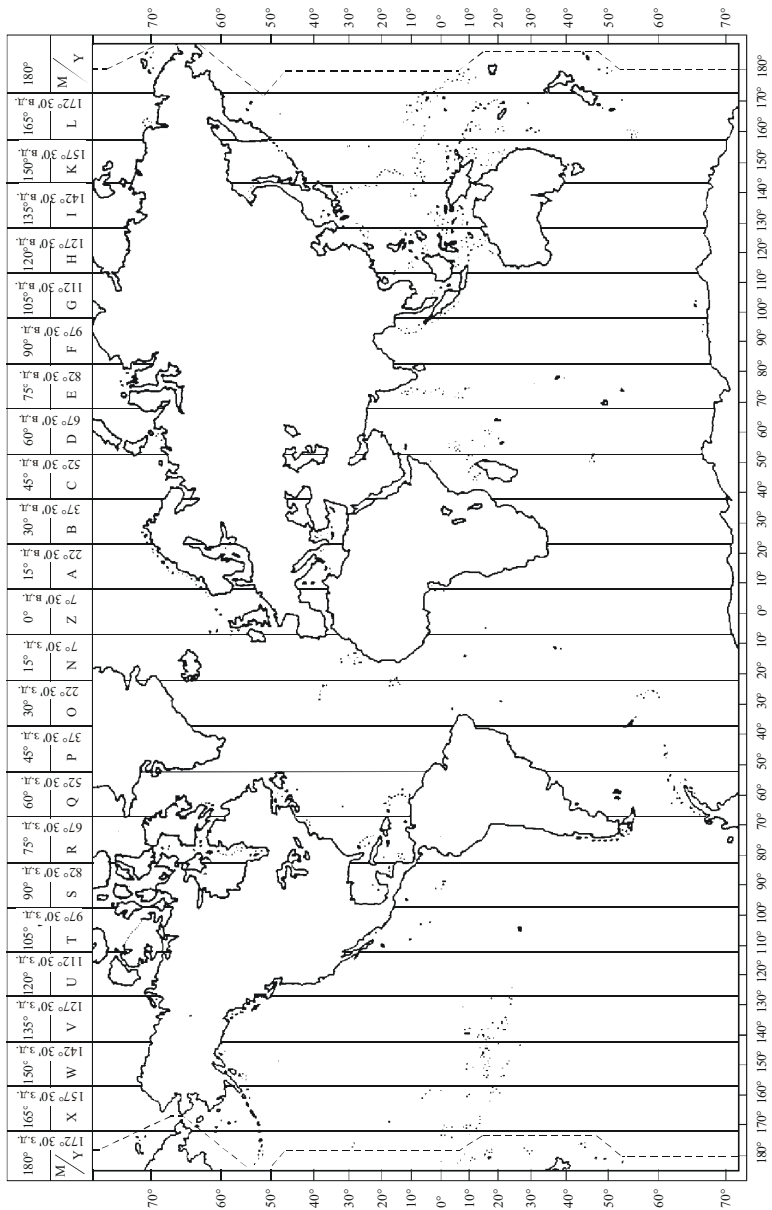
Примечание б: Черным цветом показан также особый период работы 08:30–09:30, в течение которого поощряется работа судов четвертой категории (см. § 3 в Приложении 1).

ДИАГРАММА

Временные зоны и часы работы судовых станций



КАРТА
Временные зоны



РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R M.1171*

**ПРОЦЕДУРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАДИОТЕЛЕФОНИИ
В МОРСКОЙ ПОДВИЖНОЙ СЛУЖБЕ**

(1995)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- а) что имеется потребность описания стандартных процедур для радиотелефонии в морской подвижной службе,

рекомендует,

- 1 чтобы использование радиотелефонии в морской подвижной службе осуществлялось в соответствии с Приложением 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Раздел I. Введение

§ 1. Радиотелефонные станции должны быть, по мере возможности, оборудованы устройствами, предназначенными для немедленного переключения с передачи на прием и обратно. Такие устройства необходимы для всех станций, осуществляющих связь между судами и абонентами сухопутной телефонной сети.

§ 2. (1) Станции, имеющие оборудование для радиотелефонии, могут передавать и принимать радиотелеграммы по радиотелефону. Береговые станции, обеспечивающие такую службу и открытые для общественной корреспонденции, должны быть указаны в Списке береговых станций.

(2) Для облегчения радиосвязи могут использоваться служебные сокращения, приведенные в Рекомендации МСЭ-R M.1172.

Раздел II. Вызовы по радиотелефону

§ 3. Положения этого Раздела, касающиеся интервалов между вызовами, не распространяются на станции, работающие в условиях, связанных с бедствием, срочностью или безопасностью.

§ 4. (1) Как общее правило, связь с береговой станцией должна устанавливаться судовой станцией. С этой целью она может вызвать береговую станцию лишь после того, как она войдет в зону обслуживания последней, иными словами, в ту зону, в пределах которой береговая станция может слышать вызовы, посылаемые на соответствующей частоте судовой станцией.

(2) Однако береговая станция, имеющая обмен для судовой станции, может вызвать эту станцию, если она имеет основание предполагать, что судовой станция находится в ее зоне обслуживания и ведет дежурство.

* Данная Рекомендация должна быть доведена до сведения Международной морской организации (ИМО) и Сектора стандартизации электросвязи (МСЭ-Т).

Примечание Секретариата: Ссылки на Регламент радиосвязи (РР), имеющиеся в данной Рекомендации, относятся к РР, пересмотренному Всемирной конференцией радиосвязи 1995 года. Эти положения РР вступят в силу 1 июня 1998 года. Там, где это уместно, в квадратных скобках приведены также эквивалентные ссылки на действующий РР.

§ 5. (1) Кроме того, каждая береговая станция должна, по мере возможности, передавать свои вызовы в форме "списков обмена", состоящих из позывных или других опознавательных сигналов в алфавитном порядке всех судовых станций, для которых у нее имеются сообщения. Эти вызовы должны передаваться в определенное время, установленное по соглашению между заинтересованными администрациями и через промежутки времени не менее двух часов и не более четырех часов в часы работы береговой станции.

(2) Береговые станции должны передавать эти списки обмена на своих обычных рабочих частотах в соответствующих полосах. Передаче должен предшествовать общий вызов всем станциям.

(3) Общий вызов всем станциям, сообщающий список обмена, может осуществляться на частоте вызова в следующей форме:

- "вызов всем судам" или Q(произносимый с помощью кодовых слов **HARLE** передаваемый не более трех раз;
- слова **TN** или **D** произносимого с помощью кодовых слов **BTA HO** в случае языковых затруднений);
- "... Радио", не более трех раз;
- "Слушайте мой список обмена на частоте ... кГц".

Это вступление ни в коем случае не должно повторяться.

(4) Однако в полосах частот между 156 МГц и 174 МГц, если имеются хорошие условия установления связи, вызов, описанный в § 5.(3), может быть заменен на:

- "вызов всем судам" или Q(произносимый с помощью кодовых слов **HARLE** передаваемый один раз;
- слова **TN** или **D** произносимого с помощью кодовых слов **BTA HO** в случае языковых трудностей);
- "... Радио", два раза;
- "Слушайте мой список обмена в канале ...".

Это вступление ни в коем случае не должно повторяться.

(5) Положения § 5.(3) обязательны, когда работа производится на частотах 2182 кГц или 156,8 МГц.

(6) Часы, в течение которых береговые станции передают свои списки обмена, и используемые при этом частоты и классы излучения должны быть указаны в Списке береговых станций.

(7) Судовые станции должны, по мере возможности, слушать передачу списков обмена береговых станций. Когда они услышат в этом списке свой позывной сигнал или другой опознавательный сигнал, они должны ответить по возможности быстрее.

(8) Если обмен не может быть передан немедленно, береговая станция должна сообщить каждой заинтересованной судовой станции вероятное время, в которое может быть начата работа, а также, если это необходимо, частоту и класс излучения, которые будут при этом использованы.

§ 6. Если береговая станция принимает вызовы от нескольких судовых станций практически в одно и то же время, она сама устанавливает порядок, в котором эти станции могут передавать ей свой обмен. В своем решении она должна основываться на порядке приоритета (см. п. S3.1 [п. 4441] PP) радиотелеграмм или радиотелефонных переговоров, подготовленных к передаче судовыми станциями, а также на необходимости предоставить возможность каждой из вызывающих ее станций направить ей по возможности наибольшее количество сообщений.

§ 7. (1) Если вызываемая станция не отвечает на вызов, посланный три раза через промежутки времени в две минуты, то передачу вызова следует прекратить.

(2) Однако, если вызываемая станция не отвечает, вызов может повторяться через промежутки времени, равные трем минутам.

(3) В зонах, где возможна надежная связь с вызываемой станцией на ОВЧ, вызывающая судовая станция может повторить свой вызов, как только она убедится, что обмен на береговой станции закончился.

(4) При осуществлении связи между станцией морской подвижной службы и станцией воздушного судна вызов может быть возобновлен через пять минут.

(5) До возобновления вызова вызывающая станция должна удостовериться, что вызываемая станция не осуществляет связь с другой станцией.

(6) Если нет оснований полагать, что будут причинены вредные помехи передаче других сообщений, то положения § 7.(4) не применяются. В таких случаях вызов, посланный три раза через промежутки времени в две минуты, может быть повторен через интервал времени, составляющий не менее трех минут.

(7) Однако до возобновления вызова вызывающая станция должна убедиться в том, что новый вызов не причинит помех другим осуществляемым связям и что вызываемая станция не имеет связи с другой станцией.

(8) Судовым станциям не разрешается излучение несущей в промежутке времени между вызовами.

§ 8. Если название и адрес администрации или частной эксплуатационной организации, в ведении которой находится судовая станция, не указаны в соответствующем списке станций или более не соответствуют приведенным там сведениям, то судовая станция должна в обязательном порядке сообщить береговой станции, которой она передает обмен, все необходимые в этом отношении сведения.

§ 9. (1) Береговая станция может посредством сокращения TR (произносимого с помощью кодовых слов **ТА** и **В**) просить судовую станцию передать ей следующие сведения:

- a) положение и, если возможно, направление и скорость;
- b) ближайший порт захода.

(2) Сведения, предусмотренные в § 9.(1), перед которыми ставится сокращение TR, должны сообщаться судовыми станциями, когда это представляется целесообразным, не дожидаясь предварительного запроса береговой станции. Эти сведения сообщаются только с разрешения командира или лица, ответственного за судно.

Раздел III. Метод вызова, ответ на вызовы и подготовительные сигналы к обмену при использовании других методов вызова, отличных от цифрового избирательного вызова

A. Метод вызова

§ 10. (1) Вызов состоит из:

- позывного или любого другого сигнала опознавания вызываемой станции, передаваемого не более трех раз;
- слов **ТН** и **В** (или **Д** произносимого с помощью кодовых слов **ВТА** и **В**) в случае языковых затруднений);
- позывного или другого сигнала опознавания вызывающей станции, передаваемого не более трех раз.

(2) Однако при хороших условиях для установления связи в полосах частот между 156 и 174 МГц, описанных в § 10.(1) вызов можно заменить следующим:

- позывной сигнал вызываемой станции, передаваемый один раз;
- слова **ТН** и **В** (или **Д** произносимого с помощью кодовых слов **ВТА** и **В**) в случае языковых затруднений);
- позывной сигнал или другой сигнал опознавания вызывающей станции, передаваемый два раза.

(3) Вызывая ОВЧ береговую станцию, работающую более, чем в одном канале, судовая станция, посылающая вызов в рабочем канале, должна включить в вызов номер этого канала.

(4) После установления связи позывной сигнал или другой опознавательный сигнал может быть передан только один раз.

(5) Если береговая станция оборудована устройством избирательного вызова в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R M.541, а судовая станция оборудована устройством для приема такого избирательного вызова, то береговая станция вызывает судно путем передачи соответствующих кодовых сигналов. Судовая станция должна вызывать береговую станцию голосом, как указано в § 10.(1) (см. также Приложение 2 к Рекомендации МСЭ-R M.257).

§ 11. Вызовы для внутренней связи на борту судна, находящегося в территориальных водах, состоят из:

a) Вызовы от главных станций:

- названия судна, за которым следует одна буква (**А**, **В**, **С**, **Д**, **Е**, **В**, **С**, **Д**, **Е** и т. д.), определяющая рядовую станцию, передаваемых не более трех раз;
- слов **ТН** и **В**;
- названия судна, за которым следует слово **В** и **В**.

b) Вызовы от рядовых станций:

- названия судна, за которым следует слово **NRD**, передаваемых не более трех раз;
- слов **THS**
- названия судна, за которым следует одна буква (**ALA**, **RAMCHARLE** и т. д.), определяющая рядовую станцию.

*В. Частота, используемая для вызова
и подготовительных сигналов*

B1. Полосы частот между 1605 кГц и 4000 кГц

§ 12. (1) Радиотелефонная судовая станция, вызывающая береговую станцию, должна пользоваться для вызова в порядке предпочтительности:

- a) рабочей частотой, на которой береговая станция ведет дежурство;
- b) несущей частотой 2182 кГц;
- c) в Районах 1 и 3 и в Гренландии несущей частотой 2191 кГц (присвоенная частота 2192,4 кГц), если несущая частота 2182 кГц используется в случае бедствия;
- d) в Районе 2, за исключением Гренландии, несущей частотой 2191 кГц в качестве дополнительной частоты вызова в тех зонах, где интенсивно используется частота 2182 кГц.

(2) Радиотелефонная судовая станция, вызывающая другую судовую станцию, должна для вызова пользоваться:

- a) несущей частотой 2182 кГц;
- b) частотой, предназначенной для связи между судами при большой интенсивности обмена, на основе предварительной договоренности.

(3) С учетом положений § 12.(6) и в соответствии с правилами своей страны береговые станции вызывают судовые станции своей национальной принадлежности либо на рабочей частоте, либо, в случае вызовов отдельных судов, на несущей частоте 2182 кГц.

(4) Однако судовую станцию, которая ведет дежурство одновременно на несущей частоте 2182 кГц и на рабочей частоте, следует вызывать на рабочей частоте.

(5) Как общее правило, береговые станции должны вызывать судовые радиотелефонные станции другой национальной принадлежности на несущей частоте 2182 кГц.

(6) Береговые станции могут вызывать судовые станции, оборудованные для приема сигналов избирательного вызова, в соответствии с Рекомендациями МСЭ-R M.257 и МСЭ-R M.541.

B2. Полосы частот между 4000 кГц и 27 500 кГц

§ 13. (1) Судовая станция, вызывающая береговую станцию по радиотелефону, должна пользоваться либо одной из частот вызова, указанных в п. S2.221 [п. 4375] PP, либо рабочей частотой, связанной с частотой береговой станции в соответствии с Разделом I Части В Приложения §7 [Разделом А Приложения 16] PP.

(2) Береговая станция, вызывающая судовую станцию по радиотелефону, должна пользоваться одной из частот вызова, указанных в п. S2.222 [п. 4376] PP, одной из своих рабочих частот, указанных в Списке береговых станций, или несущей частотой 4125 кГц или 6215 кГц, в соответствии с положениями пп. S2.221.2 и S2.221.3 [пп. 4375.2 и 4375.3] PP.

(3) Подготовительные действия для установления радиотелефонной связи могут также выполняться по радиотелеграфу, используя порядок, соответствующий радиотелеграфии (см. § 17 Рекомендации МСЭ-R M.1170).

(4) Положения § 13.(1) и § 13.(2) не распространяются на связь между судовыми и береговыми станциями, использующими симплексные частоты, указанные в Разделе I Части В Приложения §7 [Разделе В Приложения 16] PP.

В3. Полосы частот между 156 МГц и 174 МГц

§ 14. (1) В полосах частот между 156 и 174 МГц вызовы между судами и вызовы судна береговой станцией должны, как правило, производиться на частоте 156,8 МГц. Однако вызов судна береговой станцией можно производить по рабочему каналу или по двухчастотному каналу вызова, который применяется в соответствии с п. S2.236 РР. Кроме сообщений в случае бедствия, срочности или безопасности, для которых должна использоваться частота 156,8 МГц, вызов судном береговой станции должен, по мере возможности, производиться по рабочему или двухчастотному каналу вызова, который применяется в соответствии с п. S2.236 [п. 4391] РР. Суда, желающие воспользоваться портовой службой или службой движения судов, должны производить вызов на указанной жирным шрифтом в Списке береговых станций рабочей частоте портовой службы или службы движения судов.

(2) Если частота 156,8 МГц используется для сообщения в случае бедствия, срочности или безопасности, то судовая станция, желающая воспользоваться портовой службой, может установить связь на частоте 156,6 МГц или на другой указанной жирным шрифтом в Списке береговых станций частоте портовой службы.

В4. Порядок вызова станции
лоцманской службы

§ 15. Радиотелефонная судовая станция, вызывающая станцию лоцманской службы, должна использовать для вызова в порядке предпочтительности:

- a) соответствующий канал в полосах частот между 156 и 174 МГц;
- b) рабочую частоту в полосах частот между 1605 и 4000 кГц;
- c) несущую частоту 2182 кГц и только после этого определять, какую использовать рабочую частоту.

C. Форма ответа на вызовы

§ 16. Ответ на вызовы состоит из:

- позывного или другого опознавательного сигнала вызывающей станции, передаваемого не более трех раз;
- слов ~~THISS~~ или **Ð** произносимого с помощью кодовых слов **ВТА НО** в случае языковых затруднений);
- позывного или другого опознавательного сигнала вызываемой станции, передаваемого не более трех раз.

D. Частота для ответа

D Полосы частот между 1605 кГц и 4000 кГц

§ 17. (1) Если судовая станция вызывается на несущей частоте 2182 кГц, она должна отвечать на этой же несущей частоте, если вызывающая станция не указывает другую частоту.

(2) Если судовая станция вызывается с помощью избирательного вызова в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R M.257, то она должна отвечать на частоте, на которой ведет дежурство береговая станция.

(3) Если судовая станция вызывается на рабочей частоте береговой станцией той же национальной принадлежности, она должна отвечать на рабочей частоте, обычно связанной с частотой, используемой береговой станцией для вызова.

(4) Если судовая станция вызывает береговую или другую судовую станцию, она должна указать частоту, на которой ей должен быть передан ответ, если эта частота не является частотой, которая обычно связана с частотой, используемой для вызова.

(5) Судовая станция, которая часто ведет обмен с береговой станцией другой национальной принадлежности, может, если заинтересованные администрации на то согласны, применять тот же порядок для ответа, что и суда национальной принадлежности береговой станции.

(6) Как общее правило, береговая станция должна отвечать:

- a) на несущей частоте 2182 кГц на вызовы, переданные на несущей частоте 2182 кГц, если вызывающей станцией не будет указана другая частота;
- b) на рабочей частоте на вызовы, переданные на рабочей частоте;
- c) на рабочей частоте в Районах 1 и 3 и в Гренландии на вызовы, переданные на несущей частоте 2191 кГц (присвоенная частота 2192,4 кГц).

**Д Полосы частот между 4000 кГц
и 27 500 кГц**

§ 18. (1) Судовая станция, вызываемая береговой станцией, должна отвечать либо на одной из частот вызова, указанных в п. S2.221 [п. 4375] РР, или на рабочей частоте, связанной с рабочей частотой береговой станции в соответствии с Разделом I Части В Приложения §7 [Разделом А Приложения 16] РР.

(2) Береговая станция, вызываемая судовой станцией, должна отвечать на одной из частот вызова, указанных в п. S2.222 [п. 4376] РР, или на одной из своих рабочих частот, указанных в Списке береговых станций.

(3) Если станция вызывается на несущей частоте 4125 кГц, то она должна отвечать на этой же частоте, если вызывающая станция не указывает другую частоту.

(4) Если станция вызывается на несущей частоте 6215 кГц, то она должна отвечать на этой же частоте, если вызывающая станция не указывает другую частоту.

(5) Положения § 18.(1) и § 18.(2) не распространяются на связь между судовыми и береговыми станциями, использующими симплексные частоты, указанные в Разделе I Части В Приложения §7 [Разделе В Приложения 16] РР.

В Полосы частот между 156 МГц и 174 МГц

§ 19. (1) Если станция вызывается на частоте 156,8 МГц, то она должна ответить на этой же частоте, если вызывающая станция не указала другую частоту.

(2) Если береговая станция, открытая для общественной корреспонденции, вызывает судно либо голосом, либо с помощью избирательного вызова в соответствии с Приложением 2 к Рекомендации МСЭ-R M.257, используя двухчастотный канал, то судовая станция должна отвечать голосом на частоте, связанной с частотой береговой станции; и наоборот, береговая станция должна отвечать на вызов судовой станции на частоте, связанной с частотой этой судовой станции.

Е. Указание частоты, используемой для обмена

Е Полосы частот между 1605 и 4000 кГц

§ 20. Если контакт установлен на несущей частоте 2182 кГц, то береговая и судовая станции должны для осуществления обмена перейти на рабочие частоты.

**Е2. Полосы частот между 4000 кГц
и 27 500 кГц**

§ 21. После установления контакта между судовой станцией и береговой станцией или другой судовой станцией на частоте вызова выбранной полосы частот обмен должен производиться на соответствующих рабочих частотах этих станций.

ЕЗ. Полосы частот между 156 и 174 МГц

§ 22. (1) Когда между береговой станцией в службе общественной корреспонденции и судовой станцией установлен контакт либо на частоте 156,8 МГц, либо по двухчастотному каналу вызова (см. п. S2.237 [п. 4392] РР), то станции должны перейти для осуществления обмена на одну из своих обычных пар рабочих частот. Вызывающая станция должна сообщить канал, на который она предлагает перейти, указывая частоту в МГц или, предпочтительно, номер канала.

(2) Если на частоте 156,8 МГц установлен контакт между береговой станцией портовой службы и судовой станцией, то судовой станции следует указать требуемый вид обслуживания (навигационные сведения, указания о движении в порту и т. д.); береговая станция затем должна сообщить канал, используемый для обмена, указывая частоту в МГц или, предпочтительно, номер канала.

(3) Если на частоте 156,8 МГц установлен контакт между береговой станцией службы движения судов и судовой станцией, то береговая станция должна сообщить канал, используемый для обмена, указав частоту в МГц или, предпочтительно, номер канала.

(4) Судовая станция после того, как она установила контакт с другой судовой станцией на частоте 156,8 МГц, должна указать канал для связи между судами, который ею предлагается использовать для обмена, указывая частоту в МГц или, предпочтительно, номер канала.

(5) Однако когда важно, чтобы передачу приняли все суда, находящиеся в зоне приема, то нет необходимости в том, чтобы небольшой обмен, длящийся менее одной минуты и относящийся к безопасности навигации, осуществлялся на рабочей частоте.

(6) Станции, принимающие передачу, касающуюся безопасности навигации, должны слушать сообщение до тех пор, пока не убедятся в том, что сообщение к ним не относится. Они не должны вести никакой передачи, которая могла бы помешать передаче этого сообщения.

F. Согласие на частоту, которая должна быть использована для обмена

§ 23. (1) Если вызываемая станция согласна с вызывающей станцией, то она должна передать:

- a) извещение, что начиная с этого момента она будет слушать на рабочей частоте или в канале, указанном вызывающей станцией;
- b) извещение о том, что она готова к приему обмена вызывающей станцией.

(2) Если вызываемая станция не согласна с вызывающей станцией в отношении рабочей частоты или канала, которые должны быть использованы, она должна передать извещение о рабочей частоте или канале, которые она предлагает.

(3) При связи между береговой станцией и судовой станцией береговая станция должна принять окончательное решение относительно частоты или канала, которые должны быть использованы.

(4) По достижении согласия относительно рабочей частоты или канала, которые вызывающая станция должна использовать для своего обмена, вызываемая станция должна сообщить о своей готовности к приему обмена.

G. Указания относительно обмена

§ 24. Если вызывающая станция желает провести более одного радиотелефонного разговора или передать одну или несколько радиотелеграмм, она должна сообщить об этом после установления контакта с вызываемой станцией.

H. Трудности при приеме

§ 25. (1) Если вызываемая станция не в состоянии принять обмен немедленно, она должна ответить на вызов, как указано в § 16, и передать вслед за ответом фразу "ждите . . . минут" (или *AS* произносимую с помощью кодовых слов *ALA BRA . . .* (минут) в случае языковых затруднений), указывая вероятную продолжительность ожидания в минутах. Если эта вероятная продолжительность превышает десять минут, то должна быть указана причина задержки. Вызываемая станция может указать любым другим удобным способом, что она не готова к немедленному приему обмена.

(2) Когда станция принимает вызов, не будучи уверенной в том, что этот вызов предназначен для нее, она не должна отвечать до тех пор, пока не будет повторен вызов и пока он не будет ею понят.

(3) Если станция принимает предназначенный ей вызов, но сомневается в опознавании вызывающей станции, она должна немедленно ответить и просить вызывающую станцию повторить ее позывной или иной опознавательный сигнал.

Раздел IV. Ведение (маршрутизация) обмена

А. Частота для обмена

§ 26. (1) Каждая станция должна передавать свой обмен (радиотелефонные разговоры или радиотелеграммы) на одной из своих рабочих частот в той полосе, в которой был сделан вызов.

(2) В добавление к своей обычной рабочей частоте, указанной в Списке береговых станций жирным шрифтом, береговая станция может пользоваться одной или несколькими дополнительными частотами в той же полосе в соответствии с положениями Статьи S2 [Статьи 60] PP.

(3) Использование для обмена частот, выделенных для вызова, воспрещается, за исключением обмена в случае бедствия (см. Приложение S3 [Главу К] PP).

(4) После того как был установлен контакт на частоте, используемой для обмена, передаче радиограммы или радиотелефонному разговору предшествует передача:

- позывного сигнала или другого опознавательного сигнала вызываемой станции;
- слов ~~THNS~~ или ~~Ð~~ произносимого с помощью кодовых слов ~~ВТА~~ ~~НО~~ в случае языковых затруднений;
- позывного сигнала или другого опознавательного сигнала вызывающей станции.

(5) Позывной сигнал или другой опознавательный сигнал не должен передаваться более одного раза.

В. Проведение разговоров по радиотелефону и передача радиотелеграмм

В1. Проведение разговоров по радиотелефону

§ 27. (1) Чтобы провести разговор по радиотелефону, береговая станция должна возможно скорее установить соединение с телефонной сетью. Тем временем судовая станция должна продолжать дежурство на соответствующей рабочей частоте, указанной береговой станцией.

(2) Однако, если соединение не может быть быстро установлено, береговая станция должна соответственно уведомить об этом судовую станцию. В этом случае судовая станция должна:

- a)* продолжать дежурство на соответствующей частоте до тех пор, пока не окажется возможным установить эффективную связь; *или*
- b)* вновь связаться с береговой станцией в согласованное между станциями время.

(3) Окончание радиотелефонного разговора производится в порядке, указанном в § 29.(3), за исключением тех случаев, когда у какой-либо из станций имеются на очереди другие вызовы.

В2. Передача радиотелеграмм

§ 28. (1) Передача радиотелеграммы должна производиться следующим образом:

- радиотелеграмма начинается: от . . . (название морского или воздушного судна);
- номер . . . (порядковый номер радиотелеграммы);
- число слов . . . ;
- дата . . . ;
- время . . . (время подачи радиотелеграммы на борту морского или воздушного судна);

- служебные отметки (если таковые имеются);
- адрес . . . ;
- текст . . . ;
- подпись . . . (если таковая имеется);
- радиотелеграмма заканчивается, конец.

(2) Как общее правило, радиотелеграммы всех видов, переданные судовыми станциями, должны нумероваться ежесуточными сериями, причем номером 1 следует отмечать первую радиотелеграмму, передаваемую в каждые данные сутки каждой отдельной станции.

(3) Серия номеров, начатая в радиотелеграфии, должна продолжаться в радиотелефонии и наоборот.

(4) Каждая радиотелеграмма должна передаваться передающей станцией только один раз. Однако в случае надобности она может быть повторена полностью или частично принимающей или передающей станцией.

(5) При передаче группы цифр каждая цифра должна произноситься отдельно, и передаче каждой группы или ряда групп должно предшествовать слово "цифрами".

(6) Числа, написанные буквами, следует произносить так, как они написаны, причем их передаче предшествуют слова "буквами".

В3. Подтверждение приема

§ 29. (1) Подтверждение приема радиотелеграммы или серии радиотелеграмм должно быть сделано принимающей станцией в следующей форме:

- позывной сигнал или другой опознавательный сигнал передающей станции;
- слова **ТНСС** (или **Д** произносимое с помощью кодовых слов **БТА БО** в случае языковых затруднений);
- позывной или другой опознавательный сигнал принимающей станции;
- "Ваш номер . . . получен, конец" (или R, произносимое с помощью кодового слова **RM**. . . (числа), K, произносимое с помощью кодового слова **КО** в случае языковых затруднений); *или*
- "Ваши с № . . . по № . . . получены, конец" (или R, произносимое с помощью кодового слова **RM**. . . (числа), K, произносимое с помощью кодового слова **КО** в случае языковых затруднений).

(2) Не следует считать передачу радиотелеграммы или серии радиотелеграмм законченной до получения подтверждения.

— (3) Конец работы между двумя станциями следует указывать каждой из них посредством слова "конец" (или **Ж**, произносимого с помощью кодовых слов **ЖЖ ALA** в случае языковых затруднений).

Раздел V. Продолжительность работы и руководство ею

§ 30. (1) При связи между береговой и судовой станциями судовая станция руководствуется указаниями, даваемыми береговой станцией по всем вопросам, касающимся порядка и времени передачи, выбора частоты, продолжительности и приостановки работы.

(2) При связи между судовыми станциями вызываемая станция руководит работой таким же образом, как это указано в § 30.(1). Однако, если береговая станция сочтет необходимым вмешаться, эти станции должны руководствоваться указаниями, которые даст береговая станция.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R M.1172*

**РАЗЛИЧНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И СИГНАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ
ДЛЯ РАДИОСВЯЗИ В МОРСКОЙ ПОДВИЖНОЙ СЛУЖБЕ**

(1995)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

а) что имеется потребность описания различных сокращений и сигналов, используемых в морской подвижной службе,

рекомендует,

1 чтобы использование различных сокращений и сигналов для радиосвязи в морской подвижной службе соответствовало Приложению 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Различные сокращения и сигналы, используемые
для радиосвязи в морской подвижной службе****Раздел I. Q-код****Введение**

- 1 В настоящем Приложении указаны серии групп от QOA до QUZ.
- 2 Серии от QOA до QQZ предназначены для морской подвижной службы.
- 3 Некоторым сокращениям Q-кода можно придать утвердительный или отрицательный смысл, передавая непосредственно за сокращением букву *C* или буквы *NO* (произносимые в радиотелефонии как: CHARLIE или NO).
- 4 Значениям сокращений Q-кода может быть придан более широкий смысл *или* они могут быть дополнены другими соответствующими группами сокращений, позывных сигналов, названий местностей, цифр, номеров и т. д. Пропуски, заключенные в скобки, заполнять необязательно. Любые сведения, вносимые в места пропусков, должны быть переданы в том же порядке, в каком они приведены в тексте нижеследующих таблиц.
- 5 Сокращения Q-кода принимают форму вопроса, если за ними следует вопросительный знак в радиотелеграфии и RQ (ROMEO QUEBEC) в радиотелефонии. Когда за сокращением кода, употребляемым в виде вопроса, следуют дополнительные указания, вопросительный знак (или RQ) должны следовать за этими указаниями.
- 6 За сокращениями Q-кода со взаимно исключающими номерованными значениями должна следовать соответствующая цифра, уточняющая смысл. Эта цифра должна передаваться непосредственно после сокращения.
- 7 Время должно указываться по Всемирному координированному времени (UTC), если только в вопросах или ответах не будет других указаний.
- 8 Звездочка * после сокращения Q-кода означает, что этот сигнал имеет то же самое значение, что и сигнал, указанный в Международном своде сигналов.

* Эта Рекомендация должна быть доведена до сведения Международной морской организации (ИМО).

Сокращения, применяемые в морской подвижной службе

А. Список сокращений в алфавитном порядке

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
QOA	Можете ли вы вести связь радиотелеграфом (500 кГц)?	Я могу вести связь радиотелеграфом (500 кГц).
QOB	Можете ли вы вести связь радиотелефоном (2182 кГц)?	Я могу вести связь радиотелефоном (2182 кГц).
QOC	Можете ли вы вести связь радиотелефоном (канал 16 – частота 156,80 МГц)?	Я могу вести связь радиотелефоном (канал 16 – частота 156,80 МГц).
QOD	Можете ли вы вести связь со мной на ... 0. Голландском 5. Итальянском 1. Английском 6. Японском 2. Французском 7. Норвежском 3. Немецком 8. Русском 4. Греческом 9. Испанском?	Я могу вести связь с вами на ... 0. Голландском 5. Итальянском 1. Английском 6. Японском 2. Французском 7. Норвежском 3. Немецком 8. Русском 4. Греческом 9. Испанском.
QOE	Приняли ли вы сигнал безопасности, переданный ... (название и/или позывной сигнал)?	Я принял сигнал безопасности, переданный ... (название и/или позывной сигнал).
QOF	Каково коммерческое качество моих сигналов?	Качество ваших сигналов ... 1. некоммерческое 2. на грани коммерческого 3. коммерческое.
QOG	Какое количество телеграфной ленты имеется у вас для передачи?	У меня имеется для передачи ... телеграфных лент.
QOH	Должен ли я передавать фазирующий сигнал в течение ... секунд?	Передавайте фазирующий сигнал в течение ... секунд.
QOI	Должен ли я передавать мою ленту?	Передавайте вашу ленту.
QOJ	Слушаете ли вы на частоте ... кГц (или МГц) сигналы радиомаяков – указателей места бедствия?	Я слушаю на частоте ... кГц (или МГц) сигналы радиомаяков – указателей места бедствия.

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
QOK	Приняли ли вы сигналы радиомаяка – указателя места бедствия на частоте ... кГц (<i>или</i> МГц)?	Я принял сигналы радиомаяка – указателя места бедствия на частоте ... кГц (<i>или</i> МГц).
QOL	Оборудовано ли ваше судно для приема избирательных вызовов? Если да, то какой номер вашего избирательного вызова или сигнал?	Мое судно оборудовано для приема избирательных вызовов. Номер моего избирательного вызова или сигнал ...
QOM	На каких частотах можно вызывать ваше судно с помощью избирательного вызова?	Мое судно можно вызывать с помощью избирательного вызова на следующей частоте (частотах) ... (можно добавить периоды времени, если необходимо).
QOO	Можете ли вы вести передачу на какой-либо рабочей частоте?	Я могу вести передачу на любой рабочей частоте.
QOT	Вы слышите мой вызов? Какая приблизительно задержка в минутах до того, как мы сможем начать обмен?	Я слышу ваш вызов. Приблизительная задержка ... минут.
QRA	Как называется ваше судно (<i>или</i> станция)?	Мое судно (<i>или</i> станция) называется ...
QRB	На каком приблизительно расстоянии вы находитесь от моей станции?	Приблизительное расстояние между нашими станциями равно ... морским милям (<i>или</i> километрам).
QRC	Какой частной организацией (<i>или</i> государственной администрацией) производятся расчеты по таксам по вашей станции?	Расчеты по таксам по моей станции производятся частной организацией ... (<i>или</i> государственной администрацией).
QRD	Куда и откуда вы направляетесь?	Я направляюсь в ... из ...
QRE	Когда вы предполагаете прибыть в ... (<i>или</i> пролететь над ...) (<i>место</i>)?	Предполагаю прибыть в ... (<i>или</i> пролететь над ...) (<i>место</i>) в ... часов.
QRF	Возвращаетесь ли вы в ... (<i>место</i>)?	Я возвратился в ... (<i>место</i>). <i>или</i> Возвращаюсь в ... (<i>место</i>).

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
QRG	Сообщите мне мою точную частоту (или точную частоту ...)?	Ваша точная частота (или точная частота ...) ... кГц (или МГц).
QRH	Меняется ли моя частота?	Ваша частота меняется.
QRI	Каков тон моей передачи?	Тон вашей передачи ... 1. хороший 2. меняющийся 3. плохой.
QRJ	Сколько у вас заказано радиотелефонных разговоров?	У меня заказано ... радиотелефонных разговоров.
QRK	Какова разборчивость моих сигналов (или сигналов ... (название и/или позывной сигнал)) ?	Разборчивость ваших сигналов (или сигналов ... (название и/или позывной сигнал)) 1. плохая 2. неудовлетворительная 3. удовлетворительная 4. хорошая 5. отличная.
QRL	Заняты ли вы?	Я занят (или я занят с ... (название и/или позывной сигнал)). Прошу не мешать.
QRM	Подвергается ли моя передача помехам?	Помехи, которым подвергается ваша передача ... 1. нулевые 2. слабые 3. умеренные 4. сильные 5. очень сильные.
QRN	Подвергаетесь ли вы атмосферным помехам?	Атмосферные помехи, которым я подвергаюсь ... 1. нулевые 2. слабые 3. умеренные 4. сильные 5. очень сильные.

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
QRO	Должен ли я увеличить мощность передатчика?	Увеличьте мощность передатчика.
QRP	Должен ли я уменьшить мощность передатчика?	Уменьшите мощность передатчика.
QRQ	Должен ли я передавать быстрее?	Передавайте быстрее (... слов в минуту).
QRR	Готовы ли вы к автоматической работе?	Я готов к автоматической работе. Передавайте со скоростью ... слов в минуту.
QRS	Должен ли я передавать медленнее?	Передавайте медленнее (... слов в минуту).
QRT	Должен ли я прекратить передачу?	Прекратите передачу.
QRU	Есть ли у вас что-нибудь для меня?	У меня ничего нет для вас.
QRV	Готовы ли вы?	Я готов.
QRW	Должен ли я сообщить ... что вы вызываете его на ... кГц (или МГц)?	Пожалуйста, сообщите ... что я вызываю его на ... кГц (или МГц).
QRX	Когда вы вызовете меня снова?	Я вызову вас снова в ... часов на ... кГц (или МГц).
QRY	Какая моя очередь? (Относится к сообщениям.)	Ваша очередь № ... (или согласно любому другому указанию). (Относится к сообщениям.)
QRZ	Кто меня вызывает?	Вас вызывает ... (на ... кГц (или МГц)).
QSA	Какой силы мои сигналы (или сигналы ... (название и/или позывной сигнал))?	Сила ваших сигналов (или сигналов ... (название и/или позывной сигнал)) ... 1. очень слабая 2. слабая 3. удовлетворительная 4. хорошая 5. очень хорошая.

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
QSB	Замирают ли мои сигналы?	Ваши сигналы замирают.
QSC	Вы судовая станция, осуществляющая небольшой обмен?	Я судовая станция, осуществляющая небольшой обмен.
QSD	Искажаются ли мои сигналы?	Ваши сигналы искажаются.
QSE*	Каким является предполагаемый дрейф спасательного средства?	Предполагаемый дрейф спасательного средства определяется в ... (<i>цифры и единицы измерения</i>).
QSF*	Выполнили ли вы спасательные работы?	Я выполнил спасательные работы и направляюсь на базу ... (с ... пострадавшими, нуждающимися в помощи).
QSG	Должен ли я передавать по ... телеграмм подряд?	Передавайте по ... телеграмм подряд.
QSH	Можете ли вы направить судно посредством вашего пеленгаторного оборудования?	Я могу направить судно посредством моего пеленгаторного оборудования (к ... (<i>название и/или позывной сигнал</i>)).
QSI		Я не мог прервать вашу передачу. <i>или</i> Сообщите ... (<i>название и/или позывной сигнал</i>), что я не мог прервать его передачу (на ... кГц (<i>или</i> МГц)).
QSJ	Какова такса за передачу в ... включая вашу внутреннюю таксу?	Такса за передачу в ... включая мою внутреннюю таксу, составляет ... франков.
QSK	Можете ли вы меня слышать между своими сигналами и если да, то могу ли я включаться во время вашей передачи?	Я могу вас слышать между моими сигналами; включайтесь во время моей передачи.
QSL	Можете ли вы подтвердить прием?	Даю вам подтверждение приема.

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
QSM	Должен ли я повторить последнюю переданную вам телеграмму (или одну из предыдущих телеграмм)?	Повторите последнюю переданную вами телеграмму (или номер(а) телеграммы (телеграмм) ...).
QSN	Слышали ли вы меня (или ... (название и/или позывной сигнал)) на ... кГц (или МГц)?	Я слышал вас (или ... (название и/или позывной сигнал)) на ... кГц (или МГц).
QSO	Можете ли вы связаться с ... (название и/или позывной сигнал) непосредственно (или посредством переприема)?	Я могу связаться с ... (название и/или позывной сигнал) непосредственно (или посредством переприема через ...).
QSP	Можете ли вы передать в (на) ... (название и/или позывной сигнал) бесплатно?	Я могу передать в (на) ... (название и/или позывной сигнал) бесплатно.
QSQ	Имеется ли у вас на борту врач (или ... (фамилия лица) на борту)?	У нас есть на борту врач (или ... (фамилия лица) на борту).
QSR	Должен ли я повторить вызов на частоте вызова?	Повторите ваш вызов на частоте вызова; я вас не услышал (или была помеха).
QSS	Какой рабочей частотой вы будете пользоваться?	Я буду пользоваться рабочей частотой ... кГц (или МГц) (в ВЧ диапазоне обычно следует указать лишь последние три цифры частоты).
QSU	Должен ли я передавать или отвечать на этой частоте (или на ... кГц (или МГц)) (с излучениями класса ...)?	Передавайте или отвечайте на этой частоте (или на ... кГц (или МГц)) (с излучениями класса ...).
QSV	Должен ли я передавать серии V (или сигналы) для настройки на этой частоте (или на ... кГц (или МГц))?	Передавайте серии V (или сигналы) для настройки на этой частоте (или на ... кГц (или на МГц)).

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
QSW	Будете ли вы передавать на этой частоте (или на ... кГц (или МГц)) (с излучениями класса ...)?	Я сейчас буду передавать на этой частоте (или на ... кГц (или МГц)) (с излучениями класса ...).
QSX	Будете ли вы слушать ... (название и/или позывной сигнал(ы)) на ... кГц (или МГц), или в полосах частот .../каналах ...?	Я слушаю ... (название и/или позывной сигнал(ы)) на ... кГц (или МГц) или в полосах частот .../каналах ...
QSY	Должен ли я перейти на передачу на другой частоте?	Переходите на передачу на другой частоте (или на ... кГц (или МГц)).
QSZ	Должен ли я передавать каждое слово или группу несколько раз?	Передавайте каждое слово или группу дважды (или по ... раз).
QTA	Должен ли я аннулировать телеграмму (или сообщение) № ...?	Аннулируйте телеграмму (или сообщение) № ...
QTB	Согласны ли вы с моим подсчетом слов?	Я не согласен с вашим подсчетом слов. Повторяю первую букву или цифру каждого слова или группы.
QTC	Сколько у вас телеграмм для передачи?	У меня ... телеграмм для вас (или для ... (название и/или позывной сигнал)).
QTD*	Что найдено спасательным судном или спасательным воздушным судном?	Найдено ... (опознавательное указание) 1. ... (число) спасаемых 2. обломки судна 3. ... (число) трупов.
QTE	Каков мой ИСТИННЫЙ пеленг по отношению к вам? или	Ваш ИСТИННЫЙ пеленг по отношению ко мне ... градусов в ... часов. или
	Каков мой ИСТИННЫЙ пеленг по отношению к ... (название и/или позывной сигнал)? или	Ваш ИСТИННЫЙ пеленг по отношению к ... (название и/или позывной сигнал) ... градусов в ... часов. или

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
QTE (продолж.)	Каков ИСТИННЫЙ пеленг ... <i>(название и/или позывной сигнал)</i> по отношению к ... <i>(название и/или позывной сигнал)</i> ?	ИСТИННЫЙ пеленг ... <i>(название и/или позывной сигнал)</i> по отношению к ... <i>(название и/или позывной сигнал)</i> ... градусов в ... часов.
QTF	Не укажете ли вы мне мое местоположение на основании пеленгов, взятых радиопеленгаторными станциями, находящимися в вашем распоряжении?	Ваше местоположение на основании пеленгов, взятых радиопеленгаторными станциями, находящимися в моем распоряжении, ... градусов широты, ... градусов долготы <i>(или иные указания местоположения)</i> , класс ... в ... часов.
QTG	Не передадите ли вы два тире продолжительностью в десять секунд каждое <i>(или несущую)</i> , затем ваш позывной сигнал <i>(или название)</i> (повторенный ... раз) на ... кГц <i>(или МГц)</i> ? <i>или</i>	Я буду передавать два тире продолжительностью в десять секунд каждое <i>(или несущую)</i> , затем мой позывной сигнал <i>(или название)</i> (повторенный ... раз) на ... кГц <i>(или МГц)</i> . <i>или</i>
	Не попросите ли вы ... <i>(название и/или позывной сигнал)</i> передать два тире продолжительностью в десять секунд каждое <i>(или несущую)</i> , затем его позывной сигнал <i>(и/или название)</i> (повторенный ... раз) на ... кГц <i>(или МГц)</i> ?	Я попросил ... <i>(название и/или позывной сигнал)</i> передать два тире продолжительностью в десять секунд каждое <i>(или несущую)</i> , затем его позывной сигнал <i>(и/или название)</i> (повторенный ... раз) на ... кГц <i>(или МГц)</i> .
QTH	Каково ваше местоположение по широте и долготе <i>(или в соответствии с любым другим указанием)</i> ?	Мое местоположение ... градусов широты и ... градусов долготы <i>(или в соответствии с любым другим указанием)</i> .
QTI*	Каков ваш ИСТИННЫЙ курс?	Мой ИСТИННЫЙ курс ... градусов.

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
QTJ*	Какова скорость вашего хода? <i>(Запрашивается скорость хода морского судна или воздушного судна по отношению к воде или воздуху соответственно.)</i>	Скорость моего хода ... узлов <i>(или ... километров в час, или ... статутных миль в час).</i> <i>(Указывается скорость хода морского судна или воздушного судна по отношению к воде или воздуху соответственно.)</i>
QTK*	Какова скорость вашего воздушного судна по отношению к поверхности Земли?	Скорость моего воздушного судна ... узлов <i>(или ... километров в час, или ... статутных миль в час)</i> по отношению к поверхности Земли.
QTL*	Каково ваше ИСТИННОЕ направление?	Мое ИСТИННОЕ направление ... градусов.
QTM*	Каково ваше МАГНИТНОЕ направление?	Мое МАГНИТНОЕ направление ... градусов.
QTN	В котором часу вы отбыли из ... <i>(место)?</i>	Я отбыл из ... <i>(место)</i> в ... часов.
QTO	Вышли ли вы из дока <i>(или из порта)?</i>	Я вышел из дока <i>(или из порта)</i> .
	<i>или</i>	<i>или</i>
QTP	Взлетели ли вы?	Я взлетел.
	<i>или</i>	<i>или</i>
QTP	Собираетесь ли вы войти в док <i>(или порт)?</i>	Я собираюсь войти в док <i>(или порт)</i> .
	<i>или</i>	<i>или</i>
QTP	Собираетесь ли вы сделать посадку на воду <i>(или на землю)?</i>	Я собираюсь сделать посадку на воду <i>(или на землю)</i> .
	<i>или</i>	<i>или</i>
QTQ	Можете ли вы вести связь с моей станцией при помощи Международного свода сигналов (INTERCO)?	Я буду вести связь с вашей станцией при помощи Международного свода сигналов (INTERCO).
QTR	Каково точное время?	Точное время ... часов.
QTS	Не передадите ли вы ваш позывной сигнал <i>(и/или название)</i> в течение ... секунд?	Я передам мой позывной сигнал <i>(и/или название)</i> в течение ... секунд.
QTT		Следующий опознавательный сигнал наложен на другую передачу.

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
QTU	В какие часы работает ваша станция?	Моя станция работает от ... до ... часов.
QTV	Должен ли я вместо вас обеспечить дежурство на частоте ... кГц (или МГц) (от ... до ... часов)?	Обеспечьте дежурство вместо меня на частоте ... кГц (или МГц) (от ... до ... часов).
QTW*	В каком состоянии находятся спасаемые?	Спасаемые находятся в ... состоянии и срочно нуждаются в ...
QTX	Будет ли ваша станция продолжать работу для поддержания связи со мной до моего дальнейшего уведомления (или до ... часов)?	Моя станция будет продолжать работу для поддержания связи с вами до вашего дальнейшего уведомления (или до ... часов).
QTY*	Направляетесь ли вы к месту происшествия и если да, то когда предполагаете его достичь?	Я направляюсь к месту происшествия и предполагаю его достичь в ... часов ... (дата).
QTZ*	Продолжаете ли вы поиск?	Я продолжаю поиск ... (воздушного судна, морского судна, спасательного средства, спасаемых или обломков кораблекрушения).
QUA	Есть ли у вас известия от ... (название и/или позывной сигнал)?	У меня есть известия от ... (название и/или позывной сигнал).
QUB*	Можете ли вы сообщить мне по порядку следующие сведения: ИСТИННОЕ направление в градусах и скорость ветра у поверхности; видимость; состояние погоды; а также количество, тип и высоту облаков от земной поверхности в ... (место наблюдения)?	Сообщаю требуемые вами сведения: ... (Необходимо указать единицы измерения скорости и расстояний.)

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
QUC	Какой номер <i>(или другое указание)</i> последнего сообщения, принятого вами от меня <i>(или от ... (название и/или позывной сигнал))</i> ?	Номер <i>(или другое указание)</i> последнего сообщения, принятого от вас <i>(или от ... (название и/или позывной сигнал))</i> ...
QUD	Приняли ли вы сигнал срочности, переданный ... <i>(название и/или позывной сигнал)</i> ?	Я принял сигнал срочности, переданный ... <i>(название и/или позывной сигнал)</i> в ... часов.
QUE	Можете ли вы говорить на ... <i>(языке)</i> , в случае необходимости с помощью переводчика; если да, то на каких частотах?	Я могу говорить на ... <i>(языке)</i> на ... кГц <i>(или МГц)</i> .
QUF	Приняли ли вы сигнал бедствия, переданный ... <i>(название и/или позывной сигнал)</i> ?	Я принял сигнал бедствия, переданный ... <i>(название и/или позывной сигнал)</i> в ... часов.
QUN*	Сообщите ли вы мне атмосферное давление на уровне моря в настоящее время?	Атмосферное давление на уровне моря в настоящее время ... <i>(единицу)</i> .
QUM	Могу ли я возобновить нормальную работу?	Можете возобновить нормальную работу.
QUN	1. <i>Обращение ко всем станциям:</i> Могут ли суда, находящиеся в непосредственной близости от меня <i>или</i> (вблизи от ... градусов широты, ... градусов долготы) <i>или</i> (вблизи от ...), указать свое положение, ИСТИННЫЙ курс и скорость хода? 2. <i>Обращение к одной станции:</i> Не укажете ли вы ваше истинное положение, ИСТИННЫЙ курс и скорость?	Мое положение, ИСТИННЫЙ курс и скорость хода следующие ...

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
QUO*	Должен ли я начать поиск ... 1. воздушного судна 2. морского судна 3. спасательного средства вблизи от ... широты и ... долготы <i>(или в соответствии с любым другим указанием)</i> ?	Пожалуйста, начинайте поиск... 1. воздушного судна 2. морского судна 3. спасательного средства вблизи от ... широты и ... долготы <i>(или в соответствии с любым другим указанием)</i> .
QUP*	Можете ли вы указать ваше местоположение посредством ... 1. прожектора 2. черного дыма 3. ракет?	Мое местоположение указано посредством ... 1. прожектора 2. черного дыма 3. ракет.
QUR*	Спасаемые ... 1. получили ли спасательные средства 2. подобраны ли спасательным судном 3. достигнуты ли с суши спасательной командой?	Спасаемые ... 1. получили спасательные средства, сброшенные ... 2. подобраны спасательным судном 3. достигнуты спасательной командой с суши.
QUS*	Обнаружили ли вы спасаемых или обломки кораблекрушения? Если да, то где?	Я обнаружил ... 1. спасаемых в воде 2. спасаемых на спасательных плотках 3. обломки кораблекрушения в ... широты и ... долготы <i>(или в соответствии с любым другим указанием)</i> .
QUT*	Отмечено ли место происшествия?	Место происшествия отмечено посредством ... 1. огневого или дымового бую 2. морского сигнального знака 3. морского цветного сигнального знака 4. ... <i>(указать иные способы отметки)</i> .

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
QUU*	Должен ли я указать направление морскому или воздушному судну к моему местонахождению?	Укажите направление морскому или воздушному судну ... <i>(название и/или позывной сигнал ...)</i> 1. к вашему местонахождению, передавая свой позывной сигнал и длинные тире на ... кГц <i>(или МГц)</i> 2. передавая на ... кГц <i>(или МГц)</i> ИСТИННЫЙ курс, по которому можно вас достичь.
QUW*	Находитесь ли вы в зоне поисков, обозначенной ... <i>(обозначение или широта и долгота)</i> ?	Я нахожусь в ... <i>(обозначение)</i> зоне поисков.
QUX	Есть ли у вас какие-либо действующие навигационные или штормовые предупреждения?	У меня есть следующие действующие навигационное(ые) или штормовое(ые) предупреждение(я): ...
QUY*	Отмечено ли местонахождение спасательного судна?	Местонахождение спасательного судна отмечено в ... часов посредством ... 1. огневого или дымового бую 2. морского сигнального знака 3. морского цветного сигнального знака 4. ... <i>(указать другие способы отметки)</i> .
QUZ	Могу ли я возобновить ограниченную работу?	Бедствие все еще в силе; ограниченную работу можно возобновить.

В. Список сигналов, употребляемых в зависимости от характера вопросов, ответов или извещений

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
	Название	
QRA	Как называется ваше судно (или станция)?	Мое судно (или станция) называется ...
	Курс	
QRD	Куда и откуда вы направляетесь?	Я направляюсь в ... из ...
	Положение	
QRB	На каком приблизительно расстоянии вы находитесь от моей станции?	Приблизительное расстояние между нашими станциями равно ... морским милям (или километрам).
QTH	Каково ваше местоположение по широте и долготе (или в соответствии с любым другим указанием)?	Мое местоположение ... градусов широты и ... градусов долготы (или в соответствии с любым другим указанием).
QTN	В котором часу вы отбыли из ... (место)?	Я отбыл из ... (место) в ... часов.
	Качество сигналов	
QOF	Каково коммерческое качество моих сигналов?	Качество ваших сигналов ... 1. некоммерческое 2. на грани коммерческого 3. коммерческое.
QRI	Каков тон моей передачи?	Тон вашей передачи ... 1. хороший 2. меняющийся 3. плохой.

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
	Качество сигналов (продолж.)	
QRK	Какова разборчивость моих сигналов (или сигналов ... (название и/или позывной сигнал))?	Разборчивость ваших сигналов (или сигналов ... (название и/или позывной сигнал)) ... 1. плохая 2. неудовлетворительная 3. удовлетворительная 4. хорошая 5. отличная.
	Сила сигналов	
QRO	Должен ли я увеличить мощность передатчика?	Увеличьте мощность передатчика.
QRP	Должен ли я уменьшить мощность передатчика?	Уменьшите мощность передатчика.
QSA	Какой силы мои сигналы (или сигналы ... (название и/или позывной сигнал))?	Сила ваших сигналов (или сигналов ... (название и/или позывной сигнал)) ... 1. очень слабая 2. слабая 3. удовлетворительная 4. хорошая 5. очень хорошая.
QSB	Замирают ли мои сигналы?	Ваши сигналы замирают.
	Манипуляция	
QRQ	Должен ли я передавать быстрее?	Передавайте быстрее (... слов в минуту).
QRR	Готовы ли вы к автоматической работе?	Я готов к автоматической работе. Передавайте со скоростью ... слов в минуту.

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
	Манипуляция (продолж.)	
QRS	Должен ли я передавать медленнее?	Передавайте медленнее (... слов в минуту).
QSD	Искажаются ли мои сигналы?	Ваши сигналы искажаются.
	Помехи	
QRM	Подвергается ли моя передача помехам?	Помехи, которым подвергается ваша передача ... 1. нулевые 2. слабые 3. умеренные 4. сильные 5. очень сильные.
QRN	Подвергаетесь ли вы атмосферным помехам?	Атмосферные помехи, которым я подвергаюсь ... 1. нулевые 2. слабые 3. умеренные 4. сильные 5. очень сильные.
	Регулировка частоты	
QRG	Сообщите мне мою точную частоту (или точную частоту ...)?	Ваша точная частота (или точная частота ...) ... кГц (или МГц).
QRH	Меняется ли моя частота?	Ваша частота меняется.
QTS	Не передадите ли вы ваш позывной сигнал (и/или название) в течение ... секунд?	Я передам мой позывной сигнал (и/или название) в течение ... секунд.
	Выбор частоты и/или класса излучения	
QOO	Можете ли вы вести передачу на какой-либо рабочей частоте?	Я могу вести передачу на любой рабочей частоте.

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
	Выбор частоты и/или класса излучения (продолж.)	
QSN	Слышали ли вы меня (или ... (название и/или позывной сигнал)) на ... кГц (или МГц)?	Я вас слышал (или ... (название и/или позывной сигнал)) на ... кГц (или МГц).
QSS	Какой рабочей частотой вы будете пользоваться?	Я буду пользоваться рабочей частотой ... кГц (или МГц) (в ВЧ полосах обычно следует указать лишь последние три цифры частоты).
QSU	Должен ли я передавать или отвечать на этой частоте (или на ... кГц (или МГц)) (излучениями класса ...)?	Передавайте или отвечайте на этой частоте (или на ... кГц (или МГц)) (излучениями класса ...).
QSV	Должен ли я передавать серию V (или сигналы) для настройки на этой частоте (или на ... кГц (или МГц))?	Передавайте серию V (или сигналы) для настройки на этой частоте (или на ... кГц (или МГц)).
QSW	Будете ли вы передавать на этой частоте (или на ... кГц (или МГц)) (излучениями класса ...)?	Я буду передавать на этой частоте (или на ... кГц (или МГц)) (излучениями класса ...).
QSX	Будете ли вы слушать ... (название и/или позывной сигнал(ы)) на ... кГц (или МГц) или в полосах частот .../каналах ...?	Я слушаю ... (название и/или позывной сигнал(ы)) на ... кГц (или МГц) или в полосах частот .../каналах ...
	Изменение частоты	
QSY	Должен ли я перейти на передачу на другой частоте?	Переходите на передачу на другой частоте (или на ... кГц (или МГц)).
	Установление связи	
QOA	Можете ли вы вести связь радиотелеграфом (500 кГц)?	Я могу вести связь радиотелеграфом (500 кГц).

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
	Установление связи (продолж.)	
QOB	Можете ли вы вести связь радиотелефоном (2182 кГц)?	Я могу вести связь радиотелефоном (2182кГц).
QOC	Можете ли вы вести связь радиотелефоном (канал 16 – частота 156,80 МГц)?	Я могу вести связь радиотелефоном (канал 16 – частота 156,80 МГц).
QOD	Можете ли вы вести связь со мной на ... 0. Голландском 5. Итальянском 1. Английском 6. Японском 2. Французском 7. Норвежском 3. Немецком 8. Русском 4. Греческом 9. Испанском?	Я могу вести связь с вами на ... 0. Голландском 5. Итальянском 1. Английском 6. Японском 2. Французском 7. Норвежском 3. Немецком 8. Русском 4. Греческом 9. Испанском.
QOT	Слышали ли вы мой вызов; какая приблизительно задержка в минутах до того, как мы сможем начать обмен?	Я слышу ваш вызов; приблизительная задержка ... минут.
QRL	Заняты ли вы?	Я занят (или я занят с ... (название и/или позывной сигнал)). Прошу не мешать.
QRV	Готовы ли вы?	Я готов.
QRX	Когда вы вызовете меня снова?	Я вызову вас снова в ... часов на ... кГц (или МГц).
QRY	Какая моя очередь? (Относится к сообщениям.)	Ваша очередь № ... (или согласно любому другому указанию). (Относится к сообщениям.)
QRZ	Кто меня вызывает?	Вас вызывает ... (на ... кГц (или МГц)).
QSC	Вы судовая станция, осуществляющая небольшой обмен?	Я судовая станция, осуществляющая небольшой обмен.

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
	Установление связи (продолж.)	
QSR	Должен ли я повторить вызов на частоте вызова?	Повторите ваш вызов на частоте вызова; я вас не услышал (<i>или</i> была помеха).
QTQ	Можете ли вы вести связь с моей станцией при помощи Международного свода сигналов (INTERCO)?	Я буду вести связь с вашей станцией при помощи Международного свода сигналов (INTERCO).
QUE	Можете ли вы говорить на ... (<i>языке</i>), в случае необходимости с помощью переводчика; если да, то на каких частотах?	Я могу говорить на ... (<i>языке</i>) на ... кГц (<i>или</i> МГц).
	Избирательные вызовы	
QOL	Оборудовано ли ваше судно для приема избирательных вызовов? Если да, то какой номер вашего избирательного вызова или сигнал?	Мое судно оборудовано для приема избирательных вызовов. Номер моего избирательного вызова или сигнал ...
QOM	На каких частотах можно вызвать ваше судно с помощью избирательного вызова?	Мое судно можно вызвать с помощью избирательного вызова на следующей частоте(ах) ... (если необходимо, можно добавить периоды времени).
	Время	
QTR	Каково точное время?	Точное время ... часов.
QTU	В какие часы работает ваша станция?	Моя станция работает от ... до ... часов.
	Таксы	
QRC	Какой частной организацией (<i>или</i> государственной администрацией) производятся расчеты по таксам по вашей станции?	Расчеты по таксам по моей станции производятся частной организацией ... (<i>или</i> государственной администрацией).

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
	Таксы (продолж.)	
QSI	Какова такса за передачу в ... включая вашу внутреннюю таксу?	Такса за передачу в ... включая мою внутреннюю таксу, составляет ... франков.
	Транзит	
QRW	Должен ли я сообщить ... что вы вызываете его на ... кГц (или МГц)?	Пожалуйста, сообщите ... что я вызываю его на ... кГц (или МГц).
QSO	Можете ли вы связаться с ... (название и/или позывной сигнал) непосредственно (или посредством переприема)?	Я могу связаться с ... (название и/или позывной сигнал) непосредственно (или посредством переприема через ...).
QSP	Можете ли передать в (на) ... (название и/или позывной сигнал) бесплатно?	Я могу передать в (на) ... (название и/или позывной сигнал) бесплатно.
QSQ	Имеется ли у вас на борту врач (или ... (фамилия лица) на борту)?	У нас есть на борту врач (или ... (фамилия лица) на борту).
QUA	Есть ли у вас известия от ... (название и/или позывной сигнал)?	У меня есть известия от ... (название и/или позывной сигнал).
QUC	Какой номер (или другое указание) последнего сообщения, принятого вами от меня (или от ... (название и/или позывной сигнал))?	Номер (или другое указание) последнего сообщения, принятого от вас (или от ... (название и/или позывной сигнал)), ...
	Обмен корреспонденцией	
QOG	Какое количество телеграфной ленты имеется у вас для передачи?	У меня имеется для передачи ... телеграфных лент.
QOH	Должен ли я передавать фазирующий сигнал в течение ... секунд?	Передавайте фазирующий сигнал в течение ... секунд.

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
	Обмен корреспонденцией (продолж.)	
QOI	Должен ли я передавать мою ленту?	Передавайте вашу ленту.
QRJ	Сколько у вас заказано радиотелефонных разговоров?	У меня заказано ... радиотелефонных разговоров.
QRU	Есть ли у вас что-нибудь для меня?	У меня ничего нет для вас.
QSG	Должен ли я передавать по ... телеграмм подряд?	Передавайте по ... телеграмм подряд.
QSI		Я не мог прервать вашу передачу. <i>или</i> Сообщите ... (название и/или позывной сигнал), что я не мог прервать его передачу (на ... кГц (или МГц)).
QSK	Можете ли вы меня слышать между своими сигналами и если да, то могу ли я включиться во время вашей передачи?	Я могу вас слышать между моими сигналами; включайтесь во время моей передачи.
QSL	Можете ли вы подтвердить прием?	Даю вам подтверждение приема.
QSM	Должен ли я повторить последнюю переданную вам телеграмму (или одну из предыдущих телеграмм)?	Повторите последнюю переданную вами телеграмму (или номер (номера) телеграммы (телеграмм) ...).
QSZ	Должен ли я передавать каждое слово или группу несколько раз?	Передавайте каждое слово или группу дважды (или по ... раз).
QTA	Должен ли я аннулировать телеграмму (или сообщение) № ...?	Аннулируйте телеграмму (или сообщение) № ...
QTB	Согласны ли вы с моим подсчетом слов?	Я не согласен с вашим подсчетом слов. Повторяю первую букву или цифру каждого слова или группы.

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
	Обмен корреспонденцией (продолж.)	
QTC	Сколько у вас телеграмм для передачи?	У меня ... телеграмм для вас <i>(или для ... (название и/или позывной сигнал))</i> .
QTV	Должен ли я вместо вас обеспечить дежурство на частоте ... кГц <i>(или МГц)</i> (от ... до ... часов)?	Обеспечьте вместо меня дежурство на частоте ... кГц <i>(или МГц)</i> (от ... до ... часов).
QTX	Будет ли ваша станция продолжать работу для поддержания связи со мной до моего дальнейшего уведомления <i>(или до ... часов)</i> ?	Моя станция будет продолжать работу для поддержания связи с вами до вашего дальнейшего уведомления <i>(или до ... часов)</i> .
	Передвижение	
QRE	Когда вы предполагаете прибыть в ... <i>(или пролететь над ...)</i> <i>(место)</i> ?	Предполагаю прибыть в ... <i>(или пролететь над ...)</i> <i>(место)</i> в ... часов.
QRF	Возвращаетесь ли вы в ... <i>(место)</i> ?	Я возвращаюсь в ... <i>(место)</i> . <i>или</i> Возвратился в ... <i>(место)</i> .
QSH	Можете ли вы направить судно посредством вашего пеленгаторного оборудования?	Я могу направить судно посредством моего пеленгаторного оборудования (в ... <i>(название и/или позывной сигнал)</i>).
QTI*	Каков ваш ИСТИННЫЙ курс?	Мой ИСТИННЫЙ курс ... градусов.
QTJ*	Какова скорость вашего хода? <i>(Запрашивается скорость хода морского судна или воздушного судна по отношению к воде или воздуху соответственно.)</i>	Скорость моего хода ... узлов <i>(или ... километров в час или ... статутных миль в час)</i> . <i>(Указывается скорость хода морского судна или воздушного судна по отношению к воде или воздуху соответственно.)</i>

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
	Передвижение (продолж.)	
QTK*	Какова скорость вашего воздушного судна по отношению к поверхности Земли?	Скорость моего воздушного судна ... узлов (<i>или</i> километров в час, <i>или</i> статутных миль в час) по отношению к поверхности Земли.
QTL*	Каково ваше ИСТИННОЕ направление?	Мое ИСТИННОЕ направление ... градусов.
QTM*	Каково ваше МАГНИТНОЕ направление?	Мое МАГНИТНОЕ направление ... градусов.
QTN	В котором часу вы отбыли из ... (<i>место</i>)?	Я отбыл из ... (<i>место</i>) в ... часов.
QTO	Вышли ли вы из дока (<i>или</i> из порта)?	Я вышел из дока (<i>или</i> из порта).
	<i>или</i>	<i>или</i>
	Взлетели ли вы?	Я взлетел.
QTP	Собираетесь ли вы войти в док (<i>или</i> порт)?	Я собираюсь войти в док (<i>или</i> порт).
	<i>или</i>	<i>или</i>
	Собираетесь ли вы сделать посадку на воду (<i>или</i> на землю)?	Я собираюсь сделать посадку на воду (<i>или</i> на землю).
QUN	1. <i>Обращение ко всем станциям:</i> Могут ли суда, находящиеся в непосредственной близости от меня ... <i>или</i> (вблизи от ... градусов широты, ... градусов долготы) <i>или</i> (вблизи от ...) указать свое положение, ИСТИННЫЙ курс и скорость хода? 2. <i>Обращение к одной станции:</i> Не укажете ли вы ваше истинное положение, ИСТИННЫЙ курс и скорость?	Мое положение, ИСТИННЫЙ курс и скорость хода следующие ...

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
	Метеорология	
QUB*	Можете ли вы сообщить мне по порядку следующие сведения: ИСТИННОЕ направление в градусах и скорость ветра у поверхности, видимость, состояние погоды, а также количество, тип и высоту облаков от земной поверхности в ... (укажите место наблюдения)?	Сообщаю требуемые вами сведения: ... (Необходимо указать единицы измерения скорости и расстояний.)
QUH*	Не сообщите ли вы мне атмосферное давление на уровне моря в настоящее время?	Атмосферное давление на уровне моря в настоящее время ... (единицы).
QUX	Есть ли у вас какие-либо действующие навигационные или штормовые предупреждения?	У меня есть следующее действующее навигационное или штормовое предупреждение(я): ...
	Радиопеленгация	
QTE	Каков мой ИСТИННЫЙ пеленг по отношению к вам? или	Ваш ИСТИННЫЙ пеленг по отношению ко мне ... градусов в ... часов. или
	Каков мой ИСТИННЫЙ пеленг по отношению к ... (название и/или позывной сигнал)? или	Ваш ИСТИННЫЙ пеленг по отношению к ... (название и/или позывной сигнал) ... градусов в ... часов. или
	Каков ИСТИННЫЙ пеленг ... (название и/или позывной сигнал) по отношению к ... (название и/или позывной сигнал)?	ИСТИННЫЙ пеленг ... (название и/или позывной сигнал) по отношению к ... (название и/или позывной сигнал) ... градусов в ... часов.

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
	Радиопеленгация (продолж.)	
QTF	Не укажете ли вы мне мое местоположение на основании пеленгов, взятых радиопеленгаторными станциями, находящимися в вашем распоряжении?	Ваше местоположение на основании пеленгов, взятых радиопеленгаторными станциями, находящимися в моем распоряжении, ... градусов широты и ... градусов долготы (<i>или иные указания местоположения</i>), класс ... в ... часов.
QTG	Не передадите ли вы два тире продолжительностью в десять секунд каждое (<i>или несущую</i>), затем ваш позывной сигнал (<i>или название</i>) (повторенный ... раз) на ... кГц (<i>или</i> МГц)? <i>или</i> Не попросите ли вы ... (<i>название и/или позывной сигнал</i>) передать два тире продолжительностью в десять секунд каждое (<i>или несущую</i>), затем его позывной сигнал (<i>и/или название</i>) (повторенный ... раз) на ... кГц (<i>или</i> МГц)?	Я буду передавать два тире продолжительностью в десять секунд каждое (<i>или несущую</i>), затем мой позывной сигнал (<i>или название</i>) (повторенный ... раз) на ... кГц (<i>или</i> МГц). <i>или</i> Я попросил ... (<i>название и/или позывной сигнал</i>) передать два тире продолжительностью в десять секунд каждое (<i>или несущую</i>), затем его позывной сигнал (<i>и/или название</i>) (повторенный ... раз) на ... кГц (<i>или</i> МГц).
	Прекращение работы	
QRT	Должен ли я прекратить передачу?	Прекратите передачу.
QUM	Могу ли я возобновить нормальную работу?	Можете возобновить нормальную работу.
QUZ	Могу ли я возобновить ограниченную работу?	Бедствие все еще в силе; ограниченную работу можно возобновить.
	Безопасность	
QOE	Приняли ли вы сигнал безопасности, переданный ... (<i>название и/или позывной сигнал</i>)?	Я принял сигнал безопасности, переданный ... (<i>название и/или позывной сигнал</i>).

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
	Безопасность (продолж.)	
QUX	Есть ли у вас какие-либо действующие навигационные или штормовые предупреждения?	У меня есть следующее действующее навигационное или штормовое предупреждение(я): ...
	Срочность	
QUD	Приняли ли вы сигнал срочности, переданный ... <i>(название и/или позывной сигнал)</i> ?	Я принял сигнал срочности, переданный ... <i>(название и/или позывной сигнал)</i> в ... часов.
	Бедствие	
QOJ	Слушаете ли вы на частоте ... кГц <i>(или МГц)</i> сигналы радиомаяков – указателей места бедствия?	Я слушаю на частоте ... кГц <i>(или МГц)</i> сигналы радиомаяков – указателей места бедствия.
QOK	Приняли вы сигналы радиомаяка – указателя места бедствия на частоте ... кГц <i>(или МГц)</i> ?	Я принял сигналы радиомаяка – указателя места бедствия на частоте ... кГц <i>(или МГц)</i> .
QUF	Приняли ли вы сигнал бедствия, переданный ... <i>(название и/или позывной сигнал)</i> ?	Я принял сигнал бедствия, переданный ... <i>(название и/или позывной сигнал)</i> в ... часов.
QUM	Могу ли я возобновить нормальную работу?	Можете возобновить нормальную работу.
QUZ	Могу ли я возобновить ограниченную работу?	Бедствие все еще в силе; ограниченную работу можно возобновить.
	Поиск и спасание	
QSE*	Каким является предполагаемый дрейф спасательного средства?	Предполагаемый дрейф спасательного средства определяется в ... <i>(цифры и единицы измерения)</i> .

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
	Поиск и спасание (продолж.)	
QSF*	Выполнили ли вы спасательные работы?	Я выполнил спасательные работы и направляюсь на базу ... (с ... пострадавшими, нуждающимися в помощи).
QTD*	Что найдено спасательным судном или спасательным воздушным судном?	Найдено ... (<i>опознавательное указание</i>) 1. ... (<i>число</i>) спасаемых 2. обломки судна 3. ... (<i>число</i>) трупов.
QTW*	В каком состоянии находятся спасаемые?	Спасаемые находятся в ... состоянии и срочно нуждаются в ...
QTY*	Направляетесь ли вы к месту происшествия и если да, то когда предполагаете его достичь?	Я направляюсь к месту происшествия и предполагаю его достичь в ... часов (... (<i>дата</i>)).
Q TZ*	Продолжаете ли вы поиск?	Я продолжаю поиск ... (воздушного судна, морского судна, спасательного средства, спасаемых или обломков кораблекрушения).
QUN	1. <i>Обращение ко всем станциям:</i> Могут ли суда, находящиеся в непосредственной близости от меня <i>или</i> (вблизи от ... градусов широты, ... градусов долготы) <i>или</i> (вблизи от ...), указать свое положение, ИСТИННЫЙ курс и скорость хода? 2. <i>Обращение к одной станции:</i> Не укажете ли вы ваше истинное положение, ИСТИННЫЙ курс и скорость?	Мое положение, ИСТИННЫЙ курс и скорость хода следующие ...

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
QUO* QUP* QUR* QUS* QUT*	Поиск и спасание (продолж.) Должен ли я начать поиск ... 1. воздушного судна 2. морского судна 3. спасательного средства вблизи от ... широты и ... долготы (или в соответствии с любым другим указанием)? Можете ли вы указать ваше местоположение посредством ... 1. прожектора 2. черного дыма 3. ракет? Спасаемые ... 1. получили ли спасательные средства 2. подобраны ли спасательным судном 3. достигнуты ли с суши спасательной командой? Обнаружили ли вы спасаемых или обломки кораблекрушения? Если да, то где? Отмечено ли место происшествия?	Начните поиск ... 1. воздушного судна 2. морского судна 3. спасательного средства вблизи от ... широты и ... долготы (или в соответствии с любым другим указанием). Мое местоположение указано посредством ... 1. прожектора 2. черного дыма 3. ракет. Спасаемые ... 1. получили спасательные средства, сброшенные ... 2. подобраны спасательным судном 3. достигнуты спасательной командой с суши. Я обнаружил ... 1. спасаемых в воде 2. спасаемых на спасательных плотках 3. обломки кораблекрушения в ... широты и ... долготы (или в соответствии с любым другим указанием). Место происшествия отмечено посредством ... 1. огневого или дымового буя 2. морского сигнального знака 3. морского цветного сигнального знака 4. ... (указать другие способы отметки).

Сокращение	Вопрос	Ответ или извещение
	Поиск и спасание (продолж.)	
QUU*	Должен ли я указать направление морскому или воздушному судну к моему местонахождению?	Укажите направление морскому или воздушному судну ... (<i>название и/или позывной сигнал</i>) ... 1. к вашему местонахождению, передавая свой позывной сигнал и длинные тире на ... кГц (<i>или</i> МГц). 2. передавая на ... кГц (<i>или</i> МГц) ИСТИННЫЙ курс, по которому можно вас достичь.
QUW*	Находитесь ли вы в зоне поисков, обозначенной ... (<i>обозначение или широта и долгота</i>)?	Я нахожусь в ... (<i>обозначение</i>) зоне поисков.
QUY*	Отмечено ли местонахождение спасательного судна?	Местонахождение спасательного судна отмечено в ... часов посредством ... 1. огневого <i>или</i> дымового бую 2. морского сигнального знака 3. морского цветного сигнального знака 4. ... (указать другие способы отметки).
QUZ	Могу ли я возобновить ограниченную работу?	Бедствие все еще в силе; ограниченную работу можно возобновить.
QTT	Опознавательные сигналы	Следующий опознавательный сигнал наложен на другую передачу.

Раздел II. Различные сокращения и сигналы

Сокращение или сигнал	Определение
AA	Все после ... <i>(применяется после вопросительного знака в радиотелеграфии или после RQ в радиотелефонии (в случае языковых трудностей), или после RPT при просьбе о повторении).</i>
AB	Все перед ... <i>(применяется после вопросительного знака в радиотелеграфии или после RQ в радиотелефонии (в случае языковых трудностей), или после RPT при просьбе о повторении).</i>
ADS	Адрес <i>(применяется после вопросительного знака в радиотелеграфии или после RQ в радиотелефонии (в случае языковых трудностей), или после RPT при просьбе о повторении).</i>
$\overline{\text{AR}}$	Конец передачи.
$\overline{\text{AS}}$	Период ожидания.
BK	Сигнал, применяемый, чтобы прервать ведущую передачу.
BN	Все между ... и ... <i>(применяется после вопросительного знака в радиотелеграфии или после RQ в радиотелефонии (в случае языковых трудностей), или после RPT при просьбе о повторении).</i>
BQ	Ответ на RQ.
$\overline{\text{BT}}$	Сигнал разделения между различными частями одной и той же передачи.
C	Да, или "Значение предшествующей группы должно считаться утвердительным".
CFM	Подтвердите <i>(или я подтверждаю).</i>
CL	Я выключаю свою станцию.
COL	Сверьте <i>(или я сверяю).</i>
CORREC- TION	Исключите мое последнее слово или группу. Сейчас последует исправление <i>(при использовании в радиотелефонии, и произносится как КОР-РЕК-ШАН).</i>
CP	Общий вызов двум или нескольким определенным станциям <i>(см. Рекомендацию МСЭ-R М.1170).</i>
CQ	Общий вызов всем станциям.
CS	Позывной сигнал <i>(применяется при просьбе назвать позывной сигнал).</i>

Примечание. – В радиотелеграфии горизонтальная черточка над буквами означает, что эти буквы должны передаваться слитно.

Сокращение или сигнал	Определение
DE	"От ..." (<i>применяется перед названием или любым другим опознаванием вызывающей станции</i>).
DF	Ваш пеленг в ... часов был ... градусов в сомнительном секторе этой станции с возможной ошибкой в ... градусов.
DO	Пеленг сомнителен. Запросите новый пеленг позднее (<i>или в ... часов</i>).
DSC	Цифровой избирательный вызов.
E	Восток (сторона света).
ETA	Предполагаемый час прибытия.
INTERCO	Далее передаются группы Международного свода сигналов (<i>при использовании в радиотелефонии произносится как ИН-ТЕР-КО</i>).
K	Приглашение к передаче.
$\overline{KA}$	Сигнал начала передачи.
KTS	Морских миль в час (<i>узлов</i>).
MIN	Минута (<i>или минуты</i>).
MSG	Отметка, означающая сообщение, адресуемое командиру морского судна или исходящее от него, касающееся эксплуатации этого судна или навигации.
MSI	Информация о безопасности на море.
N	Север (сторона света).
NBDP	Узкополосная буквопечатающая телеграфия.
NIL	У меня нет ничего для передачи вам.
NO	Не (<i>или нет</i>) (<i>отрицание</i>).
NW	Теперь.
NX	Извещение штурманам (<i>или извещение штурманам следует</i>).
OK	Мы согласны (<i>или правильно</i>).
OL	Письмо-телеграмма за океан морской службы радиосвязи.
P	Отметка, указывающая на частную радиотелеграмму.
PBL	Заголовок (<i>применяется после вопросительного знака или после RQ в радиотелефонии (в случае языковых трудностей), или после RPT при просьбе о повторении</i>).
PSE	Пожалуйста.
R	Принято.

Сокращение или сигнал	Определение
RCC	Центр координации спасательных работ.
REF	Ссылка на ... (или сошлитесь на ...).
RPT	Повторите ... (или я повторяю) (или повторите ...).
RQ	Указание просьбы.
S	Юг (сторона света).
SAR	Поиск и спасательные работы.
SIG	Подпись (применяется после вопросительного знака в радиотелеграфии или после RQ в радиотелефонии (в случае языковых трудностей), или после RPT при просьбе о повторении).
SLT	Письмо-телеграмма морской службы радиосвязи.
SVC	Отметка, предшествующая служебной телеграмме.
SYS	Сошлитесь на вашу служебную телеграмму.
TFC	Обмен.
TR	Применяется сухопутной станцией, чтобы запросить подвижную станцию о ее положении и о ближайшем порте остановки; служит также отметкой, предшествующей ответу.
TU	Благодарю вас.
TXT	Текст (применяется после вопросительного знака в радиотелеграфии или после RQ в радиотелефонии (в случае языковых трудностей), или после RPT при просьбе о повторении).
VA	Конец работы.
W	Запад (сторона света).
WA	Слово после ... (применяется после вопросительного знака в радиотелеграфии или после RQ в радиотелефонии (в случае языковых трудностей), или после RPT при просьбе о повторении).
WB	Слово перед ... (применяется после вопросительного знака в радиотелеграфии или после RQ в радиотелефонии (в случае языковых трудностей), или после RPT при просьбе о повторении).
WD	Слово(а) или Группа(ы).
WX	Метеорологический бюллетень (или метеорологический бюллетень следует).
XQ	Отметка, указывающая на передачу служебного замечания.
YZ	Слова, следующие за этим сокращением, передаются без шифрования (открытым текстом).

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R M.1173*

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОДНОПОЛОСНЫХ ПЕРЕДАТЧИКОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ
В МОРСКОЙ ПОДВИЖНОЙ СЛУЖБЕ ДЛЯ РАДИОТЕЛЕФОНИИ В ПОЛОСАХ ЧАСТОТ
МЕЖДУ 1606,5 кГц (1605 кГц в РАЙОНЕ 2) И 4000 кГц
И МЕЖДУ 4000 кГц И 27 500 кГц**

(1995)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

а) что имеется потребность описания технических характеристик однополосных передатчиков для полос частот от 1606,5 кГц (1605 кГц в Районе 2) до 4000 кГц и от 4000 кГц до 27 500 кГц,

рекомендует,

1 чтобы однополосные передатчики, используемые в морской подвижной службе для радиотелефонии в полосах частот между 1606,5 кГц (1605 кГц в Районе 2) и 4000 кГц и между 4000 кГц и 27 500 кГц, проектировались с учетом обеспечения технических характеристик, приведенных в Приложении 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Технические характеристики однополосных передатчиков, используемых
в морской подвижной службе для радиотелефонии в полосах частот
между 1606,5 кГц (1605 кГц в Районе 2) и 4000 кГц
и между 4000 кГц и 27 500 кГц**

1 Мощность несущей:

Для излучений класса J3E мощность несущей должна быть по крайней мере на 40 дБ ниже пиковой мощности огибающей.

2 Береговые и судовые станции должны использовать только верхнюю боковую полосу.

3 Полоса звуковых частот передатчика должна составлять от 350 до 2700 Гц с допустимой неравномерностью амплитудно-частотной характеристики в 6 дБ.

4 Несущие частоты должны поддерживаться с допустимыми отклонениями частоты, указанными в Рекомендации МСЭ-R SM.1137.

5 Нежелательная частотная модуляция несущей частоты должна быть достаточно мала, чтобы предотвратить вредные искажения.

* Данная Рекомендация должна быть доведена до сведения Международной морской организации (ИМО).

Примечание Секретариата: Ссылки на Регламент радиосвязи (РР), имеющиеся в данной Рекомендации, относятся к РР, пересмотренному Всемирной конференцией радиосвязи 1995 года. Эти положения РР вступят в силу 1 июня 1998 года. Там, где это уместно, в квадратных скобках приведены также эквивалентные ссылки на действующий РР.

6 При использовании излучений классов НЗЕ или JЗЕ мощность любого нежелательного излучения, поступающего в фидер антенны на любой дискретной частоте, когда передатчик работает с полной пиковой мощностью огибающей, должна соответствовать значениям, приведенным в следующих таблицах:

a) Передатчики, установленные до 2 января 1982 г.:

Разнос частот Δ между частотами нежелательного излучения ¹ и присвоенной частотой ⁴ (кГц)	Минимальное ослабление относительно пиковой мощности огибающей
$1,6 < \Delta \leq 4,8$	28 дБ
$4,8 < \Delta \leq 8$	38 дБ
$8 < \Delta$	43 дБ, причем мощность нежелательного излучения не должна превышать 50 мВт

Передатчики с подавленной несущей могут, что касается внеполосных излучений² и тех побочных излучений³, которые являются результатом процесса модуляции, но не попадают в спектр внеполосных излучений², испытываться на соответствие настоящему требованию посредством двухтонального звукового входного сигнала с таким разном частот между тонами, при котором все составляющие взаимной модуляции имеют частоты, удаленные от присвоенной частоты⁴ по крайней мере на 1,6 кГц.

b) Передатчики, установленные после 1 января 1982 г.:

Разнос частот Δ между частотами нежелательного излучения ¹ и присвоенной частотой ⁴ (кГц)	Минимальное ослабление относительно пиковой мощности огибающей
$1,5 < \Delta \leq 4,5$	31 дБ
$4,5 < \Delta \leq 7,5$	38 дБ
$7,5 < \Delta$	43 дБ, причем мощность нежелательного излучения не должна превышать 50 мВт

Передатчики с подавленной несущей могут, что касается внеполосных излучений² и тех побочных излучений³, которые являются результатом процесса модуляции, но не попадают в спектр внеполосных излучений², испытываться на соответствие настоящему требованию посредством двухтонального звукового входного сигнала с таким разном частот между тонами, при котором все составляющие взаимной модуляции имеют частоты, удаленные от присвоенной частоты⁴ по крайней мере на 1,5 кГц.

¹ Нежелательное излучение: см. п. S1.146 [п. 140] PP.

² Внеполосное излучение: см. п. S1.144 [п. 138] PP.

³ Побочное излучение: см. п. S1.145 [п. 139] PP.

⁴ Присвоенная частота на 1400 Гц выше частоты несущей: см. п. S52.177 [п. 4325] PP.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R М.1174-1*

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ,
ИСПОЛЪЗУЕМОГО ДЛЯ СВЯЗИ НА БОРТУ СУДНА
В ДИАПАЗОНАХ МЕЖДУ 450 И 470 МГц**

(1995-1998)

Резюме

В данной Рекомендации описываются технические характеристики оборудования морских подвижных служб, соответствующие положениям п. S5.287 Регламента радиосвязи (РР) для судовой связи. Эти положения справедливы для разнесения каналов на 25 кГц и 12,5 кГц.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что существует необходимость в описании характеристик оборудования судовой связи, работающего в диапазонах между 450 и 470 МГц;
- b) что в недавнем времени были внесены изменения в список доступных частот;
- c) Резолюцию 341 (ВКР-97),

рекомендует,

- 1 чтобы передатчики и приемники, используемые в морской подвижной службе для судовой связи в полосах частот между 450 и 470 МГц, соответствовали техническим характеристикам, описанным в Приложении 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Технические характеристики оборудования судовой связи,
работающего в полосах частот между 450 и 470 МГц**

1 Оборудование должны быть выделены соответствующие каналы для удовлетворительного выполнения функций, для которых оно предназначено.

2 Эффективная излучаемая мощность должна быть ограничена сверху величиной, необходимой для удовлетворительной работы, но ни в коем случае не должна превышать 2 Вт. Там где это практически осуществимо, оборудование должно оснащаться соответствующим устройством быстрого уменьшения выходной мощности по крайней мере до 10 дБ.

3 Если оборудование установлено на борту корабля стационарно, то высота антенны не должна превышать 3,5 м над уровнем ходового мостика.

* Данную Рекомендацию необходимо довести до сведения Международной морской организации (ИМО) и Международного комитета по морской радиосвязи (CIRM).

	Каналы 25 кГц	Каналы 12,5 кГц
4	Должна использоваться только частотная модуляция с предварительным усилением 6 дБ/на октаву (фазовая модуляция).	Должна использоваться только частотная модуляция с предварительным усилением 6 дБ/на октаву (фазовая модуляция).
5	Девияция частоты, соответствующая 100% модуляции, должна максимально приближаться к ± 5 кГц. Ни в коем случае девиация частоты не должна превышать ± 5 кГц.	Девияция частоты, соответствующая 100% модуляции, должна максимально приближаться к $\pm 2,5$ кГц. Ни в коем случае девиация частоты не должна превышать $\pm 2,5$ кГц.
6	Допуск на частоту должен равняться 5 частям на 10^6 .	Допуск на частоту должен равняться 2,5 частям на 10^6 .
7 (Примечание 1)	Полоса низких частот должна быть ограничена величиной 3000 Гц.	Полоса низких частот должна быть ограничена величиной 2600 Гц.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Параметры девиации частоты для каналов 25 кГц и 12,5 кГц основаны на Европейских стандартах электросвязи 300086, разработанных Европейским институтом стандартизации электросвязи (ЕТСИ).

8 Сигналы управления, телеметрии и другие неречевые сигналы должны быть закодированы таким образом, чтобы вероятность ложного отклика на сигналы помехи была минимальной.

9 Частоты, специфицированные в п. S5.287 PP для судовой связи, могут использоваться для работы в одночастотном и двухчастотном симплексном режиме.

10 В дуплексном режиме частота базового передатчика должна выбираться из более низкого диапазона для повышения оперебальности.

11 Если на борту судна необходимо использовать станцию-ретранслятор, то она должна работать на следующих парных частотах (см. также п. S5.288 PP):

457,525 МГц и 467,525 МГц

457,550 МГц и 467,550 МГц

457,575 МГц и 467,575 МГц.

Частоты

В соответствии с п. S5.287 PP (в зависимости от национального регламента) используются следующие частоты:

При разнесении каналов на 25 кГц:

457,525 МГц

457,550 МГц

457,575 МГц

467,525 МГц

467,550 МГц

467,575 МГц.

Для оборудования, предназначенного для работы на каналах с частотным разнесением 12,5 кГц, предусмотрены следующие дополнительные частоты:

457,5375 МГц

457,5625 МГц

467,5375 МГц

467,5625 МГц.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R M.1175*

**АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПРИЕМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАДИОТЕЛЕГРАФНЫХ
И РАДИОТЕЛЕФОННЫХ СИГНАЛОВ ТРЕВОГИ**

(1995)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

а) что имеется потребность описания автоматического приемного оборудования для радиотелеграфных и радиотелефонных сигналов тревоги,

рекомендует,

1 чтобы автоматическое приемное оборудование для радиотелеграфных и радиотелефонных сигналов тревоги, удовлетворяло условиям, приведенным в Приложении 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Автоматическое приемное оборудование для радиотелеграфных
и радиотелефонных сигналов тревоги**

1 Автоматические устройства, предназначенные для приема радиотелеграфного сигнала тревоги, должны удовлетворять следующим условиям:

- a) оборудование должно отзываться на сигнал тревоги, передаваемый телеграфными излучениями по крайней мере класса A2B и H2B (см. п. S52.18 [п. 4216] PP);
- b) оборудование должно отзываться на сигнал тревоги при мешающем воздействии (при условии, что оно не является непрерывным) атмосферных помех и мощных сигналов, отличающихся от сигнала тревоги, причем предпочтительно без использования ручной регулировки в любой период дежурства, проводимого с помощью этой аппаратуры;
- c) оборудование не должно приводиться в действие атмосферными помехами или сильными сигналами, отличающимися от сигнала тревоги;
- d) оборудование должно обладать такой минимальной чувствительностью, чтобы при незначительных атмосферных помехах оно могло бы приводиться в действие сигналом тревоги, передаваемым аварийным передатчиком судовой станции на любом расстоянии от этой станции вплоть до нормального радиуса действия, установленного для этого передатчика Международной конвенцией по безопасности человеческой жизни на море, и предпочтительно на еще большие расстояния;
- e) оборудование должно давать, насколько это практически возможно, предупреждение о любом повреждении, которое помешало бы аппаратуре выполнять свои нормальные функции в часы дежурства.

* Данная Рекомендация должна быть доведена до сведения Международной морской организации (ИМО).

Примечание Секретариата: Ссылки на Регламент радиосвязи (PP), имеющиеся в данной Рекомендации, относятся к PP, пересмотренному Всемирной конференцией радиосвязи 1995 года. Эти положения PP вступают в силу 1 июня 1998 года. Там, где это уместно, в квадратных скобках приведены также эквивалентные ссылки на действующий PP.

2 Автоматические устройства, предназначенные для приема радиотелефонного сигнала тревоги, должны отвечать следующим условиям:

- a)* оборудование должно отзываться на сигнал тревоги при прерывистом мешающем воздействии атмосферных помех и мощных сигналов, отличающихся от сигнала тревоги, причем предпочтительно без использования ручной регулировки в любой период дежурства, осуществляемого с помощью этого оборудования;
 - b)* оборудование не должно приводиться в действие атмосферными помехами или сильными сигналами, отличающимися от сигнала тревоги;
 - c)* оборудование должно действовать эффективно за пределами радиуса действия, в котором передача речи осуществляется удовлетворительно, и, насколько это практически возможно, давать предупреждение о повреждениях, которые помешали бы аппаратуре выполнять свои нормальные функции в часы дежурства.
-

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R M.1187

**МЕТОД РАСЧЕТА ПОТЕНЦИАЛЬНО ЗАТРАГИВАЕМОЙ ПОМЕХАМИ ЗОНЫ ДЛЯ СЕТИ
ПОДВИЖНОЙ СПУТНИКОВОЙ СЛУЖБЫ (ПСС) В ДИАПАЗОНЕ 1–3 ГГц,
ИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ КРУГОВЫЕ ОРБИТЫ**

(Вопросы МСЭ-R 83/8 и МСЭ-R 201/8)

(1995)

Резюме

В данной Рекомендации определяется термин "активная служебная дуга" и приводится метод для расчета "затрагиваемой зоны" при присвоении частот космическим станциям сетей ПСС, работающих в диапазоне 1–3 ГГц, и для оказания помощи по определению администраций, присвоения которых могут быть включены в эту "затрагиваемую зону".

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что Всемирная административная радиоконференция по распределению частот в определенных частях спектра (Малага-Торремолинос, 1992 г.) (ВАРК-92) приняла Резолюцию № 46 в качестве временной процедуры координации для систем ПСС в некоторых полосах диапазона 1–3 ГГц в рамках Таблицы распределения частот Регламента радиосвязи (РР);
- b) что Резолюцией № 46 предлагается МСЭ-R провести исследования и разработать Рекомендации по методам координации, необходимым орбитальным данным, касающимся негеостационарных (НГСО) спутниковых систем, и критериям совместного использования частот;
- c) что спутниковые сети НГСО, использующие эти распределения ПСС, могут иметь различные группировки спутников с разными высотами и разными углами наклона орбит;
- d) что в Приложении к Резолюции № 46 отмечается, что в отношении спутниковых сетей НГСО должна представляться дополнительная информация, кроме той, которая предусмотрена Приложениями 3 и 4 РР, включая их "активную служебную дугу";
- e) что в Резолюции № 46 не дается определения "активной служебной дуги";
- f) что в Разделе II Приложения к Резолюции № 46 указывается, что спутниковая сеть НГСО должна осуществлять координацию частотного присвоения с любой администрацией, присвоение которой для земной станции спутниковой сети ГО, земной станции спутниковой сети НГСО, наземным станциям фиксированной службы (ФС) или подвижной службы (ПС) могло бы быть затронуто;
- g) что имеется потребность в определении зоны, в которой могли бы быть затронуты другие службы, включая ПСС, и где может быть проведена координация, причем в отношении последней в данной Рекомендации не определены соответствующие критерии и методы;
- h) что имеется потребность в дальнейшем определении концепции "затрагиваемой зоны" (которую не следует путать с "координационной зоной") ПСС, работающей в диапазоне 1–3 ГГц,

рекомендует,

- 1 чтобы "активная служебная дуга" в Резолюции № 46 определялась как геометрическое место точек орбиты для группировки ПСС, которое указывает местоположение космических станций данной сети, с которых ее передатчики могут обеспечивать обслуживание конкретной географической зоны. Местоположение активной служебной дуги должно определяться в геоцентрической фиксированной земной системе координат;
- 2 чтобы при публикации сведений о конкретной служебной дуге могла применяться методика, приведенная в Приложении 1, для оказания помощи в определении администраций, присвоения которых могут быть включены в "затрагиваемую зону" (см. Примечание 1).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Эта методика в дальнейшем может улучшаться посредством учета более точных технических характеристик системы ПСС.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Метод расчета потенциально затрагиваемой помехами зоны для сети
ПСС в диапазоне 1–3 ГГц, использующей круговые орбиты****1 Введение**

В Разделе II Приложения к Резолюции № 46 ВАРК-92 приводится описание процедур присвоения и координации частот космической станции в сети ПСС для отдельной администрации. В параграфах 2.1 и 2.2 Раздела II этого Приложения указывается, что администрация должна проводить координацию с земными станциями спутниковых сетей и станциями наземных сетей "присвоения которых ... могли бы быть затронуты".

В данном Приложении определяется методика для расчета "затрагиваемой зоны". Эта затрагиваемая зона должна использоваться для определения ПСС и иных служб других администраций, работающих на совпадающих частотах с равным или более высоким статусом, которые могли бы быть затронуты при работе сети ПСС. Сначала строится геометрическое место точек орбитальной дуги спутника, которое соответствует точкам, в которых спутник должен работать для того, чтобы покрыть свою зону обслуживания. После этого на карту поверхности Земли наносятся соответствующие подспутниковые точки. Затрагиваемый район затем определяется в виде зон на поверхности Земли в границах видимости космического аппарата и привязанных к периметру геометрического места подспутниковых точек.

Эта методика расчета затрагиваемой зоны определяет администрации, присвоения которых на совпадающих частотах могли бы быть затронуты.

Признано, что могли бы использоваться иные средства определения затрагиваемых частотных присвоений других администраций по отношению к космической станции ПСС и ее соответствующей зоне обслуживания (§ 2.3 Раздела II Резолюции № 46) и что включение данной методики в Рекомендацию МСЭ-R не сделало бы ее применение обязательным.

Использование этой методики для расчета затрагиваемой зоны не изменяет статуса (первичного или вторичного) радиослужб в пределах этой зоны.

2 Расчет затрагиваемой зоны

Пусть четырехугольник A , изображенный на рисунке 1, представляет собой активную подспутниковую зону, необходимую для обслуживания территории администрации, использующей обычную систему ПСС. Отметим, что подспутниковая зона не обязательно совпадает с границами администрации. Расстояние D , показанное на рисунке 1, является расстоянием от внешнего периметра A до точки в области видимости (FOV) со спутника. Область FOV определяется как область, расширяющаяся до границ горизонта, видимого со спутника. Вся затрагиваемая зона представляет в этом случае общую зону, определяемую от краев подспутниковой зоны до расстояния D . Для группировок спутников на круговых орбитах расстояние D является постоянным расстоянием большого круга, которое увеличивается при увеличении высот спутников.

2.1 Расчет ширины огибающей затрагиваемой зоны

В этом разделе представлена методика расчета расстояния, которая должна использоваться для изображения внешнего периметра вокруг активных подспутниковых зон, образующих затрагиваемую зону.

На рисунке 2 показан расчет расстояния D внешнего периметра, которое является расстоянием от края подспутниковой зоны A до области FOV спутника на наружном краю активной зоны. Затрагиваемая зона определяется следующим образом:

Затрагиваемая зона: зона на поверхности Земли, рассчитываемая путем определения расстояния от периметра активной подспутниковой зоны A , расстояния D от периметра активной подспутниковой подзоны, соответствующей максимальной области видимости со спутников по периметру активной дуги обслуживания. Эта зона также включает администрации в пределах активной подспутниковой зоны.

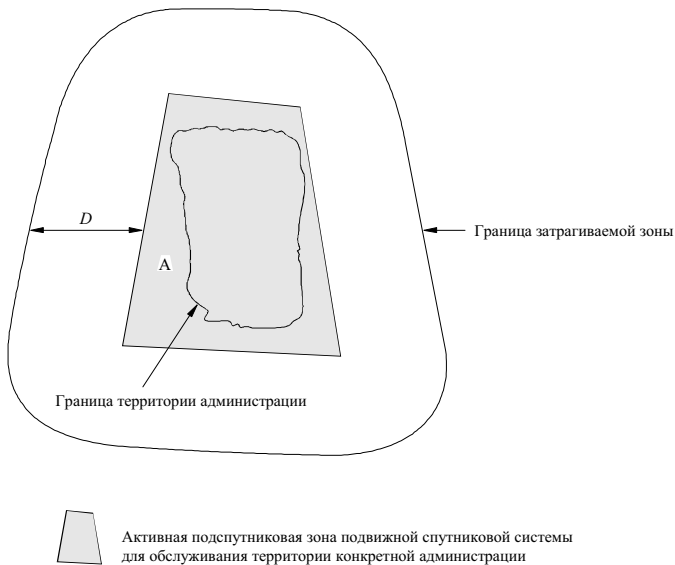
Дополнительно приводятся следующие определения:

Активная служебная дуга: геометрическое место точек орбиты для группировки спутников ПСС, которое соответствует случаям, когда спутники являются передающими или приемными. Оператор ПСС вычисляет эту дугу, используя такие конкретные характеристики системы, как орбиты спутниковых группировок, характеристики антенны космического аппарата, э.и.и.м., которые обеспечивают свои служебные качественные показатели в определенной зоне обслуживания.

Активная подспутниковая зона: проекция надира активной служебной дуги вниз до точек на поверхности Земли. Периметр этой зоны определяется в геоцентрических координатах (широта/долгота).

РИСУНОК 1

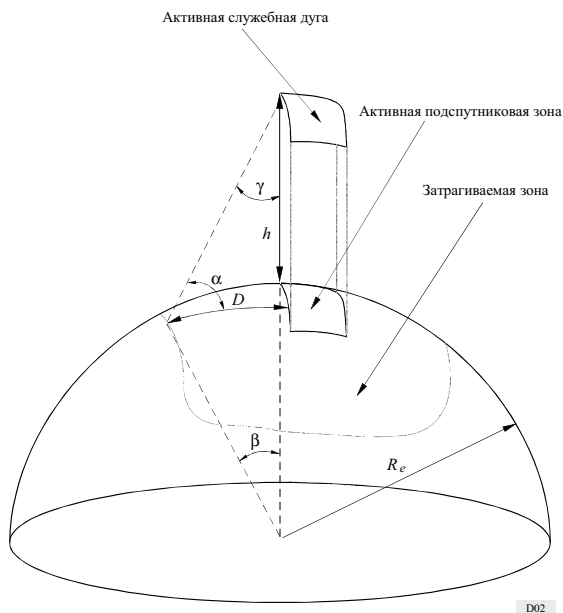
Представление активной подспутниковой зоны, необходимой для обслуживания территории администрации, и ее соответствующей затрагиваемой зоны



D01

РИСУНОК 2

Геометрические построения, требуемые для расчета D , расстояния по огибающей вокруг подспутниковой зоны



D02

Определение переменных:

R_e : радиус Земли

h : высота спутника

γ : угол от надира спутника по краю периметра подспутниковой зоны до границы его области видимости

β : геоцентрический угол от края подспутниковой зоны до границы области видимости

α : угол места

D : расстояние по поверхности Земли от периметра активной подспутниковой зоны до точки угла места 0° (максимальные границы области видимости).

Необходимые формулы для расчета расстояния D :

$$\beta = \cos^{-1} [R_e / (R_e + h)] \quad (1)$$

$$D = R_e \beta \quad \text{рад.} \quad (2)$$

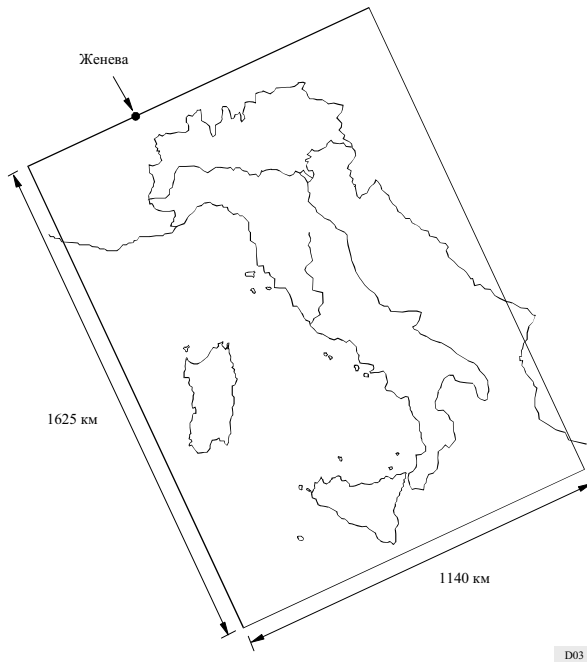
После вычисления величины D она может использоваться для определения затрагиваемой зоны для данной подспутниковой зоны.

2.2 Пример расчета затрагиваемой зоны

В этом разделе приводится пример расчета затрагиваемой зоны для подвижной спутниковой системы, предназначенной для обеспечения обслуживания в пределах территории администрации. Примером такой администрации является Италия, и на рисунке 3 показана подспутниковая зона для целей обслуживания территории Италии подвижной спутниковой системой LEO A (см. Рекомендацию МСЭ-R M.1184).

РИСУНОК 3

Гипотетическая подспутниковая активная зона для Италии



Необходимыми параметрами для расчета затрагиваемой зоны являются:

Высота спутника: 780 км

Радиус Земли: 6367 км

Ширина подспутниковой зоны: 1140 км

Длина подспутниковой зоны: 1625 км.

Отметим, что подспутниковая активная зона была выбрана в предположении, что зоной обслуживания является администрация Италии и только в качестве примера. Фактическая подспутниковая зона для любой подвижной спутниковой службы в Италии может быть совершенно иной в зависимости от конкретных характеристик системы спутниковых сетей.

Используя уравнения (1) и (2) для этого случая, $\beta = 27^\circ$ и $D = 3000$ км, так что расстояние D , которое добавляется вокруг подспутниковой зоны, составляет 3000 км. Поэтому, для примера подспутниковой зоны на рисунке 3, затрагиваемая зона будет охватывать северо-западный Судан, западную Россию (включая Москву), северную Норвегию и Мавританию.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R S256

МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ СУММАРНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА МОЩНОСТИ НА ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ СПУТНИКОВОЙ ОРБИТЕ В ПОЛОСЕ 6700–7075 МГц ОТ ФИДЕРНЫХ ЛИНИЙ НЕГЕОСТАЦИОНАРНЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ ПОДВИЖНОЙ СПУТНИКОВОЙ СЛУЖБЫ В НАПРАВЛЕНИИ КОСМОС–ЗЕМЛЯ

(Вопрос МСЭ-R 206/4)

(1997)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- а) что полоса 6700–7075 МГц распределена на первичной основе фиксированной спутниковой службе (ФСС) для передач в направлении космос–Земля для использования фидерными линиями негеостационарных спутниковых сетей подвижной спутниковой службы (ПСС);
- б) что полоса 6700–7075 МГц распределена на первичной основе также ФСС для передач в направлении Земля–космос, а полоса 6725–7025 МГц используется в соответствии с Планом распределения по Приложению 30В Регламента радиосвязи (РР) для геостационарных спутниковых сетей;
- с) что в соответствии с положением п. 82.5А Регламента радиосвязи максимальная суммарная плотность потока мощности (п.п.м.), создаваемая в пределах $\pm 5^\circ$ от геостационарной спутниковой орбиты (ГСО) негеостационарной спутниковой системой ФСС, не должна превышать $-168 \text{ дБ(Вт/м}^2\text{)}$ в любой полосе шириной 4 кГц;
- д) что Резолюция 115 Всемирной радиоконференции (Женева, 1995 г.) (ВКР-95) предлагает МСЭ-R разработать методологию для определения максимальной суммарной плотности потока мощности на ГСО от негеостационарной спутниковой сети;
- е) что параметры орбиты и характеристики передачи негеостационарных спутниковых сетей подвижной спутниковой службы определены в § А.3 vii) Приложения 1 к Резолюции 46 (Пересм. ВКР-95),

рекомендует,

1 чтобы для определения максимальной суммарной плотности потока мощности ($\text{дБ(Вт/м}^2\text{)}$) в любой полосе шириной 4 кГц, в любой точке в пределах углов $\pm 5^\circ$ от ГСО, создаваемой фидерными линиями негеостационарной спутниковой сети, работающей в полосе 6700–7075 МГц в направлении космос–Земля, использовалась методология, приведенная в Приложении 1.

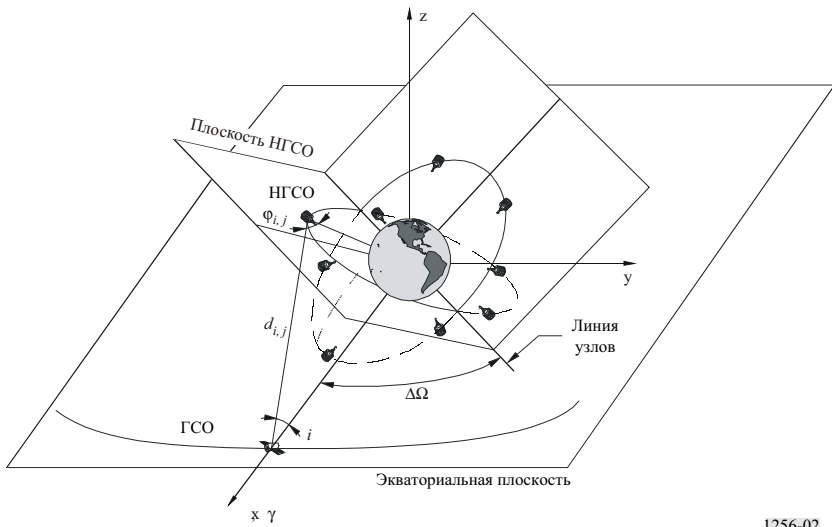
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Методология**1 Описание методологии**

Для вычисления суммарной п.п.м., создаваемой спутниковой сетью со спутником, расположенным на негеостационарной орбите, в одиночной испытательной точке на ГСО, требуется компьютерное моделирование всей НГСО спутниковой группировки и испытательной точки на ГСО.

Учитывая, что в обычных условиях ГСО спутник делает полный оборот на геостационарной орбите за период времени около $T_{ГСО} = 24$ ч. и что орбитальный период НГСО спутника ($T_{НГСО}$) вовсе не обязательно является полным делителем $T_{ГСО}$, для оценки наихудшего возможного сценария, при котором п.п.м. в точках ГСО имела бы максимальный уровень, необходимо выполнять статистическое моделирование, требующее значительных затрат времени.

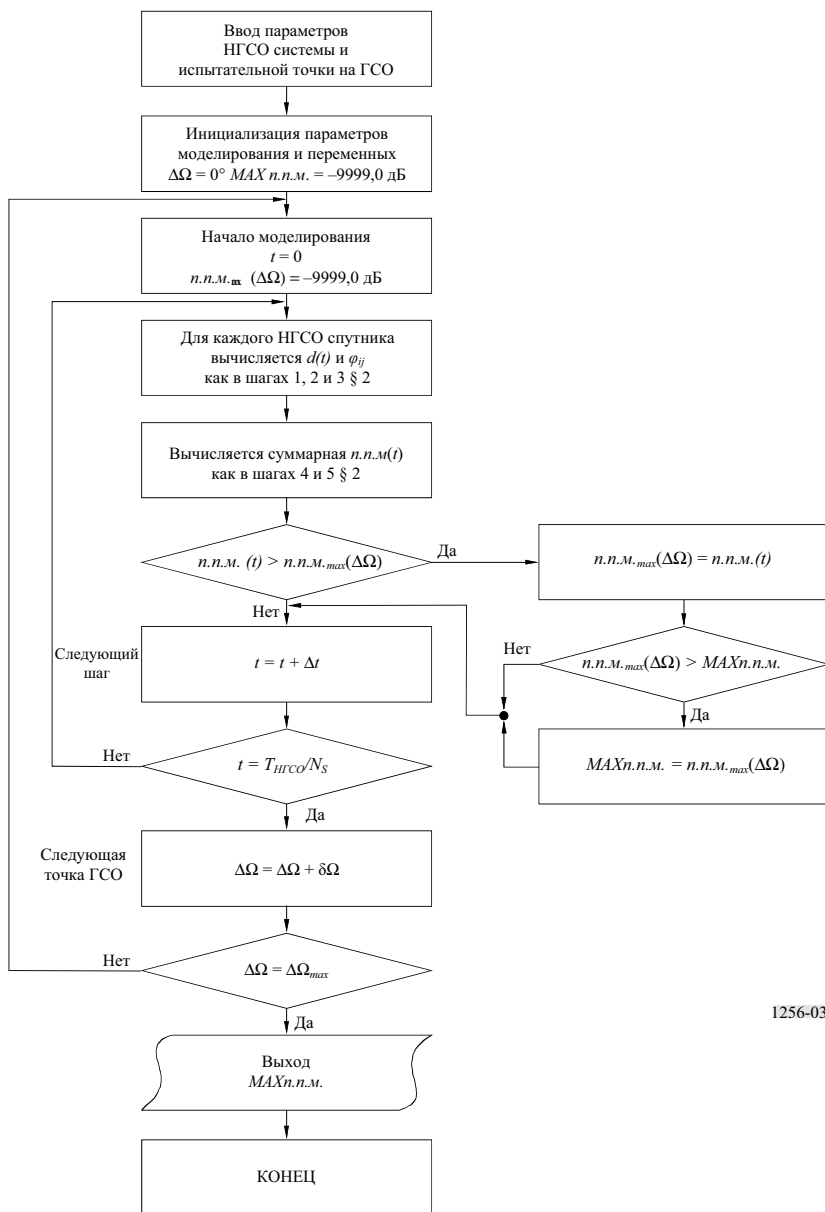
РИСУНОК 2

Геометрия ГСО/НГСО группировки для вычисления п.п.м.: $\Delta\Omega \neq 0^\circ$ 

1256-02

РИСУНОК 3

Последовательность операций методологии



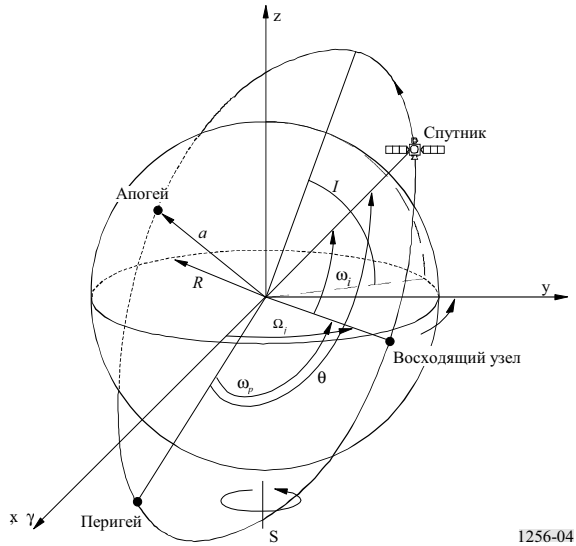
1256-03

2 Основные шаги моделирования

Шаг 1: Орбитальная позиция НГСО спутников

РИСУНОК 4

Негеостационарная орбита и эталонные системы



1256-04

На рисунке 4 показаны различные параметры, значения которых необходимо знать для полноценной оценки любого из моментов позиции любого НГСО спутника на его орбите. Эти параметры перечислены в § A.3 vii) Приложения 1 к Резолюции 46 (Пересм. ВКР-95):

a : большая полуось, для круговой орбиты большая полуось является постоянной и равна радиусу орбиты

I : наклон орбиты относительно экваториальной плоскости

Ω_j : прямое восхождение восходящего угла для j -той орбитальной плоскости, измеренное против часовой стрелки в экваториальной плоскости от направления точки весеннего равноденствия на точку, где спутник пересекает экваториальную плоскость, переходя из южного полушария в северное ($0^\circ \leq \Omega_j < 360^\circ$)

ω_p : аргумент перигея, для круговой орбиты перигей равен апогею и, следовательно, ω_p можно приравнять 0°

ω_i : первоначальный фазовый угол i -го спутника на его орбитальной плоскости в эталонный момент времени $t = 0$, измеренный от точки восходящего узла ($0^\circ \leq \omega_i < 360^\circ$)

θ : истинная аномалия спутника.

Для группировки НГСО спутников, использующих круговые орбиты, a и I будут постоянными, а ω_p будет равен нулю, при этом изменение позиции каждого спутника будет определяться параметрами Ω и θ .

Для круговой орбиты угловая скорость спутника постоянна, следовательно, угловая позиция спутника равна его истинной аномалии и вычисляется как:

$$\theta(t)_{i,j} = \frac{360^\circ}{T} t + \omega_{i,j} \quad (1)$$

для $i = 1-N_s$ и $j = 1-N_p$, где N_s – количество спутников в каждой орбитальной плоскости, N_p – количество орбитальных плоскостей, а T – орбитальный период в секундах, вычисляемый как:

$$T = 2 \pi \sqrt{a^3/\mu}, \quad (2)$$

где μ – геоцентрическая гравитационная постоянная, равная $3,986 \text{ Е4 (м}^3 \text{с}^{-2}\text{)}$.

Различные значения Ω_j будут зависеть от геометрии группировки и будут внесены в множество элементов, содержащихся в § А.3 vii) Приложения 1 к Резолюции 46 (Пересм. ВКР-95). Тот же принцип применяется к значениям $\omega_{i,j}$.

Зная для каждого спутника истинную аномалию $\theta_{i,j}(t)$ и прямое восхождение восходящего узла Ω_j , можно вычислить его геоцентрические координаты:

$$x(t)_{i,j} = a \left[\cos \Omega_j \cos \theta(t)_{i,j} - \cos I \sin \Omega_j \sin \theta(t)_{i,j} \right] \quad (3)$$

$$y(t)_{i,j} = a \left[\sin \Omega_j \cos \theta(t)_{i,j} + \cos I \cos \Omega_j \sin \theta(t)_{i,j} \right] \quad (4)$$

$$z(t)_{i,j} = a \left[\sin I \sin \theta(t)_{i,j} \right]. \quad (5)$$

Положение испытательной точки ГСО относительно линии узлов НГСО группировки определяется параметром $\Delta\Omega$ (см. § 1). Отсюда в уравнениях (3), (4) и (5) $\Omega_j = \Omega_{j,0} + \Delta\Omega$, где $\Delta\Omega$ лежит в пределах от 0 до $\Delta\Omega_{max}$ (см. § 1) и $\Omega_{j,0} = \Omega_j$ для $\Delta\Omega = 0$.

Шаг 2: Расстояние между НГСО спутником и испытательной точкой на ГСО

x_{GCO} , y_{GCO} и z_{GCO} представляют собой геоцентрические координаты испытательной точки ГСО, вычисленные как:

$$x_{GCO} = a_{GCO} \cdot \cos I_{GCO} \quad (6)$$

$$y_{GCO} = 0 \quad (7)$$

$$z_{GCO} = a_{GCO} \cdot \sin I_{GCO}, \quad (8)$$

где:

a_{GCO} : большая полуось геостационарной орбиты (42 164 км)

I_{GCO} : наклон геостационарной орбиты ($-5^\circ \leq I_{GCO} \leq 5^\circ$).

Эти уравнения остаются постоянными во время моделирования, хотя проще изменять Ω_j в уравнениях (3), (4) и (5) путем увеличения сдвига $\Delta\Omega$.

Теперь расстояние между НГСО спутником и позицией испытательной точки на ГСО может быть вычислено с использованием теоремы Пифагора:

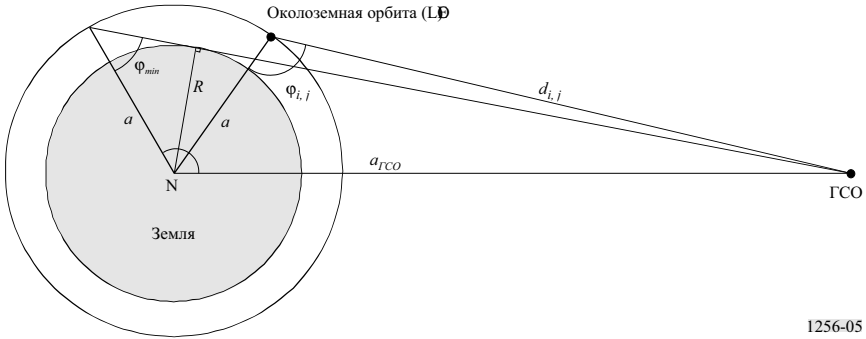
$$d(t)_{i,j} = \sqrt{(x_{GSO} - x(t)_{i,j})^2 + y(t)_{i,j}^2 + (z_{GSO} - z(t)_{i,j})^2}. \quad (9)$$

Шаг 3: Вычисление внеосевого угла излучения НГСО антенны в направлении на испытательную точку ГСО

На рисунке 5 в виде двумерной диаграммы показана геометрия внеосевого излучения НГСО спутника относительно позиции испытательной точки на ГСО.

РИСУНОК 5

Вычисление $\varphi_{i,j}$



Внеосевой угол излучения НГСО антенны можно определить с использованием теоремы Карно (известной под названием теоремы "косинуса"):

$$\varphi(t)_{i,j} = \arccos \left(\frac{a^2 + d(t)_{i,j}^2 - a_{GCO}^2}{2ad(t)_{i,j}} \right). \quad (10)$$

Шаг 4: Вычисление коэффициента усиления НГСО антенны в боковых лепестках в направлении на испытательную точку ГСО

Зная внеосевой угол излучения, вычисленный в уравнении (10), можно вычислить коэффициенты внеосевого усиления антенны, $G(\varphi(t)_{i,j})$, для каждого видимого спутника. Однако, как видно из рисунка 5, это необходимо, только если $\varphi(t)_{i,j}$ превышает минимальное значение φ_{min} , полученное из:

$$\varphi_{min} = \arcsin(R/a). \quad (11)$$

Шаг 5: Вычисление уровня суммарной п.п.м. в направлении на испытательную точку ГСО

Суммарный уровень п.п.м. можно выразить как:

$$п.п.м.(t) = \frac{P_{ник, 4кГц}}{4\pi} \sum_{i,j=1-N(t)_v} \frac{G(\varphi(t)_{i,j})}{d(t)_{i,j}^2} \text{ для } \varphi(t)_{i,j} \geq \varphi_{min}, \quad (12)$$

где:

$P_{ник, 4 кГц}$: пиковая мощность в наихудшей полосе шириной 4 кГц на входе антенны НГСО спутника, величина которой предполагается постоянной и одинаковой для всех НГСО спутников

$N(t)_v$: количество ГСО спутников, видимых из испытательной точки на ГСО в момент времени t .

3 Общее количество шагов моделирования и приращений шага моделирования

Для вычисления максимальной суммарной п.п.м. в направлении на ГСО от НГСО сети, времени шага Δt и шага прямого восхождения $\delta\Omega$ требуются два шага моделирования.

Хотя нет непосредственных сонаправленных помех от НГСО спутников (используют ли они антенны с малым коэффициентом усиления или помехи обусловлены боковыми лепестками передающей антенны), различные варианты моделирования (для L₁ и L₂) показывают, что для получения достоверных результатов достаточно использовать приращение угла с шагом не более 0,5°. Следовательно, вычисление должно выполняться как:

$$\Delta t = \frac{T(s) \times 0,5^\circ}{360^\circ}$$

$$\delta\Omega = 0,5^\circ.$$

Полное время моделирования для каждой испытательной точки ГСО и общее количество испытательных точек ГСО показано в § 1.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R SA.1260-1*

Возможность совместного использования частот активными бортовыми космическими датчиками и другими службами в диапазоне 420–470 МГц

(Вопрос МСЭ-R 218/7)

(1997-2003)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что радары с синтезированной апертурой (SAR) могут измерять влажность почвы, биомассу лесов, обнаруживать такие скрытые геологические структуры, как сбросы, разломы, синклинали и антиклинали, а также могут размечать и измерять толщину антарктических льдов и гидрогеологические свойства засушливых и полусушливых регионов;
- b) что экспериментальные SAR, установленные на воздушных судах, продемонстрировали возможность проведения таких измерений;
- c) что такие космические SAR должны работать на частотах ниже 500 МГц с целью проникновения сквозь плотную растительность и поверхность Земли на всемирной повторяющейся основе;
- d) что необходимость мониторинга лесов была подчеркнута на Конференции Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию (ЮНСЕД) в Рио-де-Жанейро, 1992 г.;
- e) что Резолюция 727 (Пересм. ВКР-2000) предусматривает предоставление частотного спектра полосой до 6 МГц спутниковой службе исследования Земли (активной) в диапазоне частот 420–470 МГц для удовлетворения требований спутниковой службы исследования Земли (активной);
- f) что полосы частот в диапазоне 420–470 МГц в настоящее время распределены радиолокационной, фиксированной, любительской службам, службе космической эксплуатации и подвижным службам;
- g) что в рамках любительской службы операции со слабым сигналом (включая линии связи Земля–Луна–Земля) производятся в диапазоне частот с центром 432 МГц, а работа в любительской спутниковой службе (как на линии вверх, так и на линии вниз) осуществляется в полосе частот 435–438 МГц;

* ПРИМЕЧАНИЕ. – Следующие администрации – Саудовская Аравия, Джибути, Египет, Объединенные Арабские Эмираты, Иордания, Кувейт, Марокко, Мавритания, Сирийская Арабская Республика, Тунис и Йемен – возражали против утверждения данной Рекомендации. Более подробная информация содержится в соответствующем Кратком отчете AP-03.

- h) что участки этих полос частот используются другими службами, в том числе:
- радары профиля ветра в полосе 440–450 МГц, а в случае несовместимости радаров профиля ветра и других применений – в полосах 420–435 МГц и 438–440 МГц (Резолюция 217 (ВКР-97));
 - приемниками устройств для подрыва запускаемых космических летательных аппаратов по команде в целях обеспечения безопасности полигонов в полосе 449,75–450,25 МГц (п. 5.286 Регламента радиосвязи (РР)), а также вблизи частот 421,0; 425,0; 427,0; 440,0 и 445,0 МГц в Соединенных Штатах Америки и Бразилии, а во французских заморских департаментах в Районе 2 и в Индии – в полосе 433,75–434,25 МГц (п. 5.281 РР);
- j) что современные космические радары SAR могут создавать у поверхности Земли значения п.п.м., превышающие уровни п.п.м., необходимые для защиты фиксированной службы и сухопутной подвижной службы, которым распределены частоты в данном диапазоне;
- k) что совместное использование частот с радары профиля ветра, вероятнее всего, невозможно ввиду помех космическим активным датчикам;
- l) что радары SAR и любительская служба (на первичной основе в Районе 1 и на вторичной основе в Районах 2 и 3, за исключением указанных в п. 5.278 РР) могут сосуществовать в полосе 430–440 МГц при принятии соответствующих технических и эксплуатационных мер, определенных в Приложении 1 к данной Рекомендации;
- m) что в качестве дополнения, в положениях пп. 5.274, 5.275, 5.276, 5.277, 5.278, 5.281 и 5.283 РР приведен список стран, для которых определены участки полос частот между 430 и 440 МГц, имеющих первичный статус для фиксированной, подвижной, космической служб и/или любительской службы;
- n) что некоторые исследования совместного использования показали, что совместное использование частот любительскими службами и некоторыми предложенными радары SAR в составе спутниковой службы исследования Земли (ССИЗ) является возможным для некоторых любительских режимов передачи, таких как ЧМ и многостанционный доступ с временным разделением каналов (МДВР), но будет сложным для режимов работы с непрерывным излучением и на одной боковой полосе;
- o) что Рекомендация МСЭ-R М.1462 содержит технические и эксплуатационные характеристики, а также критерии защиты для радаров (воздушных, судовых и отслеживающих космические объекты), функционирующих в составе радиолокационной службы, работающей в полосе 420–450 МГц;
- p) что существует вероятность неприемлемых помех от некоторых космических радаров SAR наземным радарам, отслеживающим космические объекты и функционирующим в полосе 420–450 МГц, если космический радар SAR окажется в поле зрения наземных радаров (т. е. в пределах видимого горизонта радаров);
- q) что некоторые космические радары SAR будут отслеживаться наземными радары для отслеживания космических объектов, и результирующий нежелательный уровень мощности, принимаемый космическим SAR, может приближаться к его максимально допустимому уровню мощности;

г) что существует потенциальная возможность неприемлемых помех от некоторых космических радаров SAR воздушным и судовым радарам, работающим в полосе частот 420–450 МГц, вероятность и степень воздействия которых во многом зависят от характеристик SAR;

с) что любая вредная помеха, даже в течение очень коротких промежутков времени, создаваемая радаром SAR приемникам устройств для подрыва запускаемых космических летательных аппаратов по команде, может нанести ущерб безопасности человеческой жизни и имущества;

т) что ввиду сложности реализации инструментов ССИЗ (активной) на таких низких частотах ожидается наличие на орбите весьма небольшого количества платформ одновременно,

рекомендует,

1 чтобы активные космические датчики, работающие в полосах частот, используемых любительской службой, любительской спутниковой службой, фиксированной, радиолокационной службами, службой космической эксплуатации, подвижными службами, а также ПСС в диапазоне 420–470 МГц, соответствовали техническим и эксплуатационным ограничениям, оговоренным в Приложении 1 к данной Рекомендации;

2 чтобы космические активные датчики, работающие в диапазоне 420–450 МГц, не вводились в эксплуатацию в пределах видимости наземных радаров для отслеживания космических объектов, перечисленных в таблице 2, до проведения детального анализа, на основе рассмотрения каждого отдельного случая, включая рассмотрение эффектов обработки приемником радара нежелательных сигналов SAR, а также, по возможности, полевых испытаний для подтверждения совместимости со взаимными соглашениями между затронутыми администрациями;

3 чтобы космические радары SAR, предназначенные для работы в диапазоне 420–450 МГц, разрабатывались с учетом устойчивости к уровням мощности нежелательных сигналов, являющихся результатом отслеживания наземными радаром космических объектов;

4 что может потребоваться обеспечение достаточного частотного и географического разделения между космическими радаром SAR и радаром профиля ветра, работающими в диапазонах 420–432 МГц и 438–450 МГц;

5 чтобы полосы частот активных космических датчиков выбирались таким образом, чтобы избежать перекрытия с полосами частот приемников устройств для подрыва запускаемых космических летательных аппаратов по команде, перечисленными в пункте h раздела *учитывая*;

6 чтобы в случаях, вызывающих трудности с реализацией пункта 5 раздела *рекомендует*, активные космические датчики, работающие в полосах частот, распределенных приемникам устройств для подрыва запускаемых космических летательных аппаратов по команде в целях безопасности полигонов, не вводились в эксплуатацию в пределах определенного расстояния от точек использования команд для запуска ракет во избежание помех от активных космических датчиков приемникам устройств для подрыва запускаемых космических летательных аппаратов.

Приложение 1

Технические и эксплуатационные ограничения для ССИЗ (активной), работающей в диапазоне 420–470 МГц

С целью защиты станций, функционирующих в составе существующих служб, излучения передатчиков SAR станций ССИЗ (активной), работающих в диапазоне частот 420–470 МГц, являются предметом технических и эксплуатационных ограничений, определенных в данном Приложении.

Приведенные ниже ограничения базируются на исследованиях МСЭ-R. В Приложении 2 приведена информация о возможности совместного использования активными космическими датчиками и другими службами диапазона частот 420–470 МГц.

1 Технические ограничения

ТАБЛИЦА 1
Технические ограничения для оборудования ССИЗ (активной)
в диапазоне 420–470 МГц

Параметр	Значение
Пиковая п.п.м. у поверхности Земли, создаваемая основным лепестком антенны	–140 дБ(Вт/(м ² · Гц))
Максимальная средняя п.п.м. у поверхности Земли, создаваемая основным лепестком антенны	–150 дБ(Вт/(м ² · Гц))
Максимальная средняя п.п.м. у поверхности Земли, создаваемая 1-м боковым лепестком антенны	–170 дБ(Вт/(м ² · Гц))

2 Эксплуатационные ограничения

ССИЗ (активная), работающая в полосе 420–450 МГц, не должна вести передачу в пределах видимости наземных радаров для отслеживания космических объектов, перечисленных в таблице 2, до проведения детального анализа, включающего рассмотрение эффектов обработки приемником радара нежелательных сигналов SAR, а также, по возможности, полевых испытаний для подтверждения совместимости.

Как следствие вышеприведенных ограничений, оборудование ССИЗ (активной) должно разрабатываться таким образом, чтобы сделать возможным программируемое отключение всех РЧ излучений над географическими зонами или странами, где регламентарные положения МСЭ или национальные положения запрещают их функционирование.

Профиль работы оборудования ССИЗ (активной) должен быть программно ориентированным, нацеленным на определенные географические зоны и должен ограничивать время активности оборудования минимальным необходимым для достижения целей программы. Таким образом, измерения, выполняемые данным оборудованием, не требуют продолжительного функционирования оборудования, и можно ожидать интервалов длительностью в месяцы между успешными измерениями в одной и той же зоне.

Дежурный цикл работы в программно ориентированном режиме составит максимум 15% (обычно 10%). Оборудование будет выключаться, если оно не будет задействовано в программно ориентированном режиме.

РИСУНОК 1

Пример зоны исключения вокруг радаров для отслеживания космических объектов для SAR на орбите 550 км

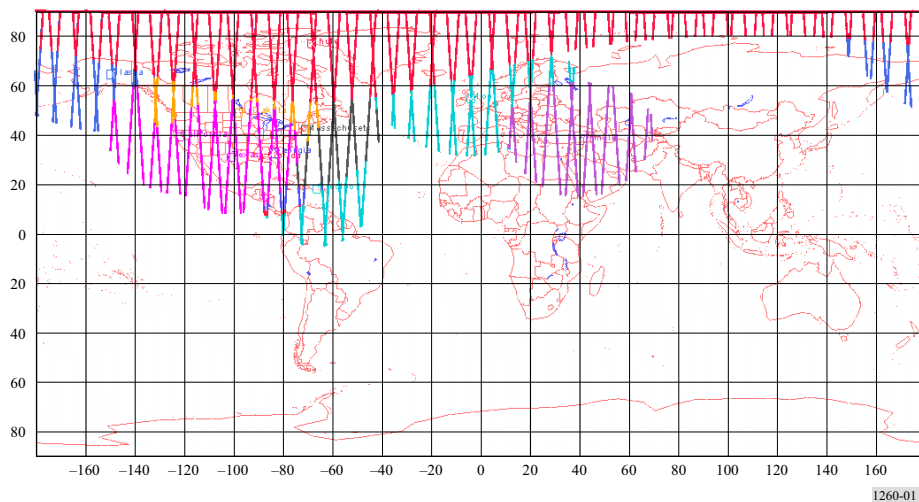


ТАБЛИЦА 2

**Радары для отслеживания космических объектов, работающие
в полосе частот 430–440 МГц**

Расположение радара	Широта	Долгота
Массачусетс (Соединенные Штаты Америки)	41,8° с. ш.	70,5° з. д.
Техас (Соединенные Штаты Америки)	31,0° с. ш.	100,6° з. д.
Калифорния (Соединенные Штаты Америки)	39,1° с. ш.	121,5° з. д.
Джорджия (Соединенные Штаты Америки)	32,6° с. ш.	83,6° з. д.
Флорида (Соединенные Штаты Америки)	30,6° с. ш.	86,2° з. д.
Северная Дакота (Соединенные Штаты Америки)	48,7° с. ш.	97,9° з. д.
Аляска (Соединенные Штаты Америки)	64,3° с. ш.	149,2° з. д.
Туле (Гренландия)	76,6° с. ш.	68,3° з. д.
Файлингдэйлс Мур (Великобритания)	54,5° с. ш.	0,4° з. д.
Пиринклик (Турция)	37,9° с. ш.	40,0° в. д.

3 Защитные критерии для существующих служб в диапазоне частот 420–470 МГц

Не все защитные критерии, приведенные в данном разделе, содержатся в Рекомендациях МСЭ-R. Поэтому некоторые из защитных критериев были взяты из информации, полученной в ходе исследований МСЭ-R. Таблица 3 отражает информацию, доступную на момент разработки данной Рекомендации.

Необходимо отметить, что любые будущие Рекомендации, описывающие защитные критерии для любой заданной службы, будут иметь преимущество перед значениями, содержащимися в таблице и полученными из результатов исследований МСЭ-R.

ТАБЛИЦА 3
Защитные критерии для служб в диапазоне 420–470 МГц

Полоса частот (МГц)	Службы МСЭ-R	Процент времени и критерии из колонок 4 и 5, которые должны применяться только в следующих географических зонах	Максимальный процент времени возможного превышения критерия ⁽¹⁾	Критерии помех на приемных станциях	Источники
430–440	Любительская	В пределах прямой видимости (LoS) наземных любительских станций, расположенных в районах, определенных в п. 1 раздела <i>учитываемая</i>	1%	п.п.м. = $-204 \text{ дБ(Вт/(м}^2 \cdot \text{Гц))}^{(2)}$	Исследования МСЭ-R
435–438	Любительская спутниковая	В пределах LoS спутниковых любительских земных станций, расположенных в районах, определенных в п. 1 раздела <i>учитываемая</i>	1%	п.п.м. = $-197 \text{ дБ(Вт/(м}^2 \cdot \text{Гц))}$	Исследования МСЭ-R
435–438	Любительская спутниковая	В пределах LoS приемников любительских космических станций	1%	п.п.м. = $-187 \text{ дБ(Вт/(м}^2 \cdot \text{Гц))}$	Исследования МСЭ-R
420–470 ⁽³⁾	Фиксированная	В пределах LoS станций фиксированной службы, включая станции, расположенные в районах, определенных в п. m раздела <i>учитываемая</i>	Неприменимо	$(I/N)_{\text{средн.}} = -20 \text{ дБ}$ (эквивалентно 1% частичного ухудшения качества)	Рек. МСЭ-R F.758 и МСЭ-R F.1108
420–432 и 438–450	Радиолокационная	В пределах LoS радаров профиля ветра	⁽⁴⁾	$(I/N)_{\text{пик}} = -6 \text{ дБ}$	Рек. МСЭ-R M.1462
420–450	Космической эксплуатации	В пределах LoS приемников устройств для подрыва запускаемых КЛА, расположенных в районах, определенных в п. m раздела <i>учитываемая</i>	Требуется частотное или географическое разделение		Исследования МСЭ-R

ТАБЛИЦА 3 (окончание)

Полоса частот (МГц)	Службы МСЭ-R	Процент времени и критерии из колонок 4 и 5, которые должны применяться только в следующих географических зонах	Максимальный процент времени возможного превышения критерия ⁽¹⁾	Критерии помех на приемных станциях	Источники
420–450	Радиолокационная	В пределах LoS наземных радаров для отслеживания космических объектов ⁽⁵⁾	⁽⁴⁾	$(I/N)_{\text{пик}} = -6$ дБ	Рек. МСЭ-R M.1462
420–450	Радиолокационная	В пределах LoS бортовых судовых радаров	⁽⁴⁾	$(I/N)_{\text{пик}} = -6$ дБ	Рек. МСЭ-R M.1462
420–450	Радиолокационная	В пределах LoS бортовых авиационных радаров	⁽⁴⁾	$(I/N)_{\text{пик}} = -6$ дБ	Рек. МСЭ-R M.1462
420–470 ⁽³⁾	Подвижная	В пределах LoS подвижных станций, включая станции, расположенные в районах, определенных в п. m раздела <i>учитывая</i>	0,1%	п.п.м. = $-204 \text{ дБ(Вт/(м}^2 \cdot \text{Гц))}^{(2)}$	Исследования МСЭ-R

- ⁽¹⁾ Учитывая все активные радары SAR в этом диапазоне частот.
- ⁽²⁾ Максимальная совокупная п.п.м., определенная для полосы 430–440 МГц, основана на максимальном приемлемом уровне помех, принимаемых усредненным боковым лепестком любительской приемной антенны.
- ⁽³⁾ В полосе 430–440 МГц распределения фиксированной и подвижной службам существуют только для некоторых стран, указанных в примечании.
- ⁽⁴⁾ Критерий, приведенный в Рекомендации МСЭ-R M.1462, основан на защите радиолокационных систем от шумоподобных помех. Совместное использование частот радиолокационными системами и активными космическими датчиками может оказаться возможным при уровнях помех выше приведенных в Рекомендации МСЭ-R M.1462, при использовании методов обработки сигнала, отфильтровывающих нежелательные импульсные излучения. В Рекомендации МСЭ-R M.1372 приводится описание некоторых из таких методов подавления помех.
- ⁽⁵⁾ ССИЗ (активная), работающая в полосе 420–450 МГц, не должна вести передачу в пределах видимости наземных радаров для отслеживания космических объектов, перечисленных в таблице 2, до проведения детального анализа на основе каждого отдельного случая, включающего рассмотрение эффектов обработки приемником радара нежелательных сигналов SAR, а также, по возможности, полевых испытаний для подтверждения совместимости со взаимными соглашениями между затронутыми администрациями.

Приложение 2

Методология оценки и уменьшения уровня помех

1 Введение

В данном разделе приводится методология, позволяющая произвести оценку в отношении того, создаст ли трудности нежелательный сигнал, принимаемый другими службами в полосе 420–470 МГц от активных космических датчиков, если работа осуществляется в общих полосах частот. Большая часть содержания данного Приложения была извлечена из Приложения 1 к Рекомендации МСЭ-R SA.1280 – Выбор характеристик излучения активных космических датчиков для снижения потенциальных помех наземным радарам, работающим в полосах частот 1–10 ГГц. В расчетах выделяется ряд параметров датчика, которые надо выбирать таким образом, чтобы улучшить ситуацию совместного использования частот.

2 Расчет помех другим службам

Средняя п.п.м. мешающего сигнала, I_{pfd} (дБ(Вт/(м² · Гц))), и средний уровень мощности мешающего сигнала, I (дБВт), принимаемого другими службами от активных космических датчиков, рассчитываются следующим образом:

$$I_{pfd} = 10 \log P_t + 10 \log (\tau PRF) + G_t - (130,99 + 20 \log R + 10 \log B) + OTR - PG \quad (1a)$$

и

$$I = 10 \log P_t + 10 \log (\tau PRF) + G_t + G_r - (32,44 + 20 \log (fR)) + OTR - PG, \quad (1b)$$

где:

- P_t : пиковая мощность передатчика космического датчика (Вт)
- τ : ширина импульса космического датчика (с)
- PRF : частота следования импульсов космического датчика (Гц)
- G_t : коэффициент усиления антенны космического датчика в направлении других служб (дБи)
- R : наклонная дальность от датчика до радара (км)
- B : ширина полосы датчика (МГц)
- OTR : подавление помехи при настройке приемника (дБ)
- PG : выигрыш от обработки (дБ), подавление нежелательных сигналов вследствие обработки принимаемого сигнала (если неизвестен, предполагается равным нулю)
- f : частота (МГц).

Выражение (1a) дает значение среднего уровня п.п.м. мешающего сигнала, а выражение (1b) дает значение среднего уровня мощности мешающего сигнала. Средний уровень мощности помехи используется, если определено, что такое использование приемлемо. Например, радар, который производит над принимаемым сигналом быстрое преобразование Фурье (БПФ), "размажет" неоднородный импульсный сигнал по некоторому числу накопителей, вследствие чего уровень мешающего сигнала усредняется. Коэффициент подавления помехи при настройке приемника рассчитывается следующим образом:

$$OTR = 10 \log (B_r/B_t) \quad \text{при } B_r \leq B_t \quad (2a)$$

$$= 0 \quad \text{при } B_r > B_t, \quad (2b)$$

где:

- B_r : ширина полосы пропускания приемника
- B_t : ширина полосы передаваемого мешающего сигнала.

Если представляет интерес пиковый мешающий сигнал, то второй член выражения (1) отбрасывается и подавление помехи при настройке приемника рассчитывается следующим образом:

Входной импульс без частотной модуляции:

$$OTR = 20 \log (B_r \tau) \quad \text{при } B_r \tau < 1 \quad (3a)$$

$$= 0 \quad \text{при } B_r \tau > 1. \quad (3b)$$

Входной импульс с частотной модуляцией:

$$OTR = 10 \log \left(\frac{B_r^2 \tau}{B_c} \right) \quad \text{при } \frac{B_r^2 \tau}{B_c} < 1 \quad (4a)$$

$$= 0 \quad \text{при } \frac{B_r^2 \tau}{B_c} > 1, \quad (4b)$$

где:

B_r : ширина полосы по ПЧ приемника другой службы

B_c : ширина полосы импульса с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ) космического датчика

τ : ширина импульса датчика.

3 Критерии помех для других служб

Конкретные критерии для определенных систем других служб приведены в таблице 1 в виде пределов максимальной совокупной п.п.м. на приемных станциях (дБ(Вт/(м² · Гц)), а также максимального процента времени превышения этих пределов п.п.м. Существуют несколько случаев, описанных далее, где используются другие критерии.

3.1 Обзорные радары в радиолокационной службе

Предполагается, что отношение S/N на входе приемника обзорного радара не должно ухудшаться более чем на 0,5 дБ за один период сканирования, принимаемый равным 10 с. Это выражается в отношении I/N по мощности в тракте ПЧ приемника, равном -9 дБ. Считается, что в случае обзорных радаров интерес представляет средний уровень мощности мешающего сигнала.

3.2 Радары слежения в радиолокационной службе

В радары слежения часто используются "селекторы по дальности" для исключения всех отраженных сигналов, кроме приходящих с интересующих расстояний. Важным фактором при определении чувствительности радаров слежения к последовательности мешающих импульсов является доля мешающих импульсов, совпадающая с селекторными импульсами дальности. Совпадение мешающих импульсов с селекторными импульсами дальности зависит от того, являются ли частоты следования полезных и мешающих импульсов (PRF) по отношению друг к другу целыми кратными (случай I) или нет (случай II). Доля совпадающих импульсов, f_c , определяется из выражения:

$$f_c = \frac{GCF(PR F_i, PR F_g)}{PR F_g} \quad \text{для случая I} \quad (5a)$$

$$f_c = PR F_i(\tau_g + \tau_i) \quad \text{для случая II,} \quad (5b)$$

где:

$PR F_i$: частота следования мешающих импульсов

$PR F_g$: частота следования селекторных импульсов

$GCF(PR F_i, PR F_g)$: наибольший общий множитель $PR F_i$ и $PR F_g$

τ_i : ширина мешающего импульса

τ_g : ширина селекторного импульса.

Следует отметить, что в случае, если $\tau_i > \tau_g$, а полезные и мешающие PRF не связаны как целые кратные (случай II), f_c приблизительно равно коэффициенту заполнения мешающих импульсов. Данная ситуация рассматривается как типичный случай и используется для дальнейшего определения порога ухудшения эксплуатационных характеристик радаров слежения.

Для получения высокоточных данных о позиционировании интересующих объектов радары слежения используют антенны с высоким коэффициентом усиления и четко определенными узкими основными лучами. Сервопривод поддерживает наведение основного луча антенны на цель; данный сервопривод управляется сигналом ошибки, генерируемым посредством определения угла ошибки между направлением на цель и направлением луча антенны. Нежелательные сигналы на входе радара могут увеличить эту систематическую ошибку.

Порог ухудшения эксплуатационных характеристик радара слежения, выраженный в допустимой доле совпадающих мешающих импульсов, f_c , как функция отношения S/I на выходе тракта ПЧ определяется следующим образом:

$$f_c = \frac{a^2 - 1}{\frac{90B_r\tau}{(S/I - 1)} - 1} \quad \text{при } S/I > 1 \quad (6a)$$

$$f_c = \frac{a^2 - 1}{\frac{90B_r\tau}{(S/I - 1)} - 1} \quad \text{при } S/I < 1, \quad (6b)$$

где:

a : коэффициент, связанный с общей ошибкой слежения, включающий ухудшение ввиду помехи (например, $a = 1,1$ допускает 0,1 или 10% увеличения за счет помех)

B_r : ширина полосы пропускания фильтра ПЧ радара по уровню 3 дБ

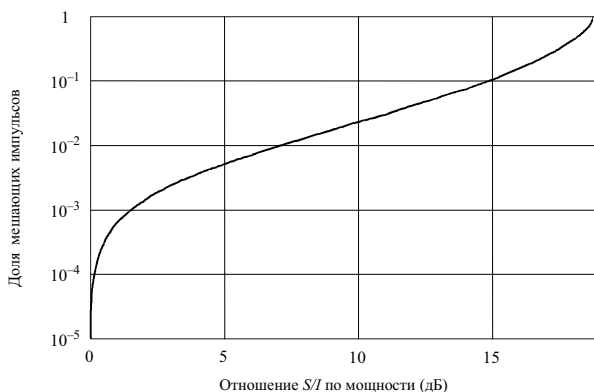
τ : длительность импульсов цели (отмечено, что для радара слежения $B_r \tau \approx 1$)

S/I : отношение S/I (сигнал/помеха) по мощности на выходе тракта ПЧ радара (не в дБ).

Рисунок 2 представляет собой зависимость доли совпадающих импульсов от отношения S/I на выходе тракта ПЧ радара, допускающая 10% увеличение ошибки слежения радара ввиду помехи. Доля совпадающих импульсов приблизительно равна коэффициенту заполнения импульсов датчика (6%), так что отношение $S/I = 13$ дБ соответствует ошибке слежения 10%. Считается, что отношение S/I должно быть ≥ 13 дБ для периодов времени более 3 с. (Так как критерий помехи разрабатывался на основании совпадения импульса помехи с селекторным импульсом дальности радара, необходимо использовать пиковое значение мощности мешающего сигнала.)

РИСУНОК 2

Отношение S/I радара как функция доли совпадающих мешающих импульсов (10% увеличения ошибки слежения)



1260-02

4 Пример анализа нежелательного сигнала от космического датчика, оказывающего влияние на другие службы

4.1 Технические характеристики

4.1.1 Космический датчик

В таблице 4 приведены технические характеристики типичного космического датчика, используемые при дальнейшем анализе.

ТАБЛИЦА 4

Характеристики космического радара SAR1

Параметр	Значение
Высота орбиты (км)	750
Наклонение орбиты (градусы)	98,4
Пиковая излучаемая РЧ мощность (Вт)	400
Средняя излучаемая РЧ мощность (Вт)	4,4
Ширина импульса (мкс)	50
PRF (Гц)	2200
Модуляция импульсов	Линейная ЧМ
Ширина полосы импульса (МГц)	4,8
Пиковое усиление антенны (дБ)	27,9
Ориентация антенны (градусы)	37 от надира
1-й боковой лепесток антенны (дБ)	-17,6 от пикового
5-й боковой лепесток антенны (дБ)	-34 от пикового

4.1.2 Авиационные бортовые радары

В Рекомендации МСЭ-R М.1462 описываются характеристики и критерии защиты для радаров, работающих в полосе частот 420–450 МГц. Заключение предыдущих анализов гласит, что активные космические датчики технически несовместимы с высокочувствительными радарными наземного базирования для отслеживания космических объектов.

Совместимость космических радаров SAR и авиационных бортовых радаров в данной полосе частот анализировалась посредством компьютерного моделирования. Результаты для судовых радаров аналогичны результатам для авиационных бортовых радаров. Проект пересмотра данной Рекомендации указывает полосу частот пропускания приемника воздушного судна 1 МГц и плоскую антенную решетку с усилением 22 дБи в качестве радарной антенны. При анализе считалось, что антенна сканирует по азимуту с углом места 0°. Критерием защиты для радаров является отношение I/N (*помеха/шум*), равное –6 дБ.

4.2 Условия и результаты анализа

4.2.1 Компьютерное моделирование

4.2.1.1 Выигрыш от обработки

Анализ потенциальных помех от космических радаров SAR приемникам радиолокационной службы не предполагал какого-либо выигрыша от обработки (т. е. возможности подавления помех вследствие обработки принятого сигнала). В случае радиолокационных систем могло бы быть полезным исследование потенциальной реакции приемника на импульсные мешающие сигналы, характерные для SAR.

Подробные данные об устойчивости радаров к мешающим импульсным сигналам обычно не публикуются. Тем не менее многие современные приемники радаров, в частности те, которые должны осуществлять функцию наблюдения при наличии значительных помех, производят доплеровскую обработку с целью различения цели на фоне мешающих отражений. Воздействие БПФ на входную импульсную помеху выразится в "размывании" пиковой мощности импульса по соседним накопителям доплеровского сигнала/сигнала дальности, приводя к усреднению воздействия мощности помехи.

4.2.1.2 Критерий помехи для радара

В Рекомендации МСЭ-R М.1462 в качестве критерия защиты для авиационных бортовых радаров указано отношение I/N , равное –6 дБ. Процент времени или продолжительность времени, в течение которых разрешено превышение помехой этого значения, отсутствует. Нецелесообразно применение концепции разрешенного процента времени, в течение которого помеха может превышать данное значение, к радарам, в частности, к таким радарам слежения, как рассматриваемые в данном анализе авиационные бортовые радары. Концепция потери данных или разрешенного "перерыва" может применяться к линиям связи или системам датчиков, однако обнаружение целей – основная и крайне важная функция радарной системы – происходит в короткие моменты времени, в связи с чем длительные перерывы недопустимы.

В ряде аналогичных аналитических работ, проводимых МСЭ-R, использовался подход, при котором результаты моделирования рассматривались в предположении, что характеристики работы обзорного радара не могут ухудшаться в период времени, превышающий один цикл сканирования антенны. Это означает, что цель может не быть обнаружена в течение первого цикла сканирования, после чего осуществляется обнаружение. Авиационные бортовые радары, рассматривавшиеся в данном анализе, имели период вращения антенны порядка 10 с. Таким образом, помеха не должна превышать $I/N = -6$ дБ более 10 с. (Если исходить из этого предположения, то цель, приближающаяся со скоростью 800 км/ч, окажется ближе примерно на 2 км по сравнению с тем, если бы обнаружение происходило в отсутствие помех. Это может

быть приемлемым или нет в зависимости от ситуации.) После рассмотрения результатов моделирования (при котором учитывалась как пиковая, так и средняя мощность помехи для радаров) стало ясно, что совместное использование частот космическими SAR и радаром может оказаться затруднительным.

4.2.1.3 Результаты компьютерного моделирования

Моделирование проводилось с использованием радара типа SAR1 (см. таблицу 5). В таблице 6 приведены результаты компьютерного моделирования ожидаемой помеховой ситуации от космического радара SAR1 системам радиолокационной службы. Моделирование проводилось с шагом 2 с за 60-дневный период. Следует отметить, что в таблице 6 также приведены два результата касательно процента времени, в течение которого действовала помеха.

Первый из них касается процента времени, в течение которого критерий помехи превышает в периоды, когда на земной станции (станциях) видны один или несколько радаров SAR (т. е. находятся над горизонтом); второй – это процент времени, в течение которого критерий помехи превышает за весь период моделирования (т. е. включая периоды, когда в некоторых районах Земли не видно ни одного радара SAR).

ТАБЛИЦА 5

Пиковая/средняя п.п.м. помехи от основных и боковых лепестков радара SAR1 в Р-диапазоне у поверхности Земли

Параметр	Значение	дБ
Мощность передатчика (Вт)	400,00	26,02
Пиковое усиление основного лепестка антенны (дБи)	27,90	27,90
Уровень боковых лепестков антенны (дБи)	-6,10	-6,10
$1/(4\pi)$	$7,96 \times 10^{-2}$	-10,99
$1/(\text{расстояние})^2$ (км)	972,80	-119,76
1/ширина полосы (МГц)	1/4,80	-66,81
Ширина импульса (мкс)	50	
PRF (Гц)	2200	
Пиковая плотность мощности в основном лепестке (дБВт)		-75,86
Пиковая плотность мощности в боковом лепестке (дБВт)		-109,86
Пиковая п.п.м. в основном лепестке (дБ(Вт/(м ² · Гц)))		-143,6
Средняя п.п.м. в основном лепестке (дБ(Вт/(м ² · Гц)))		-153,2
Пиковая п.п.м. в боковых лепестках (дБ(Вт/(м ² · Гц)))		-177,6
Средняя п.п.м. в боковых лепестках (дБ(Вт/(м ² · Гц)))		-187,2

ТАБЛИЦА 6

Результаты компьютерного моделирования

Приемник	Критерий	SAR1
Авиационный бортовой радар	I/N , худшее (дБ)	36,2
	I/N , среднее (дБ)	-4,4
	Процент времени, когда $I/N > -6$ дБ (SAR виден) (%)	12,0
	Процент времени, когда $I/N > -6$ дБ (За все время) (%)	0,6
	Максимальное время, когда $I/N > -6$ дБ (мин.)	4,8
	Среднее время, когда $I/N > -6$ дБ (с)	7,3
	Число случаев, когда $I/N > -6$ дБ (событий)	3823

5 Процедура использования методологии

Средняя п.п.м. активного космического датчика должна рассматриваться на этапах разработки. Уравнения с (1) по (4) могут применяться для определения параметров, которые потенциально могут быть отрегулированы в процессе разработки космического датчика с целью улучшения совместного использования частот с другими службами. Мощность передатчика, коэффициент усиления антенны (в частности, уровни боковых лепестков), ширина и частота следования импульсов, а также ширина полосы импульса с ЛЧМ, вероятно, могут быть настраиваемыми параметрами.

При анализе совместимости космического датчика с системой определенной службы необходимо учитывать выигрыш от обработки в приемной системе (в случае его наличия), так как в настоящем анализе считалось, что он отсутствует. Такое предположение справедливо для общего случая, так как не все приемные станции обеспечивают подобный выигрыш.

Для примера рассмотрим два радара, работающих в полосе частот 420–450 МГц:

- радар слежения с шириной полосы по ПЧ 0,1 МГц (радар 1)
- авиационный бортовой радар перехвата с шириной полосы по ПЧ 1 МГц (радар 2).

Если космический датчик из таблицы 4 может работать с различной шириной импульса и шириной полосы импульса с ЛЧМ, как указано в таблице 7, то может быть достигнуто значительное снижение уровня мощности нежелательного сигнала.

ТАБЛИЦА 7

**Пример снижения нежелательной принимаемой мощности датчика
посредством изменения ширины импульса датчика
и ширины полосы импульса с ЛЧМ**

	Новые значения параметров SAR1		ΔOTR (дБ)	ΔP_{avg} (дБ)	ΔI (дБ)
	τ (мкс)	B_c (МГц)			
Радар 1	25	6	-4,0	Нет данных ⁽¹⁾	-4,0
Радар 2	25	6	-0,0	-3,0	-3,0

⁽¹⁾ Считалось целесообразным использовать среднюю мощность мешающего сигнала для авиационного бортового радара и пиковую мощность мешающего сигнала для следящего радара.

6 Заключение

Было продемонстрировано, что существует возможность снижения п.п.м. для улучшения характеристик излучения активного космического датчика с целью повышения совместимости с другими службами. Мощность передатчика датчика, диаграмма направленности антенны, ширина импульса, PRF, а также ширина полосы импульса с ЛЧМ (при использовании частотной модуляции) являются вероятными характеристиками, которые можно подстраивать для улучшения совместимости.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R ВО.1293-2

**Защитные маски и связанные с ними методы расчета помех
радиовещательным спутниковым системам,
использующим излучения цифровых сигналов**

(Вопрос МСЭ-R 223/11)

(1997-2000-2002)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что защитные отношения и связанные с ними защитные маски являются необходимыми характеристиками телевизионных сигналов в радиовещательной спутниковой службе (РСС) и соответствующих фидерных линиях;
- b) что Планы в Приложениях 30 и 30А Регламента радиосвязи (РР) были разработаны с использованием значений защитных отношений и методов расчета помех, основанных на фиксированных смещениях частоты и заданных типах сигналов;
- c) что в новых системах, представленных в Бюро радиосвязи (БР), для реализации этих планов предлагается использовать новые типы сигналов, для которых отсутствуют защитные маски и имеются только ограниченные методы расчета помех;
- d) что БР поручило 6-й Исследовательской комиссии по радиосвязи представить дополнительные методики и защитные критерии для оценки помех, создаваемых этими новыми типами сигналов, а также помех, испытываемых ими;
- e) что определения защитных масок и соответствующих методов расчета являются весьма полезной технической информацией при пересмотре Планов в Приложениях 30 и 30А РР для Районов 1 и 3;
- f) что различными администрациями и организациями был проведен ряд исследований по проверке предложенного метода расчета помех,

признавая,

- a) что защитные маски расширяют полезные свойства защитных отношений, которые в свою очередь связаны с фиксированными смещениями частоты;
- b) что соответствующие защитные маски для расчета помех между излучениями цифровых сигналов могут быть получены с использованием методики, приведенной в Приложении 3;
- c) что Всемирная конференция радиосвязи (Стамбул, 2000 г.) (ВКР-2000) разработала новые планы РСС и соответствующих фидерных линий для Районов 1 и 3, основанные на цифровой модуляции, а также новые Списки для Районов 1 и 3, обновив таким образом Приложения 30 и 30А;
- d) что администрациям дано право реализовывать их присвоения в Плане в любое время без дополнительных ограничений в отношении характеристик, на которых основаны эти планы,

рекомендует,

1 чтобы при проведении любого анализа совместимости ЕРМ/ОЕРМ согласно статьям 4 и 5 Приложений 30 и 30А РР применялось Приложение 1;

2 чтобы для анализов совместимости, указанных в п.1 раздела "рекомендует" использовались соответствующие методы ЕРМ/ОЕРМ расчета помех, приведенные в Приложении 1.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – При анализе совместимости в процессе двусторонней координации между администрациями для создания защитных масок, предусмотренных в Приложении 3 для сетей РСС, использующих все типы цифровых излучений с фазовой манипуляцией, может применяться метод расчета.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Необходимы дополнительные исследования для получения масок в случаях помех между другими типами излучений (то есть для помех типа аналог–аналог, цифра–аналог и аналог–цифра). Пока эти маски не будут разработаны, при расчете помех между излучениями в случае цифровой помехи следует использовать метод, описанный в Приложении 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Расчет помех от цифровых сигналов при отсутствии соответствующих защитных масок

При применении метода расчета согласно Приложению 2 желательно использовать наиболее подходящую защитную маску для рассматриваемой ситуации помех от цифровых сигналов (т. е. наиболее подходящее значение $D_i(f_o)$ в Приложении 2). Например, в случае помех, создаваемых цифровому излучению, эта маска может быть получена с использованием метода расчета, приведенного в Приложении 3.

Дополнительные исследования требуются также для получения подходящих общих защитных масок для случая помех, создаваемых цифровыми сигналами аналоговым.

Пока эти маски не разработаны, для расчета помех между двумя излучениями, когда источником помех являются излучения цифровых сигналов, следует использовать метод, приведенный ниже.

Величина $D(f_o)$ вычисляется следующим образом:

$$D(f_o) = 10 \log_{10} (B/b(f_o)) + K,$$

где:

$b(f_o)$: ширина полосы перекрытия между мешающим и полезным сигналами (МГц)

B : необходимая ширина полосы мешающего цифрового сигнала (МГц)

K : положительный взвешивающий коэффициент.

В общем случае, метод расчета защитной маски, приведенный в Приложении 3, дает количественную оценку величины K , которая может изменяться в зависимости от параметров полезного и мешающего сигналов и от сдвига частот между двумя сигналами (в действительности, метод в Приложении 3 не дает точного расчета коэффициента K , а скорее непосредственно вычисляет величину $-D(f_o)$).

При отсутствии подходящих защитных масок, которые количественно определяют коэффициент K , прямо или косвенно, следует допустить $K = 0$, что соответствует наихудшему случаю.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Методы расчета помех, связанные с Приложениями 1 и 3*

1 Введение

Цель этого Приложения – определить обобщенный метод расчета помеховой ситуации в Планах РСС с учетом различных категорий помех (например, в совмещенном канале, в соседних каналах и т. д.).

С целью установления значений, необходимых для оценки помеховой ситуации между различными излучениями согласно Планам РСС, следует применять определенный ниже обобщенный метод расчета помех, связанный с соответствующими методами расчета защитных масок.

2 Терминология, символы и операторы

Для упрощения этого Приложения и облегчения его понимания, ниже приводятся определения некоторых терминов, символов и операторов:

Единичный входной

сигнал, se : учитывается одна мешающая несущая

Суммарный, ag : учитываются все мешающие несущие

Эквивалентный, eq : сумма помех на совпадающей частоте и на смещенных частотах

Общий, ov : сумма помех в фидерной линии, на линиях вверх (up) и вниз (dn)

f_o : сдвиг частот: разность между центральными частотами двух несущих

C/I : отношение несущая/помеха (дБ)

PR: защитное отношение (дБ)

ЕРМ: эквивалентный запас по защите (дБ)

ОЕРМ: общий эквивалентный запас по защите (дБ)

* Этот метод был разработан для проведения анализа совместимости присвоений, представленных в BR согласно положениям Приложений 30 и 30A РР, с параметрами, отличными от используемых при составлении Планов (ширина полосы канала, центральная частота, тип излучения и т. д.).

X : снижение общего отношения C/I из-за помех в фидерной линии (дБ)

Оператор $\oplus$: $A \oplus B = -10 \log(10^{-A/10} + 10^{-B/10})$

Оператор $\odot$: $A \odot B = -10 \log(10^{-A/10} + 10^{-B/10})$

Оператор $\Sigma \oplus$: $\sum_{n=1}^N \oplus A_n = -10 \log(10^{-A_1/10} + 10^{-A_2/10} + \dots + 10^{-A_n/10})$.

3 Методы расчета помех

Для расчета помеховой ситуации для данного присвоения необходимы два основных элемента:

- эквивалентное суммарное значение отношения несущая/помеха, $C/I_{eq, ag}$, на линии вверх и линии вниз, $C/I_{eq, ag, up}$, $C/I_{eq, ag, dn}$, соответственно,
- общие значения защитного отношения в совмещенном канале (или на совпадающей частоте) для полезной несущей, PR_{ov} .

Кроме того, требуются определения значений эквивалентных запасов по защите (ЕРМ) (см. Примечание 1) и общего эквивалентного запаса по защите (ОЕРМ).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – ЕРМ не требуется в случае применения этого метода для Плана РСС в Районе 2.

3.1 Первые элементы, то есть значения эквивалентных суммарных отношений несущая/помеха, вычисляются следующим образом на линиях вверх и линиях вниз:

$$C/I_{eq, ag, up} = \sum_{i=1}^m \oplus (C/I_{i, se, up} + D_i(f\phi_i))$$

$$C/I_{eq, ag, dn} = \sum_{i=1}^n \oplus (C/I_{i, se, dn} + D_i(f\phi_i)).$$

где:

- m : число мешающих несущих в фидерной линии
- n : число мешающих несущих на линии вниз
- $f\phi$: сдвиг частот между центральными частотами полезной несущей и одной из мешающих несущих; положительное или отрицательное значение (МГц)
- $D(f\phi)$: разность (дБ) между соответствующим значением защитной маски при отсутствии сдвига частот (то есть центральное значение установлено на 0 МГц) и значением защитной маски при сдвиге частот $f\phi$ МГц.

Для случая цифровой полезной несущей и цифровой мешающей несущей, величина $D(f\phi) = -I(f\phi)$, где $I(f\phi) (= I(\Delta f))$ определяется в Приложении 3 в предположении линейного или нелинейного канала.

Для других комбинаций типов полезных и мешающих несущих (помеха, создаваемая цифровым сигналом аналоговому) необходимо определить соответствующие маски. Пока эти маски не будут разработаны, для оценки величины $D(f\phi)$ следует применять модель, приведенную в Приложении 1.

Исходя из этих первых элементов значения общего эквивалентного суммарного отношения несущая/помеха (обозначается как $C/I_{ov, eq, ag}$) могут быть вычислены следующим образом:

$$C/I_{ov, eq, ag} = C/I_{eq, ag, up} \oplus C/I_{eq, ag, dn}.$$

3.2 Второй важный элемент, то есть общее защитное отношение, PR_{ov} , связан с типом полезных несущих.

В дополнение к этому второму элементу могут быть определены значения защитного отношения в фидерной линии и на линии вниз, PR_{up} и PR_{dn} , соответственно. Допуская заданное увеличение, X , защитного отношения на линии вниз для учета помех в фидерной линии, значения PR_{up} и PR_{dn} определяются следующим образом:

$$PR_{dn} = PR_{ov} + X$$

$$PR_{up} = PR_{ov} \odot PR_{dn}.$$

3.3 Определения EPM_{up} , EPM_{dn} и $OEPM$

$$OEPM = C/I_{ov, eq, ag} - PR_{ov}$$

$$EPM_{up} = C/I_{eq, ag, up} - PR_{up}$$

$$EPM_{dn} = C/I_{eq, ag, dn} - PR_{dn}.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Расчет защитных масок для помех между различными типами цифровых несущих

1 Метод

Предполагается, что цифровая несущая сигнала помехи может, для целей расчета помех, моделироваться в виде источника белого шума, за которым следует фильтр в виде корня квадратного из приподнятой косинусоиды. Коэффициент спада, α_i , этого фильтра может свободно устанавливаться в диапазоне $0 \leq \alpha_i \leq 1$ (спад от 0% до 100%). Ширина полосы пропускания фильтра по уровню 3 дБ определяется скоростью передачи символов, R_i , для мешающего цифрового сигнала.

Уровень мешающего цифрового сигнала, воздействующего на полезный цифровой сигнал, зависит от:

- разности частот между полезным и мешающим сигналами, Δf ;
- характеристик фильтра приемника;
- характеристик канала передачи, в котором переносится мешающий сигнал.

Этот фильтр также модулируется фильтром в виде корня квадратного из приподнятой косинусоиды с коэффициентом спада, α_w , где $(0 \leq \alpha_w \leq 1)$, а ширина полосы пропускания фильтра по уровню 3 дБ определяется скоростью передачи символов, R_w , полезного сигнала.

Усиление мешающего сигнала в усилителе большой мощности вызывает дополнительный рост боковых лепестков спектра. Вклад помех за счет боковых лепестков незначителен при небольших величинах Δf , но становится все более существенным по мере увеличения разнoсa частот.

Необходимо учитывать только два первых боковых лепестка. Для всех практических сценариев передачи вклад помех от боковых лепестков более высокого порядка незначителен.

Уровень каждого бокового лепестка регулируется относительно основного лепестка спектра с целью отображения характеристик нелинейного канала. В относительном уровне каждого бокового лепестка сравниваются две составляющие L_s и X :

- Величина L_s , которая зависит от характеристик нелинейности усилителя большой мощности (НРА) и от уровня возбуждения усилителя (потерь выходной мощности). Величина L_s различна для каждого бокового лепестка.
- Величина X , характеризующая влияние фильтрации на выходе НРА. Предполагается, что эта величина ослабления должна быть одной и той же для всех боковых лепестков спектра. Такой подход консервативен, поскольку характеристика усиления фильтра, стоящего после НРА, не является плоской и имеет спад по мере увеличения разнoсa частот относительно центральной частоты канала.

Параметры L_s и X выражаются в децибелах.

Параметры R_i и R_w выражаются в Мсимвол/с. Общая ширина полосы полезного и мешающего сигналов определяется соответственно формулами $R_w (1 + \alpha_w)$ МГц и $R_i (1 + \alpha_i)$ МГц. Параметр разнoсa частот Δf выражается в МГц. Предполагается, что помеха на выходе фильтра приемника является шумоподобной.

Для расчета мощности полезного сигнала на входе приемника и вклада за счет мощности помех от основного лепестка спектра и от каждого из боковых лепестков спектра используется общий алгоритм. Процедура расчета каждого вклада в мощность сигнала заключается в следующем (для определения используемых ниже терминов см. § 3, ниже):

- a) установите входные параметры (R_i , R_w , α_i , α_w , δf , L_s и X) в соответствующие значения с целью расчета конкретного вклада в мощность сигнала (за счет полезного сигнала, основного лепестка спектра мешающего сигнала или бокового лепестка спектра мешающего сигнала);
- b) рассчитайте девять пар предельных уровней (U_n , L_n , $n = 1, \dots, 9$);
- c) рассчитайте пять составляющих членов мощности (C_m , $m = 1, \dots, 5$);
- d) рассчитайте общую принимаемую мощность, P :

$$P = 10^{\frac{L_s - X}{10}} \sum_{m=1}^5 C_m.$$

Уровень мощности помех I (Δf), измеренный на выходе фильтра приемника и выраженный относительно мощности полезной несущей при отношении $C/I = 0$ дБ для эталонной линии (то есть предполагая равные уровни мощности полезной и мешающей несущих), вычисляется следующим образом:

Этап 1: Рассчитайте мощность полезного сигнала, P_w , на выходе фильтра приемника, используя вышеприведенный алгоритм и устанавливая следующие значения входных параметров:

$$R_i = R_w, \quad \alpha_i = \alpha_w, \quad \delta f = 0, \quad L_s = 0, \quad X = 0.$$

Этап 2: Рассчитайте вклад мощности мешающего сигнала от основного лепестка спектра, P_0 , на выходе фильтра приемника, используя тот же самый алгоритм и устанавливая следующие входные параметры:

$$\delta f = \Delta f, \quad L_s = 0, \quad X = 0.$$

Этап 3: Рассчитайте вклад мощности мешающего сигнала от первого бокового лепестка спектра, P_1 , со следующими установленными входными параметрами:

$$\delta f = |\Delta f| - R_i, \quad L_s = L_1 \neq 0, \quad X \neq 0.$$

Величина L_s зависит от характеристик нелинейности усилителя НРА и от уровня его возбуждения. Величина X зависит от внеполосных характеристик затухания фильтра, включенного после НРА.

Этап 4: Рассчитайте вклад мощности мешающего сигнала от первого бокового лепестка спектра, P_2 , со следующими установленными входными параметрами:

$$\delta f = |\Delta f| - 2R_i, \quad L_s = L_2 \neq L_1 \neq 0, \quad X \neq 0.$$

Величина L_s , как и ранее, зависит от характеристик нелинейности усилителя НРА и от уровня его возбуждения. Величина X имеет то же значение, что и для этапа 3.

Этап 5: Рассчитайте относительную мощность помех для заданных параметров сигнала и разности частот:

$$I(\Delta f) = 10 \log \left(\frac{P_0 + P_1 + P_2}{P_w} \right) \quad \text{дБ}.$$

2 Пример расчета защитной маски

В качестве (произвольного) примера предполагается, что полезный и мешающий сигналы имеют следующие параметры:

Полезный цифровой сигнал:

Скорость передачи символов, $R_w = 27,5$ Мсимвол/с

Коэффициент спада, $\alpha_w = 0,35$ (косинусоидальный спад 35%).

Мешающий цифровой сигнал:

Скорость передачи символов, $R_i = 27,5$ Мсимвол/с

Коэффициент спада, $\alpha_i = 0,35$ (косинусоидальный спад 35%).

Уровни боковых лепестков:

Уровень первого бокового лепестка, $L_{s1} = -17,0$ дБ

Уровень второго бокового лепестка, $L_{s2} = -27,5$ дБ.

Фильтрация после НРА:

Затухание бокового лепестка, $X_f = 12,0$ дБ.

Разнос частот между полезным и мешающим сигналами, Δf , предполагается равным 38,36 МГц. Применение метода расчета, описанного в § 1 и подробно изложенного в § 3 этого Приложения, приводит к следующей процедуре:

Этап 1: Рассчитайте мощность полезного сигнала, P_w , на выходе фильтра приемника:

$$R_i = R_w, \quad \alpha_i = \alpha_w, \quad L_s = 0, \quad X = 0, \quad \delta f = 0$$

$$L_1 = U_8 = U_9 = -8,937$$

$$U_1 = L_2 = U_2 = L_3 = U_3 = L_4 = U_4 = L_5 = U_5 = L_6 = L_7 = L_8 = L_9 = 8,937$$

$$U_6 = U_7 = 18,563$$

$$C_1 = 0,825, \quad C_2 = 0, \quad C_3 = 0, \quad C_4 = 0,088, \quad C_5 = 0$$

$$P_w = 0,913.$$

Этап 2: Рассчитайте мощность мешающего сигнала, P_0 , обусловленную основным лепестком спектра на выходе фильтра приемника:

$$L_s = 0, \quad X = 0, \quad \delta f = \Delta f$$

$$L_1 = L_3 = L_4 = 29,422, \quad U_1 = L_2 = L_5 = L_7 = 8,937, \quad L_6 = L_9 = 47,297, \quad L_8 = -18,563$$

$$U_9 = -8,937, \quad U_2 = U_5 = -29,422, \quad U_3 = U_4 = U_6 = 18,563, \quad U_7 = U_8 = -19,797$$

$$C_1 = 0, \quad C_2 = 0, \quad C_3 = 0, \quad C_4 = 0, \quad C_5 = 0$$

$$P_0 = 0.$$

Этап 3: Рассчитайте мощность мешающего сигнала, P_1 , обусловленную первым боковым лепестком спектра на выходе фильтра приемника:

$$L_s = L_{s1}, \quad X = X_f, \quad \delta f = |\Delta f| - R_i$$

$$L_1 = 1,923, \quad U_1 = L_2 = L_3 = L_4 = L_5 = L_7 = 8,937, \quad U_2 = U_5 = L_8 = -1,923$$

$$U_3 = U_4 = U_6 = 18,563, \quad L_6 = L_9 = 19,797, \quad U_7 = 7,703, \quad U_8 = U_9 = -8,937$$

$$C_1 = 0,605, \quad C_2 = 0, \quad C_3 = 0, \quad C_4 = 0, \quad C_5 = 0$$

$$P_1 = 7,618 \times 10^{-4}.$$

Этап 4: Рассчитайте мощность мешающего сигнала, P_2 , обусловленную вторым боковым лепестком спектра на выходе фильтра приемника:

$$L_s = L_{s2}, \quad X = X_f, \quad \delta f = |\Delta f| - 2R_i$$

$$L_1 = U_8 = U_9 = -8,937, \quad U_1 = U_3 = U_4 = L_9 = -7,703, \quad L_2 = L_3 = L_4 = L_5 = L_6 = 8,937$$

$$U_2 = U_5 = U_7 = 18,563, \quad L_7 = L_8 = 25,578, \quad U_6 = 1,922$$

$$C_1 = 0,395, \quad C_2 = 0, \quad C_3 = 0, \quad C_4 = 0, \quad C_5 = 0$$

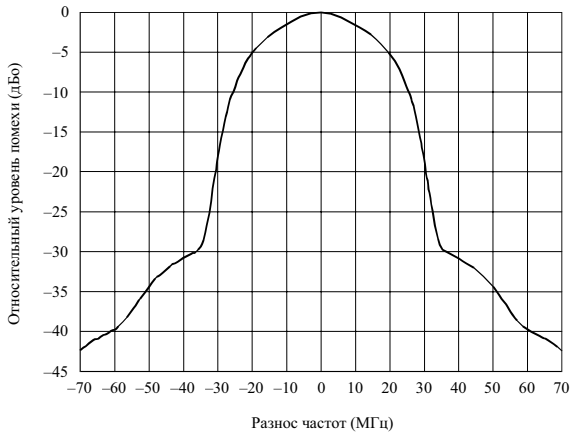
$$P_2 = 4,431 \times 10^{-5}.$$

Этап 5: Рассчитайте общую мощность помех относительно мощности полезного сигнала:

$$I(\Delta f) = -30,5.$$

Использование этой процедуры для различных значений разноса частот приводит к расчету примерной защитной маски, показанной на рисунке 1.

РИСУНОК 1



1293-01

3 Алгоритмы: Расчет мощности принимаемого сигнала (полезного или мешающего)

3.1 Предельные уровни

$$A = (1 - \alpha_w) \frac{R_w}{2}$$

$$B = (1 + \alpha_w) \frac{R_w}{2}$$

$$C = (1 - \alpha_i) \frac{R_i}{2}$$

$$D = (1 + \alpha_i) \frac{R_i}{2}$$

$$L_1 = \max(-A; \delta f - C)$$

$$L_4 = \max(A; \delta f - C)$$

$$L_7 = \max(A; -\delta f + C)$$

$$U_1 = \min(A; \delta f + C)$$

$$U_4 = \min(B; \delta f + C)$$

$$U_7 = \min(B; -\delta f + D)$$

$$L_2 = \max(-A - \delta f; C)$$

$$L_5 = \max(A; -\delta f - C)$$

$$L_8 = \max(-B; -\delta f + C)$$

$$U_2 = \min(A - \delta f; D)$$

$$U_5 = \min(B; -\delta f + C)$$

$$U_8 = \min(-A; -\delta f + D)$$

$$L_3 = \max(-A + \delta f; C)$$

$$L_6 = \max(A; \delta f + C)$$

$$L_9 = \max(-B; \delta f + C)$$

$$U_3 = \min(A + \delta f; D)$$

$$U_6 = \min(B; \delta f + D)$$

$$U_9 = \min(-A; \delta f + D)$$

ПРИМЕЧАНИЕ 1:

$\max(a; b)$: максимальное значение a и b

$\min(a; b)$: минимальное значение a и b

δf = частота мешающего сигнала – частота полезного сигнала

3.2 Функции

Если $1 \leq n \leq 3$:

$$p_n(a, b) = \begin{cases} f_n(a) - f_n(b) & \text{при } a > b \\ 0 & \text{при } a \leq b \end{cases}$$

$$f_1(x) = \left(\frac{x}{R_i} \right) \quad f_2(x) = \frac{\alpha_i}{2\pi} \cos \left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - R_i}{\alpha_i R_i} \right) \quad f_3(x) = \frac{\alpha_w R_w}{2\pi R_i} \cos \left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - R_w}{\alpha_w R_w} \right).$$

Если $4 \leq n \leq 5$:

$$p_n(a, b, \delta f) = \begin{cases} f_n(a, \delta f) - f_n(b, \delta f) & \text{при } a > b \\ 0 & \text{при } a \leq b \end{cases}$$

$$f_4(x, y) = \begin{cases} f_{4a}(x, y) & \text{при } \alpha_w R_w = \alpha_i R_i \\ f_{4b}(x, y) & \text{при } \alpha_w R_w \neq \alpha_i R_i \end{cases} \quad f_5(x, y) = \begin{cases} f_{5a}(x, y) & \text{при } \alpha_w R_w = \alpha_i R_i \\ f_{5b}(x, y) & \text{при } \alpha_w R_w \neq \alpha_i R_i \end{cases}$$

$$f_{4a}(x, y) = \frac{1}{16\pi R_i} \left(2\pi x \cos \left(\frac{\pi}{2} \frac{2y + R_i - R_w}{\alpha_i R_i} \right) - \alpha_i R_i \sin \left(\frac{\pi}{2} \frac{4x - 2y - R_i - R_w}{\alpha_i R_i} \right) \right)$$

$$f_{4b}(x, y) = \frac{\alpha_i \alpha_w R_w}{4\pi (\alpha_i^2 R_i^2 - \alpha_w^2 R_w^2)} \left(\alpha_i R_i \cos \left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - R_w}{\alpha_w R_w} \right) \sin \left(\frac{\pi}{2} \frac{2y - 2x + R_i}{\alpha_i R_i} \right) + \alpha_w R_w \sin \left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - R_w}{\alpha_w R_w} \right) \cos \left(\frac{\pi}{2} \frac{2y - 2x + R_i}{\alpha_i R_i} \right) \right)$$

$$f_{5a}(x, y) = \frac{1}{16\pi R_i} \left(\alpha_i R_i \sin \left(\frac{\pi}{2} \frac{4x - 2y - R_i + R_w}{\alpha_i R_i} \right) - 2\pi x \cos \left(\frac{\pi}{2} \frac{2y + R_i + R_w}{\alpha_i R_i} \right) \right)$$

$$f_{5b}(x, y) = \frac{\alpha_i \alpha_w R_w}{4\pi (\alpha_i^2 R_i^2 - \alpha_w^2 R_w^2)} \left(\alpha_i R_i \cos \left(\frac{\pi}{2} \frac{2x + R_w}{\alpha_w R_w} \right) \sin \left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - 2y - R_i}{\alpha_i R_i} \right) - \alpha_w R_w \sin \left(\frac{\pi}{2} \frac{2x + R_w}{\alpha_w R_w} \right) \cos \left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - 2y - R_i}{\alpha_i R_i} \right) \right).$$

3.3 Составляющие мощности

$$C_1 = p_1(U_1, L_1) + \frac{1}{2} \sum_{n=2}^5 p_1(U_n, L_n) + \frac{1}{4} \sum_{n=6}^9 p_1(U_n, L_n)$$

$$C_2 = p_2(U_2, L_2) + p_2(U_3, L_3) + \frac{1}{2} [p_2(U_6 - \delta f, L_6 - \delta f) + p_2(U_7 + \delta f, L_7 + \delta f) + p_2(U_8 + \delta f, L_8 + \delta f) + p_2(U_9 - \delta f, L_9 - \delta f)]$$

$$C_3 = p_3(U_4, L_4) + p_3(U_5, L_5) + \frac{1}{2} [p_3(U_6, L_6) + p_3(U_7, L_7) + p_3(-L_8, -U_8) + p_3(-L_9, -U_9)]$$

$$C_4 = p_4(U_6, L_6, \delta f) + p_4(U_7, L_7, -\delta f)$$

$$C_5 = p_5(U_8, L_8, -\delta f) + p_5(U_9, L_9, \delta f)$$

3.4 Общая мощность принимаемого сигнала

$$\text{Мощность} = 10^{\frac{L_k - X}{10}} \sum_{m=1}^5 C_m.$$

ДОБАВЛЕНИЕ 1

К ПРИЛОЖЕНИЮ 3

Заявление параметров, связанных с излучениями цифровых сигналов

Применение метода, описанного в Приложении 3, для расчета защитных масок в случае помех между излучениями цифровых сигналов, требует заявления параметров, связанных с каждым излучением цифровых сигналов. Этими параметрами являются:

- вид цифровой модуляции (этот метод применим только к сигналам с фазовой манипуляцией);
- скорость передачи символов (Мсимвол/с);
- коэффициент спада фильтра, формирующего цифровые импульсы (предполагается применение фильтра с косинусоидальным спадом или приближение к этому), значение в диапазоне от 0 до 1;
- относительные уровни первого и второго боковых лепестков, Ls1 и Ls2 (дБ);
- затухание бокового лепестка, X (дБ), обусловленное фильтрацией после НРА.

Первые три из этих пунктов уже требуются в Приложении 4 к РР. Кроме того, рекомендуется, чтобы два последних пункта были представлены в качестве добавления к Приложению 4 РР на будущей компетентной конференции.

Большинство цифровых ТВ несущих на линии вниз занимают всю полосу пропускания ретранслятора, и данный ретранслятор используется в режиме насыщения для максимальной мощности на линии вниз. Исследования показали, что при этих условиях подходящие относительные уровни боковых лепестков составляют –18 дБ и –30 дБ, соответственно. Кроме того, поскольку на выходе бортового НРА (усилитель на лампе бегущей волны (TWTA)) всегда имеет место фильтрация (выходное устройство уплотнения), параметр X не равен нулю. Точное значение X изменяется от системы к системе. По-видимому, величина 12 дБ является консервативным минимальным значением, которое должно превышать всеми новыми системами, работающими в соседних каналах при совпадающей поляризации.

На линиях вверх фильтр после усилителя НРА, как правило, отсутствует, но с целью регулирования уровней внеполосных боковых лепестков НРА работает с потерями выходной мощности. Маловероятно, чтобы в фидерных линиях систем РСС превышались уровни боковых лепестков –29 дБ и –39,5 дБ.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R S.1340*,**

Совместное использование частот в полосе 15,4–15,7 ГГц фидерными линиями подвижной спутниковой службы в направлении Земля–космос и воздушной радионавигационной службы

(Вопрос МСЭ-R 243/4)

(1997)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что Резолюция 117 Всемирной административной радиоконференции (Женева, 1995 г.) (ВАРК-95) предусматривает проведение Сектором МСЭ-R исследований возможности и условий совместного использования частот в полосе 15,45–15,65 ГГц фидерными линиями (Земля–космос) подвижной спутниковой службы (ПСС) и воздушной радионавигационной службой;
- b) что полоса 15,4–15,7 ГГц распределена воздушной радионавигационной службе на первичной основе и, что применяется п. 953 (S4.10) Регламента радиосвязи (РР);
- c) что ВКР-95 дополнительно распределила частоты в полосе 15,45–15,65 ГГц фиксированной спутниковой службе (ФСС) для фидерных линий негеостационарных (НГСО) спутниковых сетей ПСС в направлении Земля–космос;
- d) что в данной полосе необходимо разместить фидерные линии (Земля–космос) НГСО спутников ПСС;
- e) что излучения станций воздушной радионавигационной службы могут создавать недопустимые помехи работе спутников;
- f) что администрация, эксплуатирующая станции воздушной радионавигационной службы, настоятельно рекомендует ограничить среднюю величину э.и.и.м. до 42 дБВт для того, чтобы уменьшить помехи НГСО спутникам; эта величина может быть пересмотрена и исследована Сектором МСЭ-R (см. п. S5.511C РР);
- g) что считается непрактичным проводить координацию излучений станций воздушной радионавигации с фидерными линиями космических станций;
- h) что сигналы фидерных линий земных станций, распространяющиеся вдоль земной поверхности, могут создать вредные помехи станциям воздушной радионавигации;
- j) что для защиты воздушной радионавигационной службы в соответствии с п. S5.511C РР были установлены определенные ограничения параметров фиксированной спутниковой службы;
- k) что эта полоса достаточно широко используется станциями воздушной радионавигационной службы, расположенными на воздушных судах, земной поверхности и в океане;
- l) что в соответствии с п. S5.511B РР станциям, расположенным на воздушных судах, не позволено вести передачи в полосе 15,45–16,45 ГГц;

* Данная Рекомендация должна быть доведена до сведения 8-й Исследовательской комиссии по радиосвязи.

** В 2001 году 4-я Исследовательская комиссия по радиосвязи внесла в эту Рекомендацию редакционные поправки в соответствии с Резолюцией МСЭ-R 44 (AP-2000).

- м) что технические и эксплуатационные характеристики станций воздушной радионавигационной службы достаточно хорошо известны;
- п) что технические и эксплуатационные характеристики фидерных линий не определены;
- о) что для того, чтобы обеспечить защиту станций воздушной радионавигации, требуется методика определения координационных расстояний и дистанций разнеса между земными станциями фидерных линий и станциями воздушной радионавигации;
- р) что по всем вопросам, поставленным во всех предыдущих пунктах раздела *учитывая*, были проведены исследования,

рекомендует

- 1 что использование фидерных линий ПСС должно быть ограничено полосой 15,43–15,63 ГГц (см. Примечание 1);
- 2 что эффективные значения э.и.и.м. излучения станций воздушной радионавигации (E_{eff}), не должны превышать следующих значений:
- 2.1 для систем посадки самолетов и для фидерных линий с шириной полосы более 3 МГц:

$$E_{eff} = \begin{cases} 53 & \text{дБВт} & \text{для } 0 \leq \varphi < 8 \\ 53 - 0,833 (\varphi - 8) & \text{дБВт} & \text{для } 8 \leq \varphi < 14 \\ 48 & \text{дБВт} & \text{для } 14 \leq \varphi < 32 \\ 48 - 9 (\varphi - 32) & \text{дБВт} & \text{для } 32 \leq \varphi < 34 \\ 30 & \text{дБВт} & \text{для } 34 \leq \varphi < 40 \\ 30 - 0,2 (\varphi - 40) & \text{дБВт} & \text{для } 40 \leq \varphi \leq 90; \end{cases}$$

- 2.2 для многофункциональных радаров воздушных судов и для фидерных линий с шириной полосы более 1 МГц:

$$E_{eff} = \begin{cases} 62 & \text{дБВт} & \text{для } 0 \leq \varphi < 20 \\ 62 - 0,56 (\varphi - 20)^2 & \text{дБВт} & \text{для } 20 \leq \varphi < 25 \\ 48 & \text{дБВт} & \text{для } 25 \leq \varphi < 29 \\ 71,86 - 25 \log (\varphi - 20) & \text{дБВт} & \text{для } 29 \leq \varphi < 68 \\ 29,8 & \text{дБВт} & \text{для } 68 \leq \varphi \leq 90, \end{cases}$$

где:

$$E_{eff} = E_p - 15 \log (1 + 5/PW) \quad \text{дБВт}$$

E_{eff} : э.и.и.м., при которой создается тот же уровень помех фазомодулированному сигналу, что и в том случае, когда помехой является непрерывный шум

E_p : пиковая э.и.и.м. в импульсе станции воздушной радионавигации (дБВт)

PW : длительность импульса станции воздушной радионавигации (мкс)

φ : угол места над горизонтальной плоскостью (градусы);

- 3 что фидерные линии в направлении Земля–космос следует проектировать так, чтобы они могли работать в условиях помех, определенных в пункте 2 раздела *рекомендует*;

- 4 что в соответствии с пунктами 2 и 3 раздела *рекомендует* не требуется проведения координации передач станций воздушной радионавигации с приемными спутниковыми станциями;

5 что э.и.и.м., передаваемая земной станцией фидерной линии в направлении локальной горизонтальной плоскости, не должна превышать величины 54 дБ(Вт/МГц) (см. Примечание 2);

6 что радары, расположенные на поверхности Земли, описанные в Приложении 1, не должны работать в полосе 15,43–15,63 ГГц;

7 что координационные расстояния, необходимые для защиты станций воздушной радионавигации от вредных помех, создаваемых земными станциями фидерных линий, составляют:

- 515 км от места посадки самолетов для систем посадки самолетов (ALS);
- 600 км для многофункциональных бортовых радаров воздушных судов (MPR);
- 270 км от места посадки самолетов для радиолокационных датчиков и измерительных систем;

8 что дополнительная информация содержится в Приложениях 1, 2 и 3.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Полоса частот, указанная в пункте 1 раздела *рекомендует*, несколько отличается от полосы, распределенной ВКР-95. Это отличие облегчает совместное использование частот фидерными линиями НГСО ПСС и воздушной радионавигационной службой. Пункт 1 раздела *рекомендует* будет пересмотрен позднее в соответствии с решениями будущей ВКР.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В ходе проектирования на параметры фидерных линий ПСС в направлении Земля–космос могут быть наложены дополнительные ограничения, для того чтобы учесть пороговые уровни для защиты радиоастрономической службы, указанные в Рекомендации МСЭ-R RA.769.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Системы воздушной радионавигации в полосе 15,4–15,7 ГГц

1 Наземные радары (SBR)

Радары SBR, расположенные на суше или на корабле, используются для обнаружения, определения места нахождения и движения воздушного судна и других транспортных средств на летных полях аэродромов и других мест посадки воздушных судов.

1.1 Диаграммы направленности антенн

- Номинальная ширина луча по уровню 3 дБ: <3,5° вертикальная, инверсная
косеканс до –31°
0,35° горизонтальная
- Диапазон частот: 15,65–16,7 ГГц
- Поляризация круговая
- Коэффициент усиления: 43 дБи
- Максимальный уровень боковых лепестков: на 25 дБ ниже пикового усиления
- Максимальный уровень лепестка обратного направления: на 35 дБ ниже пикового усиления
- Возможное отклонение по вертикали: $\pm 1,5^\circ$
- Максимальный диапазон горизонтального сканирования: 360°.

1.1.1 Огибающая диаграммы направленности антенны по углу места

На основании измеренных данных и характеристик уровня боковых лепестков, при максимальном усилении в направлении $+1,5^\circ$, диаграмма направленности антенны по углу места определяется следующим образом, где φ является углом места (градусы):

$$G(\varphi) = \begin{cases} 43 & \text{дБи} & \text{для} & 0 \leq \varphi < 4 \\ 43 - 5(\varphi - 4) & \text{дБи} & \text{для} & 4 \leq \varphi < 9 \\ 18 & \text{дБи} & \text{для} & 9 \leq \varphi < 16 \\ 43,2 - 21 \log \varphi & \text{дБи} & \text{для} & 16 \leq \varphi < 48 \\ 8 & \text{дБи} & \text{для} & 48 \leq \varphi \leq 90. \end{cases}$$

1.1.2 Огибающая диаграммы направленности антенны по азимуту

На основании измеренных данных и характеристик уровня боковых лепестков, диаграмма направленности антенны по азимуту определяется следующим образом, где φ является углом азимута (градусы):

$$G(\varphi) = \begin{cases} 43 - 110 \varphi^2 & \text{дБи} & \text{для} & 0 \leq \varphi < 0,4767 \\ 18 & \text{дБи} & \text{для} & 4,4767 \leq \varphi < 0,72 \\ 17,07 - 6,5 \log \varphi & \text{дБи} & \text{для} & 0,72 \leq \varphi < 48 \\ 8 & \text{дБи} & \text{для} & 48 \leq \varphi \leq 180. \end{cases}$$

1.2 Другие характеристики

1.2.1 Передача

- Пиковая э.и.и.м.: 86 дБВт
- Частота следования импульсов: 8192 Гц
- Длительность импульса: 0,04 мкс
- Ширина полосы импульса по уровню 3,5 дБ: 25 МГц.

1.2.2 Прием

- Типичный коэффициент усиления антенны: 43 дБи
- Типичный коэффициент шума: 6,2–6,9 дБ.

2 Системы посадки самолетов (ALS)

Такие системы ALS являются системами общего назначения и устанавливаются на кораблях в перебазируемом варианте, либо на суше в стационарном варианте, и используются для посадки рейсовых воздушных судов. Одной из таких систем является система посадки с микроволновым сканирующим лучом (MSBLS). Ряд характеристик в конкретных применениях имеет некоторые различия.

2.1 Диаграммы направленности антенн наземных станций

Диаграммы направленности антенн этих станций одинаковы для всех применений, включая MSBLS. Диапазоны сканирования различны для различных применений. Указанные далее диапазоны сканирования охватывают все существующие применения.

Дополнительная антенна в ALS состоит из антенны угла места и азимутальной антенны.

Часть антенны ALS, являющаяся антенной угла места, используется для передачи на воздушное судно данных о вертикальном угле.

- Номинальная ширина луча по уровню 3 дБ: 1,3° по вертикали
40° по горизонтали
- Диапазон частот: 15,4–15,7 ГГц
- Поляризация: горизонтальная и вертикальная
- Коэффициент усиления: 28 дБи
- Максимальный уровень боковых лепестков: 17 дБ ниже пикового усиления в обеих плоскостях
- Максимальный диапазон сканирования по вертикали: 0–30°.

Часть антенны ALS, являющаяся антенной азимута, используется для передачи на воздушное судно данных об азимуте.

- Номинальная ширина луча по уровню 3 дБ: 2,0° по горизонтали
6,5° по вертикали
- Диаграмма направленности в вертикальной плоскости ухудшена для того, чтобы достичь усиления не менее 20 дБи при угле над горизонтом 20°
- диапазон частот: 15,4–15,7 ГГц
- Поляризация: горизонтальная и вертикальная
- Коэффициент усиления: 33 дБи
- Максимальный уровень боковых лепестков: 17 дБ ниже пикового усиления в обеих плоскостях
- Максимальный диапазон сканирования по горизонтали: ±35°.

2.1.1 Диаграмма направленности по углу места комбинированной антенны

Комбинированная диаграмма направленности по вертикали, полученная из результатов измерений, определяется следующим образом, где φ – угол места (градусы):

$$G(\varphi) = \begin{cases} 33 & \text{дБи} & \text{для} & 0 \leq \varphi < 8 \\ 33 - 0,833(\varphi - 8) & \text{дБи} & \text{для} & 8 \leq \varphi < 14 \\ 28 & \text{дБи} & \text{для} & 14 \leq \varphi < 32 \\ 28 - 9(\varphi - 32) & \text{дБи} & \text{для} & 32 \leq \varphi < 34 \\ 10 & \text{дБи} & \text{для} & 34 \leq \varphi < 40 \\ 10 - 0,2(\varphi - 40) & \text{дБи} & \text{для} & 40 \leq \varphi \leq 90. \end{cases}$$

2.1.2 Диаграммы направленности антенн по азимуту

Диаграмма направленности антенны угла места по азимуту определяется следующим образом, где φ – относительный угол азимута (градусы):

$$G(\varphi) = \begin{cases} 28 - 0,0062 \varphi^2 & \text{дБи} & \text{для} & 0 \leq \varphi < 70 \\ -2,37 & \text{дБи} & \text{для} & 70 \leq \varphi \leq 180. \end{cases}$$

Диаграмма направленности азимутальной антенны по азимуту определяется следующим образом, где φ – относительный угол азимута (градусы):

$$G(\varphi) = \begin{cases} 33 - 2\varphi^2 & \text{дБи} & \text{для} & 0 \leq \varphi < 3 \\ 15 & \text{дБи} & \text{для} & 3 \leq \varphi < 5 \\ 32,5 - 25 \log \varphi & \text{дБи} & \text{для} & 5 \leq \varphi < 48 \\ -9,53 & \text{дБи} & \text{для} & 48 \leq \varphi \leq 180. \end{cases}$$

2.2 Другие характеристики

2.2.1 Передача

- Пиковая э.и.и.м.: 71 дБВт
- Частота следования импульсов: 3334 Гц
- Длительность импульса: 0,333 мкс
- Ширина полосы импульса по уровню 3,5 дБ: 3 МГц.

2.2.2 Прием

- Типичный коэффициент усиления антенны: 8 дБи
- Типичный коэффициент шума: 8 дБ.

3 Многофункциональные радары воздушных судов (MPR)

Радар MPR воздушного судна представляет собой радар радионавигации, радиолокации и метеорологии.

3.1 Диаграммы направленности антенн

Антенна представляет собой параболу, диаметром примерно 0,3 метра, которая сканирует по вертикали и по горизонтали в соответствии с направлением движения и высотой следования воздушного судна:

- Номинальная ширина луча по уровню 3 дБ: 4,5°
- Диапазон частот: 15,4–15,7 ГГц
- Поляризация: вертикальная
- Коэффициент усиления: 30 дБи
- Максимальный диапазон сканирования по горизонтали: $\pm 45^\circ$
- Максимальный диапазон сканирования по вертикали: $\pm 20^\circ$.

Диаграмма направленности антенны определяется следующим образом, где φ – относительный угол азимута (градусы):

$$G(\varphi) = \begin{cases} 30 & \text{дБи} & \text{для} & 0 \leq \varphi < 20 \\ 30 - 0,56 (\varphi - 20)^2 & \text{дБи} & \text{для} & 20 \leq \varphi < 25 \\ 16 & \text{дБи} & \text{для} & 25 \leq \varphi < 29 \\ 39,86 - 25 \log (\varphi - 20) & \text{дБи} & \text{для} & 29 \leq \varphi < 68 \\ -2,17 & \text{дБи} & \text{для} & 68 \leq \varphi \leq 180. \end{cases}$$

3.2 Другие характеристики

3.2.1 Передача

- Пиковая э.и.и.м.: 70 дБВт
- Частота следования импульсов: 800 Гц
- Длительность импульса: 2 мкс
- Ширина полосы импульса по уровню 3,5 дБ: 0,5 МГц.

3.2.2 Прием

- Типичный коэффициент усиления антенны: 30 дБи
- Типичный коэффициент шума: 8 дБ.

4 Радиолокационная система датчиков и измерений (RSMS)

Методы измерений с использованием радарной технологии в диапазоне 15 ГГц, особенно хорошо пригодные для небольших воздушных судов, включая вертолеты, выгодны благодаря компактности, небольшому весу, хорошей направленности антенн и хорошим качественным показателем для многих эксплуатационных радионавигационных задач, которые непрактично решать с использованием более низких частот по причинам характеристик распространения радиоволн. В режиме измерения высоты использование этой более высокочастотной полосы дает определенные преимущества, такие как меньшие перекрестные связи и отсутствие эффектов треугольника, что особенно важно для точных измерений очень небольших (порядка метров) расстояний. Для некоторых эксплуатационных приложений использование этих частот является единственным технически пригодным решением.

Системы, использующие эти методы, широко применяются в некоторых районах мира, где они значительно повышают безопасность эксплуатации воздушных судов. Измерение высоты и степени свободы земной поверхности являются одним из наиболее критичных параметров эксплуатации воздушных судов, особенно, когда их результаты используются на окончательных этапах посадки. Высокая точность и работа при отсутствии помех являются жизненно важными для обеспечения и повышения безопасности.

Системы RSMS, в основном, используются для измерений на небольших высотах, в номинале, до 1500 м. В подавляющем большинстве приложений будут использоваться антенные установки, передающие и принимающие сигналы, распространяющиеся вертикально вниз. Для снижения рассеяния и других нежелательных влияний используется уменьшение мощности пропорционально высоте над поверхностью Земли.

4.1 Характеристики RSMS

4.1.1 Передатчик

- Диапазон частот: 15,63–15,65 ГГц
- Пиковая мощность: 30 дБмВт
- Коэффициент усиления антенны: 13 дБи, задние лепестки < 5 дБи
- PRF (частота следования импульсов): 58 кГц
- Длительность импульса (макс.): 500 нс
- Рабочий цикл (макс.): 3%
- Ширина полосы импульса по уровню 3,5 дБ: 2 МГц.

4.1.2 Приемник

- Коэффициент усиления антенны: 13 дБи, задние лепестки < 5 дБи
- Коэффициент шума: 6 дБ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Критерии излучений воздушной радионавигационной службы и совместное использование частот в полосе 15,4–15,7 ГГц с фидерными линиями ПСС (Земля–космос)

1 Введение

Основным методом защиты НГСО спутников от недопустимых помех является определение пределов максимально допустимой э.и.и.м., создаваемой станциями воздушной радионавигации, и пределов минимальной э.и.и.м. излучений земных станций фидерных линий.

С другой стороны, могут быть установлены только пределы максимально допустимой э.и.и.м. излучений станций воздушной радионавигации, которые определяют параметры помеховой обстановки, в которой фидерные линии должны иметь возможность работать. Этот вариант представляется более привлекательным, так как он проще и оставляет максимум свободы при проектировании и эксплуатации фидерных линий. Этот подход более подробно рассматривается в последующих разделах.

Любой из этих двух методов является эффективным способом устранить необходимость в проведении координации. Для этого случая координация не является практически пригодной.

2 Характеристики систем воздушной радионавигации

Известны несколько систем, предназначенных для работы в этой полосе. Это – наземные радары (SBR), используемые на суше и на борту корабля для обнаружения, определения местонахождения и движения воздушных судов и других транспортных средств в областях посадки воздушных судов, ALS, MPR и RSMS. Диаграммы направленности антенн этих систем являются важным элементом при определении зависимости э.и.и.м. от угла места. Диаграммы направленности антенн и другие важные характеристики приведены в Приложении 1.

3 Анализ

3.1 Импульсные помехи цифровым сигналам

Рабочая группа 4/4 исследовала помехи, создаваемые радарными цифровым сигналам. Были проведены измерения для широкого диапазона частот следования импульсов (PRF), (1–100 кГц) и рабочих циклов, d , (0,01%–100%) радара и для скоростей цифрового потока от 2 Мбит/с до 45 Мбит/с для цифровых сигналов КФМН с коэффициентом прямого исправления ошибок (ПИО) 3/4, используемых с коэффициентом ошибок по битам (КОБ), равным 1×10^{-6} . На основании данных, полученных в ходе измерений, было выведено эмпирическое уравнение, которое может использоваться для установления связи между пиковой э.и.и.м. импульсного радара, E_p , и эффективной, E_{eff} , т. е. э.и.и.м., которая может создать помехи того же уровня (см.

Рекомендацию МСЭ-R S.1068). Реальная усредненная э.и.и.м. E_{ave} равна пиковой э.и.и.м., умноженной на величину рабочего цикла. При этих условиях эмпирическое уравнение имеет вид:

$$E_{eff} = E_p - 15 \log (1 + 0,5(PRF/d)) \quad \text{дБВт}, \quad (1)$$

где PRF выражена в кГц, а d – в процентах.

Так как ширина импульса, PW , равна (d/PRF) , уравнение (1) можно переписать в виде:

$$E_{eff} = E_p - 15 \log (1 + 5/PW) \quad \text{дБВт}, \quad (2)$$

где PW выражена в микросекундах.

Если функция спектральной плотности мощности имеет вид $[(\sin x)/x]^2$, то плотность пиковой мощности примерно на 3,5 больше плотности мощности, усредненной в полосе $2/PW$. Ширина полосы по уровню 3,5 дБ (BW) (МГц) примерно равна $1/PW$. При такой плотности эффективной э.и.и.м. $E_{eff}/\text{МГц}$, в полосе сигнала в фидерной линии шириной BW (МГц), которая меньше чем $1/PW$, составляет:

$$E_{eff}/\text{МГц} = E_p - 10 \log (2/PW) + 3,5 - 15 \log (1 + 5/PW) \quad \text{дБВт}. \quad (3)$$

А для BW , равной или большей $(1/PW)$, значение ($E_{eff}/\text{МГц}$), усредненное в полосе (BW), составит:

$$E_{eff}/\text{МГц} = E_p - 10 \log (2/PW) + 3,5 - 15 \log (1 + 5/PW) - 10 \log [(BW) (PW)] \quad \text{дБВт}. \quad (4)$$

3.2 Пределы для излучений станций воздушной радионавигации

Наземные радары (SBR) могут работать в полосе 15,63–15,7 ГГц. При смещении полосы 15,45–15,65 ГГц в полосу 15,43–15,63 ГГц нет необходимости рассматривать помехи фидерным линиям в направлении Земля–космос.

Основная область использования MPR располагается над океанами, которые в большинстве случаев расположены за пределами координационных зон земных станций фидерных линий, и, следовательно, не будут требовать координации с земными станциями фидерных линий. Следовательно, эксплуатация MPR в полосе 15,4–15,7 ГГц будет допустима даже в том случае, когда накладываются географические ограничения (см. Приложение 3). На сегодняшний день системы RSMS работают в полосе 15,4–15,7 ГГц, и к ним также могут применяться географические ограничения.

Значения параметров в уравнениях (2), (3) и (4) для радионавигационных систем ALS, MPR и RSMS приведены в Приложении 1, равно как и функции диаграмм направленности антенн. Имея эти данные, можно вычислить значения E_{eff} в зависимости от угла места. Пиковая э.и.и.м. и PW ограничены уравнениями (2), (3) и (4). Угол места, ϕ , выражен в градусах.

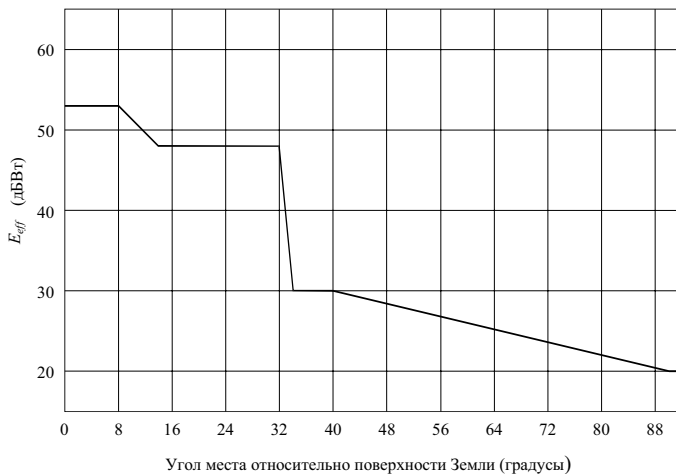
3.2.1 Пределы E_{eff} для ALS

Для сигналов фидерных линий с полосой шире 3 МГц:

$$E_{eff} = \begin{cases} 53 & \text{дБВт} & \text{для } 0 \leq \varphi < 8 \\ 53 - 0,833 (\varphi - 8) & \text{дБВт} & \text{для } 8 \leq \varphi < 14 \\ 48 & \text{дБВт} & \text{для } 14 \leq \varphi < 32 \\ 48 - 9 (\varphi - 32) & \text{дБВт} & \text{для } 32 \leq \varphi < 34 \\ 30 & \text{дБВт} & \text{для } 34 \leq \varphi < 40 \\ 30 - 0,2 (\varphi - 40) & \text{дБВт} & \text{для } 40 \leq \varphi \leq 90 \end{cases}$$

Эта функция показана на рисунке 1.

РИСУНОК 1
Пределы эффективной э.и.м., E_{eff} , для ALS



1340-01

3.2.2 Пределы E_{eff} для MPR

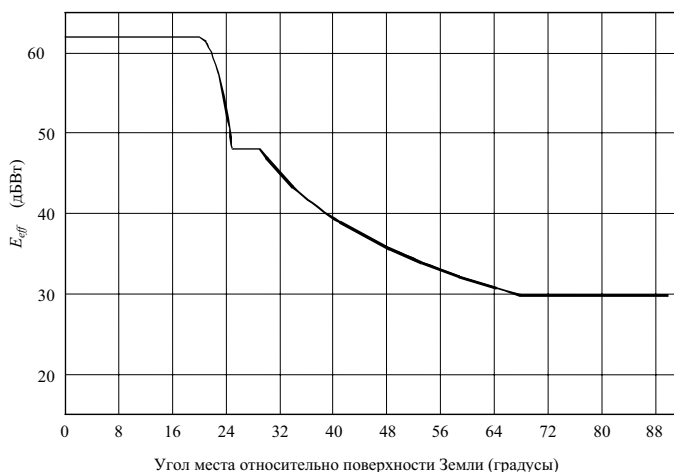
Для сигналов фидерных линий с полосой шире 1 МГц:

$$E_{eff} = \begin{cases} 62 & \text{дБВт} & \text{для } 0 \leq \varphi < 20 \\ 62 - 0,56 (\varphi - 20)^2 & \text{дБВт} & \text{для } 20 \leq \varphi < 25 \\ 48 & \text{дБВт} & \text{для } 25 \leq \varphi < 29 \\ 71,86 - 25 \log (\varphi - 20) & \text{дБВт} & \text{для } 29 \leq \varphi < 68 \\ 29,8 & \text{дБВт} & \text{для } 68 \leq \varphi \leq 90 \end{cases}$$

Эта функция показана на рисунке 2.

Величина E_{eff} для RSMS при углах места более 0° составляет $-13,1$ дБВт.

РИСУНОК 2
Пределы эффективной э.и.и.м., E_{eff} для MPR



1340-02

3.3 Влияние на э.и.и.м. фидерной линии вверх

На линии вверх защита от помех, создаваемых станциями воздушной радионавигации, может быть достигнута за счет обеспечения соответствующих значений э.и.и.м. земных станций на линии вверх.

В ходе измерений, описанных в разделе 3.1 для случая помех сигналу КФМН с коэффициентом ПИО 3/4, отношение сигнал/помеха C/I для КОБ $= 1 \times 10^{-6}$ составило примерно 9 дБ. Это C/I соответствует условиям, когда помехи от других источников незначительны. Так как процент времени, в течение которого радионавигационная станция работает, и в область, очерченную контуром, внутри которого сосредоточено излучение ее антенны с уровнем не ниже -3 дБ, попадает спутник, очень мал, то предполагается, что можно допустить $C/I = 9$ дБ для этого малого процента времени. Для некодированных КФМН сигналов C/I составляет примерно 12 дБ.

Функция зависимости э.и.и.м., требуемой на линии вверх для преодоления таких помех, от ширины полосы сигнала фидерной линии, может быть вычислена в предположении, что одновременно возникает только одна помеха одного типа. Как правило, может потребоваться обеспечить значения э.и.и.м. в диапазоне от 60 до 70 дБВт.

4 Резюме

- Пределы эффективной э.и.и.м., приведенные в § 3.2, соответствуют эксплуатационным параметрам существующих на сегодняшний день систем воздушной радионавигации.
- Определение максимально допустимых помех, приемлемых для фидерных линий ПСС, позволяет разработчикам и операторам фидерных линий максимально гибко реализовывать требования их служб и устраняет необходимость нормировать высоты орбит, диаграммы направленности антенн и т. д., это может учитываться при определении минимальных значений э.и.и.м.
- Минимальные значения э.и.и.м. земной станции фидерной линии в направлении Земля–космос, требуемые для работы в условиях максимально возможных помех, приведенные в § 3.3, достаточно просто достижимы.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Координационные расстояния между земными станциями фидерных линий ПСС, работающих в полосе 15,4–15,7 ГГц в направлении Земля–космос, и станциями воздушной радионавигационной службы

1 Характеристики системы воздушной радионавигации

Известны несколько систем, предназначенные для работы в этой полосе. Это – системы посадки самолетов (ALS) и бортовые многофункциональные радары (MPR). Характеристики и анализ, необходимые для определения координационных расстояний, приведены в последующем параграфе.

2 Координационные расстояния

2.1 Анализ

Координационное расстояние, D_c , требуемое для защиты от помех, создаваемых земными станциями фидерных линий ПСС станциям воздушной радионавигационной службы, вычисляется так, как это будет показано в последующих параграфах.

$$D_c = D_{fsl} + D_{oth} + D_{as} \quad \text{км}, \quad (5)$$

где:

D_{fsl} : общее расстояние радиопередачи прямой видимости (км)

D_{oth} : расстояние над горизонтом, соответствующее необходимым потерям над горизонтом (км)

D_{as} : расстояние от места посадки воздушного судна (км) (применимо для ALS и RSMS)

$$D_{fsl} = (2r h_1)^{0,5} + (2r h_2)^{0,5} \quad \text{км}, \quad (6)$$

где:

r : радиус Земли с учетом геометрического коэффициента $4/3$, учитывающего атмосферную рефракцию (8500 км)

h_1 : высота станции воздушной радионавигационной службы (ВРНС) (км)

h_2 : высота земной станции фидерной линии (км)

$$L_{oth} = E_{esd} + 168,6 - L_{fsl} + G/T - I/N \quad \text{дБ}, \quad (7)$$

где:

L_{oth} : потери за счет распространения за горизонт, добавленные к величине L_{fsl} (дБ) (эта функция показана далее и на рисунке 1, полученном из 5%-ных функций для 15 ГГц, приведенных в Рекомендации МСЭ-R P.528; т. е. для потерь, превышаемых в течение 95% времени)

E_{esd} : максимальная плотность э.и.и.м., создаваемой земной станцией фидерной линии в направлении горизонта (выбрана равной 54 дБ(Вт/МГц))

L_{fsl} : потери в свободном пространстве, вычисленные для D_{fsl} (дБ)

G/T : усиление/шумовая температура станции ВРНС (дБ)

I/N : допустимое отношение помеха/шум для станции ВРНС (дБ).

Значения L_{oth} в зависимости от D_{oth} показаны в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1

D_{oth} (км)	L_{oth} (дБ)	D_{oth} (км)	L_{oth} (дБ)	D_{oth} (км)	L_{oth} (дБ)
0	0	175	78	350	104
25	24	200	82	375	107
50	45	225	86	400	110
75	57	250	90	425	113
100	64	275	94	450	116
125	69	300	98	475	118
150	74	325	101	500	120

Значения D_{oth} , соответствующие значениям L_{oth} , расположенным между указанными в таблице, могут быть экстраполированы при помощи следующего выражения:

$$D_{oth} = D_{ith} + 25[(L_{oth} - L_{ith}) / (L_{jth} - L_{ith})] \quad \text{км}, \quad (8)$$

где:

L_{ith} : ближайшее меньшее значение L_{oth} в таблице 1 относительно L_{oth} , определенного из уравнения (7)

L_{jth} : ближайшее большее значение L_{oth} в таблице 1 относительно L_{oth} , определенного из уравнения (7).

2.2 Вычисленные координационные расстояния

Используя данные уравнения и методику вычисления, а также некоторые значения параметров, указанные в § 2.1, и значения других требуемых параметров, можно вычислить координационные расстояния, как показано в таблице 2:

ТАБЛИЦА 2

Параметр	ALS	MPR	RSMS
h_1 (км)	7,6	15	1,5
h_2 (км)	0,01	0,01	0,01
D_{fsl} (км)	372	518	172,7
D_{as} (км)	100	0	40
L_{fsl} (дБ)	167,7	170,6	160,9
G/T (дБ)	-22,7	-2,0	-24,4
I/N (дБ)	-10	-10	-10
L_{oth} (дБ)	42,2	60	47,3
D_{oth} (км)	46,7	85,7	54,8
D_c (км)	518,7	603,7	267,5

Координационное расстояние, равное 600 км, может использоваться для MPR. Основной режим работы MPR – над поверхностью океана, т. е. в большинстве случаев за пределами зоны 600 км от земных станций фидерных линий, и в этом случае координация не требуется. Если бы земные станции фидерных линий располагались внутри этой зоны, области работы над поверхностью океана были бы расширены.

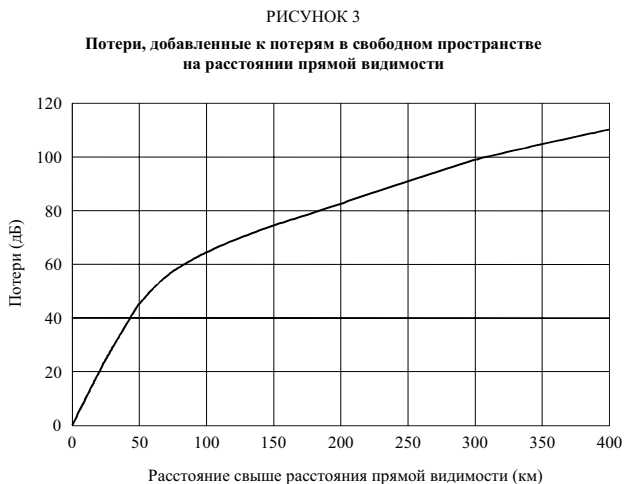
2.3 Снижение пределов для земных станций

При снижении предела максимальной плотности э.и.и.м. земной станции фидерной линии в направлении горизонта следует уменьшить координационное расстояние. Используя функцию, показанную на рисунке 3, получаем зависимость координационного расстояния от E_{esd} , показанную в таблице 3:

ТАБЛИЦА 3

E_{esd} (дБ(Вт/МГц))	ALS (км)	MPR (км)	RSMS (км)
54	519	604	268
44	507	573	254
34	495	561	242
24	485	549	231

Очевидно, что координационное расстояние для ALS, MPR и RSMS, в том случае, когда оно значительно превышает расстояние прямой видимости, не сильно зависит от плотности э.и.и.м., излучаемой в направлении горизонта.



1340-03

3 Резюме

- Максимальные излучения земной станции фидерной линии в локальной горизонтальной плоскости должны быть ограничены величиной 54 дБ(Вт/МГц).
- С учетом этого ограничения, для защиты работающих ALS станций воздушной радионавигационной службы от недопустимых помех со стороны земных станций фидерных линий необходимо обеспечить пороговое координационное расстояние порядка 515 км. Это расстояние для MPR составит около 600 км, а для RSMS – 270 км.
- При уменьшении максимально допустимого уровня излучений, создаваемых земными станциями фидерных линий, пороговое координационное расстояние для ALS, MPR и RSMS уменьшается незначительно.

Описанный выше метод может использоваться в ходе координации совместно с другими методами облегчения задачи минимизации расстояний разнота.

4 Факторы снижения помех, позволяющие уменьшить расстояние разноса в пределах координационного расстояния

В том случае, когда земную станцию фидерной линии, работающую в направлении Земля–космос, требуется разместить в пределах координационной зоны, должно учитываться следующее:

- Как правило, ширина луча антенны земной станции фидерной линии не превышает 1° , и эта антенна работает при углах места более 5° . За счет этого снижается величина э.и.и.м. в направлении станции воздушной радионавигации, и, следовательно, уменьшается расстояние разноса.
 - Если в пределы сканирования по горизонтали системы посадки самолетов ALS не попадают азимутальные углы, соответствующие направлению на земную станцию фидерной линии, то воздушное пространство, просматриваемое системой посадки самолетов, не пересекается с линией земной станции фидерной линии, за счет чего расстояние можно уменьшить на величину до 100 км.
 - Использование искусственно сооружаемых насыпей, специально созданных вокруг антенн(ы) земной станции фидерной линии для обеспечения дополнительной развязки в направлении на станцию воздушной радионавигации.
 - При выборе места расположения земной станции фидерной линии необходимо учитывать естественные препятствия рельефа местности, которые способны повысить потери на пути распространения.
 - Любая избирательность антенны воздушного судна, которая может быть получена в то время, когда воздушное судно находится в воздушном пространстве, контролируемом системой посадки самолетов, и использует систему посадки.
-

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R S.1341*

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧАСТОТ В ПОЛОСЕ 15,4–15,7 ГГц ФИДЕРНЫМИ ЛИНИЯМИ ПОДВИЖНОЙ СПУТНИКОВОЙ СЛУЖБЫ В НАПРАВЛЕНИИ КОСМОС–ЗЕМЛЯ И ВОЗДУШНОЙ РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ СЛУЖБЫ И ЗАЩИТА РАДИОАСТРОНОМИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ В ПОЛОСЕ 15,35–15,4 ГГц

(Вопрос МСЭ-R 242/4)

(1997)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что Резолюция 116 (ВКР-95) Всемирной административной радиоконференции (Женева, 1995 г.) предусматривает проведение Сектором МСЭ-R исследований возможности и условий совместного использования частот в полосе 15,4–15,7 ГГц фидерными линиями (космос–Земля) подвижной спутниковой службы (ПСС) и воздушной радионавигационной службой;
- b) что полоса 15,4–15,7 ГГц распределена воздушной радионавигационной службе на первичной основе и что применяется п. 953 (S4.10) Регламента радиосвязи (PP);
- c) что ВКР-95 дополнительно распределила частоты в этой полосе фиксированной спутниковой службе (ФСС) для фидерных линий негеостационарных (НГСО) спутниковых сетей ПСС в направлении космос–Земля;
- d) что в данной полосе необходимо разместить фидерные линии (космос–Земля) НГСО спутников ПСС;
- e) что излучения спутников могут создавать недопустимые помехи работе станций воздушной радионавигационной службы;
- f) что были определены пределы плотности потока мощности (п.п.м.) излучений негеостационарных космических станций, необходимые для защиты воздушной радионавигационной службы в соответствии с п. S5.511A Регламента радиосвязи (PP), который пересматривается Сектором МСЭ-R;
- g) что считается непрактичным проводить координацию спутниковых передач со станциями воздушной радионавигации;
- h) что сигналы станций воздушной радионавигации, распространяющиеся вдоль земной поверхности, могут создать вредные помехи земным станциям фидерных линий;
- j) что требуется разработать методику определения координационных расстояний и дистанций разнеса между земными станциями фидерных линий и станциями воздушной радионавигации, обеспечивающих защиту земных станций фидерных линий;
- k) что в соответствии с п. S5.511B PP станциям, расположенным на воздушных судах, не позволено вести передачи в полосе 15,45–15,65 ГГц;
- l) что эта полоса достаточно широко используется станциями воздушной радионавигационной службы, расположенными на воздушных судах, на земной поверхности и в океане;
- m) что технические и эксплуатационные характеристики станций воздушной радионавигационной службы достаточно хорошо известны;
- n) что технические и эксплуатационные характеристики фидерных линий точно не определены;
- o) что спутниковые системы в этом диапазоне частот, как правило, не работают с малыми углами места земных станций;
- p) что по вопросу, поставленному в § о, были проведены исследования;

* Данная Рекомендация должна быть доведена до сведения 7-й и 8-й Исследовательских комиссий по радиосвязи.

q) что соседняя полоса 15,35–15,4 ГГц распределена радиоастрономической службе и другим пассивным службам и что требуется обеспечить их защиту от вредных помех, создаваемых излучениями космических станций (см. п. S5.11A PP);

г) что в соответствии с п. S5.340 PP запрещены все излучения в полосе 15,35–15,4 ГГц, за исключением тех, что перечислены в п. S5.341 PP;

с) что в Рекомендации МСЭ-R RA.769 указаны пороговые уровни вредных помех радиоастрономической службе,

рекомендует,

1 что использование фидерных линий ПСС должно быть ограничено полосой 15,43–15,63 ГГц (см. Примечание 1);

2 что временная п.п.м. на поверхности Земли, создаваемая излучениями фидерных линий космической НГСО спутниковой системы при всех условиях и для всех методов модуляции не должна превышать значений, указанных в § 2.1, при условиях, указанных в § 2.2 (Примечание 2);

2.1 в полосе частот 15,43–15,63 ГГц, где φ – угол прихода луча (градусы) над горизонтальной плоскостью:

– 127	дБ(Вт/м ²) в 1 МГц	для	$0 \leq \varphi < 20$
– 127 + 0,56 ($\varphi - 20$) ²	дБ(Вт/м ²) в 1 МГц	для	$20 \leq \varphi < 25$
– 113	дБ(Вт/м ²) в 1 МГц	для	$25 \leq \varphi < 29$
– 136,9 + 25 log($\varphi - 20$)	дБ(Вт/м ²) в 1 МГц	для	$29 \leq \varphi < 31$
– 111	дБ(Вт/м ²) в 1 МГц	для	$31 \leq \varphi \leq 90$

2.2 что эти пределы относятся к п.п.м., которая будет достигнута в предположении, что распространение происходит в свободном пространстве;

3 что с пределами п.п.м., указанными в п. 2 раздела *рекомендует*, не требуется проведения координации спутниковых передач с приемными станциями воздушной радионавигационной службы;

4 что наземные радары, описанные в Приложении 1, не должны работать в полосе 15,43–15,63 ГГц;

5 что пороговые расстояния для координации излучений, создаваемых станциями воздушной радионавигационной службы, относительно земных станций фидерных линий ПСС, рассчитанные для коэффициента усиления антенны земной станции в локальной горизонтальной плоскости, равного 11,5 дБи, составляют:

- 150 км от наземного сегмента для систем посадки самолетов (ALS);
- 600 км от бортовых радаров общего назначения воздушных судов;
- 60 км от места посадки самолетов для радиолокационных датчиков и измерительных систем;

6 что передачи земных станций фидерных линий должны быть ограничены углами над горизонтальной плоскостью не более 5°;

7 что излучения фидерных линий космических НГСО спутниковых систем для всех условий и всех методов модуляции должны учитывать пороговые уровни для радиоастрономической службы, указанные в Рекомендации МСЭ-R RA.769 для полосы 15,35–15,4 ГГц (см. Примечание 3);

8 что дополнительная информация содержится в Приложениях 1, 2 и 3.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Полоса частот, указанная в п. 1 раздела *рекомендует*, меньше, чем полоса, распределенная ВКР-95 для фидерных НГСО линий ПСС. Это отличие облегчает совместное использование частот фидерными линиями НГСО ПСС и воздушной радионавигационной службой. Пункт 1 раздела *рекомендует* будет пересмотрен позднее в соответствии с решениями будущей ВКР.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Возможность разработки и эксплуатации фидерных линий в направлении космос–Земля с временными предельными значениями, указанными в п. 2.1 раздела *рекомендует*, пока еще не изучена. Более того, временные значения п.п.м., указанные в п. 2.1 раздела *рекомендует*, должны быть пересмотрены для обеспечения защиты ВРНС.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – В ходе проектирования на параметры фидерных линий ПСС в направлении Земля–космос могут быть наложены дополнительные ограничения, для того чтобы учесть пороговые уровни для защиты радиоастрономической службы, указанные в Рекомендации МСЭ-R RA.769, в соответствии с п. 7 раздела *рекомендует*.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Системы воздушной радионавигации в полосе 15,4–15,7 ГГц

1 Наземные радары (SBR)

Радары SBR, расположенные на суше или на корабле, используются для обнаружения, определения места нахождения и движения воздушного судна и других транспортных средств на летных полях аэродромов и других местах посадки воздушных судов.

1.1 Диаграммы направленности антенн

- Номинальная ширина луча по уровню 3 дБ: $<3,5^\circ$ вертикальная, инверсная косеканс до -31°
 $0,35^\circ$ горизонтальная;
- Диапазон частот: 15,65–16,7 ГГц;
- Поляризация: круговая;
- Коэффициент усиления: 43 дБи;
- Максимальный уровень боковых лепестков: на 25 дБ ниже пикового усиления;
- Максимальный уровень лепестка обратного направления: на 35 дБ ниже пикового усиления;
- Возможное отклонение по вертикали: $\pm 1,5^\circ$;
- Максимальный диапазон горизонтального сканирования: 360° .

1.1.1 Огибающая диаграммы направленности антенны по углу места

На основании измеренных данных и характеристик уровня боковых лепестков, при максимальном усилении в направлении $+1,5^\circ$, диаграмма направленности антенны по углу места определяется следующим образом, где φ является углом места (градусы):

$$G(\varphi) = \begin{cases} 43 & \text{дБи} & \text{для} & 0 \leq \varphi < 4 \\ 43 - 5(\varphi - 4) & \text{дБи} & \text{для} & 4 \leq \varphi < 9 \\ 18 & \text{дБи} & \text{для} & 9 \leq \varphi < 16 \\ 43,2 - 21 \log \varphi & \text{дБи} & \text{для} & 16 \leq \varphi < 48 \\ 8 & \text{дБи} & \text{для} & 48 \leq \varphi \leq 90 \end{cases}$$

1.1.2 Огибающая диаграммы направленности антенны по азимуту

На основании измеренных данных и характеристик уровня боковых лепестков, диаграмма направленности антенны по азимуту определяется следующим образом, где φ является углом азимута (градусы):

$$G(\varphi) = \begin{cases} 43 - 110 \varphi^2 & \text{дБи} & \text{для} & 0 \leq \varphi < 0,4767 \\ 18 & \text{дБи} & \text{для} & 0,4767 \leq \varphi < 0,72 \\ 17,07 - 6,5 \log \varphi & \text{дБи} & \text{для} & 0,72 \leq \varphi < 48 \\ 8 & \text{дБи} & \text{для} & 48 \leq \varphi \leq 180 \end{cases}$$

1.2 Другие характеристики

1.2.1 Передача

- Пиковая э.и.и.м.: 86 дБВт
- Частота следования импульсов: 8192 Гц
- Длительность импульса: 0,04 мкс
- Ширина полосы импульса по уровню 3,5 дБ: 25 МГц.

1.2.2 Прием

- Типичный коэффициент усиления антенны: 43 дБи
- Типичный коэффициент шума: 6,2–6,9 дБ.

2 Системы посадки самолетов (ALS)

Такие ALS являются системами общего назначения и устанавливаются на кораблях в перебазирисом варианте, либо на суше в стационарном варианте, и используются для посадки рейсовых воздушных судов. Одной из таких систем является система посадки с микроволновым сканирующим лучом MSBLS. Ряд характеристик в конкретных приложениях имеют некоторые различия.

2.1 Диаграммы направленности антенн наземных станций

Диаграммы направленности антенн этих станций одинаковы для всех приложений, включая MSBLS. Диапазоны сканирования различны для различных приложений. Указанные далее диапазоны сканирования охватывают все существующие приложения.

Дополнительная антенна в ALC состоит из антенны угла места и азимутальной антенны.

Часть антенны ALC, являющаяся антенной угла места, используется для передачи на воздушное судно данных о вертикальном угле.

- Номинальная ширина луча по уровню 3 дБ: 1,3° по вертикали
40° по горизонтали
- Диапазон частот: 15,4–15,7 ГГц
- Поляризация: горизонтальная и вертикальная
- Коэффициент усиления: 28 дБи
- Максимальный уровень боковых лепестков: на 17 дБ ниже пикового усиления в обеих плоскостях
- Максимальный диапазон сканирования по вертикали: 0°–30°.

Часть антенны ALS, являющаяся антенной азимута, используется для передачи на воздушное судно данных об азимуте:

- Номинальная ширина луча по уровню 3 дБ: 2,0° по горизонтали
6,5° по вертикали
- Диаграмма направленности в вертикальной плоскости ухудшена для того, чтобы достичь усиления не менее 20 дБи при угле 20 градусов над горизонтом
- Диапазон частот: 15,4–15,7 ГГц
- Поляризация: горизонтальная и вертикальная
- Коэффициент усиления: 33 дБи
- Максимальный уровень боковых лепестков: на 17 дБ ниже пикового усиления в обеих плоскостях
- Максимальный диапазон сканирования по горизонтали: $\pm 35^\circ$.

2.1.1 Диаграмма направленности по углу места комбинированной антенны

Комбинированная диаграмма направленности по вертикали, полученная из результатов измерений, определяется следующим образом, где φ – угол места (градусы):

$$G(\varphi) = \begin{cases} 33 & \text{дБи} & \text{для} & 0 \leq \varphi < 8 \\ 33 - 0,833(\varphi - 8) & \text{дБи} & \text{для} & 8 \leq \varphi < 14 \\ 28 & \text{дБи} & \text{для} & 14 \leq \varphi < 32 \\ 28 - 9(\varphi - 32) & \text{дБи} & \text{для} & 32 \leq \varphi < 34 \\ 10 & \text{дБи} & \text{для} & 34 \leq \varphi < 40 \\ 10 - 0,2(\varphi - 40) & \text{дБи} & \text{для} & 40 \leq \varphi \leq 90. \end{cases}$$

2.1.2 Диаграммы направленности антенн по азимуту

Диаграмма направленности антенны угла места по азимуту определяется следующим образом, где φ – относительный угол азимута (градусы):

$$G(\varphi) = \begin{cases} 28 - 0,0062\varphi^2 & \text{дБи для } 0 \leq \varphi < 70 \\ -2,37 & \text{дБи для } 70 \leq \varphi \leq 180. \end{cases}$$

Диаграмма направленности азимутальной антенны по азимуту определяется следующим образом, где φ – относительный угол азимута (градусы):

$$G(\varphi) = \begin{cases} 33 - 2\varphi^2 & \text{дБи для } 0 \leq \varphi < 3 \\ 15 & \text{дБи для } 3 \leq \varphi < 5 \\ 32,5 - 25 \log \varphi & \text{дБи для } 5 \leq \varphi < 48 \\ -9,53 & \text{дБи для } 48 \leq \varphi \leq 180. \end{cases}$$

2.2 Другие характеристики

2.2.1 Передача

- Пиковая э.и.и.м.: 71 дБВт
- Частота следования импульсов: 3334 Гц
- Длительность импульса: 0,333 мкс
- Ширина полосы импульса по уровню 3,5 дБ: 3 МГц.

2.2.2 Прием

- Типичный коэффициент усиления антенны: 8 дБи
- Типичный коэффициент шума: 8 дБ.

3 Многофункциональные радары воздушных судов (MPR)

Радар MPR воздушного судна представляет собой радар радионавигации, радиолокации и метеорологии.

3.1 Диаграммы направленности антенн

Антенна представляет собой параболу, диаметром примерно 0,3 метра, которая сканирует по вертикали и по горизонтали в соответствии с направлением движения и высотой следования воздушного судна:

- Номинальная ширина луча по уровню 3 дБ: 4,5°
- Диапазон частот: 15,4–15,7 ГГц
- Поляризация: вертикальная
- Коэффициент усиления: 30 дБи
- Максимальный диапазон сканирования по горизонтали $\pm 45^\circ$
- Максимальный диапазон сканирования по вертикали $\pm 20^\circ$.

Диаграмма направленности антенны определяется следующим образом, где φ – относительный угол азимута (градусы):

$$G(\varphi) = \begin{cases} 30 & \text{дБи для } 0 \leq \varphi < 20 \\ 30 - 0,56(\varphi - 20)^2 & \text{дБи для } 20 \leq \varphi < 25 \\ 16 & \text{дБи для } 25 \leq \varphi < 29 \\ 39,86 - 25 \log(\varphi - 20) & \text{дБи для } 29 \leq \varphi < 68 \\ -2,17 & \text{дБи для } 68 \leq \varphi \leq 180. \end{cases}$$

3.2 Другие характеристики

3.2.1 Передача

- Пиковая э.и.и.м.: 70 дБВт
- Частота следования импульсов: 800 Гц
- Длительность импульса: 2 мкс
- Ширина полосы импульса по уровню 3,5 дБ: 0,5 МГц.

3.2.2 Прием

- Типичный коэффициент усиления антенны: 30 дБи
- Типичный коэффициент шума: 8 дБ.

4 Радиолокационная система датчиков и измерений (RSMS)

Методы измерений с использованием радарной технологии в диапазоне 15 ГГц, особенно хорошо пригодные для небольших воздушных судов, включая вертолеты, выгодны благодаря компактности, небольшому весу, хорошей направленности антенн и хорошим качественным показателям для многих эксплуатационных радионавигационных задач, которые непрактично решать с использованием более низких частот по причинам характеристик распространения радиоволн. В режиме измерения высоты использование этой более высокочастотной полосы дает определенные преимущества, такие как меньшие перекрестные связи и отсутствие эффектов треугольника, что особенно важно для точных измерений очень небольших (порядка метров) расстояний. Для некоторых эксплуатационных приложений использование этих частот является единственным технически пригодным решением.

Системы, использующие эти методы, широко применяются в некоторых районах мира, где они значительно повышают безопасность эксплуатации воздушных судов. Измерение высоты и степени свободы земной поверхности является одним из наиболее критичных параметров эксплуатации воздушных судов, особенно, когда их результаты используются на окончательных этапах посадки. Высокая точность и работа при отсутствии помех являются жизненно важными для обеспечения и повышения безопасности.

Системы RSMS, в основном, используются для измерений на небольших высотах, в номинале, до 1500 м. В подавляющем большинстве приложений будут использоваться антенные установки, передающие и принимающие сигналы, распространяющиеся вертикально вниз. Для снижения рассеяния и других нежелательных влияний используется уменьшение мощности пропорционально высоте над поверхностью Земли.

4.1 Характеристики RSMS

4.1.1 Передатчик

- Диапазон частот: 15,63–15,65 ГГц
- Пиковая мощность: 30 дБмВт
- Коэффициент усиления антенны: 13 дБи, задние лепестки <5 дБи
- PRF: 58 кГц
- Длительность импульса (макс.): 500 нс
- Рабочий цикл (макс.): 3%
- Ширина полосы импульса по уровню 3,5 дБ: 2 МГц.

4.1.2 Приемник

- Коэффициент усиления антенны: 13 дБи, задние лепестки <5 дБи
- Коэффициент шума: 6 дБ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Критерии защиты воздушной радионавигационной службы и совместное использование частот в полосе 15,4–15,7 ГГц с фидерными линиями ПСС (космос–Земля) и защита радиоастрономической службы в полосе 15,35–15,4 ГГц (Наземные радары (SBR), расположенные на суше и на кораблях, используемые для обнаружения, определения места положения и движения воздушных судов и других транспортных средств в областях посадки воздушных судов)

1 Характеристики систем воздушной радионавигации

Известны несколько систем, предназначенных для работы в этой полосе. Это – наземные радары обнаружения (SBR), используемые на суше и на борту корабля, ALS, MPR и RSMS. Диаграммы направленности антенн этих систем являются важным элементом при определении зависимости п.п.м. от угла места. Диаграммы направленности антенн и другие важные характеристики приведены в Приложении 1.

2 Анализ

2.1 Пределы п.п.м. для наихудшего случая

Общее выражение для вычисления предела п.п.м. для данного случая имеет вид:

$$п.п.м. \leq -217,6 + 10 \log B - 20 \log \lambda - G/T + I/N \quad \text{дБ(Вт/м}^2\text{) в В,} \quad (1)$$

где:

B : ширина полосы частот (Гц)

λ : длина волны (м)

G/T : усиление антенны/шумовая температура (дБ)

I/N : допустимые помехи/шум (дБ)

Так как эти системы эксплуатируются в ВРНС, и считаются системами безопасности, требования к их защите могут быть более жесткими, чем для других служб. Предполагая, что предел для I/N равен -10 дБ, в результате решения уравнения (1) для параметров SBR, указанных в Приложении 1, получаем предел п.п.м., равный -146 дБ (Вт/м²) в 1 МГц. В результате решения уравнения (1) для параметров системы, указанных в Приложении 1, получаем предел п.п.м., равный -111 дБ (Вт/м²) в 1 МГц для ALS и RSMS, и равный -133 дБ (Вт/м²) в 1 МГц для MPR. Эти значения получены для максимальных значений усиления антенны рассматриваемых систем.

Предел п.п.м., равный -146 дБ (Вт/м²) в 1 МГц, предполагает использование очень больших антенн земных станций (с диаметром более 15 м), что не может считаться практичным (см. § 2.3). Однако, наземные радары (SBR) могут работать в полосе 15,3–15,7 ГГц и это снимает ограничения с фидерных линий в полосе 15,43–15,63 ГГц.

Основная область использования MPR располагается над океанами, которые в большинстве случаев находятся за пределами координационных зон земных станций фидерных линий, и, следовательно, не будут требовать координации с земными станциями фидерных линий. Следовательно, эксплуатация MPR в полосе 15,4–15,7 ГГц будет допустима даже в том случае, когда накладываются географические ограничения (см. Приложение 3).

Система RSMS не накладывает существенных ограничений на значения п.п.м., но могут использоваться географические ограничения.

Предел п.п.м., равный -133 дБ (Вт/м²) в 1 МГц при низких углах места, может чрезмерно ограничить использование земных станций фидерных линий ПСС. При п.п.м., равной -127 дБ (Вт/м²) в 1 МГц, диаметры антенн земных станций могут быть в половину меньше, чем для п.п.м. $= -133$ дБ (Вт/м²) в 1 МГц (см. § 2.3.) Так как MPR использует сканирующую антенну с узким лучом, помехи будут возникать в течение коротких периодов времени, когда главный луч антенны направлен на спутник. Кроме того, нормальная работа MPR не должна рассматриваться как работа

службы безопасности. Следовательно, для коротких промежутков времени может быть допустимым увеличение шума в системе на величину до 40 процентов, в результате чего получаем предел п.п.м. = -127 дБ (Вт/м²) в 1 МГц.

2.2 Пределы п.п.м. в зависимости от угла прихода сигнала

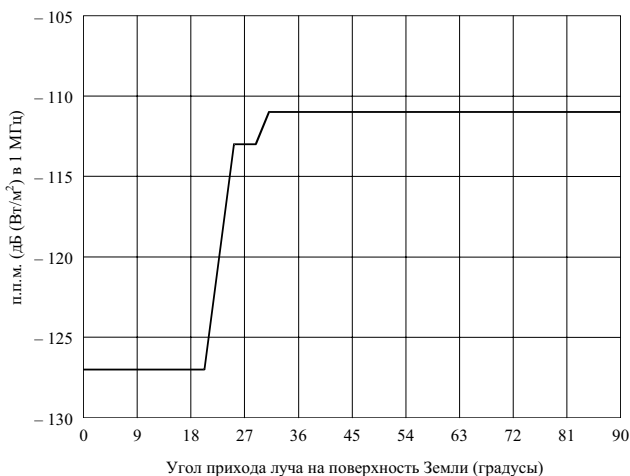
Из § 2.1 видно, что ALS и MPR будут работать в полосе 15,4–15,7 ГГц, включая полосу 15,43–15,63 ГГц, используемую совместно с фидерными линиями.

Объединив значения п.п.м., указанные в § 2.1, с функциями усиления антенны, приведенными в разделах 2 и 3 Приложения 1, получим показанные ниже пределы п.п.м., изображенные на рисунке 1, где φ выражен в градусах, т. е.:

$$\begin{array}{llll}
 \left. \begin{array}{l} \leq -127 \\ \leq -127 + 0,56(\varphi - 20)^2 \\ \leq -113 \\ \leq -136,9 + 25 \log(\varphi - 20) \\ \leq -111 \end{array} \right\} \text{ п.п.м.} & \begin{array}{l} \text{дБ(Вт/м}^2\text{) в 1 МГц} \\ \text{дБ(Вт/м}^2\text{) в 1 МГц} \\ \text{дБ(Вт/м}^2\text{) в 1 МГц} \\ \text{дБ(Вт/м}^2\text{) в 1 МГц} \\ \text{дБ(Вт/м}^2\text{) в 1 МГц} \end{array} & \begin{array}{l} \text{для} \\ \text{для} \\ \text{для} \\ \text{для} \\ \text{для} \end{array} & \begin{array}{l} 0 \leq \varphi < 20 \\ 20 \leq \varphi < 25 \\ 25 \leq \varphi < 29 \\ 29 \leq \varphi < 31 \\ 31 \leq \varphi \leq 90 \end{array}
 \end{array}$$

РИСУНОК 1

Максимальные пределы п.п.м. спутника (ALS, MPR и RSMS)



1341-01

2.3 Воздействие на параметры фидерной линии

Излучение спутника всегда будет приходить на поверхность Земли под низкими углами. При низких углах предел п.п.м. составляет -127 дБ (Вт/м²) в 1 МГц. Диаметр антенны земной станции, D , для данной п.п.м. можно рассчитать при помощи выражения:

$$D = \left[(C/N)_t (k T B / \text{п.п.м.}) (4M / \pi \eta) \right]^{0.5} \quad \text{м}, \quad (2)$$

где:

$(C/N)_t$: пороговое отношение сигнал/шум

k : постоянная Больцмана

T : шумовая температура приемной системы (К)

B : ширина полосы (Гц), используемая для определения п.п.м.

M : запас

η : эффективность использования апертуры антенны.

Земные станции фидерных линий ПСС, как правило, проектируются так, чтобы обеспечить готовность линии связи порядка 99,99%. Для работы при углах места менее 20° (в зависимости от климатической зоны дождей, где она эксплуатируется) требования по допуску на замирания в дожде, объединенные с необходимостью поддерживать предел п.п.м. -127 дБ (Вт/м²) в 1 МГц, могут ограничить использование земных станций фидерных линий ПСС в полосе частот 15,43–15,63 ГГц.

Подставив в уравнение (2) значения $(C/N)_t = 12$ дБ, $T = 24$ дБ(К), а $\eta = 0,6$ и значения п.п.м. = -127 дБ (Вт/м²) в 1 МГц, п.п.м. = -133 дБ (Вт/м²) в 1 МГц и п.п.м. = -146 дБ (Вт/м²) в 1 МГц, получим следующие значения D :

ТАБЛИЦА 1

M (дБ)	п.п.м.		
	-127 дБ (Вт/м ²) в 1 МГц	-133 дБ (Вт/м ²) в 1 МГц	-146 дБ (Вт/м ²) в 1 МГц
	D (м)	D (м)	D (м)
7	1,7	3,4	15
10	2,4	4,8	22
13	3,4	6,8	30,4
16	4,8	9,6	43
19	6,8	13,6	61
22	9,6	19,2	86
25	13,6	27,1	121
28	19,2	38,3	171

2.4 Помехи от НГСО спутников радиоастрономическим приемникам в полосе 15,35–15,4 ГГц

В Рекомендации МСЭ-R RA.769 указаны пороговые уровни вредных помех радиоастрономической службе, работающей на первичной основе в полосе 15,35–15,4 ГГц. Это следующие уровни -156 дБ (Вт/м²) в 1 МГц и -233 дБ (Вт/м²) в 1 Гц на поверхности Земли. Экстраполировав значение предела в 1 Гц до значения в 1 МГц, получим величину -173 дБ (Вт/м²) в 1 МГц. Значение -127 дБ (Вт/м²) в 1 МГц относится к углам прихода до углов порядка 20°

и возрастает до -111 дБ (Вт/м²) в 1 МГц для углов выше примерно 30° в полосе 15,43–15,63 ГГц. При этом требуется развязка около 46 дБ на частоте 15,4 ГГц, которая возрастает до 62 дБ при углах выше 30° . Величина 62 дБ может быть достигнута с использованием 6-полосного фильтра (неравномерность 0,1 дБ) на 30 МГц с полосой пропускания 50 МГц. Эксплуатация линий космос–Земля на частотах, очень близких к частоте 15,4 ГГц, представляется невозможным. Однако, если полоса 15,4–15,43 ГГц не используется для фидерных линий, можно обеспечить наличие защитной полосы шириной 30 МГц, в которой для защиты радиоастрономической службы, работающей в полосе 15,35–15,4 ГГц, можно использовать полосовые фильтры и другие средства.

Уровни внеполосных излучений фидерных линий должны учитывать потребности радиоастрономической службы, работающей в полосе 15,35–15,4 ГГц.

3 Резюме

Пределы п.п.м., указанные в разделе 2.2, являются необходимыми для защиты воздушной радионавигационной службы от помех, создаваемых фидерными линиями, работающими в направлении космос–Земля в полосе частот 15,4–15,7 ГГц.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Координационные расстояния между земными станциями фидерных линий ПСС, работающими в полосе 15,4–15,7 ГГц в направлении космос–Земля, и станциями воздушной радионавигационной службы

1 Характеристики системы воздушной радионавигации

Известны несколько систем, предназначенных для работы в этой полосе. Они включают в себя ALS и MPR. Характеристики и анализ, необходимые для определения координационных пороговых расстояний, приведены в последующих разделах.

2 Координационные расстояния

2.1 Анализ

Координационное расстояние, D_c , необходимое для обеспечения того, чтобы не возникали возможные недопустимые помехи, создаваемые станциям воздушной радионавигации работе земных станций фидерных линий ПСС, можно вычислить так, как это будет показано в последующих параграфах:

$$D_c = D_{fsl} + D_{oth} + D_{as} \quad \text{км}, \quad (3)$$

где:

D_{fsl} : общее расстояние радиопередачи прямой видимости (км)

D_{oth} : расстояние за горизонтом, соответствующее необходимым потерям при распространении за горизонтом (км)

D_{as} : расстояние от места посадки воздушного судна (км) (применимо для ALS и RSMS)

$$D_{fsl} = (2r h_1)^{0,5} + (2r h_2)^{0,5} \quad \text{км}, \quad (4)$$

где:

r : радиус Земли с учетом геометрического коэффициента $4/3$, учитывающего атмосферную рефракцию (8500 км)

h_1 : высота станции ВРНС (км)

h_2 : высота земной станции фидерной линии (км)

$$L_{oth} = E_{eff}/\text{МГц} + 168,6 - L_{fsl} + G(\varphi) - 10 \log T - I/N \quad \text{дБ}, \quad (5)$$

где:

- L_{oth} : потери за счет распространения за горизонт, добавленные к величине L_{fsl} (дБ) (эта функция показана далее и на рисунке 2, полученном из 5%-х функций для 15 ГГц, приведенных в Рекомендации МСЭ-R P.528; т. е. для потерь, превышаемых в течение 95% времени)
- $E_{ef}/МГц$: максимальная эффективная плотность э.и.и.м., создаваемая станцией ВРНС в направлении горизонта (см. Приложение 2 Рекомендации МСЭ-R S.1340)
- L_{fsl} : потери в свободном пространстве, вычисленные для D_{fsl} (дБ)
- $G(\varphi)$: усиление антенны фидерной линии как функция угла φ над горизонтом (дБ)
- T : шумовая температура земной станции (К)
- I/N : допустимое отношение помеха/шум для земной станции фидерной линии (дБ).

Значения D_{oth} для некоторых значений L_{oth} определяются из следующей таблицы 2:

ТАБЛИЦА 2

D_{oth} (км)	L_{oth} (дБ)	D_{oth} (км)	L_{oth} (дБ)	D_{oth} (км)	L_{oth} (дБ)
0	0	175	78	350	104
25	24	200	82	375	107
50	45	225	86	400	110
75	57	250	90	425	113
100	64	275	94	450	116
125	69	300	98	475	118
150	74	325	101	500	120

Значения D_{oth} , соответствующие значениям L_{oth} , расположенным между указанными в таблице 2, определяются в результате интерполяции:

$$D_{oth} = D_{ith} + 25 \left[(L_{oth} - L_{ith}) / (L_{jth} - L_{ith}) \right] \quad \text{км,} \quad (6)$$

где:

L_{ith} : ближайшее меньшее значение L_{oth} в таблице, относительно L_{oth} , определенного из уравнения (5)

L_{jth} : ближайшее значение L_{oth} в таблице, относительно L_{oth} , определенного из уравнения (5)

2.2 Вычисленные координационные расстояния

Для определения координационных расстояний используются параметры, показанные в таблице 3.

Если горизонтальная плоскость совпадает с боковыми лепестками антенны земной станции, то:

$$L_{oth} \text{ (дБ)} = 87,2 - 25 \log \varphi \quad \text{для ALS} \quad (7)$$

$$L_{oth} \text{ (дБ)} = 75,0 - 25 \log \varphi \quad \text{для MBR.}$$

Огибающая боковых лепестков диаграммы направленности считается равной $29 - 25 \log \varphi$ (дБ), где φ выражается в градусах.

Результаты, полученные при использовании уравнения (7) для определения L_{oth} , при расчете соответствующих расстояний из уравнений (6) и (3), показаны в таблице 4 для ALS и MPR. Расстояния для RSMS лежат в пределах расстояния прямой видимости.

ТАБЛИЦА 3

Параметр	ALS	MBR	RSMS
h_1 (км)	0,01	15	1,5
h_2 (км)	0,01	0,01	0,01
D_{fsl} (км)	26	518	25 ⁽¹⁾
D_{as} (км)	0	0	40
L_{fsl} (дБ)	145	171	Неприменимо
$10 \log T$ (дБ(К))	24	24	24
I/N (дБ)	-10	-10	-10
E_{eff}/MHz (дБВт)	48,2	62	-13,1
L_{oth} (дБ)	69,7	57,4	0
D_{oth} (км)	129	77	0
D_c (км)	155	595	65

(1) Эти результаты получены для распространения в свободном пространстве и для угла прихода луча на земную станцию = 3,2°.

ТАБЛИЦА 4

Угол места ϕ (градусы)	Координационные расстояния (км)		
	ALS	MPR	RSMS
5	155	595	65
10	120	578	54
15	104	569	47
20	96	565	
25	91	562	
30	87	560	

Основной режим работы MPR – над поверхностью океана, т. е. в большинстве случаев за пределами зоны 600 км от земных станций фидерных линий, и в этом случае координация не потребуется. Если бы земные станции фидерных линий располагались внутри этой зоны, области работы над поверхностью океана были бы расширены.

3 Факторы снижения уровня помех, позволяющие уменьшить расстояние разноса в пределах координационного порогового расстояния

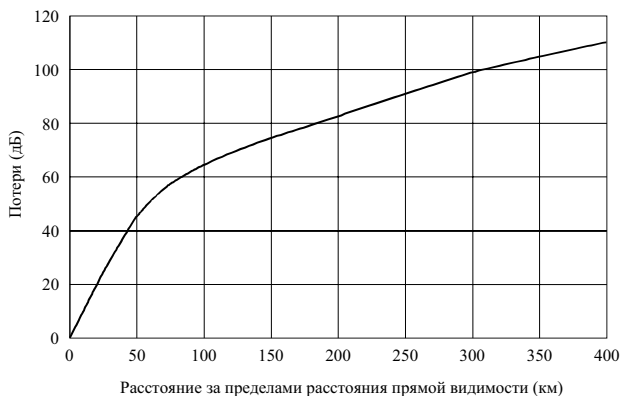
В том случае, когда земную станцию фидерной линии, работающую в направлении космос–Земля, требуется разместить в пределах координационной зоны, должно учитываться следующее:

- Как правило, ширина луча антенны земной станции фидерной линии не превышает 1°, и эта антенна работает при углах места более 5°. Следовательно, может быть достигнута значительная развязка антенны земной станции относительно мешающих сигналов, создаваемых наземными станциями.
- Наземные станции воздушной радионавигации могут обеспечить дополнительную развязку антенны, зависящую от их эксплуатации. Это, в частности, верно для ALS, где в пределы сканирования по горизонтали не попадают азимуты на земные станции (см. Приложение 1).

- Использование искусственно сооружаемых насыпей, специально созданных вокруг антенн(ы) земной станции фидерной линии для обеспечения дополнительной развязки приемной системы земной станции фидерной линии.
- При выборе места расположения земной станции фидерной линии необходимо учитывать естественные препятствия рельефа местности, которые способны повысить потери на пути распространения.

РИСУНОК 2

**Потери, добавленные к потерям в свободном пространстве
на расстоянии прямой видимости**



1341-02

4 Резюме

- В данном Приложении представлен метод определения координационных расстояний, необходимых для защиты земных станций фидерных линий от помех, создаваемых станциями воздушной радионавигации в полосе 15,4–15,7 ГГц.
- Описанный выше метод может использоваться также в ходе координации совместно с другими методами для облегчения задачи минимизации расстояний разнота.
- При ограничении угла места значением 5° , при котором только боковые лепестки антенны земной станции фидерной линии направлены к горизонту, для ALS является приемлемым координационное расстояние, измеренное от посадочной поверхности, равное примерно 150 км, а для RSMS – 60 км.
- Радары MPR могут работать без координации на расстояниях более 600 км от земной станции фидерной линии (например, над морскими поверхностями).

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R S.1428-1

**Эталонные диаграммы направленности земных станций ФСС
для использования в процессе оценки помех в ситуациях
с негеостационарными спутниками в полосах частот
между 10,7 ГГц и 30 ГГц**

(Вопрос МСЭ-R 42/4)

(2000-2001)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что для антенн земных станций ФСС в Рекомендации МСЭ-R S.465 должны определяться эталонные диаграммы направленности, представляющие собой огибающую пиковых уровней боковых лепестков;
- b) что эталонные диаграммы антенн в виде огибающих пиковых уровней требуются для расчета помех в ситуации, когда рассматривается неподвижный приемник и один неподвижный источник помех для обеспечения учета наихудшего случая, и что такие условия работы ФСС доминировали в прошлом;
- c) что в условиях, когда имеются множество источников помех или приемников, положение которых значительно меняется во времени, уровень принимаемых помех неизбежно зависит от провалов и пиков диаграммы направленности установки, испытывающей помехи, и источника помех, соответственно, а также, что такие ситуации в ФСС встречаются все чаще и чаще;
- d) что для земных станций ФСС необходима подходящая эталонная диаграмма направленности для использования в вычислениях помех от подвижных источников или помех подвижным приемникам;
- e) что для упрощения ее использования в компьютерном моделировании помех эталонная диаграмма должна охватывать все внеосевые углы от 0° до $\pm 180^\circ$ во всех плоскостях, через которые проходят основные оси;
- f) что эталонная диаграмма должна соответствовать как теории антенн, так и результатам измерений в возможно более широком диапазоне антенн земных станций ФСС;
- g) что может оказаться целесообразным определение различных диаграмм для различных диапазонов значений D/λ и для различных полос частот ФСС;
- h) что с целью определения показателей качества антенны приемлемы эталонные диаграммы в виде огибающих пиковых уровней, представленные в Рекомендации МСЭ-R S.580;
- j) что применение эталонной диаграммы должно привести к уровням помех, которые будут соответствовать уровням, принимаемым антеннами с диаграммами, основанными на Рекомендациях МСЭ-R,

рекомендует,

1 чтобы для расчетов, в которых рассматриваются подвижные источники или приемники помех в ФСС, использовалась следующая эталонная диаграмма направленности земной станции:

Для $20 \leq \frac{D}{\lambda} \leq 25$:

$G(\varphi) = G_{max} - 2,5 \times 10^{-3} \left(\frac{D}{\lambda} \varphi \right)^2$	дБи	для $0 < \varphi < \varphi_m$
$G(\varphi) = G_1$		для $\varphi_m \leq \varphi < \left(95 \frac{\lambda}{D} \right)$
$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi$	дБи	для $95 \frac{\lambda}{D} \leq \varphi < 33,1^\circ$
$G(\varphi) = -9$	дБи	для $33,1^\circ < \varphi \leq 80^\circ$
$G(\varphi) = -5$	дБи	для $80^\circ < \varphi \leq 180^\circ$.

Для $25 < \frac{D}{\lambda} \leq 100$:

$G(\varphi) = G_{max} - 2,5 \times 10^{-3} \left(\frac{D}{\lambda} \varphi \right)^2$	дБи	для $0 < \varphi < \varphi_m$
$G(\varphi) = G_1$		для $\varphi_m \leq \varphi < \left(95 \frac{\lambda}{D} \right)$
$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi$	дБи	для $95 \frac{\lambda}{D} \leq \varphi \leq 33,1^\circ$
$G(\varphi) = -9$	дБи	для $33,1^\circ < \varphi \leq 80^\circ$
$G(\varphi) = -4$	дБи	для $80^\circ < \varphi \leq 120^\circ$
$G(\varphi) = -9$	дБи	для $120^\circ < \varphi \leq 180^\circ$,

где:

D : диаметр антенны

λ : длина волны, выраженная в тех же единицах*

φ : внеосевой угол антенны (градусы)

$$G_{max} = 20 \log \left(\frac{D}{\lambda} \right) + 7,7 \quad \text{дБи}$$

$$G_1 = 29 - 25 \log \left(95 \frac{\lambda}{D} \right)$$

$$\varphi_m = \frac{20 \lambda}{D} \sqrt{G_{max} - G_1} \quad \text{градусы.}$$

* D – эквивалентный диаметр для несимметричных антенн.

Для $\frac{D}{\lambda} > 100$:

$$\begin{array}{llll}
 G(\varphi) = G_{max} - 2,5 \times 10^{-3} \left(\frac{D}{\lambda} \varphi \right)^2 & \text{дБи} & \text{для } 0 & < \varphi < \varphi_m \\
 G(\varphi) = G_1 & & \text{для } \varphi_m & \leq \varphi < \varphi_r \\
 G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi & \text{дБи} & \text{для } \varphi_r & \leq \varphi < 10^\circ \\
 G(\varphi) = 34 - 30 \log \varphi & \text{дБи} & \text{для } 10^\circ & \leq \varphi < 34,1^\circ \\
 G(\varphi) = -12 & \text{дБи} & \text{для } 34,1^\circ & \leq \varphi < 80^\circ \\
 G(\varphi) = -7 & \text{дБи} & \text{для } 80^\circ & \leq \varphi < 120^\circ \\
 G(\varphi) = -12 & \text{дБи} & \text{для } 120^\circ & \leq \varphi \leq 180^\circ,
 \end{array}$$

где:

$$\begin{array}{ll}
 G_{max} = 20 \log \left(\frac{D}{\lambda} \right) + 8,4 & \text{дБи} \\
 G_1 = -1 + 15 \log \frac{D}{\lambda} & \text{дБи} \\
 \varphi_m = \frac{20 \lambda}{D} \sqrt{G_{max} - G_1} & \text{градусы} \\
 \varphi_r = 15,85 \left(\frac{D}{\lambda} \right)^{-0,6} & \text{градусы.}
 \end{array}$$

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – При вычислениях или компьютерном моделировании суммарной мощности на выходе антенны, обусловленной воздействием нескольких источников помех с различной поляризацией, следует предположить, что вклад от кроссполяризованных компонентов при внеосевых углах до 30° , а в зонах приема по боковым лепесткам при углах до 120° , пренебрежимо мал. За пределами этих угловых зон, даже несмотря на то, что избирательность по поляризации у параболической антенны очень мала, в расчетах помех НГСО/ГСО вкладом от кроссполяризованных компонентов можно пренебречь.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Настоящая Рекомендация основана на исследованиях ряда параболических антенн. Требуются дальнейшие исследования применимости рекомендованных здесь эталонных диаграмм направленности к плоским антенным решеткам.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – В будущем, когда будут получены данные измерений характеристик антенн в диапазоне 20/30 ГГц, может потребоваться пересмотр настоящей Рекомендации.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – В рамках настоящей Рекомендации использование термина "подвижный" (moving) в применении к земной станции ФСС означает земную станцию слежения в ФСС, а не подвижную станцию.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R ВО.1443-1

Эталонные диаграммы направленности антенн земных станций РСС, предназначенные для использования в ходе оценки помех в полосах частот, затрагиваемых Приложением 30* РР, включая НГСО спутники

(Вопрос МСЭ-R 93/11)

(2000-2002)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая

- a) что при разработке Планов РСС для антенн земных станций РСС использовались эталонные диаграммы направленности ГСО РСС приемных антенн, приведенные в Дополнении 5 к Приложению 30 РР, и существует эталонная диаграмма излучения, которая описывает огибающую боковых лепестков;
- b) что такие эталонные диаграммы направленности необходимы при вычислении помех в сетях, включающих стационарные или перевозимые РСС приемники и ГСО спутники, для гарантии соответствующей защиты, предусмотренной Планами РСС;
- c) что при наличии множества источников помех, положение которых существенно меняется во времени, уровень неизбежно принимаемых помех зависит и от провалов, и от пиков диаграммы усиления антенны земной станции РСС, испытывающей действие помех;
- d) что для оценки помех, создаваемых НГСО системами ФСС, необходимо знать соответствующие эталонные диаграммы направленности антенн земных станций РСС;
- e) что для упрощения компьютерного моделирования помех эталонные диаграммы направленности должны охватывать все внеосевые углы от 0° до $\pm 180^\circ$ во всех плоскостях;
- f) что эталонные диаграммы направленности должны соответствовать результатам измерений для широкого диапазона антенн земных станций РСС;
- g) что целесообразно определить различные эталонные диаграммы направленности для различных размеров антенн;
- h) что некоторые характеристики диаграмм могут быть важны при моделировании помех от НГСО спутников, например, в случае малых антенн со смещенным питанием,

рекомендует,

- 1 чтобы для расчета помех, создаваемых НГСО ФСС спутниками в антеннах земных станций РСС, использовались эталонные диаграммы направленности антенн земных станций, описанные в Приложении 1;

* Основополагающие принципы для диаграмм направленности, содержащихся в настоящей Рекомендации, включая методику анализа и построения данных, которая измеряет степень согласия совокупностей данных с рекомендуемой диаграммой, приводятся в Отчете МСЭ-R ВО.2029 – Измерения и связанный с ними анализ диаграммы направленности антенны земной станции РСС. Этот Отчет вместе с наборами исходных данных и развернутыми таблицами, используемыми для проведения графического анализа, содержится на CD-ROM, который можно получить в МСЭ.

2 что для преобразования относительных углов азимута и места рассматриваемого НГСО спутника в ту систему координат, которая используется для описания трехмерных диаграмм направленности антенн, должна использоваться методология, описанная в Приложении 2;

3 что следующие примечания следует рассматривать как часть настоящей Рекомендации.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В вычислениях помех от НГСО спутников может потребоваться рассматривать кроссполяризационную диаграмму направленности. Этот вопрос требует дальнейших исследований.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Настоящая Рекомендация основана на результатах измерений и анализа параболических антенн. Если будут разработаны или рекомендованы к использованию в РСС новые антенны земных станций, то эталонные диаграммы направленности, приведенные в настоящей Рекомендации, должны быть соответствующим образом изменены.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Эталонные диаграммы направленности антенн РСС

Для $11 \leq D/\lambda \leq 25,5$

$$\begin{aligned} G(\varphi) &= G_{\max} - 2,5 \times 10^{-3} \left(\frac{D\varphi}{\lambda} \right)^2 && \text{для} && 0 \leq \varphi < \varphi_m \\ G(\varphi) &= G_1 && \text{для} && \varphi_m \leq \varphi < 95\lambda/D \\ G(\varphi) &= 29 - 25 \log(\varphi) && \text{для} && 95\lambda/D \leq \varphi < 36,3^\circ \\ G(\varphi) &= -10 && \text{для} && 36,3^\circ \leq \varphi < 50^\circ \end{aligned}$$

для $56,25^\circ \leq \theta < 123,75^\circ$

$$\begin{aligned} G(\varphi) &= M_1 \cdot \log(\varphi) - b_1 && \text{для} && 50^\circ \leq \varphi < 90^\circ \\ G(\varphi) &= M_2 \cdot \log(\varphi) - b_2 && \text{для} && 90^\circ \leq \varphi < 180^\circ, \end{aligned}$$

где:

$$M_1 = \frac{2 + 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{90}{50}\right)} \quad \text{и} \quad b_1 = M_1 \cdot \log(50) + 10,$$

где:

$$M_2 = \frac{-9 - 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{180}{90}\right)} \quad \text{и} \quad b_2 = M_2 \cdot \log(180) + 17$$

для $0^\circ \leq \theta < 56,25^\circ$ и $123,75^\circ \leq \theta < 180^\circ$

$$\begin{aligned} G(\varphi) &= M_3 \cdot \log(\varphi) - b_3 && \text{для} && 50^\circ \leq \varphi < 120^\circ \\ G(\varphi) &= M_4 \cdot \log(\varphi) - b_4 && \text{для} && 120^\circ \leq \varphi < 180^\circ, \end{aligned}$$

где:

$$M_3 = \frac{2 + 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{120}{50}\right)} \quad \text{и} \quad b_3 = M_3 \cdot \log(50) + 10,$$

где:

$$M_4 = \frac{-9 - 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{180}{120}\right)} \quad \text{и} \quad b_4 = M_4 \cdot \log(180) + 17$$

для $180^\circ \leq \theta < 360^\circ$

$$G(\varphi) = M_5 \cdot \log(\varphi) - b_5 \quad \text{для} \quad 50^\circ \leq \varphi < 120^\circ$$

$$G(\varphi) = M_6 \cdot \log(\varphi) - b_6 \quad \text{для} \quad 120^\circ \leq \varphi < 180^\circ,$$

где:

$$M_5 = \frac{2}{\log\left(\frac{120}{50}\right)} \quad \text{и} \quad b_5 = M_5 \cdot \log(50) + 10,$$

где:

$$M_6 = \frac{-9}{\log\left(\frac{180}{120}\right)} \quad \text{и} \quad b_6 = M_6 \cdot \log(180) + 17,$$

где:

 D : диаметр антенны λ : длина волны, выраженная в тех же единицах, что и диаметр φ : внеосевой угол антенны относительно оси главного луча (градусы) θ : плоский угол антенны (градусы) (азимут 0° в горизонтальной плоскости).

$$G_{\max} = 20 \log\left(\frac{D}{\lambda}\right) + 8,1 \quad \text{дБи}$$

$$G_1 = 29 - 25 \log\left(95 \frac{\lambda}{D}\right) \quad \text{дБи}$$

$$\varphi_m = \frac{\lambda}{D} \sqrt{\frac{G_{\max} - G_1}{0,0025}} \quad \text{градусы}.$$

Для $25,5 < D/\lambda \leq 100$

$$G(\varphi) = G_{\max} - 2,5 \times 10^{-3} (D\varphi/\lambda)^2 \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad 0 < \varphi < \varphi_m$$

$$G(\varphi) = G_1 \quad \text{для} \quad \varphi_m \leq \varphi < (95\lambda/D)$$

$$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad (95\lambda/D) \leq \varphi < 33,1^\circ$$

$$G(\varphi) = -9 \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad 33,1^\circ < \varphi \leq 80^\circ$$

$$G(\varphi) = -4 \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad 80^\circ < \varphi \leq 120^\circ$$

$$G(\varphi) = -9 \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad 120^\circ < \varphi \leq 180^\circ,$$

где:

$$G_{max} = 20 \log (D/\lambda) + 8,1 \quad \text{дБи}$$

$$G_1 = 29 - 25 \log (95\lambda/D) \quad \text{дБи}$$

$$\varphi_m = (\lambda/D) \sqrt{\frac{G_{max} - G_1}{0,0025}}.$$

Для $D/\lambda > 100$

$$G(\varphi) = G_{max} - 2,5 \times 10^{-3} (D\varphi/\lambda)^2 \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad 0 < \varphi < \varphi_m$$

$$G(\varphi) = G_1 \quad \text{для} \quad \varphi_m \leq \varphi < \varphi_r$$

$$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad \varphi_r \leq \varphi < 10^\circ$$

$$G(\varphi) = 34 - 30 \log \varphi \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad 10^\circ \leq \varphi < 34,1^\circ$$

$$G(\varphi) = -12 \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad 34,1^\circ \leq \varphi < 80^\circ$$

$$G(\varphi) = -7 \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad 80^\circ \leq \varphi < 120^\circ$$

$$G(\varphi) = -12 \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad 120^\circ \leq \varphi < 180^\circ,$$

где:

$$G_{max} = 20 \log (D/\lambda) + 8,1 \quad \text{дБи}$$

$$G_1 = -1 + 15 \log (D/\lambda) \quad \text{дБи}$$

$$\varphi_m = (D/\lambda) \sqrt{\frac{G_{max} - G_1}{0,0025}}$$

$$\varphi_r = 15,85 (D/\lambda)^{-0,6} \quad \text{градусы}.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Геометрические преобразования, используемые с трехмерной моделью антенны

1 Введение

В настоящем Приложении описывается вспомогательная орбитальная геометрия, которая должна использоваться в случае применения трехмерных диаграмм направленности антенн. Позиция рассматриваемого НГСО спутника определяется в той же системе координат, что и диаграмма антенны. Для того чтобы иметь возможность использовать эту трехмерную модель при расчете помех от НГСО спутников, необходимо преобразовать углы азимута и места мешающего спутника во внеосевые и плоские углы, на которых основана трехмерная модель.

2 Вычисление внеосевого угла

На рисунке 1 Р – положение ГСО земной станции, N – положение НГСО спутника, а S – пересечение плоскости II (определена ниже) и оси основного луча приемной земной станции.

Этапы построения:

- Этап 1:* Провести через точку Р плоскость I, касательную к поверхности Земли.
- Этап 2:* Провести через точку N плоскость II, перпендикулярную плоскости I и перпендикулярную проекции оси луча ГСО на плоскость I.
- Этап 3:* Соединить точки.

На рисунке 1 А – проекция N, а В – проекция S на плоскость I; S – пересечение оси луча и плоскости II, С – точка на SB такая, что NC параллелен АВ.

Предполагаемые входные параметры таковы:

- $\widehat{SPB}$, угол места ГСО спутника в точке Р ($0^\circ \leq \text{угол места(ГСО)} \leq +90^\circ$).
- $\widehat{NPA}$, изменяющийся во времени угол места НГСО спутника в точке Р ($0^\circ \leq \text{угол места(НГСО)} \leq +90^\circ$).
- $\widehat{BPA}$, изменяющийся во времени относительный азимут НГСО спутника в точке Р (угол, отложенный по часовой стрелке, считается положительным, $-180^\circ \leq \text{азимут} \leq +180^\circ$).
- Расстояние PN от земной станции до НГСО спутника.

(ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Поскольку задачей является определение углов, которые зависят только от соотношения расстояний, само по себе расстояние не имеет значения, но PN используется в качестве опорного значения, так как его при необходимости можно вычислить (например при определении потерь распространения).)

- Из рассмотренных построений видно, что углы $\widehat{NAP}$, $\widehat{SBP}$, $\widehat{NAB}$, $\widehat{SBA}$, $\widehat{NCB}$ и $\widehat{ABP}$ являются прямыми.

Для данного первого этапа требуемым выходным параметром является:

- $\widehat{SPN}$ – внеосевой угол направления на НГСО спутник.

Из известных решений для треугольников:

$$PA = PN \cos(\widehat{NPA})$$

$$NA = PN \sin(\widehat{NPA}) = CB$$

$$AB = PA \sin(\widehat{BPA}) = NC$$

$$PB = PA \cos(\widehat{BPA})$$

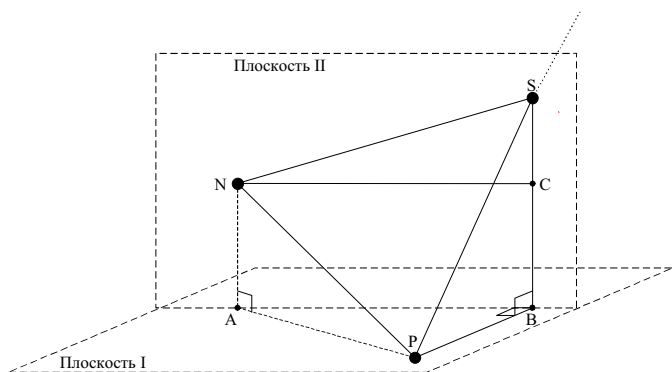
$$SB = PB \tan(\widehat{SPB})$$

$$PS = PB \sec(\widehat{SPB})$$

$$NS = \sqrt{(NC^2 + (SB - CB)^2)}$$

$$\widehat{SPN} = \arccos((PN^2 + PS^2 - NS^2)/(2 PN PS))$$

РИСУНОК 1
Геометрия I для вида с НГСО спутника



1443-01

3 Вычисление плоского угла

Предполагается, что эталонная плоскость (соответствующая $\theta = 0^\circ$) расположена на стандартной установке запитываемой со сдвигом антенны, в которой сигнал подводится к нижнему краю антенны. Ожидается, что такая установка будет применяться в большинстве антенн такого типа. При использовании других установок эталонная плоскость будет иной.

Для второго этапа вычислений повернем плоскость II вокруг оси NC так, чтобы результирующая плоскость III стала перпендикулярной оси луча ГСО станции. Пусть G – точка пересечения плоскости III и оси, ND и GE перпендикулярны к пересечению плоскости I и плоскости III, PGH – эталонная плоскость антенны, A – вертикальная проекция НГСО спутника на плоскость I (см. рисунок 2).

Известны следующие параметры:

- $\widehat{GPE}$, угол места ГСО спутника в точке P ($= \widehat{SPB}$ из предыдущего построения).
- $\widehat{GPN}$ внеосевой угол ($= \widehat{SPN}$ вычислен из предыдущего построения).
- Расстояние PN от земной станции до НГСО спутника, описанное ранее.
- Расстояние NA из предыдущего построения.
- Из рисунка $\widehat{PGN}$ и $\widehat{PGE}$ – прямые углы, $\widehat{GEP} = \widehat{NDA} = \pi/2 - \widehat{GPE}$ и $ND = CE$.

Требуемым выходным параметром является:

$\widehat{HGN}$ ($= -\widehat{GNC}$) – плоский угол НГСО спутника относительно плоскости под углом в ноль градусов модели антенны (плоскость PGN, соответствующая стандартной конструкции подачи питания к нижнему краю антенны со сдвигом).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Для данной стандартной ориентации продолжение плоскости под углом в ноль градусов охватывает локальный горизонт в точке P и не параллельна дуге ГСО в точке полезного спутника.

Как и выше, из обычных расчетов для плоских треугольников:

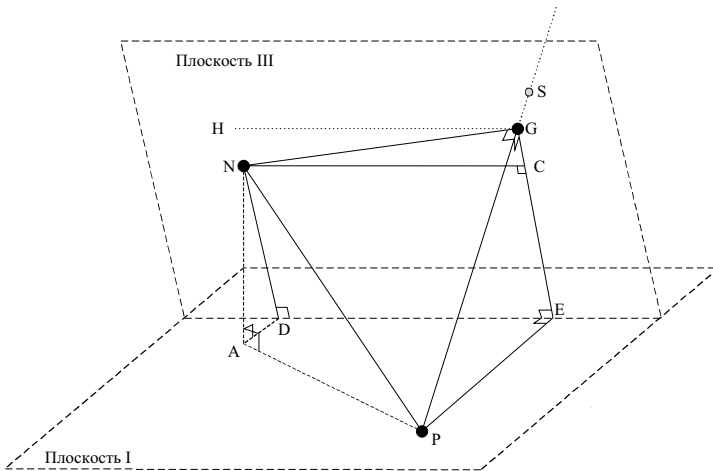
$$NG = PN \sin(\widehat{GPN})$$

$$GE = PG \tan(\widehat{EPG})$$

$$ND = NA \operatorname{cosec}(\widehat{NDA}) = NA \sec(\widehat{GPE})$$

$$\widehat{GNC} = \arcsin((GE - ND)/NG) = -\widehat{HGN}.$$

РИСУНОК 2
Геометрия II для луча от НГСО спутника



1443-02

4 Условные обозначения квадрантов

Внеосевой угол φ и плоский срезанный угол θ , а также их производные должны быть непрерывными на границах квадранта, учитывая, что, поскольку плоские срезанные углы трехмерной модели антенны определяются в диапазоне между 0° и $+180^\circ$, будет существовать переход, например, от отрицательного внеосевого угла в плоскость сразу выше 0° . Это показано на рисунке 4, отвечающем ситуации, в которой НГСО спутник виден под меньшим углом места, чем ГСО спутник. Такой переход в рассматриваемом примере возникает вблизи относительного угла азимута $\pm 60^\circ$. На рисунке 3 показана дополнительная ситуация – НГСО спутник виден под большим углом места, чем ГСО спутник. На обоих рисунках относительный азимут непрерывно изменяется. На каждом рисунке показаны необходимые уточнения для вычисленных внеосевых и плоских срезанных углов, требуемые для соответствия квадранту и непрерывным ограничениям.

Поправки для непрерывности и диапазона:

- Внеосевой угол φ :

$$\varphi = +\widehat{SPN} \quad \text{для } -180^\circ \leq \text{азимут} < 180^\circ$$

- Плоский угол θ :

$$\theta = 180^\circ + \widehat{GNC} \quad \text{для } -180^\circ \leq \text{азимут} < 0^\circ$$

$$\theta = -\widehat{GNC} \quad \text{для } 0^\circ \leq \text{азимут} < +180^\circ.$$

На этом примере показан внеосевой угол 90° в плоском срезанном угле 90° – область перелива энергии сигнала, подводимого со сдвигом – которая возникает при относительном азимуте = $\pm 180^\circ$, т. е. когда НГСО спутник расположен позади ГСО земной станции.

Поправки для непрерывности и диапазона:

- Внеосевой угол φ :

$$\varphi = +\widehat{SPN} \quad \text{для } -180^\circ \leq \text{азимут} < -60^\circ$$

$$\varphi = -\widehat{SPN} \quad \text{для } -60^\circ \leq \text{азимут} < +60^\circ$$

$$\varphi = +\widehat{SPN} \quad \text{для } +60^\circ \leq \text{азимут} < +180^\circ$$

- Плоский угол θ :

$$\theta = 180^\circ - \widehat{GNC} \quad \text{для } -180^\circ \leq \text{азимут} < -60^\circ$$

$$\theta = -\widehat{GNC} \quad \text{для } -60^\circ \leq \text{азимут} < 0^\circ$$

$$\theta = 180^\circ + \widehat{GNC} \quad \text{для } 0^\circ \leq \text{азимут} < +60^\circ$$

$$\theta = +\widehat{GNC} \quad \text{для } +60^\circ \leq \text{азимут} < +180^\circ.$$

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Плоский угол для НГСО спутника, видимого под меньшим углом места, чем ГСО спутник, как правило, будет вычисляться как отрицательный для малых относительных азимутов. Однако, поскольку плоские срезанные углы для отрицательных углов не определяются, для обоих плоских и внеосевых углов необходимо считать дополнительные углы.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Для обеих ситуаций (НГСО спутник выше и ниже ГСО спутника) плоский угол имеет переход на относительном азимуте 0° .

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Переходы на азимуте $\pm 60^\circ$ будут изменяться с изменением углов места ГСО и НГСО спутников. Этот переход определяется довольно просто с использованием соответствующего оператора перехода на $\widehat{GNC}$.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Вышесказанное показывает, что в такой конфигурации может встретиться большой лепесток перелива при внеосевом угле 90° в плоскости под углом 90° (например, рассмотрим ситуацию, обратную показанной на рисунке 3, т. е. ГСО под углом 70° , а НГСО – под углом 20° , тогда лепесток перелива возникает при относительном азимуте 180°).

РИСУНОК 3

Плоские срезаемые и внеосевые углы для НГСО спутника под углом места 70°
и ГСО спутника под углом места 20°

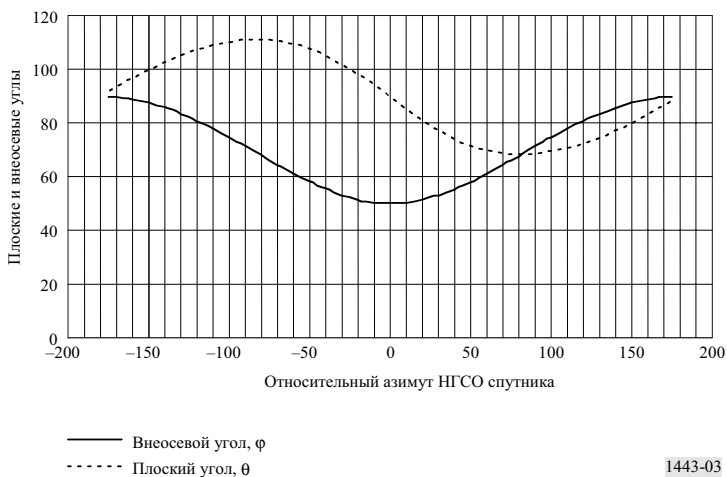
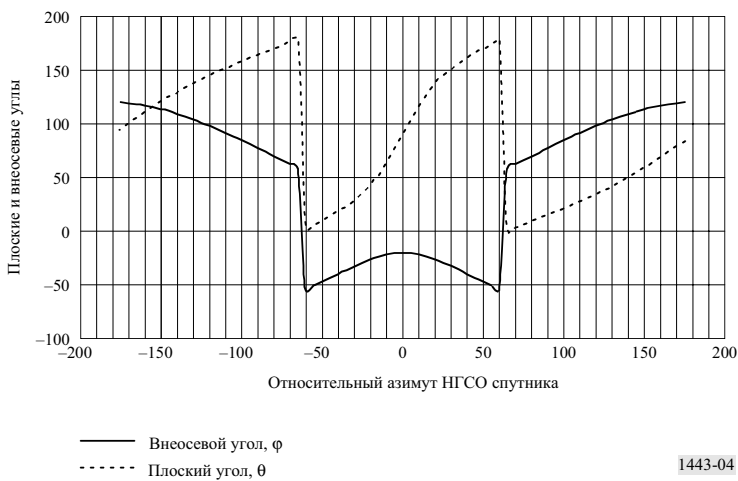


РИСУНОК 4

Плоские срезаемые и внеосевые углы для НГСО спутника под углом места 20°
и ГСО спутника под углом места 40°



РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R S.1586

Расчет уровней нежелательных излучений, создаваемых негеостационарной системой фиксированной спутниковой службы в местах расположения радиоастрономических станций

(Вопрос МСЭ-R 236/4)

(2002)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что в некоторых случаях радиоастрономическая служба и космические службы (космос–Земля) имеют распределения в смежных или в близко расположенных полосах частот;
- b) что радиоастрономическая служба основывается на приеме излучений со значительно меньшими уровнями мощности, чем обычно используемые в других службах радиосвязи;
- c) что вследствие столь низких уровней мощности принимаемых сигналов радиоастрономическая служба обычно более восприимчива к помехам от нежелательных излучений, чем другие службы;
- d) что Рекомендация 66 (Пересм. ВКР-2000) предлагает в п. 5 раздела *рекомендует МСЭ-R* "провести исследования тех полос частот и ситуаций, где по техническим или эксплуатационным причинам могут потребоваться более жесткие пределы побочных излучений, чем общие пределы, указанные в Приложении 3, для защиты служб безопасности и пассивных служб, как, например, радиоастрономии, а также влияния применения или неприменения таких пределов на все затрагиваемые службы;";
- e) что Рекомендация 66 (Пересм. ВКР-2000) предлагает в п. 6 раздела *рекомендует МСЭ-R* "провести исследования тех полос частот и ситуаций, где по техническим или эксплуатационным причинам может потребоваться установить пределы внеполосных излучений для защиты служб безопасности и пассивных служб, как, например, радиоастрономии, а также влияния применения или неприменения таких пределов на все затрагиваемые службы;";
- f) что некоторые примечания к Регламенту радиосвязи (РР) (такие как пп. 5.149, 5.443В, 5.511А и 5.551G) обращают внимание на защиту радиоастрономической службы, в частности, от космических передатчиков;
- g) что вследствие характеристик негеостационарных (НГСО) спутниковых систем и, в частности, изменяющегося во времени характера помех, уровень помех радиотелескопам, создаваемых такими спутниками, нельзя оценивать тем же способом, что и для помех от спутников ГСО,

рекомендует,

- 1 чтобы расчеты уровней нежелательных излучений, создаваемых негеостационарной системой фиксированной спутниковой службы (ФСС) в местах расположения радиоастрономических станций, могли проводиться администрациями с использованием метода, приведенного в Приложении 1;
- 2 чтобы при выполнении таких расчетов для моделирования радиоастрономических антенн могла использоваться диаграмма направленности антенны, приведенная в Приложении 2;
- 3 чтобы процент времени, в течение которого превышает уровень эквивалентной плотности потока мощности (э.п.п.м.) (определенной из предположения, что усиление приемной антенны в направлении помехи равно 0 дБи, и с учетом заданного времени интеграции), можно было рассчитывать в соответствии с методом, приведенным в Приложении 3.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Расчет уровней нежелательных излучений, создаваемых системой НГСО ФСС в местах расположения радиоастрономических станций

Описанная здесь методика, основанная на концепции э.п.п.м., изложенной в п. 22.5С Статьи 22 РР, предназначена для использования при расчетах уровней плотности потока мощности (п.п.м.), создаваемых радиотелескопам от нежелательных излучений спутниковой системы НГСО ФСС, с учетом характеристик как спутниковой системы, так и антенны радиотелескопа. Величина э.п.п.м. равна сумме составляющих от всех излучений спутников, выраженных в виде п.п.м. единичного эквивалентного источника в направлении прицеливания (пик основного лепестка) радиотелескопа.

1 Требуемые параметры

Вследствие особых характеристик спутниковых систем НГСО очевидно, что уровень помех радиотелескопу от таких спутников нельзя вычислять тем же способом, что и для спутников ГСО. Необходим статистический подход, при котором учитывается динамический аспект спутников НГСО.

Оценку помех, создаваемых радиотелескопу от спутников при заданном времени интеграции (2000 с), следует основывать на статистических расчетах с учетом параметров как спутников, так и радиотелескопа.

Параметры спутниковой системы НГСО:

- число спутников, видимых одновременно на радиоастрономической станции;
- уровень п.п.м. в месте расположения радиотелескопа в рассматриваемой полосе частот радиоастрономической службы, вычисленный с использованием маски dBsd или дБи;
- расстояния между спутниками и радиоастрономической станцией;
- детальные характеристики орбит спутников.

Параметры радиотелескопа:

- расположение антенны;
- диаграмма направленности и коэффициент усиления антенны;
- практический сектор направлений наведения антенны;
- опорное направление наведения;
- внеосевые углы между опорным направлением наведения антенны радио-астрономической станции и направлениями на передающие спутники;
- время интеграции (2000 с).

2 Расчет уровней э.п.п.м. в местах расположения радиоастрономических станций

Усиление приемной антенны радиотелескопа в направлении на спутник НГСО (в отличие от спутника ГСО) изменяется во времени в основном из-за движения спутника и тонкой угловой структуры боковых лепестков диаграммы направленности антенны радиотелескопа. Будут иметь место периоды времени, когда коэффициент усиления телескопа в направлении на спутник будет значительно выше 0 дБи, а также периоды, когда он будет ниже данной величины. Кроме того, при наличии нескольких спутников в системе НГСО следует суммировать и правильно учитывать вклады всех этих спутников.

Это можно сделать с применением концепции э.п.п.м., первоначально разработанной для оценки условий возможного совместного использования частот системами НГСО и ГСО. Далее в этом разделе данная концепция приспособлена для случая воздействия помех от спутников НГСО на радиоастрономическую станцию. Определение э.п.п.м. основано на п. 22.5С РР, принятом на Всемирной конференции радиосвязи (Стамбул, 2000 г.) (ВКР-2000).

2.1 Определение э.п.п.м.

Когда на антенну в пределах ее эталонной ширины полосы частот поступают сигналы одновременно от нескольких находящихся на разных расстояниях передатчиков по различным направлениям и с разными уровнями приходящей п.п.м., то эквивалентная п.п.м. равна такой п.п.м., которая при приеме сигнала от единичного передатчика, находящегося в дальнем поле антенны в направлении ее максимального усиления, создает на входе приемника такую же величину мощности, что и та, которая реально принимается от совокупности различных передатчиков.

Мгновенная э.п.п.м. рассчитывается по следующей формуле:

$$epfd = 10 \log_{10} \left[\sum_{i=1}^{N_a} 10^{\frac{P_i}{10}} \cdot \frac{G_t(\theta_i)}{4\pi d_i^2} \cdot \frac{G_r(\varphi_i)}{G_{r,max}} \right], \quad (1)$$

где:

N_a : число негеостационарных космических станций, видимых из места расположения радиотелескопа

i : номер рассматриваемой космической станции НГСО

P_i : РЧ мощность нежелательного излучения на входе антенны (или РЧ излучаемая мощность в случае активной антенны) рассматриваемой передающей космической станции в системе НГСО в эталонной ширине полосы частот (дБВт)

θ_i : внеосевой угол между опорным направлением рассматриваемой передающей космической станции системы НГСО и направлением на радиотелескоп

$G_t(\theta_i)$: усиление передающей антенны (в виде отношения) рассматриваемой космической станции системы НГСО в направлении на радиотелескоп

d_i : расстояние (м) между рассматриваемой передающей станцией системы НГСО и радиотелескопом

φ_i : внеосевой угол между направлением наведения радиотелескопа и направлением на рассматриваемую передающую космическую станцию системы НГСО

$G_r(\varphi_i)$: усиление приемной антенны (в виде отношения) радиотелескопа в направлении рассматриваемой передающей космической станции системы НГСО (см. Приложение 2)

$G_{r,max}$: максимальное усиление (в виде отношения) антенны радиотелескопа

$epfd$: мгновенная э.п.п.м. в эталонной ширине полосы частот в месте расположения радиотелескопа (дБ(Вт/м²)).

При вычислении э.п.п.м. по формуле (1) предполагается, что п.п.м., создаваемая всеми источниками помех, приходит по опорному направлению приемной антенны, у которой коэффициент усиления максимален. Однако критерии защиты радиоастрономии основаны на уровне 0 дБи огибающей диаграммы направленности радиоастрономической антенны. Используя подход в уравнении (1), п.п.м., создаваемую всеми источниками помех в направлении усиления приемной антенны на уровне 0 дБи, можно определить следующим образом:

$$epfd_{G_r=0 \text{ дБи}} = 10 \log_{10} \left[\sum_{i=1}^{N_a} 10^{10} \cdot \frac{P_i}{4\pi d_i^2} \cdot G_t(\theta_i) \cdot G_r(\varphi_i) \right]. \quad (2)$$

Величины $epfd_{G_r=0 \text{ дБи}}$, полученные из уравнения (2) и усредненные по времени интеграции 2000 с, можно сравнивать с уровнями п.п.м. (определенными в предположении, что коэффициент усиления приемной антенны в направлении помех при данном времени интеграции равен 0 дБи).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Предполагается, что каждый передатчик расположен в дальнем поле радиотелескопа (т. е. на расстоянии более $2D^2/\lambda$, где D – эффективный диаметр радиотелескопа, а λ – рассматриваемая длина волны). Хотя этот подход не всегда может быть удовлетворительным, однако считается достаточной аппроксимацией.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Для некоторых телескопов направление максимального усиления (опорное направление) может не всегда совпадать с геометрической осью радиотелескопа.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – В случае активных антенн P_i следует считать излучаемой РЧ мощностью, а не мощностью на входе антенны.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Усиление антенны передающей станции, $G_t(\theta_i)$, берется на частоте рассматриваемой полосы радиоастрономической службы. Оно может отличаться от усиления на частотах передачи.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Модель диаграммы направленности антенны радиотелескопа

Диаграммы направленности (ДН) антенн, такие как приведенные в Рекомендации МСЭ-R SA.509, не подходят для использования в динамических условиях. В таких условиях для антенн ФСС используется модель, приведенная в Рекомендации МСЭ-R S.1428. Необходимо продолжить работы по определению ДН радиоастрономических антенн. Пока же, при отсутствии данных по измерениям ДН, в качестве типичных для радиоастрономических антенн по зонам как основного, так и боковых лепестков, можно считать диаграммы направленности в Рекомендации МСЭ-R S.1428. Ниже приведен взятый из Рекомендации МСЭ-R S.1428 пример диаграммы направленности для отражателей диаметром более 100λ :

$$\begin{array}{llll}
 G(\varphi) = G_{max} - 2,5 \times 10^{-3} \left(\frac{D}{\lambda} \varphi \right)^2 & \text{дБи} & \text{для} & 0^\circ \leq \varphi < \varphi_m \\
 G(\varphi) = G_1 & \text{дБи} & & \text{для} \quad \varphi_m \leq \varphi < \varphi_r \\
 G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi & \text{дБи} & \text{для} & \varphi_r \leq \varphi < 10^\circ \\
 G(\varphi) = 34 - 30 \log \varphi & \text{дБи} & \text{для} & 10^\circ \leq \varphi < 34,1^\circ \\
 G(\varphi) = -12 & \text{дБи} & \text{для} & 34,1^\circ \leq \varphi < 80^\circ \\
 G(\varphi) = -7 & \text{дБи} & \text{для} & 80^\circ \leq \varphi < 120^\circ \\
 G(\varphi) = -12 & \text{дБи} & \text{для} & 120^\circ \leq \varphi \leq 180^\circ,
 \end{array}$$

где:

$$\begin{array}{ll}
 G_{max} = 20 \log \left(\frac{D}{\lambda} \right) + 8,4 & \text{дБи} \\
 G_1 = -1 + 15 \log \left(\frac{D}{\lambda} \right) & \text{дБи} \\
 \varphi_m = \left(\frac{20 \lambda}{D} \right) \sqrt{(G_{max} - G_1)} & \text{градусов} \\
 \varphi_r = 15,85 \left(\frac{D}{\lambda} \right)^{-0,6} & \text{градусов.}
 \end{array}$$

Кроме того, ниже приведено возможно более точное представление сектора ДН для внеосевых углов от 0 до 1° , которое можно использовать для этой части ДН антенны.

1 Модель основного лепестка

Реалистичным подходом является использование следующей модели основного лепестка круговой антенны:¹

$$G_r(\varphi) = G_{r,max} \left[\frac{J_1(2\pi x)}{\pi x} \right]^2, \quad (3)$$

¹ Уравнения (3) и (4) выражены в виде отношений, а не дБ.

где:

$$G_{r,max} = \left[\frac{4\pi A_{eff}}{\lambda^2} \right]: \quad \text{максимальное усиление (выраженное в виде отношения),}$$

где:

$$A_{eff} = \pi(D/2)^2: \quad \text{площадь апертуры телескопа (м}^2\text{)}$$

$$D: \quad \text{эффективный диаметр телескопа (м)}$$

$$\lambda: \quad \text{длина волны (м)}$$

$$x = \frac{\pi D \varphi}{360 \lambda}, \quad \text{где } \varphi - \text{угол отклонения от опорного направления (градусы)}$$

$$J_1(x): \quad \text{функция Бесселя 1-го порядка.}$$

Первый ноль ДН такой антенны:

$$\varphi_0 = 69,88/(D/\lambda) \quad \text{градусов отклонения от опорного направления.}$$

Например, если $D = 100$ м, а $\lambda = 3$ см, то $G_{r,max} = 1,09 \times 10^8$ (эквивалентно +80,4 дБи), и:

$$\varphi_0 = 0,0209 \quad \text{градусов.}$$

2 Модель ближних боковых лепестков в пределах 1° от опорного направления

Для ближних боковых лепестков в пределах угла $\varphi_0 \leq \varphi \leq 1^\circ$ предлагается следующая модель:²

$$G_r(\varphi) = B \left[\frac{\cos(2\pi x - (3\pi/4) + 0,0953)}{\pi x} \right]^2, \quad (4)$$

где:

$$x = \frac{\pi D \varphi}{360 \lambda}, \quad \text{где } \varphi - \text{угол отклонения от опорного направления (градусы)}$$

$$D: \quad \text{эффективный диаметр радиотелескопа (м)}$$

$$\lambda: \quad \text{рабочая длина волны (м)}$$

и

$$B = 10^{3,2} \pi^2 ((\pi D/2)/(180 \lambda))^2.$$

² Уравнения (3) и (4) выражены в виде отношений, а не дБ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Распределение уровней э.п.п.м.

В данном Приложении описан способ получения статистических данных относительно э.п.п.м. по всей небесной сфере.

1 Деление небесной сферы на ячейки с примерно одинаковым телесным углом

Первым шагом в данном подходе является разделение небесной сферы на M колец, параллельных горизонту и равномерно разнесенных по углу места в пределах от 0° до 90° . Ширина каждого кольца будет равна $90^\circ/M$. Следующим шагом будет разделение этих кругов на соты, ширина которых по азимуту выбирается с расчетом получения целого числа сот на каждое кольцо и примерно равна:

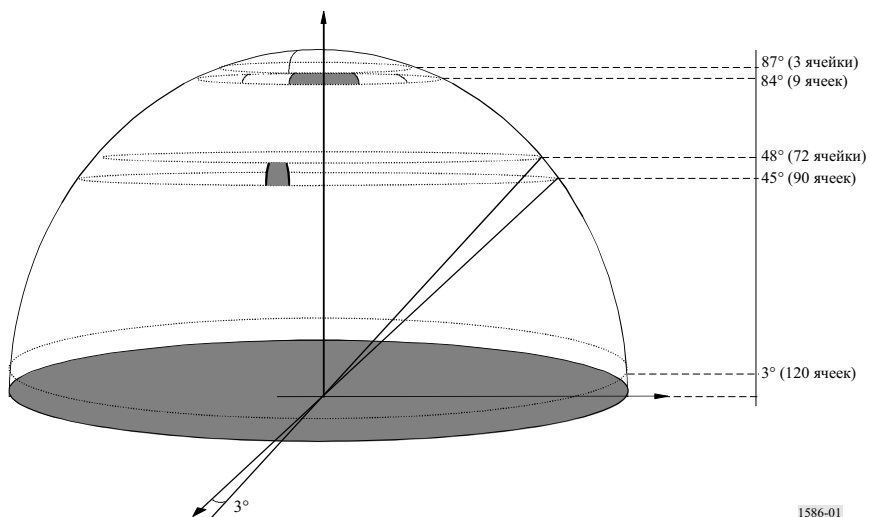
$$\frac{90/M}{\cos(\text{угол места})} \quad \text{градусов.}$$

На рисунке 1 приведен пример разделения при шаге шириной 3° по углу места. При этом небесная сфера делится на 30 колец с размером по углу места, равным 3° :

$$\frac{90/30}{\cos(\text{угол места})} \quad \text{градусов.}$$

Угол места означает средний угол места для данного кольца.

РИСУНОК 1
Пример разделения небесной сферы на ячейки размером приблизительно 9 кв. градусов телесного угла



1586-01

Это приводит к разделению небесной сферы на 2334 ячейки размером примерно 9 кв. градусов телесного угла. В таблице 1 приведено число ячеек для каждого кольца в соответствии с данным примером.

ТАБЛИЦА 1

Пример деления небесной сферы на ячейки размером около 9 кв. градусов телесного угла

Угол места нижней границы кольца (градусы)	Телесный угол кольца (кв. градусы)	Суммарный телесный угол (кв. градусы)	Шаг азимута (градусы)	Число ячеек в кольце	Телесный угол ячейки (кв. градусы)	Суммарное число ячеек	Процент телесного угла (%)	Суммарный телесный угол (%)
0	1 079,51	1 079,51	3	120	9	120	5,23	5,23
3	1 076,55	2 156,05	3	120	8,97	240	5,22	10,45
6	1 070,64	3 226,69	3	120	8,92	360	5,19	15,64
9	1 061,79	4 288,49	3	120	8,85	480	5,15	20,79
12	1 050,04	5 338,53	3	120	8,75	600	5,09	25,88
15	1 035,41	6 373,93	3	120	8,63	720	5,02	30,90
18	1 017,94	7 391,87	3	120	8,48	840	4,94	35,84
21	997,68	8 389,55	3	120	8,31	960	4,84	40,67
24	974,68	9 364,23	3	120	8,12	1 080	4,73	45,40
27	949,01	10 313,24	3	120	7,91	1 200	4,60	50
30	920,75	11 233,99	4	90	10,23	1 290	4,46	54,46
33	889,95	12 123,94	4	90	9,89	1 380	4,31	58,78
36	856,72	12 980,66	4	90	9,52	1 470	4,15	62,93
39	821,14	13 801,81	4	90	9,12	1 560	3,98	66,91
42	783,31	14 585,12	4	90	8,70	1 650	3,80	70,71
45	743,34	15 328,46	4	90	8,26	1 740	3,60	74,31
48	701,32	16 029,79	5	72	9,74	1 812	3,40	77,71
51	657,39	16 687,17	5	72	9,13	1 884	3,19	80,90
54	611,65	17 298,82	5	72	8,50	1 956	2,97	83,87
57	564,23	17 863,06	6	60	9,40	2 016	2,74	86,60
60	515,27	18 378,33	6	60	8,59	2 076	2,50	89,10
63	464,90	18 843,23	6	60	7,75	2 136	2,25	91,35
66	413,25	19 256,48	8	45	9,18	2 181	2,00	93,36
69	360,47	19 616,95	9	40	9,01	2 221	1,75	95,11
72	306,70	19 923,65	10	36	8,52	2 257	1,49	96,59
75	252,09	20 175,74	12	30	8,40	2 287	1,22	97,81
78	196,79	20 372,53	18	20	9,84	2 307	0,95	98,77
81	140,95	20 513,49	24	15	9,40	2 322	0,68	99,45
84	84,73	20 598,21	40	9	9,41	2 331	0,41	99,86
87	28,27	20 626,48	120	3	9,42	2 334	0,14	100

2 Распределение э.п.п.м. по ячейкам

Сначала произвольно выбирается направление наведения антенны радиоастрономической службы, которое соответствует какой-либо конкретной ячейке на небесной сфере, определенной в параграфе, выше. Затем произвольно выбирается начальное время для группировки спутников. Далее вычисляется э.п.п.м. для каждой временной выборки в пределах времени интеграции 2000 с. После этого вычисляется средняя э.п.п.м. по данному пробному измерению для выбранного направления наведения и начального времени группировки.

Такая операция повторяется для получения статистического распределения значений э.п.п.м. в рассматриваемой ячейке. В данной методике проводится ряд проб, в каждой из которых вычисляется средний уровень э.п.п.м. в пределах времени интеграции 2000 с. Чем большее число таких проб, тем точнее будет определено искомое распределение. Для достижения требуемого уровня достоверности результатов требуется достаточное большое число проб. В частности, число проб, помноженное на время интеграции 2000 с, должно быть значительно больше периода обращения группировки. Необходимо также обеспечить достаточную статистическую выборку по всему периоду обращения группировки. Как только будет установлено, что в искомом распределении не произойдет более значительных изменений, то можно заключить, что выполнено достаточное число проб. Такую проверку можно провести либо автоматически как составную часть моделирования, либо вручную путем остановки моделирования через регулярные интервалы.

3 Распределение э.п.п.м. для наихудших случаев направлений наведения (применяется, если уровни п.п.м. со спутников постоянны для данного угла места наведения антенны радиоастрономической службы)

Оценку распределений э.п.п.м. в ячейках небесной сферы можно упростить, если сначала вычислить распределение э.п.п.м. по направлениям наведения, соответствующим направлениям наихудшего случая. К таким направлениям можно отнести направления наведения, при которых будет иметься наибольшая вероятность видимости спутников. Эти направления наведения можно определить по методу, приведенному в Рекомендации МСЭ-R S.1257 "Аналитический метод вычисления статистических характеристик кратковременной видимости и помех от спутников на негеостационарной орбите, видимых из точки на поверхности Земли" (уравнения (28) и (29)). Для данного угла места и данной группировки спутников НГСО эта Рекомендация позволяет вычислить азимуты для наихудшего случая (при заданном угле места обычно имеются два азимута для наихудшего случая).

Для ячеек, которые соответствуют таким направлениям наведения наихудшего случая, распределение э.п.п.м. можно вычислить для достаточного числа проб при времени интеграции 2000 с. Затем такое распределение э.п.п.м. можно сравнить с пороговым уровнем п.п.м. (вычисленным в предположении усиления приемной антенны в направлении помех, равном 0 дБи, и при заданном времени интеграции 2000 с).

Для любой ячейки процент времени, в течение которого превышает пороговый уровень п.п.м., можно вычислить в виде процента периодов интеграции в 2000 с, в течение которых средняя п.п.м. в месте расположения радиотелескопа превышает заданный пороговый уровень п.п.м.

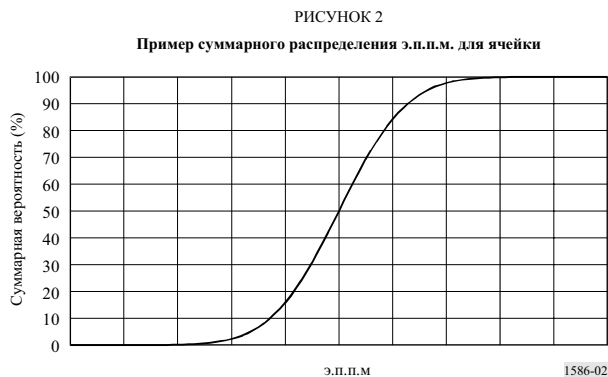
При сравнении такого распределения э.п.п.м. с пороговым уровнем п.п.м. для ячеек, соответствующих данным направлениям наведения наихудшего случая, можно прийти к следующим заключениям:

- Если во всех M кольцах уровень п.п.м. для направлений наведения наихудшего случая оказывается ниже пороговой величины в течение времени, превышающего критерий процента времени, то это означает, что данные критерии будут выполняться по всей небесной сфере.
- Если в кольце, определенном для данного угла места уровень п.п.м. для направлений наведения наихудшего случая оказывается ниже пороговой величины в течение времени, превышающего критерий процента времени, то это означает, что данные критерии всегда будут выполняться для всего соответствующего кольца.
- Если критерии помех не выполняются, необходимы дополнительные исследования.

Рассмотрение таких направлений наведения наихудшего случая дает информацию о расположении ячеек для такого наихудшего случая.

4 Выходные данные по распределению э.п.п.м.

Расчет э.п.п.м., описанный в § 2, дает распределение уровней э.п.п.м. для каждой ячейки небесной сферы, как показано на рисунке 2.



РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R F.1613*,**

Требования к эксплуатации и разворачиванию систем фиксированного беспроводного доступа фиксированной службы в Районе 3 для обеспечения защиты систем спутниковой службы исследования Земли (активной) и службы космических исследований (активной) в полосе частот 5250–5350 МГц

(Вопросы МСЭ-R 113/9 и 218/7)

(2003)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что полоса частот 5250–5350 МГц распределена спутниковой службе исследования Земли (ССИЗ) (активной) и службе космических исследований (СКИ) (активной) для активных космических датчиков, а также радиолокационной службе на первичной основе;
- b) что распределения в полосе частот 5250–5350 МГц будут пересмотрены на ВКР-03 согласно пункту 1.5 повестки дня с целью распределения этой полосы фиксированной службе в Районе 3 на первичной основе;
- c) что некоторые администрации в Районе 3 предложили использовать полосу 5250–5350 МГц для лицензируемых систем фиксированного беспроводного доступа (FWA) фиксированной службы;
- d) что такие системы FWA, работая вне помещений, могут создавать недопустимые помехи службам ССИЗ/СКИ (активным) в упомянутой полосе частот;
- e) что существует потребность определения требований к эксплуатации и разворачиванию систем FWA в Районе 3 с целью защиты систем космических активных датчиков,

* Настоящая Рекомендация была совместно разработана 7-й и 9-й Исследовательскими комиссиями по радиосвязи, и любой будущий пересмотр будет проводиться совместно.

** Настоящая Рекомендация должна быть доведена до сведения 7-й и 8-й Исследовательских комиссий по радиосвязи.

отмечая,

а) что помехи от систем ССИЗ/СКИ (активных) системам FWA с характеристиками, описанными в Приложении 1, рассматриваются как допустимые,

признавая,

а) что существуют трудности при эксплуатации FWA и других типов систем беспроводного доступа (включая локальные радиосети (RLAN)) одновременно в одних и тех же зонах покрытия и на совпадающих частотах,

рекомендует,

1 чтобы совокупные помехи от систем FWA (сумма э.и.и.м. в направлении на спутник) были меньше $-7,6$ дБ (Вт/20 МГц) у поверхности Земли в зоне обслуживания активного датчика спутника ССИЗ/СКИ (см. Примечания 1, 2 и 3);

2 чтобы для оценки совокупного уровня помех от систем FWA использовалась методика, приведенная в Приложении 1;

3 чтобы на основе характеристик систем FWA, приведенных в таблице 4 для Района 3, в зоне обслуживания активного спутникового датчика разрешалось размещение максимум 23 базовых станций FWA на площади в 220 км^2 . Изменения максимальной э.и.и.м., диаграмм направленности антенны и планирования частот будут вызывать изменение максимальной разрешенной плотности базовых станций FWA;

4 чтобы максимальная э.и.и.м. каждой станции FWA не превышала 3 дБ (Вт/20 МГц) (см. Примечания 4 и 5);

5 чтобы администрации осуществляли контроль этих систем для обеспечения выполнения требований в отношении развертывания систем FWA, приведенных выше в разделе *рекомендует*.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Данный совокупный уровень помех вычислен исходя из порогового уровня помех $-132,35$ дБ (Вт/20 МГц) для спутникового приемника, описанного для радара SAR4 в таблице 5.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Размер зоны обслуживания рассматриваемого здесь активного датчика спутника ССИЗ/СКИ составляет примерно 220 км^2 .

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Совокупная помеха от систем FWA в направлении спутника с активным космическим датчиком определяются такими параметрами, как мощность передачи систем FWA, направленность антенны и число базовых станций FWA, работающих в одном и том же радиочастотном канале в зоне обслуживания активного спутникового датчика.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Если направление основного лепестка антенны превышает 10° по углу места, то следует применять предел э.и.и.м. на 6 дБ ниже, т. е. максимальная э.и.и.м. должна быть равной -3 дБ (Вт/20 МГц).

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Необходимо осуществлять контроль направления антенн станций FWA для исключения случайного прямого облучения спутника вследствие отклонения направления антенны, например, когда антенна удаленной станции направлена не на базовую станцию.

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Необходимо разработать дополнительные указания для облегчения применения данной Рекомендации. Этот аспект требует дополнительного изучения.

Приложение 1

Совместное использование частот системами FWA и системами с активными космическими датчиками служб ССИЗ (активной) и СКИ (активной) в полосе 5250–5350 МГц

1 Введение

Полоса частот 5250–5350 МГц считается подходящей для работы систем FWA в фиксированной службе для обеспечения высокоскоростного доступа в Интернет или других приложений мультимедийных услуг. Поскольку данная полоса частот распределена Регламентом радиосвязи МСЭ службам ССИЗ (активной) и СКИ (активной) на глобальной основе, необходимо определить возможности совместной работы систем FWA и систем ССИЗ/СКИ (активных).

В данной полосе частот в службах ССИЗ/СКИ (активных) работают различные типы космических радаров с синтезированной апертурой (SAR), космических радиолокационных выотомеров и космических систем измерения рассеяния (рефлектометров).

В данном Приложении рассмотрены вопросы совместного использования частот системами FWA и указанными космическими активными датчиками с использованием типовых системных параметров, которые уже применяются или находятся на этапе разработки.

2 Технические характеристики космических активных датчиков

Технические характеристики космических активных датчиков, работающих в полосе частот 5250–5350 МГц, приведены в таблицах 1–3.

ТАБЛИЦА 1

Типичные характеристики космических SAR, работающих в диапазоне 5,3 ГГц

Параметр	Значение		
	SAR2	SAR3	SAR4
Высота орбиты (км)	600 (круговая)	400 (круговая)	
Наклонение орбиты (градусы)	57		
Центральная частота РЧ (МГц)	5 405	5 305	5 300
Пиковая излучаемая мощность (Вт)	4 800	1 700	
Поляризация	Горизонтальная и вертикальная (HH, HV, VH, VV)		
Импульсная модуляция	Импульс с линейной ЧМ		
Ширина полосы частот импульса (МГц)	310		40
Длительность импульса (мкс)	31	33	

ТАБЛИЦА 1 (окончание)

Параметр	Значение		
	SAR2	SAR3	SAR4
Частота повторения импульсов (имп./с)	4 492	1 395	
Коэффициент заполнения (%)	13,9	5,9	
Коэффициент сжатия диапазона	9 610	10 230	1 320
Тип антенны (м)	Плоская фазовая антенная решетка 1,8 × 3,8	Плоская фазовая антенная решетка 0,7 × 12,0	
Пиковое усиление антенны (дБи)	42,9	42,7/38 (полный фокус/подавление луча)	
Медианное усиление бокового лепестка антенны (дБи)	−5		
Ориентация антенны (градусы)	20–38 от надира	20–55 от надира	
Ширина луча антенны	1,7 (угол места), 0,78 (азимут)	4,9/18 (угол места), 0,25 (азимут)	
Поляризация антенны	Линейная горизонтальная/вертикальная		
Коэффициент шума приемника (дБ)	4,62		
Компрессия сигнала в 1 дБ на выходе входных блоков приемника относительно входного сигнала	−62 дБВт по входу		
Допустимая максимальная мощность на входе приемника (дБВт)	+7		
Время функционирования	30% витка		
Минимальное время получения изображений (с)	15		
Зона обслуживания	Массивы суши и прибрежные зоны		
Ширина полосы обзора (км)	20	16/320	
Зона обслуживания спутника (км ²)	159,03	76,5	76,5–220
Ширина полосы пропускания приемника (МГц)	356,5		46,00
Пороговый уровень помех (дБ)	I/N = −6		

ТАБЛИЦА 2

Типичные характеристики космического альтиметра в диапазоне 5,3 ГГц

Характеристики альтиметров космической программы Jason	
Время жизни	5 лет
Высота (км)	1 347 ± 15
Наклонение (градусы)	66
Характеристики альтиметров Poseidon 2	
Тип сигнала	Импульсная линейная частотная модуляция
ЧПИ в С-диапазоне (Гц)	300
Длительность импульса (мкс)	105,6
Частота несущей (ГГц)	5,3
Ширина полосы (МГц)	320
Пиковая мощность излучения на РЧ (Вт)	17
Средняя мощность излучения на РЧ (Вт)	0,54
Усиление антенны (дБи)	32,2
Апертура по уровню 3 дБ (градусы)	3,4
Максимальный уровень бокового лепестка (дБ)	-20
Максимальный уровень заднего лепестка (дБ)	-40
Зона обслуживания луча по уровню -3 дБ (км)	77
Пороговый уровень помех (дБВт)	-118

ТАБЛИЦА 3

Типичные характеристики космического рефлектометра в диапазоне 5,3 ГГц

Параметр	Значение	
Название системы	Рефлектометр 1	Рефлектометр 2
Высота орбиты (км)	780	800
Наклонение (градусы)	81,5	
Центральная частота (ГГц)	5,3	5,255
Ширина импульса	70 мкс (середина) 130 мкс (фронт/спад)	8 мс (середина) 10,1 мс (фронт/спад)
Модуляция	Прерывистая незатухающая	ЛЧМ
Полоса пропускания передатчика (кГц)	15	500
ЧПИ (Гц)	115 (середина) 98 (фронт/спад)	29,4
Тип антенны	Щелевая волноводная	

ТАБЛИЦА 3 (окончание)

Параметр	Значение			
Коэффициент усиления антенны (дБи)	31 (середина) 32,5 (фронт/спад)		28,5 (середина) 29,5 (фронт/спад)	
Ориентация основного лепестка антенны (градусы)	Углы падения: 18–47 (середина) 24–57 (фронт/спад)		Углы падения: 25,0–54,5 (середина) 33,7–65,3 (фронт/спад)	
Ширина луча антенны (–3 дБ) по углу места (градусы)	24 (середина)	26 (фронт/спад)	23,6 (середина)	23,9 (фронт/спад)
Ширина луча по азимуту (градусы)	1,3	0,8	1,1	0,8
Угол места оборудования (градусы)	29,3		37,6	
Поляризация антенны	Вертикальная			
Пиковая мощность передатчика	4,8 кВт		120 Вт	
Коэффициент шума приемника (дБ)	3			
Зона обслуживания	Океанские и прибрежные зоны, массивы суши			
Пороговый уровень помех (дБ(Вт/Гц))	–207			

3 Технические особенности систем FWA

Для выполнения требований как высокоскоростного доступа в Интернет, так и критериев совместного использования частот с другими службами, необходимо определить технические параметры систем FWA.

Поскольку системы FWA предназначены для работы в полосе 5250–5350 МГц, следует учитывать следующие моменты:

- системы FWA включают в себя базовую станцию и множество удаленных станций в зоне покрытия, иначе называемой ячейкой. Считается, что каждая из удаленных станций связывается с базовой станцией только в выделенный временной интервал (в режиме многостационарного доступа с временным разделением (МДВР)) или в свободный интервал времени (в режиме многостанционного доступа с обнаружением несущей (МДОИ)). Это означает, что в любой момент времени в одной ячейке только одна станция работает на передачу. Поэтому помехи, создаваемые спутниковым станциям с космическим активным датчиком, определяются плотностью развертывания (на км²) базовых станций FWA.
- Большое значение имеет направленность антенны при высоких углах места. При достаточной избирательности антенн станций FWA в вертикальном направлении мощность помех будет существенно подавляться.
- Коэффициент активности группы передатчиков FWA в ячейке в наихудшем случае может достигать 100%.
- Для управления плотностью развертывания систем FWA могут потребоваться меры по лицензированию.

В соответствии с вышеприведенными особенностями для предварительного анализа в данном Приложении в качестве примера приняты технические параметры систем FWA, представленные в таблице 4.

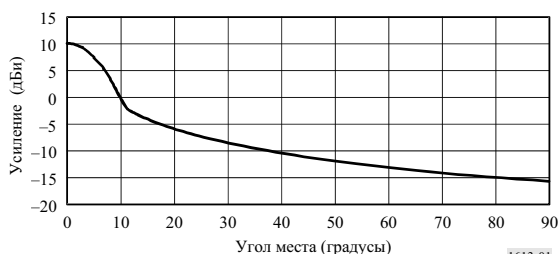
Для данного анализа выбраны характеристики, приводящие к наихудшему случаю помех узкополосному приемнику SAR. Для системы FWA такого типа, если опорное направление антенны ориентировано приблизительно вдоль горизонта для обеспечения соединения типа точка–множество точек, угол относительно опорного направления будет представлять собой угол места. При углах надира от 20° до 55° углы места для антенны станции системы FWA, направленной на космический SAR, будут находиться в пределах от 69° до 30°.

ТАБЛИЦА 4

Технические характеристики систем FWA, работающих в диапазоне 5,3 ГГц

	Базовая станция	Удаленная станция
Полоса частот (МГц)	5250–5350	
Режим эксплуатации	Точка–множество точек	
Радиус ячейки (км)	1–2	
Максимальная э.и.и.м./мощность передачи (Вт)	2/0,2	2/0,063
Коэффициент усиления/характеристики антенны	10 дБи/ Рек. МСЭ-R F.1336 Всенаправленная диаграмма ($k = 0$) (рисунок 1)	15 дБи/ Рек. МСЭ-R F.1336 Антенна низкой стоимости с низким коэффициентом усиления (рисунок 2)
Ширина полосы (МГц)	20	
Коэффициент шума приемника (дБ)	8	
Пороговый уровень помех	$I/N = -6$ дБ или $-128,8$ дБ(Вт/20 МГц)	
Поляризация	Вертикальная или горизонтальная	
Коэффициент активности (%)	90	10

РИСУНОК 1

Диаграмма направленности антенны базовой станции

1613-01

РИСУНОК 2



4 Совместное использование частот космическими активными датчиками и системами FWA

4.1 Совместное использование частот SAR и FWA

4.1.1 Помехи SAR от FWA

В таблице 5 приведены результаты расчета помех, создаваемых системой FWA с параметрами согласно таблице 4 радару SAR4 с характеристиками согласно таблице 1. Несмотря на то, что пороговые уровни помех на 1 МГц для SAR2, SAR3 и SAR4 почти одинаковы, в ходе дальнейшего анализа рассматривается радар SAR4, характеризующийся наиболее жесткими требованиями по абсолютной величине. При расчете помех учитываются влияние боковых лепестков антенны FWA и влияние рассеяния поверхностью Земли и зданиями. Для учета помех от боковых лепестков удаленных станций производится расчет средней э.и.и.м., поступающей на спутник от всех удаленных станций вокруг базовой станции (см. Добавление 1 к Приложению 1). Следует отметить, что в таблице 5 принят коэффициент повторного использования частоты, равный 4.

Рассеяние поверхностью Земли или возможное рассеяние ближайшими зданиями могут оказаться возможными источниками помех. Это влияние определяется местностью развертывания систем, высотой подвеса антенн (наверху или сбоку зданий), и т. д. Можно ожидать, что системы FWA будут использоваться в городских зонах с высокой плотностью застройки, где будет иметь место рассеяние от большого числа объектов, поэтому в дополнение к рассеянию поверхностью Земли следует учитывать и другие виды рассеяния. Особо следует учитывать современные офисные здания, построенные с использованием металла, где нельзя исключать вероятности высокого уровня отражения в направлении датчика. Для наихудшего случая коэффициент рассеяния принимается равным -18 дБ. Это предположение может потребовать пересмотра.

Вышеприведенный анализ основан на предположении, что не используются передатчики FWA с секторными антеннами. Наличие секторных антенн усложнит сценарий совместного использования частот из-за учета рассеяния.

Результаты показывают, что в зоне обслуживания SAR4 на площади 220 км^2 при помехах спутниковому приемнику SAR ниже допустимого уровня могут работать 23 ячейки системы FWA. Если параметры систем FWA отличаются от приведенных в таблице 4, включая случай использования на базовых станциях секторных антенн, то число ячеек, которое можно разместить в зоне обслуживания спутника, будет другим. Таблицу 5 следует пересчитать с учетом фактических параметров.

ТАБЛИЦА 5
Помехи SAR4 от системы FWA

Параметр			20° от надира		55° от надира	
			Значение	дБ	Значение	дБ
Мешающая э.и.и.м. от бокового лепестка антенны FWA	От базовой станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,2	-7,00	0,2	-7,00
		Усиление передающей антенны (дБи)		-14,20		-8,80
		Коэффициент активности э.и.и.м. (дБВт)	90%	-0,46	90%	-0,46
				-21,66		-16,26
	От удаленных станций	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,063	-12,00	0,063	-12,00
		Среднее усиление передающей антенны (дБи)		-4,96		-2,34
		Коэффициент активности э.и.и.м. (дБВт)	10%	-10,00	10%	-10,00
				-26,96		-24,34
	Общая э.и.и.м. от бокового лепестка (дБВт)			-20,54		-15,63
Мощность помехи ввиду поверхностного рассеяния	От базовой станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,2	-7,00	0,2	-7,00
		Коэффициент активности	90%	-0,46	90%	-0,46
		Мощность передачи (дБВт)		-7,46		-7,46
	От удаленных станций	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,063	-12,00	0,063	-12,00
		Коэффициент активности	10%	-10,00	10%	-10,00
		Мощность передачи (дБВт)		-22,00		-22,00
	Общая мощность передачи (дБВт)			-7,31		-7,31
Общая мешающая э.и.и.м. от ячейки (дБВт)	Коэффициент рассеяния (дБ)			-18,00		-18,00
	Общая э.и.и.м. рассеяния (дБВт)			-25,31		-25,31
				-19,29		-15,19
Мощность помех, принимаемая SAR	Усиление приемной антенны (дБ)			42,70		42,70
	Потери на поляризацию (дБ)			-3,00		-3,00
	Потери при распространении в свободном пространстве (дБ)		(427 км)	-159,55	(749 км)	-164,43
	Принимаемая мощность (дБВт)			-139,14		-139,92
Чувствительность приемника SAR	Коэффициент шума (дБ)			4,62		4,62
	kT		$4,0 \times 10^{-21}$	-203,98	$4,0 \times 10^{-21}$	-203,98
	Ширина полосы пропускания приемника (МГц)		20,0	73,01	20,0	73,01
	Мощность шума (дБВт)			-126,35		-126,35
Допустимое число ячеек FWA	Пороговый уровень помех SAR ($I/N = -6$ дБ) (дБВт)			-132,35		-132,35
	Запас (дБ)			6,79		7,57
	Максимальное число ячеек FWA, использующих тот же РЧ канал в пределах зоны обслуживания SAR		4,78		5,71	
	Максимальное число ячеек FWA при коэффициенте повторного использования частоты 4		19,1		22,8	

4.1.2 Помехи FWA от SAR

Первым этапом анализа вероятных помех от космических SAR системам FWA является определение мощности сигнала боковых лепестков космического SAR вблизи поверхности Земли. В данном анализе использован медианный уровень усиления боковых лепестков, так как эти боковые лепестки покрывают существенно большую зону обслуживания, нежели основной лепесток, что приводит к помехам большей длительности. В таблице 6 приведены уровни помех, создаваемых системам FWA боковыми лепестками спутников SAR4. SAR4 выбран для демонстрации наихудшего случая. В таблице 6 показан положительный запас порядка 20 дБ, что дает благоприятный сценарий совместного использования частот с точки зрения учета влияния боковых лепестков.

ТАБЛИЦА 6
Помехи FWA от боковых лепестков SAR4

Параметр	20° от надира		55° от надира	
	Помехи базовой станции	Помехи удаленной станции	Помехи базовой станции	Помехи удаленной станции
Мощность передачи (дБВт)	32,3		32,3	
Усиление передающей антенны (дБи)	-5,0		-5,0	
Потери при распространении в свободном пространстве (дБ)	-159,5 (427 км)		-164,4 (749 км)	
Усиление приемной антенны (дБи)	-14,2	-2,2	-8,8	2,3
Потери в фидере FWA (дБ)	-5,0	-10,0	-5,0	-10,0
Принимаемая мощность (дБВт)	-151,4	-144,4	-150,9	-144,8
Сужение полосы частот (дБ)	-3,0		-3,0	
Принимаемая мощность (дБ(Вт/20 МГц))	-154,4	-147,4	-153,9	-147,8
Пороговый уровень помех FWA (дБ(Вт/20 МГц))	-128,8		-128,8	
Запас (дБ)	25,6	18,6	25,1	19,0

Однако пиковый коэффициент усиления антенны на 43–47,7 дБ выше среднего коэффициента усиления боковых лепестков, равного -5 дБи. Поэтому во время пролета спутника уровень помех у поверхности Земли будет выше порогового уровня помех для FWA. Хотя этот уровень и превышает, частота появления этих повышенных помех, по предположениям, составит один раз в 8–10 дней, а продолжительность каждого такого события оценивается как 0,5–1 с.

4.1.3 Резюме

Было показано, что совместное использование частот системой SAR и системой FWA в полосе 5250–5350 МГц возможно при выполнении определенных требований к эксплуатации и развертыванию системы FWA. На системы FWA в короткие промежутки времени во время пролета над ними спутника могут воздействовать повышенные помехи от SAR. Такие помехи считаются приемлемыми с учетом ожидаемой небольшой вероятности одновременного появления помех от SAR и замираний в системе FWA. Однако могут потребоваться дальнейшие исследования для уточнения влияния помех на системы FWA.

4.2 Совместное использование частот космическим альтиметром и FWA

4.2.1 Помехи космическим альтиметрам от FWA

В таблице 7 показан расчет помех от системы FWA космическому альтиметру. Результаты показывают достаточный запас в 42,6 дБ относительно порогового уровня, равного –118 дБВт. Поэтому можно считать, что системы FWA не будут причинять неприемлемых помех работе космического альтиметра.

ТАБЛИЦА 7
Помехи от FWA космическому альтиметру

Параметр			От надира	
			Значение	дБ
Мешающая э.и.и.м. от бокового лепестка антенны FWA	От базовой станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,2	–7,00
		Усиление передающей антенны (дБи)		–15,84
		Коэффициент активности	90%	–0,46
		э.и.и.м. (дБВт)		–23,30
	От удаленной станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,063	–12,00
		Среднее усиление передающей антенны (дБи)		–5,71
		Коэффициент активности	10%	–10,00
э.и.и.м. (дБВт)			–27,71	
Общая э.и.и.м. от бокового лепестка (дБВт)			–21,96	
Мощность помехи вследствие рассеяния на поверхности Земли	От базовой станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,2	–7,00
		Коэффициент активности	90%	–0,46
		Мощность передачи (дБВт)		–7,46
	От удаленной станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,063	–12,00
		Коэффициент активности	10%	–10,00
		Мощность передачи (дБВт)		–22,00
	Общая мощность передачи (дБВт)			–7,31
	Коэффициент рассеяния (дБ)			–18,00
Общая э.и.и.м. вследствие рассеяния (дБВт)			–25,31	
Общая мешающая э.и.и.м. от ячейки (дБВт)				–20,31
Мощность помехи, принимаемая приемником альтиметра	Усиление приемной антенны (дБи)			32,20
	Потери на поляризацию (дБ)			–3,00
	Потери при распространении в свободном пространстве (дБ)		(1347 км)	–169,53
	Принимаемая мощность (дБВт)			–160,64
Пороговый уровень помех альтиметра (дБВт)				–118,00
Запас (дБ)				42,64

4.2.2 Помехи FWA от космического альтиметра

В таблице 8 приведены уровни помех, причиняемых базовой станции и удаленной станции от основного лепестка космического альтиметра. В обоих случаях имеется существенный запас.

ТАБЛИЦА 8
Помехи FWA от космического альтиметра

Параметр	К надиру	
	Помехи базовой станции	Помехи удаленной станции
Мощность передачи (дБВт)	12,3	
Усиление передающей антенны (дБи)	32,2	
Потери при распространении в свободном пространстве (дБ)	-169,5 (1347 км)	
Усиление приемной антенны (дБ)	-15,8	-5,7
Потери в фидере FWA (дБ)	-5,0	-10,0
Принимаемая мощность (дБВт)	-145,8	-140,7
Сужение полосы частот (20 МГц/320 МГц) (дБ)	-12,0	
Принимаемая мощность (дБ(Вт/20 МГц))	-157,8	-152,7
Пороговый уровень помех FWA (дБ(Вт/20 МГц))	-128,8	
Запас (дБ)	29,0	23,9

4.2.3 Резюме

Было показано, что совместное использование частот системами космических альтиметров и системами FWA в полосе частот 5250–5350 МГц возможно.

4.3 Совместное использование частот рефлектометр и FWA

4.3.1 Помехи рефлектометру от FWA

В таблице 9 приведен анализ помех от FWA рефлектометру 1. Рефлектометр 1 выбран для демонстрации наихудшего случая. Таблица 9 демонстрирует отсутствие неприемлемых помех от FWA.

4.3.2 Помехи FWA от рефлектометра

В таблице 10 приведен анализ помех FWA от рефлектометра. Отрицательное значение запаса означает, что системы FWA могут испытывать краткие периоды высокого уровня помех в течение пролета системы рефлектометра.

ТАБЛИЦА 9
Помехи рефлектометру 1 от FWA

Параметр			18° от надира (Угол места: 69,7°)		57° от надира (Угол места: 19,7°)	
			Значение	дБ	Значение	дБ
Мешающая э.и.и.м. от бокового лепестка антенны FWA	От базовой станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,2	-7,00	0,2	-7,00
		Усиление передающей антенны (дБи)		-14,20		-5,94
		Коэффициент активности	90%	-0,46	90%	-0,46
		э.и.и.м. (дБВт)		-21,66		-13,40
	От удаленной станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,063	-12,00	0,063	-12,00
		Среднее усиление передающей антенны (дБи)		-4,93		0,64
		Коэффициент активности	10%	-10,00	10%	-10,00
э.и.и.м. (дБВт)			-26,96		-21,36	
Общая э.и.и.м. от бокового лепестка (дБВт)			-20,54		-12,76	
Мощность помехи вследствие рассеяния на поверхности Земли	От базовой станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,2	-7,00	0,2	-7,00
		Коэффициент активности	90%	-0,46	90%	-0,46
		Мощность передачи (дБВт)		-7,46		-7,46
	От удаленной станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,063	-12,00	0,063	-12,00
		Коэффициент активности	10%	-10,00	10%	-10,00
		Мощность передачи (дБВт)		-22,00		-22,00
	Общая мощность передачи (дБВт)			-7,31		-7,31
	Коэффициент рассеяния (дБ)			-18,00		-18,00
Общая э.и.и.м. вследствие рассеяния (дБВт)			-25,31		-25,31	
Общая мешающая э.и.и.м. от ячейки (дБВт)				-19,29		-12,53
Мощность помех, принимаемая SAR	Усиление приемной антенны (дБи)			31,00		32,50
	Потери на поляризацию (дБ)			-3,00		-3,00
	Потери при распространении в свободном пространстве (дБ)		(825 км)	-165,27	(1745 км)	-171,78
	Принимаемая мощность (дБВт)			-156,56		-154,81
	Принимаемая мощность (дБ(Вт/Гц))			-229,57		-227,82
Пороговый уровень помех рефлектометра (дБ(Вт/Гц))				-207,00		-207,00
Запас (дБ)				22,57		20,82

ТАБЛИЦА 10
Помехи FWA от рефлектометра 1

Параметры	18° от надира (Угол места: 69,7°)		57° от надира (Угол места: 19,7°)	
	Помехи базовой станции	Помехи удаленной станции	Помехи базовой станции	Помехи удаленной станции
Мощность передачи (дБВт)	36,8		36,8	
Усиление передающей антенны (дБи)	31,0		32,5	
Потери при распространении в свободном пространстве (дБ)	-165,3 (825 км)		-171,8 (1745 км)	
Усиление приемной антенны (дБ)	-14,2	-4,9	-5,9	0,6
Потери в фидере FWA (дБ)	-5,0	-10,0	-5,0	-10,0
Принимаемая мощность (дБВт)	-116,7	-112,4	-113,4	-111,9
Пороговый уровень помех FWA (дБВт)	-128,8		-128,8	
Запас (дБ)	-12,1	-16,4	-15,4	-16,9

4.3.3 Резюме

Было показано, что совместное использование частот системами рефлексометров и системами FWA возможно. Системы FWA могут испытывать краткие периоды высокого уровня помех от систем рефлексометров в течение отрезков времени их пролета. Эти помехи рассматриваются как приемлемые ввиду невысокой предполагаемой вероятности одновременных помех от рефлектометра и замираний в системах FWA. Однако могут потребоваться дальнейшие исследования для детального рассмотрения влияния помех на системы FWA.

5 Заключение

Совместное использование частот системами ССИЗ/СКИ (активными) и системами FWA возможно при условии управления развертыванием систем FWA таким образом, чтобы полная э.и.и.м. помех от систем FWA, поступающая на спутник ССИЗ/СКИ, не превышала -7,6 дБ(Вт/20 МГц) в зоне обслуживания активного датчика спутника. На системы FWA в периоды пролета спутников в короткие промежутки времени могут воздействовать помехи от активных датчиков ССИЗ/СКИ. Такие помехи считаются приемлемыми в этой полосе частот с учетом предполагаемой невысокой вероятности одновременных помех от активного датчика и замираний в системах FWA.

Необходимо отметить, что данное заключение относится только к совместной работе систем FWA и ССИЗ/СКИ (активных) и не касается возможного повышения совокупных помех ССИЗ/СКИ со стороны мобильных устройств, которые также могут работать в зоне обслуживания ССИЗ/СКИ (активных). Однако исследования показали, что будет затруднено использование систем FWA или других систем беспроводного доступа (включая сети RLAN) одновременно на совпадающих частотах и зонах покрытия. Этот аспект требует дополнительных исследований, однако ожидается, что результаты не повлияют на выводы данной Рекомендации.

Добавление 1 к Приложению 1

Помехи активным космическим датчикам, создаваемые боковыми лепестками удаленных станций FWA

В ячейке FWA удаленные станции размещены вокруг базовой станции. Предполагается, что удаленные станции равномерно размещены вокруг базовой станции относительно их углов азимута при наблюдении с удаленной станции. Поскольку основной лепесток антенны удаленной станции направлен на базовую станцию, то угол между основным лепестком удаленной станции и направлением на спутник будет больше угла места, под которым виден спутник ССИЗ\СКИ за счет разноса по азимуту, как показано на рисунке 3.

РИСУНОК 3
Внеосевой угол: θ с удаленной станции на спутник ССИЗ\СКИ



1613-03

Внеосевой угол θ направления на спутник от удаленной станции рассчитывается из следующего соотношения, полагая, что угол места антенны удаленной станции равен 0° :

$$\cos \theta = \cos \alpha \cdot \cos \beta,$$

где:

α : угол места направления на спутник

β : угол азимута между направлениями на спутник и на базовую станцию.

Полагая, что β равномерно распределен между 0° и 360° , среднее усиление в направлении на спутник рассчитывается, как показано в таблице 11.

ТАБЛИЦА 11

**Средний коэффициент усиления антенны удаленной станции
в направлении на спутник**

Угол места спутника (градусы)	70	30
Средний коэффициент усиления (дБи)	-4,96	-2,34

Добавление 2 к Приложению 1

Перечень сокращений

Az	Азимут
BW	Ширина полосы частот
МДОН	Многостанционный доступ с обнаружением несущей
CW	Незатухающая волна
ССИЗ	Спутниковая служба исследования Земли
EI	Угол места
ЧМ	Частотная модуляция
FWA	Фиксированный беспроводный доступ
ЧПИ	Частота повторения импульсов
РЧ	Радиочастота
RLAN	Локальная вычислительная радиосеть
SAR	Радар с синтезированной апертурой
СКИ	Служба космических исследований
МДВР	Многостанционный доступ с временным разделением каналов

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R RA.1631

Эталонная диаграмма направленности радиоастрономической антенны для использования при анализе совместимости между НГСО системами и станциями радиоастрономической службы на основе концепции э.п.п.м.

(Вопрос МСЭ-R 146/7)

(2003)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что существует необходимость определения уровней помех, которые могут возникать в типичных местах расположения обсерваторий от различных источников помех;
- b) что для определения этих уровней помех необходимо определить эталонную диаграмму направленности;
- c) что в Рекомендации МСЭ-R SA.509 приводится эталонная диаграмма направленности антенны, представляющая уровни усиления боковых лепестков, которые, как предполагается, не будут превышать для большей части внеосевых углов большинства антенн, используемых в этой службе;
- d) что диаграмма направленности антенны, приведенная в Рекомендации МСЭ-R SA.509, приемлема для проведения отдельных исследований совместимости или совместного использования частот;
- e) что при использовании для определения совокупной помехи от многочисленных источников помех диаграммы направленности антенны с огибающей пиков боковых лепестков, приведенной в Рекомендации МСЭ-R SA.509, расчетный уровень помех окажется больше, чем существующий на практике;
- f) что в Рекомендации МСЭ-R S.1586 и Рекомендации МСЭ-R M.1583 предлагается методика, основанная на концепции э.п.п.м., как она определена в п. 22.5С Регламента радиосвязи, для расчета уровня нежелательных излучений, создаваемого радиоастрономическим станциям со стороны негеостационарной системы;
- g) что для прогнозирования уровня помех радиоастрономической станции от одной или нескольких быстро перемещающихся космических станций, видимых под непрерывно меняющимися углами, как например НГСО системы, необходимо использовать диаграмму направленности антенны, представляющую усредненные уровни боковых лепестков;
- h) что для представления диаграммы направленности антенны с усредненными уровнями боковых лепестков предпочтительна простая математическая формула;
- j) что для определения на радиоастрономических станциях уровня э.п.п.м., являющегося результатом воздействия нежелательных излучений, создаваемых негеостационарной системой, необходимо использовать типичную антенну станций радиоастрономической службы (RAS) с максимальным усилением,

рекомендует

1 чтобы в отсутствие конкретной информации относительно диаграммы направленности рассматриваемой радиоастрономической антенны для проведения анализов совместимости радиоастрономических станций и НГСО систем на частотах выше 150 МГц использовалась приведенная ниже математическая модель усредненной диаграммы направленности:

$G(\varphi) = G_{max} - 2,5 \times 10^{-3} \left(\frac{D}{\lambda} \varphi \right)^2$	дБи	для	$0 < \varphi < \varphi_m$
$G(\varphi) = G_1$		для	$\varphi_m \leq \varphi < \varphi_r$
$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi$	дБи	для	$\varphi_r \leq \varphi < 10^\circ$
$G(\varphi) = 34 - 30 \log \varphi$	дБи	для	$10^\circ \leq \varphi < 34,1^\circ$
$G(\varphi) = -12$	дБи	для	$34,1^\circ \leq \varphi < 80^\circ$
$G(\varphi) = -7$	дБи	для	$80^\circ \leq \varphi < 120^\circ$
$G(\varphi) = -12$	дБи	для	$120^\circ \leq \varphi \leq 180^\circ$,

где:

$$G_{max} = 20 \log \left(\frac{D}{\lambda} \right) + 20 \log \pi \quad \text{дБи}$$

$$G_1 = -1 + 15 \log \frac{D}{\lambda} \quad \text{дБи}$$

$$\varphi_m = \frac{20\lambda}{D} \sqrt{G_{max} - G_1} \quad \text{градусов}$$

$$\varphi_r = 15,85 \left(\frac{D}{\lambda} \right)^{-0,6} \quad \text{градусов}$$

D : диаметр телескопа (м)

λ : длина волны (м);

2 что для более точного представления основного лепестка диаграммы направленности на частотах выше 150 МГц может быть принята следующая математическая модель диаграммы направленности антенны:

$$G(\varphi) = G_{max} \left[\frac{J_1(2\pi x)}{\pi x} \right]^2 \quad \text{(выражено в виде отношения, а не в дБ),}$$

где:

$J_1(x)$: функция Бесселя первого порядка

$$G_{max} = \left[\frac{4\pi A_{eff}}{\lambda^2} \right]: \text{максимальный коэффициент усиления (выражен в виде отношения, а не в дБ)}$$

$A_{eff} = \pi(D/2)^2$: площадь апертуры телескопа (м²)

D : диаметр телескопа (м)

λ : длина волны (м)

и где:

$$x = \frac{\pi \cdot D \cdot \varphi}{360 \cdot \lambda}, \quad \text{где } \varphi - \text{угол относительно опорного направления (градусы)} (0 \leq \varphi < \varphi_0)$$

φ_0 : первый нуль диаграммы направленности антенны $69,88/(D/\lambda)$ (градусов) от опорного направления,

и что для более точного представления диаграммы направленности на частотах выше 150 МГц для ближних боковых лепестков, отстоящих от опорного направления на угол до 1° , может быть принята следующая математическая модель диаграммы направленности антенны:

$$G(\varphi) = B \left[\frac{\cos(2\pi x - 3\pi/4 + 0,0953)}{\pi x} \right]^2 \quad (\text{выражено в виде отношения, а не в дБ}),$$

где:

$$x = \frac{\pi \cdot D \cdot \varphi}{360 \cdot \lambda}, \quad \text{где } \varphi - \text{угол относительно опорного направления (градусы)} (\varphi_0 \leq \varphi \leq 1^\circ)$$

D : диаметр телескопа

λ : длина волны

и:

$$B = 10^{3,2} \pi^2 ((\pi D/2)/(180 \cdot \lambda))^2,$$

эта модель основного лепестка соответствует идеальному случаю 100%-ной эффективности использования поверхности антенны;

3 чтобы при анализе совместимости между НГСО системами и радиоастрономическими станциями (РАС) использовались следующие типичные величины максимального коэффициента усиления антенны РАС.

Распределенная РАС полоса частот (МГц)	Типичный максимальный коэффициент усиления антенны
150,05–153	44
322–328,6	51
406,1–410	53
608–614	56
1400–1427	63
1610,6–1613,8	64
1660–1670	65
2690–2700	69
4990–5000	74

Распределенная РАС полоса частот (ГГц)	Типичный максимальный коэффициент усиления антенны
10,6–10,7	81
14,47–14,5	84
15,35–15,4	84
22,21–22,5	87
23,6–24	88
31,3–31,7	90
42,5–43,5	93

Соответствующий диаметр антенны может быть получен из следующих выражений (см. пункт 2 раздела *рекомендует*):

$$G_{max} = \left[\frac{4\pi A_{eff}}{\lambda^2} \right] \quad \text{максимальный коэффициент усиления (выраженный в виде отношения),}$$

где:

$A_{eff} = \pi(D/2)^2$: площадь апертуры телескопа (м²)

D : диаметр телескопа (м)

λ : длина волны (м).

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R SA.1632

Совместное использование частот в полосе 5250–5350 МГц системами спутниковой службы исследования Земли (активной) и системами беспроводного доступа (включая локальные вычислительные радиосети) подвижной службы

(Вопрос МСЭ-R 218/7)

(2003)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что полоса частот 5250–5350 распределена спутниковой службе исследования Земли (ССИЗ) (активной) и радиолокационной службе на первичной основе;
- b) что некоторые администрации предложили использовать полосу частот 5250–5350 МГц для маломощных высокоскоростных беспроводных локальных вычислительных сетей (WLAN) или беспроводных локальных вычислительных радиосетей (RLAN);
- c) что эти высокоскоростные WLAN предлагается развертывать в данной полосе частот как нелицензируемые устройства, что делает невозможным регламентарное управление их развертыванием,

признавая,

- a) что в МСЭ-R продолжаются исследования с целью улучшения совместного использования частот системами беспроводного доступа (включая RLAN) и ССИЗ (активной),

отмечая,

- a) что некоторые администрации приняли технические ограничения, позволяющие использование систем беспроводного доступа (включая RLAN) при ограничении уровня э.и.и.м. до 1 Вт, в то время как другие администрации приняли более жесткие ограничения э.и.и.м.,

рекомендует,

- 1 что совместное использование частот космическими активными датчиками служб ССИЗ с характеристиками, приведенными в Приложении 1, и высокоскоростными сетями WLAN в полосе 5250–5350 МГц возможно, если в системах беспроводного доступа (включая RLAN) соблюдаются ограничения, указанные в Приложении 2;
- 2 что необходимый для систем ССИЗ уровень защиты, указанный в Приложении 1, может быть достигнут при использовании альтернативных наборов эксплуатационных и технических ограничений, исследуемых согласно пункту a) раздела *признавая*.

Приложение 1

Технические характеристики космических активных датчиков в полосе частот 5250–5570 МГц

Технические характеристики космических активных датчиков в диапазоне частот 5,3 ГГц приведены в таблицах 1 и 2.

ТАБЛИЦА 1

Типичные характеристики космических радаров для получения изображений,
работающих в диапазоне 5,3 ГГц

Параметр	Значение			
	SAR1	SAR2	SAR3	SAR4
Высота орбиты (км)	426 (круговая)	600 (круговая)	400 (круговая)	400 (круговая)
Наклонение орбиты (градусы)	57	57	57	57
Центральная радиочастота (МГц)	5 305	5 405	5 405	5 300
Пиковая излучаемая мощность (Вт)	4,8	4 800	1 700	1 700
Поляризация	Горизонтальная (НН)	Горизонтальная и вертикальная (НН, НV, VН, VV)	Горизонтальная и вертикальная (НН, НV, VН, VV)	Горизонтальная и вертикальная (НН, НV, VН, VV)
Импульсная модуляция	Импульс с линейной ЧМ	Импульс с линейной ЧМ	Импульс с линейной ЧМ	Импульс с линейной ЧМ
Ширина полосы импульса (МГц)	8,5	310	310	40
Длительность импульса (мкс)	100	31	33	33
Частота повторения импульсов (импульс/с)	650	4 492	1 395	1 395
Коэффициент заполнения (%)	6,5	13,9	5,9	5,9
Коэффициент сжатия диапазона	850	9 610	10 230	1 320
Тип антенны (м)	Плоская фазовая антенная решетка 0,5 × 16,0	Плоская фазовая антенная решетка 1,8 × 3,8	Плоская фазовая антенная решетка 0,7 × 12,0	Плоская фазовая антенная решетка 0,7 × 12,0

ТАБЛИЦА 1 (окончание)

Параметр	Значение			
	SAR1	SAR2	SAR3	SAR4
Пиковое усиление антенны (дБи)	42,2	42,9	42,7/38 (полный фокус/подавление луча)	42,7/38 (полный фокус/подавление луча)
Медианное усиление бокового лепестка антенны (дБи)	–5	–5	–5	–5
Ориентация антенны (градусы от надира)	30	20–38	20–55	20–55
Ширина луча антенны (градусы)	8,5 (Угол места), 0,25 (Азимут)	1,7 (Угол места), 0,78 (Азимут)	4,9/18,0 (Угол места), 0,25 (Азимут)	4,9/18,0 (Угол места), 0,25 (Азимут)
Поляризация антенны	Линейная горизонтальная/вертикальная	Линейная горизонтальная/вертикальная	Линейная горизонтальная/вертикальная	Линейная горизонтальная/вертикальная
Сжатие сигнала в 1 дБ на выходе входных блоков приемника относительно входного сигнала (дБВт)	–62 по входу	–62 по входу	–62 по входу	–62 по входу
Допустимая плотность насыщения относительно сигнала на входе приемника	–114/–54 дБВт вход при усилении приемника 71/11 дБ	–114/–54 дБВт вход при усилении приемника 71/11 дБ	–114/–54 дБВт вход при усилении приемника 71/11 дБ	–114/–54 дБВт вход при усилении приемника 71/11 дБ
Допустимая максимальная мощность на входе приемника (дБВт)	+7	+7	+7	+7
Время работы (%)	30 от периода обращения	30 от периода обращения	30 от периода обращения	30 от периода обращения
Минимальное время получения изображения (с)	9	15	15	15
Зона обслуживания	Массивы суши и прибрежные зоны	Массивы суши и прибрежные зоны	Массивы суши и прибрежные зоны	Массивы суши и прибрежные зоны
Ширина полосы обзора (км)	50	20	16/320	16/320

ТАБЛИЦА 2

**Типичные характеристики космических радиолокационных альтиметров
в диапазоне 5,3 ГГц**

Характеристики космической программы Jason	
Срок службы	5 лет
Высота	1347 км ± 15 км
Наклонение	66°
Характеристики альтиметра Poseidon 2	
Тип сигнала	Импульсная линейная ЧМ
Частота повторения импульсов (ЧПИ) в С-диапазоне	300 Гц
Длительность импульса	105,6 мкс
Несущая частота	5,3 ГГц
Ширина полосы частот	320 МГц
Пиковая мощность РЧ излучения	17 Вт
Средняя мощность РЧ излучения	0,54 Вт
Усиление антенны	32,2 дБи
Апертура по уровню 3 дБ	3,4°
Максимальный уровень бокового лепестка	−20 дБ
Максимальный уровень заднего лепестка	−40 дБ
Зона обслуживания луча по уровню −3 дБ	77 км
Пороговый уровень помех	−118 дБВт

ТАБЛИЦА 3

Типичные характеристики космических рефлектометров в диапазоне 5,3 ГГц

Параметр	Значение	
Название системы	Рефлектометр 1	Рефлектометр 2
Высота орбиты (км)	780	800
Наклонение (градусы)	98,5	98,5
Центральная частота (ГГц)	5,3	5,255
Ширина импульса	70 мкс (середина) 130 мкс (фронт/спад)	8 мс (середина) 10,1 мс (фронт/спад)
Модуляция	Прерывистая незатухающая волна	Импульсная линейная ЧМ
Полосы пропускания передатчика (кГц)	15	500
ЧПИ (Гц)	115 (середина) 98 (фронт/спад)	29,4
Тип антенны	Щелевая волноводная	Щелевая волноводная

ТАБЛИЦА 3 (окончание)

Параметр	Значение	
Усиление антенны (дБи)	31 (середина) 32,5 (фронт/спад)	28,5 (середина) 29,5 (фронт/спад)
Ориентация основного луча антенны (градусы)	Углы падения: 18–47 (середина) 24–57 (фронт/спад)	Углы падения: 25,0–54,5 (середина) 33,7–65,3 (фронт/спад)
Ширина луча антенны (–3 дБ), угол места	24° (середина) 26° (фронт/спад)	23,6° (середина) 23,9° (фронт/спад)
Ширина луча по азимуту	1,3° 0,8°	1,1° 0,8°
Угол места аппаратуры (градусы)	29,3	37,6
Поляризация антенны	Вертикальная	Вертикальная
Пиковая мощность передатчика	4,8 кВт	120 Вт
Шумовая температура приемника (дБ)	Коэффициент шума: 3	Коэффициент шума: 3
Зона обслуживания	Океанские и прибрежные зоны, массивы суши	Океанские и прибрежные зоны, массивы суши

Приложение 2

Ограничения на совместное использование частот космическими активными датчиками и высокоскоростными сетями WLAN в полосе 5250–5350 МГц

1 Введение

В данном Приложении представлены результаты трех анализов совместного использования частот в полосе 5250–5350 МГц космическими активными датчиками и высокоскоростными сетями WLAN или RLAN. В первом исследовании, рассмотренном в § 2 данного Приложения, использованы характеристики высококачественных сетей RLAN (HIPERLAN) типа 1 классов В и С и сетей HIPERLAN типа 2, а также характеристики радара с синтезированной апертурой SAR4. В этом исследовании показано, что совместная работа с радаром SAR4 возможна только для сетей HIPERLAN типа 1 класса В и сетей HIPERLAN типа 2 в полосе 5250–5350 МГц внутри помещений, в то время как совместная работа в указанной полосе невозможна для сетей HIPERLAN типа 1 класса С и для сетей HIPERLAN любого типа, предназначенных для работы вне помещений с техническими характеристиками, принятыми в данном исследовании.

Во втором исследовании, рассмотренном в § 3 данного Приложения, использованы сети RLAN трех типов (RLAN1, RLAN2 и RLAN3) и характеристики радаров SAR2, SAR3 и SAR4. В этом исследовании в отношении помех от одиночного передатчика, работающего вне помещения, показано, что помехи от передатчика высокоскоростной сети WLAN конфигурации RLAN1 были выше допустимого для SAR4 уровня, что помехи от передатчика высокоскоростной сети WLAN конфигурации RLAN2 были выше допустимого для SAR3 и SAR4 уровня, и что помехи от передатчика высокоскоростной сети WLAN конфигурации RLAN3 были выше допустимого для SAR4 уровня. При развертывании сетей RLAN вне и внутри помещений совместимость сетей RLAN1 с SAR2, SAR3 и SAR4 возможна при условии, что в зоне обслуживания SAR на 1 км² будет не более 12 активных передатчиков и в сети RLAN1 будет одночастотный канал.

Совместная работа невозможна для сети RLAN2 с SAR2, SAR3 и SAR4 в том случае, если в офисном пространстве будет 1200 активных передатчиков и 14 каналов в полосе шириной 300 МГц. Анализ показал, что при развертывании внутри помещения и с учетом помех радарам SAR от высокоскоростной сети WLAN в конфигурации RLAN3 любая плотность развертывания менее 37–305 передатчиков/км²/канал даст приемлемые уровни помех радарам SAR в зависимости от отношения сигнал/шум (S/N) для пиксела SAR, используемого для получения изображения. Как предполагается, ожидаемая средняя плотность составит 1200 передатчиков для большой офисной площади и 250 передатчиков в промышленной зоне. Для предполагаемой высокой плотности размещения принято 14 каналов шириной по 23,6 МГц каждый в полосе 330 МГц. В отношении помех радарам SAR от высокоскоростных сетей WLAN в конфигурации RLAN3 анализ показывает, что локальные сети ЛВС обеспечивают приемлемый уровень помех для SAR только при плотности размещения менее 518–4270 передатчиков на км² при 14 каналах. Применительно к помехам SAR2 и SAR4 от сети RLAN3 это будет соответствовать примерно 3–12 крупным офисным зданиям или 15–60 промышленным зонам в зоне обслуживания SAR в зависимости от отношения S/N для пиксела SAR.

В третьем исследовании, рассмотренном в § 4 данного Приложения, использованы более критичные характеристики сети HIPERLAN типа 1 для сетей RLAN и характеристики альтиметра, приведенные в таблице 2. При рабочей ширине полосы в 320 МГц в диапазоне 5,3 ГГц радарный альтиметр совместим с сетями HIPERLAN.

В четвертом исследовании, рассмотренном в § 5 данного Приложения, использованы характеристики сети HIPERLAN типа 2 для сетей RLAN и характеристики рефлектометра, приведенные в таблице 3. При работе рефлектометра в диапазоне около 5,3 ГГц обеспечивается его совместимость с сетями HIPERLAN внутри помещений.

2 Исследование сетей HIPERLAN типов 1 и 2 и радаров SAR

2.1 Технические характеристики двух систем

Технические характеристики сетей WLAN, использованные для анализа совместимости, соответствуют характеристикам сетей HIPERLAN типов 1 и 2, по которым Европейским институтом стандартизации электросвязи (ETSI) опубликованы соответствующие технические условия, а именно: EN 300 652 для типа 1 и TS 101 683 для типа 2. Величины других параметров, использованных при изучении (ослабление зданиями, эксплуатационный активный рабочий цикл, плотность сетей HIPERLAN и т. д.), согласованы в группе ERM ETSI для данных исследований в Европе.

HIPERLAN мунд 1:

Такие сети обеспечивают высокоскоростную связь RLAN, совместимую с проводными сетями ЛВС на основе стандартов ISO 8802.3 и ISO 8802.5 для сетей Ethernet и Token-ring.

Параметры HIPERLAN/1:

э.и.и.м. (высокая битовая скорость (HBR) в полосе 23,5 МГц, низкая битовая скорость (LBR) в полосе 1,4 МГц):

класс А: максимальная э.и.и.м. 10 дБм

класс В: максимальная э.и.и.м. 20 дБм

класс С: максимальная э.и.и.м. 30 дБм

Разнос между каналами: 30 МГц

Направленность антенны: всенаправленная

Минимальная полезная чувствительность приемника: –70 дБм

Мощность шума приемника (23,5 МГц): –90 дБм

Несущая/помеха (C/I) для BER 10^{-3} в режиме HBR: 20 дБ

Эффективная дальность (класс C): 50 м.

В данном исследовании рассматриваются только классы В (максимальная э.и.и.м. 100 мВт) и С (максимальная э.и.и.м. 1 Вт).

HIPERLAN мина 2:

Такие сети обеспечивают высокоскоростную связь RLAN, совместимую с проводными сетями ЛВС на основе стандартов ATM и IP.

Параметры HIPERLAN/2:

э.и.и.м.: 0,2 Вт (в полосе 5250–5350 МГц)

Ширина полосы канала: 16 МГц

Разнос между каналами: 20 МГц

Направленность антенны: всенаправленная

Минимальная полезная чувствительность приемника: от –68 дБм (на 54 Мбит/с) до –85 дБм (на 6 Мбит/с)

Мощность шума приемника (16 МГц): –93 дБм

C/I: 8–15 дБ

Эффективная дальность: 30–80 м.

В европейских странах в полосе 5250–5350 МГц э.и.и.м. ограничена величиной 200 мВт и использование сетей HIPERLAN разрешено только при выполнении следующих обязательных требований:

- регулирование мощности передатчика (TPC) для обеспечения коэффициента ослабления помех не менее 3 дБ;
- динамический выбор частоты (DFS), связанный с механизмом выбора каналов, необходимый для обеспечения равномерного распределения нагрузки сетей HIPERLAN по полосе с минимальной шириной 330 МГц.

В настоящее время система HIPERLAN/1 не поддерживает эти два требования.

Динамический выбор частоты не только обеспечивает равномерное распределение нагрузки, но и позволяет обнаруживать в каждой системе HIPERLAN помехи от других систем и потому позволяет избежать работы в совмещенных каналах с другими системами, в частности, с радарными системами. Система определяет свободный для использования канал и автоматически подключается к нему. Это позволяет использовать большое число систем HIPERLAN в одном офисном помещении.

Необходимо отметить, что числа, указанные в сценариях развертывания, основаны на условии доступности всей полосы шириной в 330 МГц для сетей WLAN. При условии, что ширина полосы доступна в двух участках (5150–5350 МГц и 130 МГц выше частоты 5470 МГц) и с учетом разноса между каналами, а также необходимости создания защитных полос на границах этих двух участков, принятое в данном исследовании число каналов равно 8 для сетей типа 1 и 14 для сетей типа 2.

Другие используемые в данном исследовании параметры HIPERLAN согласованы с ЕТСИ:

- среднее затухание в зданиях в направлении оборудования ССИЗ: 17 дБ;
- коэффициент активности: 5%;
- процент использования вне помещений: 15%;
- сценарии развертывания: 1200 систем для больших офисных зданий, 250 систем для промышленных зон.

Для космических активных датчиков взяты характеристики SAR, приведенные в Приложении 1 к данной Рекомендации. Радар типа SAR4 взят в качестве примера для анализа помех SAR от сети HIPERLAN, однако такие же результаты можно получить и для других типов. Для анализа помех HIPERLAN от SAR взяты радары SAR типов 2–4.

2.2 Анализ совместного использования частот (помехи SAR от WLAN)

Анализ совместного использования частот, приведенный в таблице 4 для трех рассматриваемых случаев, а именно: HIPERLAN типа 1 (класс В и класс С) и типа 2.

С учетом ожидаемой плотности размещения сетей HIPERLAN (1200 систем в крупном офисном здании и 250 для промышленных зон) варианты работы только вне помещений и при смешанном (вне и внутри помещений) не представляют собой возможные сценарии совместного использования частот для любого из трех рассматриваемых случаев.

При развертывании только внутри помещений совместное использование частот для системы с большой мощностью типа 1 класса С невозможна, в то время как проблема совместного использования частот для типа 1 класса В и для типа 2 требует дальнейшего рассмотрения.

Фактически предел в 440 систем, приведенный в таблице 4 для сетей типа 2 внутри помещений, относится только к одному каналу. С учетом указанного выше механизма выбора частоты DFS можно полагать, что системы HIPERLAN типа 2 можно распределить по 14 имеющимся каналам, что дает теоретический верхний предел в 6160 систем на площади 76,5 км² зоны обслуживания SAR. Для типа 1 класса В верхний предел равен 5208 системам.

ТАБЛИЦА 4

Допустимая емкость активных HIPERLAN в каналах, совместно используемых с SAR4

Тип HIPERLAN	Тип 1/Класс В		Тип 1/Класс С		Тип 2	
Параметр	Значение	дБ	Значение	дБ	Значение	дБ
Максимальная мощность передачи (Вт)	0,1	–10	1	0	0,2	–7
Среднее влияние ТРС	Нет данных		Нет данных			–3
Расстояние (км) и потери в свободном пространстве	425,7	–159,5	425,7	–159,5	425,7	–159,5
Дополнительные потери на трассе передачи (дБ):		0		0		0
– Только вне помещений		–17		–17		–17
– Только внутри помещений		–7,8		–7,8		–7,8
– Смешанный (15% вне помещений)						
Усиление антенны передатчика (дБ)		0		0		0

ТАБЛИЦА 4 (окончание)

Тип HIPERLAN	Тип 1/Класс В		Тип 1/Класс С		Тип 2	
Параметр	Значение	дБ	Значение	Параметр	Значение	дБ
Усиление антенны приемника (дБ)		42,7		42,7		42,7
Потери на поляризацию (дБ)		-3		-3		-3
Пороговый уровень помех SAR ($I/N = -6$ дБ), (дБ(Вт/Гц))		-205,4		-205,4		-205,4
Принимаемая мощность (дБ(Вт/канал)) (канал: 23,5 МГц тип 1/16 МГц тип 2):						
– Только вне помещений		-129,8		-119,8		-129,8
– Только внутри помещений		-146,8		-136,8		-146,8
– Смешанный (15% вне помещений)		-137,6		-127,6		-137,6
Принимаемая мощность (дБ(Вт/Гц)):						
– Только вне помещений		-203,5		-193,5		-201,8
– Только внутри помещений		-220,5		-210,5		-218,8
– Смешанный (15% вне помещений)		-211,3		-201,3		-209,6
Запас дБ/(Гц ⁻¹):						
– Только вне помещений		-1,9		-11,9		-3,6
– Только внутри помещений		15,1		5,1		13,4
– Смешанный (15% вне помещений)		5,9		-4,1		4,2
Зона обслуживания антенны SAR (км ²)	76,5	18,8	76,5	18,8	76,5	18,8
Допустимая плотность активной HIPERLAN (/км ² /канал):						
– Только вне помещений	0,0085	-20,7	0,00085	-30,7	0,0058	-22,4
– Только внутри помещений	0,43	-3,7	0,043	-13,7	0,29	-5,4
– Смешанный (15% вне помещений)	0,051	-12,9	0,0051	-22,9	0,034	-14,6
Коэффициент активности	5%	13	5%	13	5%	13
Допустимая общая (активная + пассивная) плотность HIPERLAN (/км ² /канал):						
– Только вне помещений	0,17	-7,7	0,017	-17,7	0,11	-9,4
– Только внутри помещений	8,51	9,3	0,851	-0,7	5,75	7,6
– Смешанный (15% вне помещений)	1,02	0,1	0,102	-9,9	0,69	-1,6
Максимальное число активных + пассивных HIPERLAN на канал в зоне обслуживания SAR (76,5 км ²):						
– Только вне помещений	13		1		8	
– Только внутри помещений	651		65		440	
– Смешанный (15% вне помещений)	78		8		53	

Эти результаты соответствуют примерно пяти крупным офисным зданиям в зоне обслуживания SAR на площади 76,5 км², и хотя этот случай далек от наихудшего, его можно считать обоснованным допущением для городских и пригородных зон.

Поэтому можно заключить, что, хотя и с небольшим запасом, эти две службы могут совместно использовать данную полосу частот, если системы HIPERLAN типа 2 или типа 1 класса В развернуты внутри помещений.

Механизм выбора DFS обеспечивает равномерное распределение нагрузки по имеющимся каналам. Если механизм выбора каналов основан не на произвольном выборе, то указанное выше исходное предположение будет, по-видимому, неточным, и выводы будут нуждаться в пересмотре.

2.3 Анализ совместного использования частот (помехи высокоскоростным сетям WLAN от SAR)

Первым этапом анализа возможности помех от космических SAR высокоскоростным WLAN является определение мощности сигнала в боковых лепестках космического SAR у поверхности Земли. В данном анализе использовалось медианное значение усиления бокового лепестка, поскольку зона обслуживания этих лепестков является значительно большей, чем для случая пикового усиления, и дает более длительные помехи. Затем определяется пороговый уровень помех для приемника высокоскоростной сети WLAN. После чего вычисляется запас по помехам путем сравнения порогового уровня помех SAR с пороговым уровнем помех сети LVC. В таблице 5 приведен порог помех для беспроводных высокоскоростных локальных сетей, развернутых вне помещений в полосе 5250–5350 МГц, от боковых лепестков SAR2–4. В этой таблице показан положительный запас, что соответствует положительному сценарию совместного использования частот.

ТАБЛИЦА 5

Влияние боковых лепестков SAR на высокоскоростные сети WLAN

Параметр	SAR2		SAR3		SAR4	
	Значение	дБ	Значение	дБ	Значение	дБ
Мощность передачи (Вт)	4800,00	36,81	1700,00	32,30	1700,00	32,30
Усиление антенны передатчика (дБ)	–5,00	–5,00	–5,00	–5,00	–5,00	–5,00
Усиление антенны приемника (дБ)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Длина волны (м)	$5,65 \times 10^{-2}$	–24,96	$5,65 \times 10^{-2}$	–24,96	$5,65 \times 10^{-2}$	–24,96
$(4\pi)^{-2}$	$6,33 \times 10^{-3}$	–21,98	$6,33 \times 10^{-3}$	–21,98	$6,33 \times 10^{-3}$	–21,98
Расстояние (км)	638,51	–116,10	425,67	–112,58	425,67	–112,58
Сужение полосы частот (дБ)	–12,87	–12,87	–12,87	–12,87	–3,98	–3,98
Принимаемая мощность (дБВт)		–144,11		–145,09		–136,20
Пороговый уровень помех HIPERLAN		–115,00		–115,00		–115,00
Запас (дБ)		29,11		30,09		21,20

Однако для SAR2–4 пиковые значения усиления антенны на 43–47,7 дБ выше средних уровней боковых лепестков, равных –5 дБи. Поэтому во время пролета спутника, длящегося примерно 0,5–1,0 с для основного лепестка SAR, уровень помех от SAR у поверхности Земли будет выше порогового уровня помех WLAN для наихудшего случая (для сети HIPERLAN типа 2 = –115 дБВт). Это показано в таблице 5 в виде отрицательного запаса.

Более точным способом определения максимально допустимого уровня помех будет учет отношения C/I , которое должно быть больше 15 дБ. Если передатчики сети RLAN находятся в пределах 50 м друг от друга (сценарий наихудшего случая), то уровень допустимых помех можно поднять на 10 дБ (–105 дБВт вместо –115 дБВт). Для SAR4 этот анализ дает запас для наихудшего случая, равный –16,5 дБ при расположении оборудования вне помещения. При

развертывании сетей RLAN внутри помещений (ослабление в 17 дБ) в данном анализе получается положительный сценарий совместного использования с очень малым запасом. Период повторного пролета для спутника SAR равен 8–10 суток, хотя SAR не обязательно будет работать на каждом витке. Поэтому данная зона на поверхности Земли будет облучаться основным лепестком одиночного SAR не более 0,5–1,0 с каждые 8–10 суток.

2.4 Заключение

В отношении помех датчикам SAR от сетей WLAN анализ дает три основных вывода для полосы 5250–5350 МГц:

- Сети WLAN, развернутые только внутри помещений, могут работать совместно с SAR, а при работе сетей WLAN вне помещений совместная работа с SAR невозможна.
- Сети WLAN со средней э.и.и.м., ограниченной величиной 200 мВт (или 100 мВт, если не используется режим TPC), при среднем пределе плотности э.и.и.м.¹, равном 10 мВт в любой полосе шириной 1 МГц, совместимы с работой SAR.
- В дополнение к вышесказанному, в системах WLAN для обеспечения совместной работы с SAR необходимо соблюдение двух условий:
 - регулирование мощности передатчика для обеспечения коэффициента ослабления помех не менее 3 дБ; без использования регулирования TPC средняя э.и.и.м. не должна превышать 100 мВт в любом канале шириной 20 МГц;
 - использование системы DFS, относящейся к механизму выбора каналов, необходимое для обеспечения равномерного распределения нагрузки каналов сети WLAN по полосе минимум 330 МГц.

Анализ помех от SAR сетям WLAN дает положительные результаты при развертывании WLAN внутри помещений.

3 Исследования сетей RLAN и радаров SAR

3.1 Технические характеристики типовых высокоскоростных сетей WLAN

Технические характеристики типовых высокоскоростных WLAN в диапазоне 5,3 ГГц приведены для трех конфигураций. Эти высокоскоростные WLAN иногда именуются радиосетями ЛВС или RLAN. В данном анализе для конфигураций приняты такие характеристики, при которых приемникам SAR создаются наибольшие помехи. Информация для первой конфигурации (RLAN1) высокоскоростных WLAN взята из Отчета Федеральной комиссии связи США (ФКС) и Директивы ФКС 97-7 от 9 января 1997 года, а для сетей HIPERLAN – из Документа 7C/54 от 18 сентября 1996 года. Эти характеристики приведены в таблице 6. Информация для второй конфигурации (RLAN2) высокоскоростных WLAN взята из материалов Группы координации космических частот (SFCG)-18/45, 8–17 сентября 1998 года. Вторая конфигурация, RLAN2, характеризуется заметным повышением мощности передатчиков высокоскоростных WLAN, увеличением соотношения использования сетей в помещениях и вне их, что ведет к меньшим величинам среднего ослабления зданиями, повышением коэффициента активности и ожидаемой

¹ Средняя э.и.и.м. означает э.и.и.м., усредненную по пакету передачи при максимальной установке регулирования мощности.

плотности развертывания. Информация по третьей конфигурации (RLAN3) высокоскоростных WLAN взята из материалов Группы координации космических частот (SFCG)-19/39, 8–15 сентября 1999 г. и документа 7C/110 "Ограничения при совместном использовании частот космическими активными датчиками (SAR) и беспроводными высокоскоростными локальными сетями в полосе 5250–5350 МГц" от 17 февраля 1999 года. Третья конфигурация, RLAN3, ограничена применением только внутри помещений с предполагаемой медианной плотностью развертывания.

ТАБЛИЦА 6

Технические характеристики высокоскоростных сетей WLAN в диапазоне 5,3 ГГц

Параметр	Значение		
	RLAN1	RLAN2	RLAN3
Пиковая излучаемая мощность (Вт)	0,25	1,00	0,20
Развертывание (%)	99 в помещениях/ 1 вне помещений	85 в помещениях/ 15 вне помещений	100 в помещениях/ 0 вне помещений
Среднее ослабление (дБ)	17,0	7,8	17,0
Поляризация	Произвольная	Произвольная	Произвольная
Ширина полосы (МГц)	23,6	23,6/канал (14 каналов)	23,6/канал (14 каналов)
Коэффициенты заполнения помех для SAR (%)	100	100	100
Рабочая активность (коэффициент активности (%))	1	5	5
Средняя плотность (передатчиков/км ²)	12	1200/офисная зона (89 000/км ² /канал)	1200/офисная зона, 250/промышленная зона
Пороговый уровень помех (дБВт)	–120	–120 (будет уточнен)	–100

3.2 Помехи SAR от высокоскоростных сетей WLAN

Первым этапом анализа возможных помех от высокоскоростных сетей WLAN приемникам космических SAR является определение мощности сигнала от одиночного передатчика высокоскоростной сети WLAN, принимаемого космическим SAR. Затем можно вычислить запас по одиночному мешающему излучателю путем сравнения уровня помех с порогом помех SAR. Зная зону обслуживания SAR, можно вычислить допустимую плотность активных передатчиков сетей WLAN с использованием консервативного значения коэффициента активности для части передатчиков, работающих в какой-либо один и тот же период времени.

3.2.1 Помехи от одиночного передатчика сети RLAN, находящегося вне помещения

В таблице 7 представлены помехи от одиночного передатчика высокоскоростной сети RLAN в полосе 5250–5350 МГц для SAR2–4. Система SAR1 не используется, поскольку она предназначена для работы в полосе 5150–5250 МГц. В сетях RLAN1, RLAN2 и RLAN3 предполагается использование всенаправленной антенны. В таблице 7 показан отрицательный запас для передатчиков высокоскоростных сетей WLAN (RLAN1, RLAN2 и RLAN3) в отношении SAR4. Что касается SAR3, в таблице 7 показан положительный запас для передатчиков сетей RLAN1 и RLAN3 и отрицательный запас для сети RLAN2. Что касается SAR2 и помех от сетей RLAN1, RLAN2 и RLAN3, имеется положительный запас по помехам для передатчиков всех этих сетей.

ТАБЛИЦА 7

Помеха радарам SAR от одиночного передатчика RLAN вне помещения

Параметр	SAR2		SAR3		SAR4	
	Значение	дБ	Значение	дБ	Значение	дБ
Мощность передачи (Вт)						
RLAN1	0,25	–6,02	0,25	–6,02	0,25	–6,02
RLAN2	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00
RLAN3	0,20	–6,99	0,20	–6,99	0,20	–6,99
Ослабление в зданиях (дБ)		0,00		0,00		0,00
Усиление антенны передатчика (дБ)		0,00		0,00		0,00
Усиление антенны приемника (дБ)		43,33		44,52		44,52
Потери на поляризацию (дБ)		–3,00		–3,00		–3,00
Длина волны (м)	$5,65 \times 10^{-2}$	–24,96	$5,65 \times 10^{-2}$	–24,96	$5,65 \times 10^{-2}$	–24,96
$(4\pi)^{-2}$	$6,33 \times 10^{-3}$	–21,98	$6,33 \times 10^{-3}$	–21,98	$6,33 \times 10^{-3}$	–21,98
Расстояние (км)	638,51	–116,10	425,67	–112,58	425,67	–112,58
Принимаемая мощность (дБВт)						
RLAN1		–128,74		–124,03		–124,03
RLAN2		–122,72		–118,00		–118,00
RLAN3		–129,71		–124,99		–124,99
Коэффициент шума (дБ)		4,62		4,62		4,62
$k T$	$4,00 \times 10^{-21}$	–203,98	$4,00 \times 10^{-21}$	–203,98	$4,00 \times 10^{-21}$	–203,98
Полоса пропускания приемника (МГц)	356,50	85,52	356,50	85,52	46,00	76,63
Мощность шума (дБВт)		–113,84		–113,84		–122,73
Пороговый уровень помехи SAR ($I/N = -6$ дБ)		–119,84		–119,84		–128,73
Запас (дБ)						
RLAN1		8,90		4,19		–4,71
RLAN2		2,88		–1,83		–10,73
RLAN3		9,87		5,16		–3,74

3.2.2 Помехи от передатчиков сети RLAN, развертываемых внутри помещений

В таблице 8 приведена допустимая плотность высокоскоростных сетей WLAN с конфигурацией RLAN1 в полосе 5250–5350 МГц с учетом помех для SAR2–4. Что касается SAR4, в таблице 8 показано, что допустимая плотность высокоскоростных сетей WLAN с конфигурацией RLAN1 составит примерно 118 передатчиков на км², ниже которой уровень помех для SAR4 в полосе 40 МГц приемлем. На основании информации об ожидаемой плотности развертывания сетей HIPERLAN из Документа 7C/54 от 18 сентября 1996 года, средняя плотность таких сетей в Европе оценивалась на то время на уровне порядка 12 передатчиков/км². Ожидается, что плотность в столичных и густонаселенных зонах будет выше средних значений. В таблице 9 приведена допустимая плотность сетей WLAN с конфигурацией RLAN2 в полосе 5250–5350 МГц с учетом помех для SAR2–4. Что касается SAR4, в таблице 9 показано, что допустимая плотность сетей WLAN с конфигурацией RLAN2 составит примерно 0,2 передатчика/км², или эквивалентно – 1 передатчик на 5 км², ниже которой уровень помех для SAR4 в полосе 40 МГц приемлем. Эту низкую допустимую плотность следует сравнить с ожидаемой плотностью развертывания из Документа SFCG-18/45, 8–17 сентября 1998 года, равной 1200 передатчиков на офисную зону; имеется также сеть RLAN2, развертываемая в помещениях, с емкостью 89×10^3 /км²/канал при расстояниях разнеса около 0,5 м. При такой ожидаемой высокой плотности будут использоваться 14 каналов шириной по 23,6 МГц каждый в полосе 330 МГц. В таблице 10 показана допустимая плотность высокоскоростных сетей WLAN с конфигурацией RLAN3 в полосе 5250–5350 МГц с учетом помех для SAR2–4. Что касается SAR4, в таблице 10 показано, что плотность сетей WLAN с конфигурацией RLAN3 составит примерно 37 передатчиков/км²/канал, ниже которой уровень помех для SAR4 с полосой 40 МГц приемлем. При такой ожидаемой высокой плотности будут использоваться 14 каналов шириной по 23,6 МГц каждый в полосе 330 МГц. Тогда для 14 каналов допустимая плотность составит 518 передатчиков/км². Эту низкую допустимую плотность следует сравнить с ожидаемой плотностью развертывания из Документа 7C/110, составляющей 1200 передатчиков на крупную офисную зону и 250 передатчиков на промышленную зону. Таким образом, что касается SAR4, допустимая плотность будет меньше, чем для одной крупной офисной зоны и примерно двух промышленных зон, что представляется нереальным. Что касается SAR2 и SAR4, допустимая плотность при 14 каналах будет 4270 и 3990 передатчиков, соответственно. Это соответствует примерно трем крупным офисным зданиям или 15 промышленным зонам, что можно считать несколько более реалистичным допущением для городских и пригородных зон.

Для SAR, используемых для получения изображений, при $S/N = 8$ дБ или более отношение I/N может быть равно 0 дБ без снижения стандартного отклонения мощности пиксела более чем на 10%. Это повышает допустимую плотность размещения передатчиков в 4 раза. Для помех SAR2 и SAR4 от сети RLAN3 это будет соответствовать примерно 12 крупным офисным зданиям или 60 промышленным зонам в зоне обслуживания SAR. Однако для интерферометрических SAR отношение I/N должно быть ниже –6 дБ независимо от величины S/N .

ТАБЛИЦА 8

Помехи датчикам SAR от высокоскоростных сетей WLAN типа RLAN1

Параметр	SAR2		SAR3		SAR4	
	Значение	дБ	Значение	дБ	Значение	дБ
Мощность передачи (Вт)	0,25	−6,02	0,25	−6,02	0,25	−6,02
Ослабление в зданиях (дБ)		−17,00	17,00	−17,00	17,00	−17,00
Усиление передающей антенны (дБ)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Усиление приемной антенны (дБ)		43,33	44,52	44,52	44,52	44,52
Потери на поляризацию (дБ)		−3,00	3,00	−3,00	3,00	−3,00
Длина волны (м)	$5,65 \times 10^{-2}$	−24,96	$5,65 \times 10^{-2}$	−24,96	$5,65 \times 10^{-2}$	−24,96
$(4\pi)^{-2}$	$6,33 \times 10^{-3}$	−21,98	$6,33 \times 10^{-3}$	−21,98	$6,33 \times 10^{-3}$	−21,98
Расстояние (км)	638,51	−116,10	425,67	−112,58	425,67	−112,58
Принимаемая мощность (дБВт)		−145,74		−141,03		−141,03
Коэффициент шума (дБ)		4,62	4,62	4,62	4,62	4,62
$k T$	$4,00 \times 10^{-21}$	−203,98	$4,00 \times 10^{-21}$	−203,98	$4,00 \times 10^{-21}$	−203,98
Полоса пропускания приемника (МГц)	356,50	85,52	356,50	85,52	46,00	76,63
Мощность шума (дБВт)		−113,84		−113,84		−122,73
Пороговый уровень помехи SAR ($I/N = -6$ дБ)		−119,84		−119,84		−128,73
Запас (дБ)		25,90		21,19		12,29
Зона обслуживания SAR (км ²)	159,03	22,01	57,55	17,60	57,55	17,60
Средняя мощность у поверхности Земли для сетей HIPERLAN (дБ(Вт/км ²))		3,88		3,59		−5,31
Активных передатчиков/км ²	9,78		9,14		1,18	
Активных передатчиков/км ² при коэффициенте активности 1%	978,40		913,56		117,88	

ТАБЛИЦА 9

Помехи датчикам SAR от высокоскоростных сетей WLAN типа RLAN2

Параметр	SAR2		SAR3		SAR4	
	Значение	дБ	Значение	дБ	Значение	дБ
Мощность передачи (Вт)	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00
Ослабление в зданиях (дБ)		-7,80	7,80	-7,80	7,80	-7,80
Усиление передающей антенны (дБ)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Усиление приемной антенны (дБ)		43,33	44,52	44,52	44,52	44,52
Потери на поляризацию (дБ)		-3,00	3,00	-3,00	3,00	-3,00
Длина волны (м)	$5,65 \times 10^{-2}$	-24,96	$5,65 \times 10^{-2}$	-24,96	$5,65 \times 10^{-2}$	-24,96
$(4\pi)^{-2}$	$6,33 \times 10^{-3}$	-21,98	$6,33 \times 10^{-3}$	-21,98	$6,33 \times 10^{-3}$	-21,98
Расстояние (км)	638,51	-116,10	425,67	-112,58	425,67	-112,58
Принимаемая мощность (дБВт)		-130,52		-125,80		-125,80
Коэффициент шума (дБ)		4,62	4,62	4,62	4,62	4,62
$k T$	$4,00 \times 10^{-21}$	-203,98	$4,00 \times 10^{-21}$	-203,98	$4,00 \times 10^{-21}$	-203,98
Полоса пропускания приемника (МГц)	356,50	85,52	356,50	85,52	46,00	76,63
Мощность шума (дБВт)		-113,84		-113,84		-122,73
Пороговый уровень помехи SAR ($I/N = -6$ дБ)		-119,84		-119,84		-128,73
Запас (дБ)		10,68		5,97		-2,93
Зона обслуживания SAR (км ²)	159,03	22,01	57,55	17,60	57,55	17,60
Средняя мощность у поверхности Земли для сетей HIPERLAN (дБ(Вт/км ²))		-11,34		-11,63		-20,53
Активных передатчиков/км ²	0,07		0,07		0,01	
Активных передатчиков/км ² при коэффициенте активности 5%	1,47		1,37		0,18	

Что касается самоограничивающейся плотности размещения, при которой близко расположенные высокоскоростные сети WLAN создают взаимные помехи, для сети RLAN3 предполагается, что высокоскоростные сети WLAN занимают 14 каналов по 23,6 МГц каждый в полосе 330 МГц при расстоянии между передатчиками 0,5 м, что дает возможную плотность $89 \times 10^3/\text{км}^2/\text{канал}$ в небольших зонах, соответствующих крупной офисной зоне. Для приемника сети ЛВС уже не требуется, чтобы помехи были ниже -100 дБВт, но при этом отношение C/N должно быть больше 20 дБ. Это позволяет использовать передатчики на расстоянии 0,5 м друг от друга без взаимных помех.

ТАБЛИЦА 10

Помехи датчикам SAR от высокоскоростных сетей WLAN типа RLAN3

Параметр	SAR2		SAR3		SAR4	
	Значение	дБ	Значение	дБ	Значение	дБ
Мощность передачи (Вт)	0,20	−6,99	0,20	−6,99	0,20	−6,99
Ослабление в зданиях (дБ)		−17,00		−17,00		−17,00
Усиление передающей антенны (дБ)		0,00		0,00		0,00
Усиление приемной антенны (дБ)		43,33		44,52		44,52
Потери на поляризацию (дБ)		−3,00		−3,00		−3,00
Длина волны (м)	$5,65 \times 10^{-2}$	−24,96	$5,65 \times 10^{-2}$	−24,96	$5,65 \times 10^{-2}$	−24,96
$(4\pi)^{-2}$	$6,33 \times 10^{-3}$	−21,98	$6,33 \times 10^{-3}$	−21,98	$6,33 \times 10^{-3}$	−21,98
Расстояние (км)	638,51	−116,10	425,67	−112,58	425,67	−112,58
Принимаемая мощность (дБВт)		−146,71		−141,99		−141,99
Коэффициент шума (дБ)		4,62		4,62		4,62
$k T$	$4,00 \times 10^{-21}$	−203,98	$4,00 \times 10^{-21}$	−203,98	$4,00 \times 10^{-21}$	−203,98
Полоса пропускания приемника (МГц)	356,50	85,52	356,50	85,52	46,00	76,63
Мощность шума (дБВт)		−113,84		−113,84		−122,73
Пороговый уровень помехи SAR ($I/N = -6$ дБ)		−119,84		−119,84		−128,73
Запас (дБ)		26,87		22,16		13,26
Зона обслуживания SAR (км ²)	159,03	22,01	57,55	17,60	57,55	17,60
Средняя мощность у поверхности Земли для сетей HIPERLAN (дБ(Вт/км ²))		4,85		4,56		−4,34
Активных передатчиков/км ² /канал	15,29		14,27		1,84	
Активных передатчиков/км ² /канал при коэффициенте активности 5%	305,75		285,49		36,84	

3.3 Помехи от радаров SAR высокоскоростным сетям WLAN

Первым этапом анализа возможности помех от космических SAR высокоскоростным сетям WLAN является определение мощности сигнала от космического SAR у поверхности Земли. Затем определяется порог приемника высокоскоростной сети WLAN. После этого можно вычислить запас по помехам путем сравнения уровня помех SAR с порогом помех для сети ЛВС. Что касается SAR1–4, пиковые значения коэффициента усиления антенн будут на 40–50 дБ больше средних уровней боковых лепестков, равных −5 дБ. Поэтому во время пролета спутника, когда излучение основного лепестка SAR будет действовать в течение 0,5–1,0 с, уровень помех SAR у поверхности Земли будет намного больше порога помех для сети RLAN1. Однако, что касается сети RLAN2, максимально допустимым уровнем помех является не величина −120 дБВт, а отношение C/I , превышающее 20 дБ, что в случае расположения

передатчиков на расстоянии 0,5 м один от другого может превысить уровень допустимых помех на 50–80 дБ.

Ситуация для сети RLAN3 аналогична ситуации для сети RLAN2. Для типовых SAR2–4 пиковые коэффициенты усиления антенн на 14–38 дБ выше средних уровней боковых лепестков, равных –5 дБи. Поэтому в течение пролета спутника, продолжительность которого по основному лепестку SAR составит примерно 0,5–1,0 с, уровни помех от SAR у поверхности Земли будут заметно выше порога помех для сети RLAN3. Однако, что касается сети RLAN3, максимально допустимым уровнем помех является не величина –120 дБВт, а отношение C/I , превышающее 20 дБ, что в случае расположения передатчиков на расстоянии 0,5 м один от другого может превысить уровень допустимых помех на 50–80 дБ. Период повторного пролета SAR составляет 8–10 суток, хотя SAR необязательно будет активным на каждом повторном витке. Поэтому данная зона Земли будет облучаться лучом SAR не чаще 0,5–1,0 с каждые 8–10 суток.

3.4 Заключение

В данной Рекомендации проведен анализ возможных помех между высокоскоростными сетями WLAN с конфигурацией RLAN3 и космическими радаром с синтезированной апертурой (SAR) в полосе 5250–5350 МГц для: 1) одиночного передатчика сетей RLAN1–3, развернутого вне помещения, и 2) плотности развертывания сети RLAN3 в помещении. Что касается одиночного передатчика, развернутого вне помещения, то помехи передатчика высокоскоростной сети WLAN с конфигурацией RLAN1 были выше приемлемого уровня для SAR4, помехи передатчика высокоскоростной сети WLAN с конфигурацией RLAN2 были выше приемлемого уровня для SAR3 и SAR4, а помехи передатчика высокоскоростной сети WLAN с конфигурацией RLAN3 были выше приемлемого уровня для SAR4.

В отношении помех радарам SAR от высокоскоростных сетей WLAN с конфигурацией RLAN1, анализ показывает, что при любой плотности на поверхности Земли ниже 32–128 передатчиков/км² уровни помех для SAR будут приемлемыми, в зависимости от отношения S/N для пиксела SAR, используемого для получения изображения. Ожидаемая средняя плотность для Европы ранее оценивалась всего лишь как 12 передатчиков/км². При плотности, составляющей 0,32 активных передатчиков/км² (плотность, равная 32 передатчикам/км² при коэффициенте активности 1%), в типичной высокоскоростной сети WLAN (мощность передатчика 0,25 Вт), развернутой вне помещений, будут возникать внутренние помехи на уровне –120 дБВт, что соответствует порогу помех высокоскоростных сетей WLAN с конфигурацией RLAN1. В отношении помех радарам SAR от высокоскоростных сетей WLAN с конфигурацией RLAN2, анализ показывает, что только при плотности на поверхности Земли ниже 0,2–1,5 передатчиков/км² сети ЛВС обеспечивают приемлемый уровень помех для SAR в зависимости от отношения S/N для пиксела SAR, используемого для получения изображения. Предполагаемая в настоящее время средняя плотность равна 1200 передатчиков в офисной зоне, т. е. около 89×10^3 /км²/канал. Ожидаемая высокая плотность соответствует 14 каналам шириной 23,6 МГц каждый в полосе 330 МГц. Анализ показал, что при развертывании в помещении с учетом помех радарам SAR от высокоскоростных сетей WLAN с конфигурацией RLAN3 любая плотность размещения менее 37–305 передатчиков/км²/канал дает приемлемые уровни помех для SAR в зависимости от отношения S/N для пиксела SAR, используемого для получения изображения. Ожидаемая средняя плотность составляет, по оценкам, 1200 передатчиков в крупной офисной зоне и 250 передатчиков в промышленной зоне. Ожидаемая высокая плотность соответствует 14 каналам шириной 23,6 МГц каждый в полосе

330 МГц. В отношении помех радарам SAR от высокоскоростной сети WLAN с конфигурацией RLAN3, анализ показывает, что только при плотности размещения менее 518–4270 передатчиков/км² при 14 каналах сети ЛВС дают приемлемый уровень помех для SAR. Что касается помех для SAR2 и SAR4 от сети RLAN3, это будет соответствовать примерно 3–12 крупным офисным зданиям или 15–60 промышленным зонам в зоне обслуживания SAR в зависимости от отношения S/N для пиксела SAR, используемого для получения изображения.

Что касается помех от космических SAR высокоскоростным сетям WLAN с конфигурацией RLAN1 в полосе 5250–5350 МГц, уровни помех от боковых лепестков SAR у поверхности Земли на 14–38 дБ ниже порога помех для сети ЛВС. В отношении пиковых уровней помех от антенны SAR в течение пролета спутника, когда основной лепесток SAR пересекает данный пункт в течение примерно 0,5–1,0 с, уровни помех от SAR у поверхности Земли заметно превышают пороги помех для сети RLAN1 на 10–30 дБ. Однако для сетей RLAN2 и RLAN3 максимальными допустимыми уровнями помех являются не уровни –120 дБВт и –100 дБВт, соответственно, а отношение C/I более 20 дБ, что в случае расположения передатчиков на расстоянии 0,5 м друг от друга может повысить уровень допустимых помех на 50–80 дБ, так что излучение SAR даже в основном лепестке может оказаться ниже порога помех для сетей ЛВС. Поскольку период повторного пролета SAR составляет 8–10 суток и SAR необязательно будет активным в каждый повторный пролет, данная зона на поверхности Земли будет облучаться основным лепестком SAR не более 0,5–1,0 с каждые 8–10 суток.

4 Исследование сетей RLAN и альтиметров

4.1 Помехи альтиметрам от сетей RLAN

В данном анализе рассматривается одна сеть RLAN типа HIPERLAN в основном лепестке альтиметра.

Альтиметр работает в расширенной полосе 320 МГц, а в сетях HIPERLAN ширина полосы каналов, попадающих в полосу альтиметра, меняется в пределах от 16 МГц (тип 2) до 23,5 МГц (тип 1). Максимальная э.и.и.м. передачи ($P_h G_h$) в сети HIPERLAN равна 30 дБм (тип 1) или 23 дБм (тип 2). Коэффициент усиления антенны альтиметра (G_a) равен 32,2 дБ. G_a означает внеосевое усиление антенны в направлении сети HIPERLAN при дополнительных потерях на входе (L) около 1 дБ. Антенна альтиметра размером 1,2 м наводится в точку надира. Расстояние от альтиметра до сети HIPERLAN обозначается как R .

Мощность сигналов от одной сети HIPERLAN, принимаемых альтиметром в опорном направлении радара SAR (т. е. $G_a = G_0$), равна:

$$P_r = \frac{P_h G_h G_a \lambda^2}{(4\pi)^2 R^2 L}. \quad (1)$$

Для более критичных параметров сети HIPERLAN типа 1 (см. § 2.2) значение P_r принимается равным –108,3 дБм.

Порог помех для альтиметра равен –88 дБм. Поэтому можно считать, что альтиметр может работать при одновременном функционировании нескольких сетей HIPERLAN, так как запас по помехам составляет 20,3 дБ. Кроме того, альтиметр предназначен в основном для измерений в зоне океанов и не обеспечивает получение точных данных, когда луч антенны направлен на обширные массивы суши. На основании данного анализа очевидно, что альтиметр может работать совместно с сетями HIPERLAN.

Для полноты картины можно вычислить допустимое число сетей HIPERLAN в зоне обслуживания SAR по уровню -3 дБ, при котором альтиметр может работать при полете над сухопутной территорией. Методика такого расчета приведена в § 4.1.1 данной Рекомендации.

Проведенные расчеты показывают, что альтиметр может работать при помехах, создаваемых сетями HIPERLAN числом от 586 (вне помещений) до 4664 (внутри помещений). При этом имеется дополнительный запас, так как:

- не учтены потери на поляризацию и дополнительные потери на распространение сигналов (около 3 дБ);
- не учтены методы ослабления помех, например регулирование мощности передатчика (предполагается, что они дадут еще не менее 3 дБ);
- при моделировании было завышено усиление альтиметра в направлении устройств сети HIPERLAN.

Кроме того, ожидается, что, как правило, в диапазоне частот, где работают альтиметры, будут разворачиваться только системы HIPERLAN типа 2, что улучшает ситуацию вследствие меньшей максимальной э.и.и.м. (200 мВт).

Поэтому можно сделать вывод, что альтиметр может работать без помех от сетей HIPERLAN, когда он находится над океанами. Однако при работе над сушей ситуация будет зависеть от выбора окончательных параметров сети HIPERLAN. Ожидаемый запас может обеспечить совместимость даже тогда, когда альтиметры работают вблизи суши. Условия совместного использования частот будут гораздо более благоприятны при работе сетей HIPERLAN только типа 2 при их установке только в помещениях.

4.1.1 Оценка числа сетей RLAN в зоне обслуживания альтиметра по уровню -3 дБ

В данном анализе используется одна сеть HIPERLAN типа 1, попадающая в основной лепесток альтиметра.

Альтиметр работает в расширенной полосе частот 320 МГц, а ширина полосы сетей HIPERLAN, находящихся в полосе частот альтиметра, составляет 23,5 МГц. Максимальная э.и.и.м. передачи ($P_h G_h$) сети HIPERLAN равна 30 дБм. Коэффициент усиления антенны альтиметра (G_a) равен 32,2 дБ, а G_a – внеосевое усиление антенны в направлении сети HIPERLAN при дополнительных потерях на входе (L), равных 1 дБ. Антенна альтиметра размером 1,2 м наводится в точку надира. Расстояние от альтиметра до сети HIPERLAN обозначается как R .

Мощность сигналов, принимаемых альтиметром от одной сети HIPERLAN в опорном направлении радары SAR (т. е. $G_a = G_0$), равна:

$$P_r = \frac{P_h G_h G_a \lambda^2}{(4\pi)^2 R^2 L}. \quad (2)$$

В результате получаем значение P_r , равное $-108,3$ дБм.

Пороговый уровень помех для альтиметра равен -88 дБм. Поэтому можно считать, что альтиметр может работать одновременно с несколькими сетями HIPERLAN, так как запас на помехи составляет $20,3$ дБ. Кроме того, альтиметр в основном предназначен для измерений в зоне океанов и не обеспечивает получение точных данных, если луч антенны направлен на обширные зоны суши. На основании данного анализа очевидно, что альтиметр может работать совместно с сетями HIPERLAN.

Для полноты картины можно вычислить допустимое число сетей HIPERLAN в зоне обслуживания SAR по уровню -3 дБ, при котором альтиметр может работать при полете над сухопутной территорией. Этот расчет довольно сложен, поскольку при небольшом отклонении угла φ от опорного направления альтиметра будут изменяться расстояние до земли, усиление и мешающие элементы местности, находящиеся на уровне земли.

Если обозначить определенную плотность размещения устройств сети HIPERLAN как D , то полное число устройств сети HIPERLAN, видимых со спутника (при условии, что они равномерно распределены по поверхности Земли), выражается формулой $N = D \times A$, где A – площадь зоны обслуживания альтиметра по уровню -3 дБ. Поскольку устройства данной сети расположены не на равных расстояниях от спутника, видимая поверхность Земли делится на концентрические полосы (см. рисунок 1), так чтобы можно было считать, что все устройства сети HIPERLAN в i -й полосе поверхности находятся на одном и том же расстоянии (d_i) от спутника и находятся под одним углом к надиру (φ_i) при одинаковом угле места (ϵ_i). Тогда число устройств сети HIPERLAN в i -й полосе определяется по формуле:

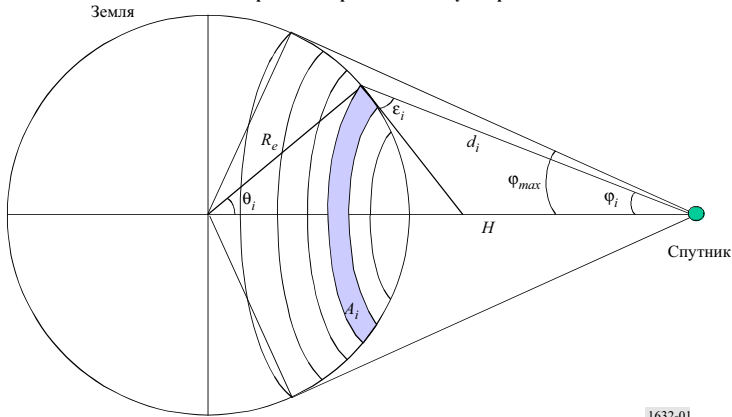
$$N_i = A_i \times (N/A) = A_i \times D, \quad (3)$$

где:

$$A_i = 2\pi R_e^2 \times [\cos(\theta_{i-1}) - \cos(\theta_i)] \quad \text{для } \theta_i > \theta_{i-1}. \quad (4)$$

РИСУНОК 1

Геометрическое представление суммирования помех



1632-01

Таким образом совокупная мощность помех (I) альтиметру от сети HIPERLAN определяется суммированием i -х составляющих мощности I_i в виде:

$$I(W) = \sum_i I_i = \sum_i N_i \cdot \frac{1e(e.i.r.p./10)}{(4\pi d_i f_0/c)^2} \cdot G(\varphi_i), \quad (5)$$

где:

- e.i.r.p.: эффективная изотропно излучаемая мощность (дБВт)
 d_i : расстояние между спутником и источником помех на Земле
 f_0 : центральная радиочастота
 $G(\varphi_i)$: усиление приемной спутниковой антенны альтиметра, зависящее от угла надира (φ_i), т. е. угла между подспутниковой точкой и рассматриваемой полосой.

Были выполнены численные расчеты, при которых была принята постоянная плотность мощности сети HIPERLAN на уровне земли на квадратный метр и усиление антенны альтиметра, меняющееся по формуле $G_a = G_0 (\sin(\varphi)/\varphi)^2$, где φ – угол между вертикалью и направлением от спутника на сеть HIPERLAN, что считается наихудшим случаем, поскольку лепесток антенны альтиметра будет значительно более узким.

Далее был вычислен интеграл мощности принятых сигналов на уровне альтиметра от зоны обслуживания по уровню –3 дБ: средняя мощность, приемлемая для альтиметра, равна –60 дБм/м² или 0 дБм/км² ($D \times \text{э.и.и.м.}$).

Поскольку альтиметры направлены в точку надира, для расчета помех от сетей HIPERLAN, расположенных внутри помещений, включены дополнительные потери на трассе, составляющие 20 дБ (ослабление за счет крыш и потолков). При рассмотрении случая, когда сети HIPERLAN ограничены работой внутри помещений, считалось, что в любой момент времени 1% устройств сетей HIPERLAN работает вне помещений, что дает общий коэффициент дополнительного ослабления в 17 дБ. Для сетей HIPERLAN, которые разрешено использовать вне помещений, принято, что в любой момент времени 15% устройств работает вне помещений, что дает коэффициент дополнительного ослабления в 8 дБ. Для обоих случаев принято, что 5% устройств HIPERLAN одновременно работают на передачу.

ТАБЛИЦА 11

Расчет числа терминалов в зоне обслуживания по уровню –3 дБ

	Внутри помещений	Вне помещений
Плотность мощности ($D \times \text{э.и.и.м.}$) (дБм/км ²)	0	0
э.и.и.м. (дБм)	30	30
Процент HIPERLAN, работающих вне помещений (%)	1	15
Дополнительный запас (дБ)	17	8
Активных терминалов/км ²	0,05	0,063
Активных терминалов (%)	5	5
Число терминалов/км ²	1,002	0,126
Число терминалов в зоне обслуживания по уровню –3 дБ	4664	586

Далее мы определили предел, равный количеству сетей HIPERLAN от 586 (вне помещений) до 4664 (в помещениях), развернутых в зоне обслуживания по уровню -3 дБ, при которых альтиметр может не испытывать помех.

4.2 Помехи сетям RLAN от альтиметров

В данном случае рассматривался коэффициент сужения полосы (B_h/B_a), поскольку полоса пропускания альтиметра (B_a) значительно шире полосы частот сетей HIPERLAN (B_h); при этом $B_a = 320$ МГц, а $B_h = 23,5$ МГц (тип 1, наихудший случай) или 16 МГц (тип 2), поэтому определено, что коэффициент сужения равен 11,34 дБ для типа 1 и 13 дБ для типа 2. Коэффициент усиления антенн сети HIPERLAN (G_h) в вертикальном направлении равен 0 дБ.

Мощность сигналов альтиметра, принимаемых одним устройством HIPERLAN, определяется как:

$$P_r = \frac{P_a G_a G_h \lambda^2 B_h}{(4\pi)^2 R^2 L B_a} \quad (6)$$

При этом мощность передачи альтиметра в направлении сети HIPERLAN будет в наихудшем случае (например, при облучении основным лепестком альтиметра, наименьшем расстоянии 1347 км и для сетей HIPERLAN типа 1 вне помещений) равна $-103,64$ дБм.

Такой случай (излучение основного лепестка альтиметра в направлении боковых лепестков сети HIPERLAN по вертикали) следует рассматривать как наихудший, поскольку уровни лепестков альтиметра снижаются очень быстро с увеличением угла опорного направления (эти уровни равны -20 дБ для угла 4° от надира и -40 дБ для угла 15°).

Проведенные расчеты показывают, что запас для наиболее критичного случая (тип 1) равен 10 дБ; поэтому можно считать, что альтиметр не создаст помех сетям HIPERLAN. В случае работы сети HIPERLAN типа 2 внутри помещений ситуация становится еще более благоприятной. Кроме того, в альтиметре используется импульсный радар. Возникающие при этом дополнительные запасы (за счет небольшого коэффициента заполнения импульсов, дополнительных поляризационных потерь и потерь на трассе распространения), не учитывались.

4.3 Заключение

Сделан вывод, что радарный альтиметр, работающий в диапазоне около 5,3 ГГц с шириной полосы 320 МГц, совместим с сетями RLAN. Более высокий запас по помехам имеет место для сетей RLAN с характеристиками, аналогичными параметрам сети HIPERLAN типа 2. Ожидается, что именно такие сети RLAN будут применяться в полосах, где работают альтиметры. Совместимость сетей RLAN с альтиметрами будет, по-видимому, возможна также и в полосе выше 5460 МГц.

5 Исследования сетей RLAN и рефлектометров

В настоящее время рефлектометры часто используются для зондирования суши, а в ближайшем будущем при повышении разрешающей способности таких приборов ожидается расширение сферы использования систем рефлектометров для зондирования суши. Поэтому проведенный анализ помех не ограничивался лишь прибрежными зонами, и его можно считать глобальным.

5.1 Помехи рефлектометрам от сетей RLAN

В системах рефлектометров мощность отраженного эхо-сигнала оценивается путем измерения мощности "сигнал + шум" (т. е. отраженный эхо-сигнал плюс составляющая шумов системы) с последующим вычитанием мощности "только шума" (оценка шумов собственно системы или "минимального уровня шума"). Для оптимизации эксплуатационных характеристик системы уровни мощности "сигнал + шум" и "только шум" измеряются в разных полосах частот и/или в разное время. Такой подход обусловлен тем, что номинальный шум системы по существу является в процессе измерений белым (стационарным с равномерным распределением спектральной мощности).

Отсюда возможны два разных сценария помех. В одном случае помехи, т. е. белый непрерывный шум, постоянно создаются в процессе измерений. В другом случае помехи возникают только в одном из двух измерений вследствие движения спутника (смещение зоны обслуживания одной из антенн с веерным лучом) или прерываний в сигнале источника помехи. Могут также оказать влияние методы измерения, применяемые в рассматриваемых рефлектометрах.

В качестве минимального критерия качества работы рефлектометров определена скорость ветра, равная 3 м/с. При такой скорости ветра сигнал отражается на минимальном уровне и поэтому становится максимально чувствительным к шумам или помехам. Расчетную ошибку, определяемую вторым сценарием помех, можно представить, используя параметрическую величину α , которая имеет типовое значение для антенн с веерным лучом ($\alpha = 0,7$ дБ) и равна (согласно Рекомендации МСЭ-R SA.1166):

$$\alpha(\text{дБ}) = 10 \log \{ [N + (I_{s+n}/B_{s+n})] / [N + (I_n/B_n)] \}, \quad (7)$$

где:

N : номинальная плотность мощности минимального уровня шума (примерно -201 дБ(Вт/Гц) на входе приемника рефлектометра для антенн с веерным лучом)

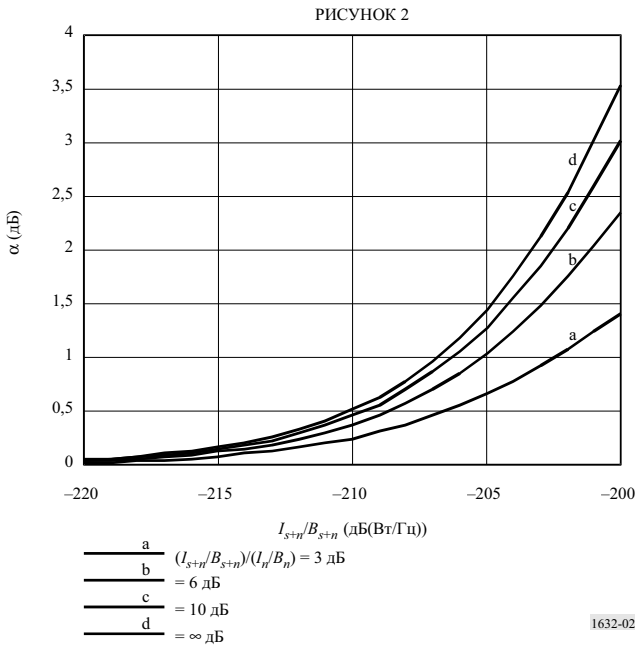
B_{s+n} : ширина полосы измерения "сигнал + шум"

B_n : ширина полосы измерения "только шум"

I_{s+n} : средняя мощность сигнала источника помех в полосе B_{s+n} во время измерения величины "сигнал + шум"

I_n : средняя мощность сигнала источника помех в полосе B_s во время измерения величины "только шум".

На рисунке 2 приведен график уравнения (1) для рефлектометра с минимальным уровнем шума приемника $N = -201$ дБ(Вт/Гц). На графике величина α показана в зависимости от спектральной плотности мощности мешающего сигнала I_{s+n}/B_{s+n} . В связи с очень малой шириной веерного луча следует ожидать изменений в несколько дБ в уровнях принимаемых помех по мере перемещения боковых лепестков рефлектометра в луче мешающего передатчика. Технический расчет дал величину 6 дБ для максимального ожидаемого изменения в $10 \log [(I_{s+n}/B_{s+n})/(I_n/B_n)]$ в период измерений. Поэтому на основании рисунка 2 можно прийти к выводу, что максимальная спектральная мощность помех, приемлемая для любой антенны рефлектометра с веерным лучом без снижения точности измерений, равна -207 дБ(Вт/Гц).



Максимальная приемлемая спектральная мощность помех типа непрерывного белого шума на входе приемника будет равна примерно -195 дБ(Вт/Гц).

В качестве RLAN в данном анализе использована стандартная сеть HIPERLAN типа 2 (параметры приведены в § 2.2). Наиболее жесткий уровень приемлемых помех для приемника рефлектометра равен -207 дБ(Вт/Гц). В рефлектометре 1 принят коэффициент усиления антенны, равный 31 дБи в полосе 650 км перпендикулярно трассе, соответствующей потерям в свободном пространстве 167,3 дБ.

Мощность принимаемого рефлектометром от одной сети HIPERLAN сигнала можно записать в виде:

$$(P_r)_{\text{дБ}} = (P_h)_{\text{дБ}} - LFS + (G_s)_{\text{дБ}} - 3. \quad (8)$$

Отсюда мы получаем величину для P_r , равную $-149,3$ дБ в полосе шириной 16 МГц, что соответствует $-221,3$ дБ(Вт/Гц). Это дает запас в 14,3 дБ. Следовательно, можно заключить, что излучения от одной сети HIPERLAN/2 не причиняют вредных помех приемнику рефлектометра. Кроме того, как показано в таблице 12, рефлектометры совместимы с сетями RLAN высокой плотности развертывания, особенно когда сети RLAN развернуты внутри помещений.

ТАБЛИЦА 12

Допустимая емкость активной сети HIPERLAN/2, использующей частоты совместно с рефлектометром 1

Тип развертывания	Только вне помещений	Только внутри помещений	Смешанный (15% вне помещений)
Мощность передачи (дБВт)	-10	-10	-10
Потери при распространении в свободном пространстве (дБ)	-167,3	-167,3	-167,3
Усиление антенны приемника (дБи)	31	31	31
Потери на поляризацию (дБ)	-3	-3	-3
Дополнительные потери на трассе (дБ)	0	-17	-7,8
Принимаемая мощность (дБ(Вт/канал))	-149,3	-166,3	-157,1
Принимаемая мощность (дБ(Вт/Гц))	-221,3	-238,3	-229,1
Пороговый уровень помех рефлектометра	-207	-207	-207
Запас (дБ/Гц)	14,3	31,3	22,1
Коэффициент активности (5%)	13	13	13
Общее допустимое количество активных + пассивных сетей RLAN/км ² (дБ)	27,3	44,3	35,1

5.2 Помехи сетям RLAN от рефлектометров

В данном случае мы рассматриваем помехи от рефлектометра 1 сети HIPERLAN типа 2. Поскольку в таких сетях RLAN применяется динамический выбор частоты, а ширина полосы рефлектометра относительно невелика, в рассматриваемом здесь сценарии учитывается только излучение по одному из боковых лепестков рефлектометра для одной сети HIPERLAN. Пиковая мощность такой системы рефлектометра равна 4,8 кВт. В данном анализе взята величина бокового лепестка, равная 26 дБи.

Мощность сигнала, поступившего в сеть HIPERLAN от рефлектометра 1, равна примерно $-106,5$ дБ, что выше порога помех сети HIPERLAN или так называемой минимальной полезной чувствительности приемника, равной -115 дБ. Дополнительные входные потери или потери на поляризацию в данном анализе не учитывались, однако такие потери не приведут к резкому изменению результатов (порядка нескольких дБ). При пролете рефлектометра время видимости сети RLAN с одного из боковых лепестков антенны рефлектометра обычно составляет несколько секунд. Поскольку на рефлектометрах рассматриваемого типа установлено несколько антенн с веерным лучом, то полное время действия помех при пролете спутника может быть даже около 20 с. Как было указано выше, в системах HIPERLAN типа 2 используется динамический выбор частот, позволяющий переключать их на другой канал до начала фактической передачи данных. Поэтому данный способ считается удобным средством борьбы с помехами.

Более точным способом определения максимального допустимого уровня помех считается учет отношения C/I , которое должно превышать 15 дБ. Когда расстояние между передатчиками составляет 50 м (сценарий наихудшего случая), можно поднять уровень допустимых помех на 10 дБ, (-105 дБВт вместо -115 дБВт). Для рефлектометра 1 данные расчеты дают положительный запас в 1,5 дБ для терминалов, устанавливаемых вне помещений. При использовании в данном анализе сетей RLAN с установкой терминалов внутри помещений получается положительный запас (18,5 дБ).

ТАБЛИЦА 13

Помехи от рефлектометра 1 высокоскоростным сетям WLAN

Параметр	Значение	дБ
Мощность передачи (Вт)	4800,00	36,81
Потери на трассе передачи (дБ)	0,00	0,00
Усиление передающей антенны (дБ)	26,00	26,00
Усиление приемной антенны (дБ)	0,00	0,00
Длина волны (м)	$5,65 \times 10^{-2}$	-24,96
$(4\pi)^{-2}$	$6,33 \times 10^{-3}$	-21,98
Расстояние (км)	1314,03	-122,37
Сужение полосы частот (дБ)	0,00	0,00
Принимаемая мощность (дБВт)		-106,50
Пороговый уровень помех сетей HIPERLAN		-115,00
Запас (дБ) (вне помещений)		-8,50
Ослабление в здании (дБ)		17
Запас (дБ) (внутри помещений)		8,50

5.3 Заключение

Сделан вывод, что работа рефлектометра на частотах около 5,3 ГГц совместима с сетями RLAN в той же полосе частот. Ожидается, что при своей работе рефлектометры не будут испытывать значительных помех от сетей RLAN. Исследования помех, причиняемых рефлектометрами сетям RLAN, показали, что совместимость возможна при развертывании таких сетей внутри помещений. Отмечается, что некоторые сети RLAN с характеристиками стандартной сети HIPERLAN типа 2 планируется оснастить средствами динамического выбора частоты (DFS). Для таких систем при работе вне помещений вероятность воздействия помех от систем рефлектометров будет еще ниже.

6 Общее заключение о совместимости

По результатам анализа совместимости, приведенного в данной Рекомендации, относительно типичных космических активных датчиков, работающих в полосе 5250–5350 МГц, и высокоскоростных сетей WLAN, которые предлагается развертывать в той же полосе, можно сделать общий вывод о том, что эти две службы совместимы при следующих определенных характеристиках сетей RLAN:

- Развертывание внутри помещений (дающее затухание 17 дБ относительно систем вне зданий).
- Ограничение средней э.и.и.м.² значением 200 мВт (или 100 мВт, если не используется TPC), а также средней плотности э.и.и.м. значением 10 мВт в любой полосе шириной 1 МГц.
- Использование функции TPC для обеспечения коэффициента ослабления помех не менее 3 дБ.
- Использование функции произвольного выбора канала, например, функции DFS, связанной с механизмом выбора каналов, требуемой для равномерного распределения нагрузки каналов сети WLAN по всей ширине полосы, имеющейся в диапазоне 5 ГГц (принятое в данном исследовании предположение о доступности полосы шириной в 330 МГц дает плотность размещения, соответствующую 440 передатчикам в канале шириной 20 МГц в зоне обслуживания SAR).

² Средняя э.и.и.м. означает э.и.и.м., усредненную по пакету передачи при максимальной установке регулирования мощности.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R M.1638

Характеристики и критерии защиты для исследований возможности совместного использования частот радарными радиолокационной, воздушной радионавигационной и метеорологической служб, работающими в полосах частот между 5250 и 5850 МГц

(2003)

Резюме

Данная Рекомендация описывает технические и эксплуатационные характеристики, а также критерии защиты радаров, работающих в полосе частот 5250–5850 МГц. Эти характеристики предназначены для использования их при оценке совместимости этих систем с другими службами.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что характеристики антенны, распространения сигнала, обнаружения цели и большая необходимая ширина полосы частот, требуемые для выполнения радарными своих функций, являются оптимальными в определенных полосах частот;
- b) что технические характеристики радаров в радиолокационной, радионавигационной и метеорологической службах определяются назначением системы и в значительной степени меняются даже внутри одной полосы частот;
- c) что в соответствии с определением п. 4.10 Регламента радиосвязи (РР) радионавигационная служба является службой безопасности и требует специальных мер по обеспечению ограждения их от вредных помех;
- d) что на ВАРК-79 значительная часть спектра, распределенного радиолокационной и радионавигационной службам (около 1 ГГц), была исключена или понижена в статусе;
- e) что в настоящее время ряд технических комиссий МСЭ-R рассматривают возможность внедрения новых типов систем (например, фиксированный беспроводный доступ, а также системы фиксированной и подвижной связи высокой плотности) или служб в полосах частот между 420 МГц и 34 ГГц, используемых радарными радионавигационной, радиолокационной и метеорологической служб;
- f) что типичные технические и эксплуатационные характеристики радаров радиолокационной, радионавигационной и метеорологической служб необходимы для определения возможности внедрения новых типов систем в полосах частот, в которых работают вышеперечисленные службы;
- g) что процедуры и методики анализа совместимости между радарными и системами других служб представлены в Рекомендации МСЭ-R M.1461;
- h) что радары радиолокационной, радионавигационной и метеорологической служб работают в полосах частот между 5250–5850 МГц;
- j) что радарам наземного базирования, используемым в метеорологических целях, разрешена работа в полосе частот 5600–5650 МГц на равной основе со станциями воздушной радионавигационной службы (ВРНС) (см. п. 5.452 РР),

рекомендует,

1 чтобы технические и эксплуатационные характеристики радаров радиолокационной, радионавигационной и метеорологической служб, представленные в Приложении 1, считались типичными характеристиками для таких радаров, работающих в полосах частот между 5250 и 5850 МГц (см. Примечание 1);

2 чтобы Рекомендация МСЭ-R M.1461 использовалась в качестве руководства при анализе совместимости между радарными радиолокационной, радионавигационной и метеорологической служб и системами других служб; чтобы критерий отношения мощности мешающего сигнала к мощности шума приемника радара (I/N) = -6 дБ использовался в качестве необходимого порогового уровня защиты для исследований возможностей совместного использования частот службами радиоопределения с другими службами. При наличии нескольких источников помех данный критерий является суммарным уровнем защиты.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Рекомендация МСЭ-R M.1313 должна использоваться в отношении характеристик радаров морской радионавигационной службы в полосе частот 5470–5650 МГц.

Приложение 1

Характеристики радиолокационных, воздушных радионавигационных и метеорологических радаров

1 Введение

Полосы частот между 5250 и 5850 МГц распределены воздушной радионавигационной и радиолокационной службам на первичной основе, как показано в таблице 1. Радарам наземного базирования, используемым в метеорологических целях, разрешена работа в полосе 5600–5650 МГц на основе равенства прав со станциями морской радионавигационной службы (см. п. 5.452 РР).

ТАБЛИЦА 1

Полоса частот (МГц)	Распределение (служба)
5250–5255	Радиолокационная
5255–5350	Радиолокационная
5350–5460	Воздушная радионавигационная
5460–5470	Радиолокационная
5470–5650	Морская радионавигационная ⁽¹⁾
5650–5725	Радиолокационная
5725–5850	Радиолокационная

⁽¹⁾ В соответствии с п. 5.452 РР работа радаров наземного базирования в метеорологических целях между 5600 и 5650 МГц разрешена на равной основе со станциями морской радионавигационной службы.

Радиолокационные радары выполняют множество функций, таких как:

- слежение за средствами вывода на орбиту и воздушными судами, проходящими доводочные и эксплуатационные испытания;
- морское и воздушное наблюдение;
- измерения окружающей среды (например, исследования океанских отливов и приливов, а также таких природных феноменов, как ураганы);
- получение изображений Земли, а также
- национальная оборона и поддержание мира на международном уровне.

Воздушные радионавигационные радары используются в основном на борту воздушных судов для избежания неблагоприятных погодных условий, а также для определения изменений характера ветра и обеспечения служб безопасности (см. п. 4.10 РР).

Метеорологические радары используются для определения таких неблагоприятных погодных явлений, как торнадо, ураганы и сильные грозы. Эти радары обеспечивают также количественные измерения осадков в той или иной зоне, что очень важно при гидрологическом прогнозировании возможных наводнений. Эта информация используется для предупреждения населения и, следовательно, обеспечивает службу безопасности человеческой жизни.

Рекомендация МСЭ-R M.1313 содержит характеристики морских радионавигационных радаров в полосе частот 5470–5650 МГц.

2 Технические характеристики

Полосы частот между 5250 и 5850 МГц используются множеством различных типов радаров на наземных фиксированных и передвижных платформах, а также на борту морских и воздушных судов. Таблицы 2 и 3 содержат технические характеристики типичных систем, развернутых в данных полосах частот. В основном эта информация является достаточной для проведения основных расчетов с целью оценки совместимости между такими радарными и другими системами.

Однако эти таблицы не содержат характеристик радаров со скачкообразной перестройкой частоты, работающих в этом диапазоне. Скачкообразная перестройка частоты является одним из наиболее распространенных способов защиты от средств радиоэлектронного подавления (ЕССМ). Радарные системы, которые проектируются для работы в среде радиоэлектронной атаки противника, используют скачкообразную перестройку частоты в качестве одного из методов ЕССМ. Радары такого типа обычно разделяют распределенную им полосу частот на каналы. Затем радар случайным образом выбирает один канал из всех имеющихся и использует его для передачи. Такой случайный выбор канала может происходить на основе положения луча, когда в одном и том же канале передается множество импульсов, или на основе отдельного импульса. Необходимо учитывать этот важный аспект радарных систем, и при проведении исследований возможности совместного использования частот должно приниматься во внимание возможное влияние радаров со скачкообразной перестройкой частоты.

ТАБЛИЦА 2

Характеристики воздушных радионавигационных и метеорологических радарных систем

Характеристики	Радар А	Радар В	Радар С	Радар D	Радар E	Радар F	Радар G	Радар H	Радар I	Радар J
Функция	Метеорологический	Метеорологический	Метеорологический	Воздушная радионавигация	Метеорологический	Метеорологический	Метеорологический	Метеорологический	Метеорологический	Метеорологический
Тип платформы (на воздушном судне, судовая, наземная)	Наземная/судовая	На воздушном судне	Наземная	На воздушном судне	Наземная	Наземная	Наземная	Наземная	Наземная	Наземная
Диапазон настройки (МГц)	5 300–5 700	5 370	5 600–5 650	5 440	5 600–5 650	5 300–5 700	5 600–5 650	5 600–5 650	5 600–5 650	5 250–5 725
Модуляция	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Обычная	С возможностью доплеровского эффекта	С возможностью доплеровского эффекта
Мощность передатчика, подводимая к антенне	250 кВт пик. 1,25 Вт ср.	70 кВт пик.	250 кВт пик. 1 500 Вт ср.	200 Вт пик.	250 кВт пик.	250 кВт пик.	250 кВт пик.	250 кВт пик. 150 Вт ср.	250 кВт пик. 150 Вт ср.	2,25 кВт пик.
Ширина импульса (мкс)	2,0	6,0	0,05–18	1–20	1,1	0,8–2,0	3,0	0,8–5	0,8–5	0,1
Время нарастания/спада импульса (мкс)	0,2	0,6	0,005	0,1	0,11	0,08	0,3	0,2–2	0,2–2	0,005
Частота повторения импульсов (имп/с)	50, 250 и 1 200	200	0–4 000	180–1 440	2 000	250–1 180	259	250–1 200	50–1 200	100 000
Выходное устройство	Коаксиальный магнетрон	Коаксиальный магнетрон	Клистрон	Магнетрон	Клистрон	Настраиваемый магнетрон	Коаксиальный магнетрон	Коаксиальный магнетрон или клистрон	Коаксиальный магнетрон	Коаксиальный магнетрон
Тип диаграммы направленности антенны (узкая, веерная, квадратично-косинусная и т. д.)	Коническая	Веерная	Узкая	Узкая	Узкая	Узкая	Узкая	Узкая	Узкая	Узкая
Тип антенны (рефлектор, фазированная антенная решетка, щелевая решетка и т. д.)	Цельно-металлическая парабола	Парабола	Парабола	Щелевая решетка	Парабола	Парабола	Цельно-металлическая парабола	Цельно-металлическая парабола	Цельно-металлическая парабола	Цельно-металлическая парабола
Поляризация антенны	Вертикальная	Горизонтальная	Горизонтальная	Горизонтальная	Горизонтальная	Горизонтальная	Горизонтальная	Горизонтальная или вертикальная	Горизонтальная или вертикальная	Горизонтальная или вертикальная
Усиление основного луча антенны (дБн)	39	37,5	44	34	50	40	40	40–50	40–50	35–45

ТАБЛИЦА 2 (окончание)

Характеристики	Радар А	Радар В	Радар С	Радар D	Радар Е	Радар F	Радар G	Радар Н	Радар I	Радар J
Ширина луча антенны по углу места (градусы)	4,8	4,1	0,95	3,5	<0,55	<1,0	1,65	0,5–2	0,5–2	2,4–12
Ширина луча антенны по азимуту (градусы)	0,65	1,1	0,95	3,5	<0,55	<1,0	1,65	0,5–2	0,5–2	1,5–12
Скорость горизонтального сканирования антенны (градусы/с)	0,65	24	0–36 (0–6 об./мин.)	20	21–24	30–48	30–48	6–18 (1–3 об./мин.)	6–18 (1–3 об./мин.)	1,2
Тип горизонтального сканирования антенны (непрерывное, случайное, 360°, секторное и т. д.) (градусы)	360	180 Секторное	360	Непрерывное	Непрерывное 360 Секторное	360	360	360	360	360
Скорость вертикального сканирования антенны (градусы/с)	Нет данных	Нет данных	Нет данных	45	15	15	15	1–10	1–14	Нет данных
Тип вертикального сканирования антенны (непрерывное, случайное, 360°, секторное и т. д.) (градусы)	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Секторное	Пошаговое, 0,5–60	Пошаговое, от –2 до +60	от –1 до +60	от –1 до +90	от –5 до +90	Нет данных
Уровни боковых лепестков (SL) антенны (1-е SL и удаленные SL) (дБ)	–26	–20	–35	–31	–27	–25	–25	от –25 до –35	от –25 до –35	–20
Высота антенны (м)	30	Высота самолета	10	Высота самолета	30	30	30	6–30	6–30	10
Ширина полосы приемника по ПЧ по уровню 3 дБ (МГц)	0,5	0,6	20	1,0	0,91	0,6	от 0,25 до 0,5	от 0,7 до 4	от 0,1 до 3,0	10
Коэф. шума приемника (дБ)	7	6	4	5	2,3	3	3	3,5–8	1,5–8	3
Минимальный различимый сигнал (дБм)	–110	–106	–97	–109	–109	от –109 до –112	–114	от –113 до –120	от –113 до –120	от –113 до –118

ТАБЛИЦА 3
Характеристики радиолокационных систем

Характеристики	Радар К	Радар L	Радар М	Радар N	Радар O	Радар Р	Радар Q	Радар R	Радар S
Функция	Контрольно-измерительный	Контрольно-измерительный	Контрольно-измерительный	Контрольно-измерительный	Контрольно-измерительный	Поиск на поверхности в воздухе	Поиск на поверхности и в воздухе	Исследования и получение изображений Земли	Поисковый
Тип платформы (на воздушном судне, судовой, наземная)	Наземная	Наземная	Наземная	Наземная	Наземная	Судовая	Судовая	На воздушном судне	На воздушном судне
Диапазон настройки (МГц)	5 300	5 350–5 850	5 350–5 850	5 400–5 900	5 400–5 900	5 300	5 450–5 825	5 300	5 250–5 725
Модуляция	Нет данных	Не используется	Не используется	Импульсная/импульсная ЛЧМ	Импульсная ЛЧМ	ЛЧМ	Не используется	Нелинейная/линейная ЧМ	Импульсная с неугасающей волной
Мощность передатчика, подводимая к антенне	250 кВт	2,8 МВт	1,2 МВт	1,0 МВт	165 кВт	360 кВт	285 кВт	1 или 16 кВт	100–400 Вт
Ширина импульса (мкс)	1,0	0,25, 1,0, 5,0	0,25, 0,5, 1,0	0,25–1 (простой) 3,1–50 (ЛЧМ)	100	20,0	0,10/25/1,0	7 или 8	1,0
Время нарастания/спада импульса (мкс)	0,1/0,2	0,02–0,5	0,02–0,05	0,02–0,1	0,5	0,5	0,03/0,05/0,1	0,5	0,05
Частота повторения импульсов (имп./с)	3 000	160, 640	160, 640	20–1 280	320	500	2 400/1 200/750	1 000–4 000	200–1 500
Ширина полосы импульса с ЛЧМ (МГц)	Нет данных	Нет данных	Нет данных	4,0	8,33	1,5	Нет данных	62, 124	Нет данных
Ширина полосы рЧ излучения (МГц)	4,0 10,0	0,5–5	0,9–3,6 6,4–18	0,9–3,6 6,4–18	8,33 9,9	1,5 1,8	5,0/4,0/1,2 16,5/12,5/7,0	62, 124 65, 130	4,0 10,0
Тип ДН антенны (узкая, всерная, квадратично-косекансная и т. д.)	Узкая	Узкая	Узкая	Узкая	Узкая	Квадратично-косекансная	Всерная	Всерная	Узкая
Тип антенны (рефлектор, фазированная антенная решетка, целевая решетка и т. д.)	Параболический рефлектор	Парабола	Парабола	Фазированная антенная решетка	Фазированная антенная решетка	Парабола	Рупорная решетка с питанием бегущей волной	Два рупора с двойной поляризацией на общей платформе	Щелевая решетка

ТАБЛИЦА 3 (окончание)

Характеристики	Радар К	Радар L	Радар М	Радар N	Радар О	Радар Р	Радар Q	Радар R	Радар S
Поляризация антенны	Вертикальная/левая круговая	Вертикальная/левая круговая	Вертикальная/левая круговая	Вертикальная/левая круговая	Вертикальная/левая круговая	Горизонтальная	Горизонтальная	Горизонтальная и вертикальная	Радар S Круговая
Усиление основного луча антенны (дБи)	38,3	54	47	45,9	42	28,0	30,0	26	30-40
Ширина луча антенны по углу места (градусы)	2,5	0,4	0,8	1,0	1,0	24,8	28,0	28,0	2-4
Ширина луча антенны по азимуту (градусы)	2,5	0,4	0,8	1,0	1,0	2,6	1,6	3,0	2-4
Скорость горизонтального сканирования (градусы/с)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	36, 72	90	Нет данных	20
Тип горизонтального сканирования антенны (непрерывное, случайное, 360°, секторное и т. д.) (градусы)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Постоянное 360	30-270 Сектор	Фиксированное налево или направо от трассы полета	Постоянное
Скорость вертикального сканирования антенны (градусы/с)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных	Нет данных	Нет данных
Тип вертикального сканирования антенны (непрерывное, случайное, 360°, секторное и т. д.) (градусы)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Фиксированное по углу места (от -20 до -70)	Нет данных
Уровни боковых лепестков (SL) антенны (1-е SL и удаленные SL) (дБ)	-20	-20	-20	-22	-22	-20	-25	-22	-25
Высота антенны (м)	20	20	8-20	20	20	40	40	до 8 000	9 000
Ширина полосы приемника по ПЧ по уровню 3 дБ (МГц)	1	4,8, 2,4, 0,25	4, 2, 1	2-8	8	1,5	1,2, 10	90, 147	1
Коэф. шума приемника (дБ)	6	5	5	11	5	5	10	4,9	3,5
Минимальный различимый сигнал (дБм)	-105	-107	-100	-107, -117	-100	-107	-94 (короткий/средний импульс) -102 (широкий импульс)	-90, -87	-110

3 Эксплуатационные характеристики

3.1 Метеорологические радары

В полосе частот 5250–5850 МГц работают метеорологические радары как на борту воздушных судов, так и наземные. Их технические характеристики представлены в таблице 1.

Погодные радарные системы наземного базирования используются для определения опасных метеорологических явлений и планирования полетов, и они, как правило, расположены вблизи аэропортов по всему миру. В связи с этим такие радары также работают непрерывно 24 часа в сутки.

Метеорологические радары обеспечивают количественные измерения осадков и в большинстве случаев принадлежат сетям, координирующим такие измерения на национальном или региональном уровне. Радары с использованием доплеровского эффекта наблюдают также за скоростью выпадения осадков, что показывает наличие и перемещение таких опасных метеорологических явлений, как торнадо, ураганы и сильные грозы, а также за порывами ветра и турбулентностью. Количественные измерения, производимые обоими видами радаров, используются в реальном времени в качестве источника получения важных и уникальных данных, необходимых для гидрологического, метеорологического прогноза, а также прогноза состояния окружающей среды. Посредством обработки цифровых данных, моделирования и прогнозирования погоды, наводнений и загрязнений, особенно в случае стихийных бедствий, эти данные используются для увеличения точности и своевременности прогнозов и предупреждений (оповещений). Эти данные могут использоваться, например, для оценки вероятности возникновения молний. Многие применения радаров могут быть крайне важны для обеспечения безопасности и защиты населения (как человеческой жизни, так и имущества), а также для обеспечения безопасности и секретности военных операций.

Метеорологические радары на борту воздушных судов применяются как для изучения ураганов, так и для рекогносцировочных исследований. Воздушное судно неоднократно проникает в центр ("в глаз") тайфуна на высоте от 1500 (457 м) до 20 000 футов (6096 м). Воздушное судно собирает данные, необходимые для проведения исследования и компьютерного моделирования, целью которого является предсказание интенсивности ураганов и оползней. Другое воздушное судно проходит сквозь ураганы на более высоких, с меньшей турбулентностью, высотах (30 000–45 000 футов, или 9144–13 716 м) для определения положения центра урагана.

3.2 Радары воздушной радионавигационной службы

Радары, работающие в воздушной радионавигационной службе (ВРНС) в полосе частот 5350–5460 МГц в основном представляют собой системы на борту воздушных судов для обеспечения безопасности полетов. В эксплуатации находятся как погодные радары, так и радары для целей избежания неблагоприятных метеорологических условий, непрерывно работающие во время полета. Кроме того, существуют радары для определения порывов ветра, которые включаются автоматически каждый раз, когда воздушное судно опускается ниже 2400 футов (732 м). Оба типа радаров имеют сходные характеристики и являются главным образом бортовыми радарными переднего обзора, сканирующими пространство в секторе курса полета воздушного судна. Эти системы автоматически сканируют в заданных пределах азимутов и углов места и обычно настраиваются по углу места пилотом вручную (механически): для принятия навигационного решения пилоту может потребоваться рассмотреть различные "разрезы" под разными углами места.

3.3 Радиолокационные радары

Существует большое количество типов радаров, выполняющих различные функции и работающих в радиолокационной службе в полосе частот 5250–5850 МГц. В таблице 2 представлены технические характеристики ряда характерных типов радаров, использующих эти частоты. Эти характеристики могут использоваться для оценки совместимости между радарными радиолокационной службы и системами других служб. Ниже приведено краткое описание эксплуатации таких радаров.

Контрольно-измерительные радары в рассматриваемом диапазоне условий используются для получения высокоточных координат запускаемых ракет-носителей и воздушных судов, проходящих доводочные и эксплуатационные испытания. Такие радары характеризуются высокой мощностью передачи и параболическими зеркальными антеннами большой апертуры с весьма узконаправленными лучами. Радары имеют антенны автоматического слежения, которые отслеживают интересующий объект либо по отражению сигнала от его поверхности, либо с помощью маяка (следует обратить внимание на то, что характеристики радиолокационных маяков не представлены в таблицах; как правило, они имеют возможность перестройки в полосе 5400–5900 МГц, пиковая мощность их передачи составляет 50–200 Вт и они предназначены для ретрансляции принятого радиолокационного сигнала). Продолжительность их работы может составлять от нескольких минут до 4–5 часов в зависимости от программы испытаний. Работа проводится 24 часа в сутки и 7 дней в неделю.

Радары морских судов и радары обзора воздушного пространства используются для обеспечения безопасности судов и работают непрерывно по всему ходу следования судна, а также во время его входа и выхода из портовых зон. Как правило, такие обзорные радары используют не очень высокую мощность передачи и антенны с электронным сканированием по углу места и с механическим сканированием по всему азимуту 360°. Работа может осуществляться таким образом, что эти радары будут работать одновременно на нескольких судах в данной географической зоне.

В полосе 5250–5850 МГц работают и другие радары специального назначения. Радар типа Q (таблица 3) – это радар на борту воздушного судна с синтезированной апертурой, используемый для составления карты местности и получения радиолокационных изображений, для исследований окружающей среды и землепользования, а также для другой соответствующей научно-исследовательской деятельности. Радары такого типа работают непрерывно на различных высотах с изменяющимся углом нижнего обзора в различные периоды времени продолжительностью до нескольких часов в зависимости от конкретной цели проводимых измерений.

4 Критерии защиты

Эффект потери чувствительности радаров, работающих в данной полосе частот, из-за влияния других служб, работающих в режиме незатухающих колебаний или с шумоподобной модуляцией, прямо зависит от интенсивности работы таких служб. В любых азимутальных секторах, в которых возникают такие помехи, спектральная плотность мощности помехи может быть в пределах определенного приближения просто добавлена к спектральной плотности мощности теплового шума приемника радара. Если спектральную плотность мощности шума приемника радара при отсутствии помех обозначить как N_0 , а спектральную плотность мощности шумоподобной помехи обозначить как I_0 , то результирующая эффективная спектральная плотность мощности шума принимает вид $I_0 + N_0$. Увеличение спектральной плотности шума приблизительно на 1 дБ будет означать значительное ухудшение для радаров метеорологической и радиолокационной служб. Такое увеличение соответствует отношению $(I + N)/N$, равному 1,26, или отношению I/N , порядка –6 дБ. Для радаров радионавигационной службы и метеорологических радаров, учитывая выполняемые ими функции обеспечения безопасности человеческой жизни, увеличение примерно на 0,5 дБ будет означать существенное ухудшение работы радаров. Такое увеличение соответствует отношению $(I + N)/N$, равному примерно –10 дБ. Однако для подтверждения этой величины требуются дальнейшие исследования. Данные критерии защиты учитывают совокупное воздействие многочисленных источников помех при их наличии; допустимая величина отношения I/N для единичного источника помех зависит от количества источников помех и геометрии их расположения и требует оценки в ходе проведения анализа заданного сценария.

Коэффициент суммирования помех может быть весьма существенным для некоторых систем связи, в которых может быть развернуто большое количество станций.

Влияние импульсной помехи оценить более сложно: оно в значительной степени зависит от конструкции приемника/процессора и режима работы. В частности, дифференциальный выигрыш в отношении сигнал/шум при обработке отраженного от цели полезного сигнала, который обладает синхронностью, при импульсных помехах, которые, как правило, являются асинхронными, часто оказывает значительное влияние на допустимые уровни импульсных помех. Потеря чувствительности может вызывать несколько различных видов ухудшения качества работы радара. Его оценка будет являться целью проведения анализа взаимодействия между конкретными типами радаров. В общем случае можно предположить, что многие особенности радаров службы радиоопределения будут способствовать ослаблению влияния импульсной помехи с малым коэффициентом заполнения, особенно при помехах от нескольких изолированных источников. Методы подавления импульсных помех с малым коэффициентом заполнения представлены в Рекомендации МСЭ-R М.1372 "Эффективное использование радиочастотного спектра радарными станциями службы радиоопределения".

5 Методы ослабления помех

В общем случае взаимная совместимость между радарными радиолокационной, воздушной радионавигационной и метеорологической служб достигается за счет сканирования лепестков диаграммы направленности антенны, которое позволяет ограничить взаимодействие через основные лепестки. Дополнительное ослабление помех обеспечивается за счет различия формы сигналов обоих типов радаров и соответствующего ослабления нежелательных импульсов за счет фильтрации в приемнике и методов обработки сигналов, таких как установление ограничителей, регулирование периодов чувствительности и интегрирования сигналов. Кроме того, помехи могут быть ослаблены за счет разнеса сигнала по несущей частоте или избирательности по времени с помощью использования методов ослабления/подавления асинхронных импульсов. При взаимодействии одного радара с другим разнос по частоте не всегда является необходимым условием для совместимой работы, поскольку высокая степень развязки при наличии связи по мощности или по времени достигается либо сама по себе, либо за счет правильного проектирования. Дополнительные сведения относительно методов ослабления помех, применяемых радиолокационными системами, представлены в Рекомендации МСЭ-R М.1372.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R М.1643*

Технические и эксплуатационные требования для земных станций на воздушных судах воздушной подвижной спутниковой службы, включая станции, использующие ретрансляторы сетей фиксированной спутниковой службы в полосе частот 14–14,5 ГГц (Земля–космос)

(2003)

Резюме

В данной Рекомендации приведены технические и эксплуатационные требования для земных станций на воздушных судах (AES) воздушной подвижной спутниковой службы (ВПСС), включая станции, использующие ретрансляторы сетей ФСС в полосе частот 14–14,5 ГГц (Земля–космос). Эти требования следует использовать администрациям в качестве технического руководства при определении требований соответствия для AES и облегчения их лицензирования с целью глобального применения.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- а) что разработаны различные в техническом и эксплуатационном отношении сети воздушной подвижной спутниковой службы (ВПСС) для их ввода в действие в ближайшем будущем;
- б) что эти запланированные сети ВПСС могут обеспечить доступ к различным применениям широкополосной связи (Интернет, электронная почта, внутренние корпоративные сети) с борта и на борт воздушного судна на глобальной основе;
- с) что земные станции на воздушных судах (AES) будут работать на национальных и международных авиалиниях в глобальном масштабе;
- д) что перемещение AES обычно определяется рядом национальных и международных правил и регламентарных положений, включая удовлетворительное соответствие взаимно согласованным техническим стандартам и эксплуатационным требованиям;
- е) что необходимо определить технические и эксплуатационные требования для проверки соответствия AES;

* ПРИМЕЧАНИЕ. – Группа Арабских стран, представленная на Ассамблее радиосвязи 2003 года (AP-03), резервировала свою позицию по данной Рекомендации и не готова согласиться с установлением какой бы то ни было ее связи с пунктом 1.11 повестки дня ВКР-03.

f) что идентификация технических и эксплуатационных требований для AES обеспечит общую техническую основу для облегчения проверки соответствия AES различными национальными и международными организациями, а также для разработки взаимно согласованных положений для обеспечения соответствия AES;

g) что технические и эксплуатационные требования необходимы для обеспечения приемлемого компромисса между сложностью радиоаппаратуры и потребностью в эффективном использовании радиочастотного спектра,

учитывая также,

a) что в полосе частот 14–14,5 ГГц имеются распределения ФСС (Земля–космос), радионавигационной, фиксированной и подвижной (за исключением воздушной подвижной) службам на первичной основе; что к вторичным службам, распределенным в полосе 14–14,5 ГГц или в ее участках, относятся подвижная спутниковая (за исключением воздушной подвижной спутниковой) служба (Земля–космос), служба космических исследований (СКИ), радиоастрономическая служба (РАС) и радионавигационная спутниковая служба;

b) что существует потребность в полной защите всех первичных служб и уже существующих систем вторичных служб в полосе 14–14,5 ГГц;

c) что результаты исследований, проведенных в соответствии с Резолюцией 216 (Пересм. ВКР-2000), показали возможность использования полосы 14–14,5 ГГц службой ВПСС (Земля–космос) на вторичной основе при определенных условиях и соглашениях¹;

d) что идентификация в рамках МСЭ-R технических и эксплуатационных требований для AES, работающих в полосе 14–14,5 ГГц, может помочь администрациям исключить вредные и/или недопустимые помехи другим службам;

e) что имеется необходимость в обеспечении регулярных и точных измерений и регулирования технических и эксплуатационных характеристик,

рекомендует,

1 чтобы приведенные в Приложениях 1 и 2 технические и эксплуатационные требования¹ для земных станций на воздушных судах сетей ВПСС, работающих в полосе 14–14,5 ГГц, использовались администрациями в качестве руководства для:

- установления требований к соответствию для AES;
- облегчения эксплуатации AES.

¹ Характеристики типовых земных станций на воздушном судне должны соответствовать требованиям, приведенным в данной Рекомендации, и, кроме того, они должны быть в пределах характеристик, первоначально опубликованных в Международном информационном циркуляре по частотам (ИФИК БР) в отношении соответствующей сети ФСС. Если такие характеристики лежат за пределами первоначально опубликованных характеристик, то необходимо провести координацию такой земной станции на воздушном судне согласно действующим положениям Регламента радиосвязи и измененному Правилу процедуры, приведенному в § 2 Правил процедуры, относящихся к п. 11.32 РР, соответственно.

Приложение 1

Технические и эксплуатационные требования для AES сетей ВПСС в полосе частот 14–14,5 ГГц (Земля–космос)

Часть А

Основные требования, относящиеся к защите сетей ФСС

1 Сети ВПСС необходимо координировать и эксплуатировать таким образом, чтобы суммарные уровни внеосевой э.и.и.м., создаваемой всеми работающими на совпадающей частоте AES в сетях ВПСС, не превышали уровней помех, которые были опубликованы и скоординированы для конкретных и/или типовых земных станций, относящихся к сетям ФСС, в которых используются ретрансляторы ФСС.

2 При проектировании, координации и эксплуатации AES необходимо, как минимум, учитывать следующие факторы, которые могут изменять суммарные уровни внеосевой э.и.и.м., создаваемой AES:

2.1 неточное наведение антенн AES. К этому фактору, если он имеет место, как минимум, относятся, соответственно, эффекты, создаваемые смещением или запаздыванием систем наведения антенн, погрешности сопровождения в системах слежения с обратной связью, рассогласование апертур приема и передачи в системах, где используются отдельные апертуры, и рассогласование облучателей приема и передачи в системах, где используются объединенные апертуры;

2.2 вариации диаграмм направленности антенн AES. К этому фактору, как минимум, относятся эффекты, создаваемые за счет допустимых отклонений при изготовлении, старения антенн и влияния окружающей среды. В сетях ВПСС, где используются антенны AES определенных типов, например, фазированные антенные решетки, следует учитывать изменения диаграмм направленности при изменении углов сканирования (по углу места и азимуту). В сетях, где используются фазированные антенные решетки, следует учитывать погрешности по фазе элемента решетки, амплитудную погрешность и частоту отказов;

2.3 вариации э.и.и.м. при передаче от AES. К этому фактору, если он имеет место, как минимум, относятся эффекты, создаваемые погрешностью измерений, погрешностью управления и запаздыванием систем регулирования мощности с обратной связью. В центрах контроля и управления сети (NCMC), где рассчитывается э.и.и.м. станций AES исходя из мощности принятого сигнала, необходимо учитывать различные источники погрешностей и запаздывания. В центрах NCMC, где э.и.и.м. станций AES рассчитывается на основе входной мощности сигнала, следует учитывать погрешности измерений и сведения о запаздывании.

3 На станциях AES, в которых используется слежение за спутниковым сигналом с обратной связью, необходимо применять алгоритм, предотвращающий захват и слежение за сигналами соседних спутников. Необходимо немедленно прекращать передачу AES, когда обнаружено, что произошло или может произойти нештатное слежение за спутником.

4 Необходимо контролировать и управлять работой AES из центра управления сети (NCMC) или аналогичного центра. Необходимо обеспечить прием на AES, как минимум, команд "разрешение передачи" и "запрет передачи" из такого центра. Необходимо, чтобы передача сигналов с AES немедленно автоматически прекращалась при получении любой команды "изменение параметра", при которой могут создаваться вредные помехи в ходе такого изменения,

до поступления из центра NCMC команды "разрешение передачи". Кроме того, следует обеспечить возможность контроля из центра NCMC работы AES для определения ее штатного функционирования.

5 Необходимо использовать на AES средства самоконтроля, при этом должно происходить автоматическое прекращение передачи сигналов с AES при обнаружении сбоя, который может причинить вредные помехи сетям ФСС.

Часть В

Основные требования, относящиеся к защите фиксированной службы

В полосе частот 14–14,5 ГГц, где применяются сети фиксированной службы, в пределах прямой видимости территории администрации, где в указанной полосе частот работают сети фиксированной службы, максимальная п.п.м. у поверхности Земли для излучений от одиночной AES сети ВПСС не должна превышать:

$$\begin{array}{lll} -132 + 0,5 \cdot \theta & \text{дБ(Вт/(м}^2 \cdot \text{МГц))} & \text{для } \theta \leq 40^\circ \\ -112 & \text{дБ(Вт/(м}^2 \cdot \text{МГц))} & \text{для } 40 < \theta \leq 90^\circ, \end{array}$$

где θ – угол падения радиочастотной волны (градусы к горизонту).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Вышеуказанные пределы относятся к п.п.м. и углам падения, которые определяются при условиях распространения радиоволн в свободном пространстве.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Маску э.и.и.м. можно определить из вышеприведенной маски п.п.м. на основе метода, приведенного в Приложении 2 к данной Рекомендации. Следует также рассмотреть возможности упрощения результирующей маски э.и.и.м.

Часть С

Основные требования, относящиеся к совместимости со службой РАС

Для защиты радиоастрономии, работающей в полосе 14,47–14,5 ГГц, земные станции ВПСС должны соответствовать двум следующим требованиям:

Каналы ВПСС в полосе 14,47–14,5 ГГц

- Станции ВПСС не должны работать на передачу в полосе 14,47–14,5 ГГц в пределах видимости радиоастрономических станций, работающих в данной полосе; либо,
- если оператор ВПСС намеревается работать на совпадающей частоте в пределах видимости радиоастрономической станции, то потребуется специальное соглашение с оператором такой радиоастрономической станции, которое обеспечит выполнение станцией AES ВПСС требований Рекомендаций МСЭ-R RA.769 и RA.1513 в полосе 14,47–14,5 ГГц во время радиоастрономических наблюдений. По возможности, это соглашение может включать в себя заблаговременное извещение операторов ВПСС о расписаниях наблюдений.

Каналы ВПСС в полосе 14–14,47 ГГц

Излучения всех передатчиков AES в каналах полосы 14–14,47 ГГц в пределах видимости радиоастрономических станций в периоды радиоастрономических наблюдений в полосе 14,47–14,5 ГГц должны соответствовать уровням и процентам потери данных, указанным

в Рекомендациях МСЭ-R RA.769 и RA.1513. Результаты исследований показывают, что следующие уровни п.п.м. ($\text{дБ(Вт/(м}^2 \cdot 150 \text{ кГц}))}$) станций AES в полосе 14,47–14,5 ГГц достаточны, с некоторым запасом, для соответствия уровням п.п.м. для радиоастрономии, приведенным в Рекомендации МСЭ-R RA.769, и процентам потери данных, указанным в Рекомендации МСЭ-R RA.1513, а именно:

$-190 + 0,5 \cdot \theta$	$\text{дБ(Вт/(м}^2 \cdot 150 \text{ кГц))}$	для	$\theta \leq 10^\circ$
-185	$\text{дБ(Вт/(м}^2 \cdot 150 \text{ кГц))}$	для	$10^\circ < \theta \leq 90^\circ$,

где θ – угол падения радиочастотной волны (градусы к горизонту).

Такие уровни п.п.м. станций AES в полосе 14,47–14,5 ГГц операторы ВПСС могут обеспечить сочетанием пониженной мощности сигнала AES, фильтрации с крутым срезом, поддержания достаточного частотного разнеса или улучшенных характеристик антенны AES.

Часть D

Основные требования, относящиеся к совместимости со службой космических исследований

Необходимо заключать координационные соглашения между системами ВПСС и системами службы космических исследований (СКИ) на основе регулирования уровней излучений AES в полосе частот, где работают системы СКИ, и в особо неблагоприятных случаях может потребоваться прекращение излучений станции AES, работающей вблизи земной станции СКИ, на частотах, которые используются данной системой СКИ. Конкретные положения соглашений могут быть разными в зависимости от характеристик отдельных пунктов СКИ и сетей ВПСС.

Приложение 2

Получение маски э.и.и.м. для нижней полусферы из маски п.п.м.

При испытаниях аппаратуры ВПСС для определения ее соответствия заданной маске п.п.м., приведенной, например, в Части В Приложения 1, может оказаться полезным определение эквивалентной маски э.и.и.м., которую можно применить для целей испытаний.

Маску п.п.м. (т. е. функцию п.п.м. (θ), где θ – угол падения (угол места) у поверхности Земли) можно использовать для математического определения маски э.и.и.м. (т. е. функции э.и.и.м. (γ, H), где γ – угол ниже местной горизонтальной плоскости и H – высота полета самолета). Такое преобразование выполняется в два этапа. Сначала γ преобразуется в эквивалентный угол падения, θ . Затем определяется длина трассы распространения сигнала для угла падения, θ , которая используется для вычисления потерь на расходимость пучка для данной трассы и результирующей э.и.и.м.

Этап 1: Вычисление угла падения, θ (в градусах), из γ и H :

$$\theta = \arccos((R_e + H) \cos(\gamma)/R_e),$$

где:

θ : угол падения

R_e : радиус Земли (6378 км)

H : высота полета воздушного судна (км)

γ : угол ниже горизонта.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Если аргумент функции $\arg\cos$ больше 1, то трасса распространения сигнала в направлении угла γ не пересекает Землю. В таком случае, который возникает при величинах угла γ примерно $3,5^\circ$ и меньше, величина угла θ не существует и, следовательно, отсутствует определенная величина для маски п.п.м.

Этап 2: Вычисление величины э.и.и.м. из вычисленной п.п.м. (θ):

$$d = (R_e^2 + (R_e + H)^2 - 2 R_e (R_e + H) \cos(\gamma - \theta))^{1/2}$$

$$\text{e.i.r.p.}(\gamma, H) = \text{pfd}(\theta) + 10 \log_{10}(4 \pi d^2) + 60,$$

где:

d : расстояние между AES и рассматриваемой точкой на поверхности Земли (км)

$\text{pfd}(\theta)$: п.п.м. (θ) (дБ(Вт/(м² · МГц)))

e.i.r.p. : э.и.и.м. (дБ(Вт/МГц)).

График на рисунке 1 показывает данную функцию для разных высот полета воздушного судна на основе маски п.п.м., приведенной в Части В Приложения 1 данной Рекомендации.

