

# МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

**Рекомендация МСЭ-R BS.643-4**  
(12/2022)

**Система передачи данных по радио для  
автоматической настройки и других  
применений в ЧМ-радиоприемниках,  
предназначенные для использования  
в системе с пилот-тоном**

**Серия BS**  
**Радиовещательная служба (звуковая)**



## Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

## Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-Т/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/ru>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-Т/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

### Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/ru>.)

Серия	Название
BO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
<b>BS</b>	<b>Радиовещательная служба (звуковая)</b>
BT	Радиовещательная служба (телевизионная)
F	Фиксированная служба
M	Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская служба и относящиеся к ним спутниковые службы
P	Распространение радиоволн
RA	Радиоастрономия
RS	Системы дистанционного зондирования
S	Фиксированная спутниковая служба
SA	Космические применения и метеорология
SF	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
SM	Управление использованием спектра
SNG	Спутниковый сбор новостей
TF	Передача сигналов времени и эталонных частот
V	Словарь и связанные с ним вопросы

*Примечание.* – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.

Электронная публикация  
Женева, 2023 г.

© ITU 2023

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R BS.643-4\*

**Система передачи данных по радио для автоматической настройки и других применений в ЧМ-радиоприемниках, предназначенные для использования в системе с пилот-тоном**

(1986-1990-1995-2011-2022)

**Сфера применения**

В настоящей Рекомендации определены основные параметры и эксплуатационные требования, касающиеся использования системы передачи данных по радио (RDS) в ЧМ-радиовещании в диапазоне ОВЧ.

**Ключевые слова**

ЧМ-радиовещание, система передачи данных по радио.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

a) что во многих странах мира плотность передач ЧМ-радиовещания в диапазоне ОВЧ все в большей степени возрастает, усложняя настройку на определенную программу, в особенности для слушателей, использующих переносные или автомобильные ЧМ-приемники;

b) что, с другой стороны, технологии дают возможность передавать вместе со звуковыми программами сигналы вспомогательных данных, делая возможным применение множества методов опознавания передач и тем самым упрощая внедрение вспомогательной и автоматической настройки в радиоприемниках;

c) что подобные сигналы радиоданных возможно добавлять к существующим ЧМ-радиовещательным программам диапазона ОВЧ таким образом, что они не будут слышны, обеспечивая тем самым адекватную совместимость с приемом обычных стереофонических или монофонических звуковых программ;

d) что доступны недорогие технологии изготовления приемников, оптимизированные путем процессов миниатюризации, которые позволяют реализовать вспомогательную или автоматическую настройку с использованием сигналов радиоданных;

e) что такая система обеспечивает гибкость в реализации целого ряда нестандартных видов использования для удовлетворения конкретных потребностей отдельных радиовещательных организаций;

f) что многие страны внедрили эту систему в свое радиовещание,

*рекомендует,*

**1** чтобы радиовещательные организации, желающие внедрить передачу дополнительной информации для опознавания станций и программ в ЧМ-радиовещании и других применениях, использовали систему передачи данных по радио (RDS), которая описана в Приложении 1;

**2** считать частью настоящей Рекомендации следующие примечания.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Информация об эксплуатационных характеристиках системы RDS содержится в Приложении 2.

---

\* Настоящая Рекомендация должна быть доведена до сведения Международной электротехнической комиссии (МЭК).



ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Последней версией международного стандарта RDS является стандарт IEC 62106 (2018 и далее, все части). В Северной Америке, несмотря на совпадение структуры кодирования, имеются незначительные отличия в реализации определенных характеристик. RDS в Северной Америке называется RBDS и определена в IEC 62106-9.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Система RDS была впервые определена Европейским радиовещательным союзом (EPC) в 1984 году. Количество уже произведенных и по-прежнему производимых в мире приемников RDS составляет миллиарды, при этом розничные цены остаются очень низкими благодаря полупроводниковым декодерам RDS, встроенным в микросхемы ЧМ-приемников, и технологии программно-определяемого радио, что обуславливает очень низкие затраты при массовом производстве.

## Приложение 1

### Характеристики системы передачи данных по радио\*

#### 1 Модуляция канала передачи данных

**1.1** Основная поднесущая (обязательная): 57 кГц, синхронизирована по фазе или со сдвигом по фазе на 90° относительно третьей гармоники пилот-тона 19 кГц ( $\pm 2$  Гц) в случае стереофонического радиовещания. (Допустимое отклонение частоты:  $\pm 6$  Гц.)

**1.2** Три дополнительные поднесущие (факультативные): 66,5 кГц; 71,25 кГц и 76,0 кГц, синхронизированные по фазе с основной поднесущей 57 кГц<sup>1</sup>.

**1.3** Уровень поднесущей: рекомендуемая номинальная девиация основной ЧМ-несущей сигналом модулированной поднесущей составляет  $\pm 2$  кГц. Вместе с тем на практике девиация основной поднесущей может составлять лишь  $\pm 1,2$  кГц; многие радиовещательные организации EPC, предоставляющие услуги с широким динамическим диапазоном (например, классическую музыку), предпочитают использовать данное более низкое значение, чтобы обеспечить наилучший качественный показатель сигнал/шум. Однако проектное решение декодера должно учитывать возможность работы с поднесущими, уровень которых соответствует девиации от  $\pm 1$  кГц до  $\pm 7,5$  кГц.

Пиковую девиацию частоты дополнительных потоков данных на верхних поднесущих необходимо оптимизировать. Поскольку амплитуда потока данных RDS2 увеличивается с пиковой девиацией частоты, более значительная девиация будет означать более высокую производительность BER. Однако более значительная девиация увеличит ширину полосы многоканального сигнала (и, следовательно, ширину полосы ЧМ-сигнала), которая ограничена в Рекомендации МСЭ-R BS.450. Следовательно, необходим компромисс для оптимизации пиковой девиации частоты потоков данных RDS2 с учетом ограничения полосы пропускания.

**1.4** Метод модуляции: поднесущие модулированы по амплитуде двухфазным кодовым сигналом данных специальной формы. Поднесущая подавляется (см. рисунки 1a – 1c для основной поднесущей).

---

\* Приведенные здесь характеристики являются лишь краткой выдержкой из более подробного текста, который опубликован отдельно в качестве стандарта IEC 62106.

<sup>1</sup> Требования к синхронизации по фазе подробно описаны в IEC 62106-1. Они необходимы для упрощения модуляции с использованием технологии DSP. Применяемый сдвиг символа снижает пиковую девиацию сигнала данных RDS2 на величину 25%.

**1.5** Тактовая частота и скорость передачи данных: основная тактовая частота получается путем деления передаваемой поднесущей частоты на 48. Отсюда основная скорость передачи данных равна  $1187,5 \pm 0,125$  бит/с.

**1.6** Дифференциальное кодирование: если уровень входных данных от кодера в передатчике равен 0, выходной сигнал относительно предыдущего выходного бита останется без изменений, а если на входе появляется 1, то новый выходной бит служит дополнением предыдущего выходного бита.

## **2 Кодирование групповой полосы**

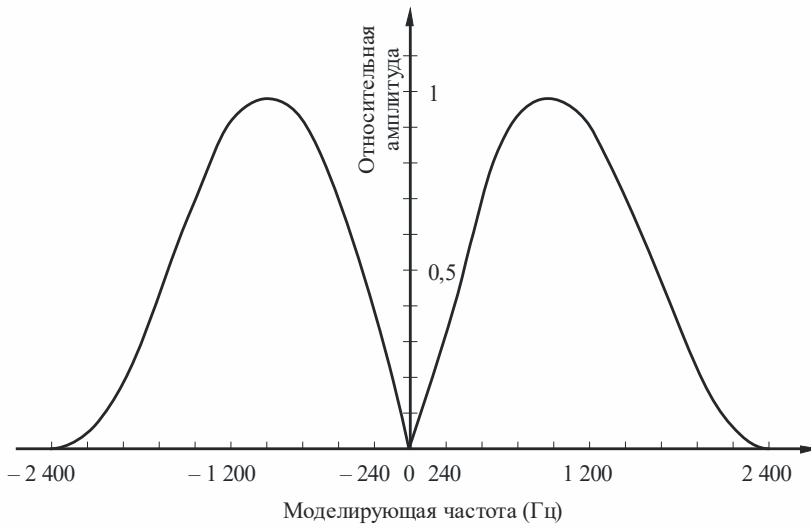
**2.1** Структура кодирования: самый крупный элемент структуры называется "группой" из 104 битов. В каждой группе имеется четыре блока по 26 битов. В каждый блок входят информационное слово и контрольное слово, которые состоят из 16 и 10 битов, соответственно.

**2.2** Порядок передачи битов: сначала во всех информационных словах, контрольных словах и адресах передается старший разряд.

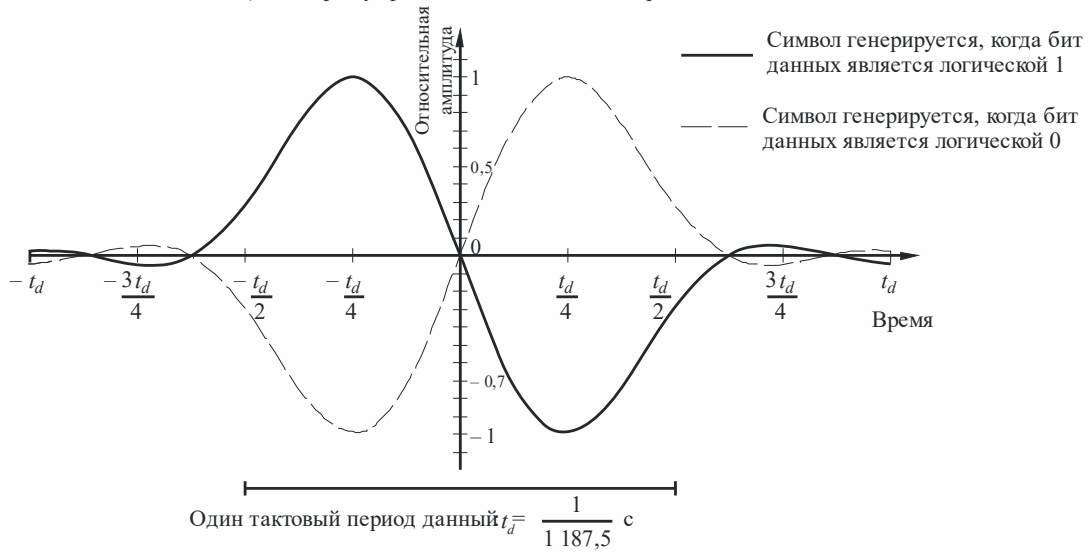
**2.3** Защита от ошибок: для того чтобы приемник/декодер мог обнаруживать и исправлять ошибки, которые встречаются при приеме, используется 10-битовое контрольное слово циклической проверки по избыточности, к которому для синхронизации добавляется 10-битовое сдвиговое слово.

**2.4** Синхронизация блоков и групп: передача данных является полностью синхронной, и между группами или блоками отсутствуют какие-либо промежутки. Начало и конец блоков данных можно определить в декодере за счет того, что декодер контроля ошибок обнаружит с высокой степенью достоверности потерю блоковой синхронизации. Блоки в пределах каждой группы опознаются с помощью разных сдвиговых слов, добавляемых к соответствующим 10-битовым контрольным словам.

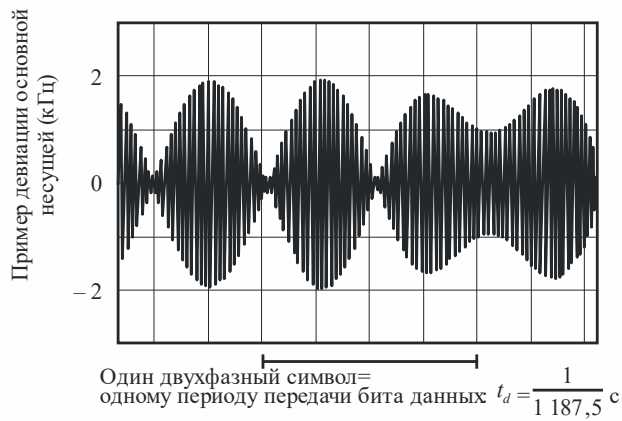
РИСУНОК 1  
Спектральные и временные функции сигналов RDS



а) Спектр двухфазных кодовых сигналов радиоданных



б) Временная функция одиночного двухфазного символа



в) Сигналы радиоданных на 57 кГц

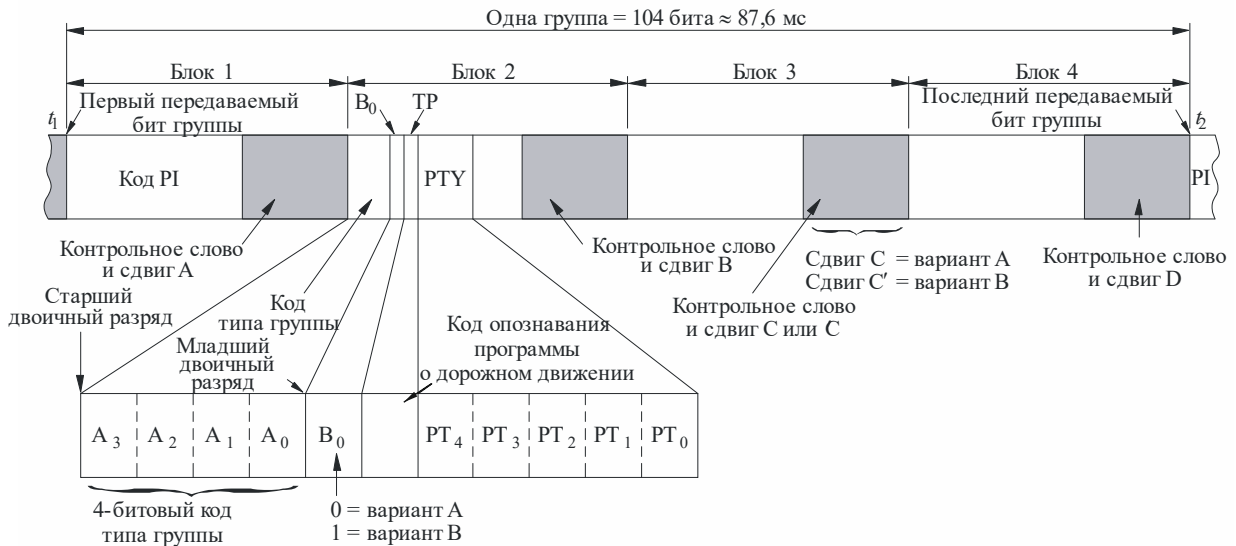
**2.5** Формат сообщений на основной поднесущей: первые пять битов второго блока в каждой группе выделены для пятибитового кода, который определяет тип группы приложения и ее вариант. Установленные типы групп приводятся в таблице 1. Кроме того, имеется функция открытого применения передачи данных ODA, позволяющая добавлять применения, которые еще не определены. Эта функция позволяет применениям использовать определенные группы на регулируемой основе. Для этого требуется регистрация конкретной ODA с использованием процедуры, подробно описанной в стандарте IEC 62106-3.

Большая часть емкости для передачи данных в системе RDS на основной поднесущей будет использоваться для таких функций, которые связаны с автоматической или вспомогательной настройкой ЧМ-приемника. Такие сообщения часто повторяются, для того чтобы время на получение данных о настройке или перенастройке было коротким. Соответствующие коды занимают фиксированные позиции в каждой группе. Поэтому их можно декодировать без ссылки на какой-либо блок, кроме того, в котором содержится данная информация.

**2.6** На верхних поднесущих используется новый тип группы – тип С, подробно описанный в стандарте IEC 62106-2. Каждая из этих групп может передавать 7 байтов или 56 бит. Используя протокол передачи файлов (RFT) RDS2, возможно передавать файлы, связанные с ODA, размером до 163 кБ. Соответствующая ODA в каждом случае определяет порядок использования переданного файла в приемнике/декодере. Каждая ODA использует приложение AID. Приемник, в котором не реализованы соответствующие ODA-AID, может отбросить соответствующие полученные данные.

РИСУНОК 2

## Формат и адресация сообщений на основной поднесущей



Примечание 1. – Код типа группы = 4 бита.

Примечание 2. – V<sub>0</sub> = код варианта = 1 бит.

Примечание 3. – PI code = код опознавания программы = 16 битов.

Примечание 4. – TP = код опознавания программы о дорожном движении = 1 бит.

Примечание 5. – PTU = код типа программы = 5 битов.

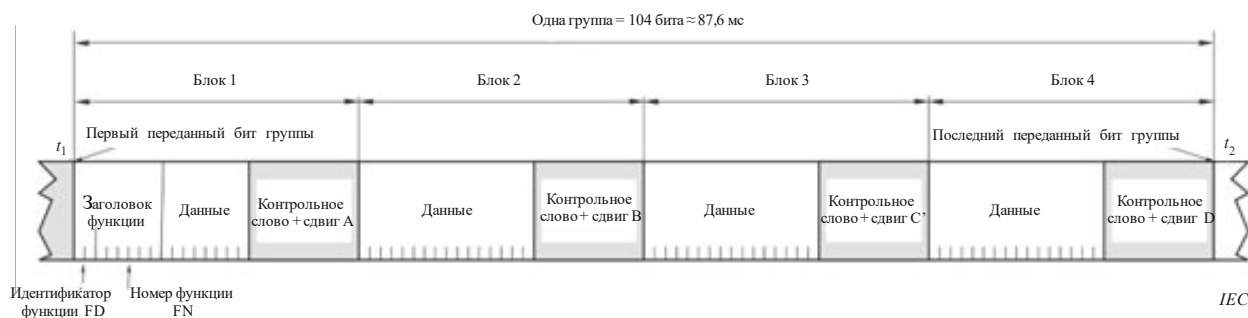
Примечание 6. – Контрольное слово и сдвиг "N" = 10 битов, которые добавляются для защиты от ошибок и для передачи информации о блоковой и групповой синхронизации.

Примечание 7. –  $t_1 < t_2$ : первым в любой конкретной группе передается блок 1, а последним – блок 4.

На рисунке 3 показана структура группы типа С на верхних поднесущих.

РИСУНОК 3

## Формат сообщения и заголовок функции, используемые для опознавания группы на верхних поднесущих



BS.0643-03

ПРИМЕЧАНИЕ. – Заголовок функции (FN) полностью определяет опознавание группы.

ТАБЛИЦА 1

## Пример кодов типа группы, используемых на основной поднесущей

Тип группы		Двоичный код					Применения
Десятичное значение		A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	
0		0	0	0	0	X <sup>(1)</sup>	Информация об основной настройке и переключении
2		0	0	1	0	X	Радиотекст
3		0	0	1	1	0	Опознавание открытого применения передачи данных
4		0	1	0	0	0	Время суток и дата
14		1	1	1	0	X	Расширенная информация о других сетях
15		1	1	1	1	0	Длинное название программной службы
15		1	1	1	1	1	Информация о быстрой основной настройке и переключении

<sup>(1)</sup> X означает, что величина может быть "0" (вариант А) или "1" (вариант В).

Примечание. – Группы, не перечисленные здесь, могут использоваться для переноса данных ODA.

В таблице 2 поясняются используемые сокращения и функции, к которым они относятся.

ТАБЛИЦА 2

## Список сокращений и функций

Функции настройки		Другие функции	
PI:	Опознавание программы	TA:	Указатель сообщений о дорожном движении
PS:	(Короткое) название программной службы	DI:	Опознавание декодера
LPS:	Длинное название программной службы	RT/RT+/eRT:	Радиотекст/радиотекст плюс/расширенный радиотекст
AF:	Перечень альтернативных частот	CT:	Дата и время
TP:	Опознавание программы о дорожном движении	ODA:	Открытое применение передачи данных
PTY:	Тип программы	TMC:	Канал сообщений о дорожном движении
EON:	Расширенная информация о других сетях	RDS2:	Использование одной, двух или всех верхних поднесущих
ECC:	Расширенный код страны	RFT:	Протокол передачи данных RDS2



2.7 Скорости повторения: в таблице 3 указаны рекомендуемые скорости повторения для некоторых основных видов применения, когда и если они внедряются радиовещательной организацией.

ТАБЛИЦА 3  
Рекомендуемые скорости повторения

Назначение	Типы групп, которые содержат эту информацию	Рекомендуемая скорость повторения в секунду
Код опознавания программы (PI)	Все	11,4 <sup>(1)</sup>
Код типа программы (PTY)	Все	11,4 <sup>(1)</sup>
Код опознавания программы о дорожном движении (TP)	Все	11,4 <sup>(1)</sup>
Название программной службы (PS)	0A, 0B	1 <sup>(2)</sup>
Пары кодов альтернативных частот (AF)	0A	4 <sup>(2)</sup>
Код сообщений о дорожном движении (TA)	0A, 0B, 15B	4
Код опознавания декодера (DI)	0A, 0B, 15B	1
Код музыка/речь (M/S)	0A, 0B, 15B	4
Сообщение радиотекста (RT)	2A, 2B	0,2 <sup>(3)</sup>
Расширенная информация о других сетях (EON)	14A, 14B	До 2 <sup>(4)</sup>

- (1) Указанный в этом пункте код в нормальном случае будет передаваться по крайней мере с этой скоростью повторения всякий раз, когда передается обычная радиовещательная программа.
- (2) Для передачи полного названия программной службы (PS) необходимы полные четыре 0A-группы и, следовательно, каждую секунду будут требоваться четыре 0A-группы. Если для других применений необходима большая пропускная способность, то скорость повторения группы типа 0A может быть снижена. Для обеспечения правильной работы функций PS и AF необходимы по крайней мере две группы типа 0A в секунду. Необходимо отметить, что в этом случае передача полного названия программной службы (PS) займет две секунды. Однако при типичных условиях приема появление ошибок приведет к тому, что приемнику потребуется 4 или более секунд на распознавание названия программной службы (PS) для ее отображения. Функция PS – статическая, и она не должна использоваться для передачи текста.
- (3) Для передачи 64-символьного сообщения радиотекста требуется 16 групп типа 2A и, следовательно, каждую секунду потребуется 3,2 группы типа 2A. Для некоторых наборов символов, образованных 2-байтовым символьным кодом, более приемлемой является функция расширенного радиотекста.
- (4) Максимальная длительность цикла для передачи *всех* данных, связанных со *всеми* снабженными перекрестными ссылками программными службами, должна быть менее 2 минут.

## Приложение 2

### Эксплуатационные характеристики системы передачи данных по радио, RDS

#### 1 Совместимость с существующими ЧМ-радиовещательными программами в диапазоне ОВЧ

Для того чтобы избежать помех при приеме сигналов основной стереофонической или монофонической программы, были тщательно подобраны частота, уровень и метод модуляции поднесущей, которые применяются для передачи сигналов данных. Учитывая чрезвычайно важную роль вопросов совместимости, в ряде стран были проведены широкие и длительные полевые испытания. Было установлено, что хорошая совместимость достигается в самых разнообразных условиях распространения и при использовании целого ряда разных приемников. Однако в некоторых местах, где прием сигналов ухудшается из-за неблагоприятных условий многолучевого распространения, сигнал основной программы может испытывать помехи. Но в этих случаях, даже при отсутствии сигналов RDS, качество приема сигнала основной программы обычно низкое из-за искажений.

#### 2 Надежность приема сигналов радиоданных

При определении надежности приема сигналов радиоданных целесообразно разделить назначение системы RDS на две категории: передача коротких и часто повторяемых сообщений, например функций автоматической настройки, и передача более длинных сообщений, которые повторяются редко, например радиотекста (RT).

В тех случаях, когда прием ограничен из-за напряженности поля, что может иметь место в стационарных бытовых установках, и при рекомендуемом уровне ввода сигналов RDS, соответствующем девиации  $\pm 2$  кГц, адекватный надежный прием коротких сообщений возможен при входной эдс в приемнике примерно до 15 дБ(мкВ) (от источника 50 Ом), а адекватный надежный прием более длинных сообщений требует входную эдс около 20 дБ(мкВ). Следует подчеркнуть, что приведенные выше величины зависят от коэффициента шума приемника, который обычно составляет приблизительно 7 дБ. Эти значения входного напряжения соответствуют коэффициенту ошибок в принимаемом сигнале до исправления ошибок  $1 \times 10^{-2}$  и  $1 \times 10^{-4}$ , соответственно. При таких условиях приема с ограниченной напряженностью поля коэффициент ошибок в принимаемом сигнале экспоненциально уменьшается по мере увеличения уровня на антенном входе приемника. Более того, если уровни ввода сигналов RDS в передатчике находятся в заданном диапазоне от  $\pm 1$  до  $\pm 7,5$  кГц, уровень сигнала на антенном входе приемника, который требуется для обеспечения заданного коэффициента ошибок, возрастает почти пропорционально уменьшению уровня ввода, и наоборот. Например, при уменьшении уровня ввода с  $\pm 2$  до  $\pm 1$  кГц необходимо увеличить на 6 дБ эдс на антенном входе приемника RDS, для того чтобы добиться заданного коэффициента ошибок.

При определении наилучшего уровня ввода сигналов RDS было установлено, что нужно найти компромисс между совместимостью с сигналами основной программы, с одной стороны, и надежностью приема сигналов RDS – с другой. В итоге было установлено, что рекомендованный уровень ввода сигналов RDS, который соответствует девиации основной ЧМ-несущей, составляющей  $\pm 2$  кГц на поднесущую, обеспечивает наилучший компромисс для самых разнообразных условий приема.

В случае подвижного приема в автотранспорте многолучевое распространение часто оказывается преобладающим фактором ухудшения приема сигналов RDS. Для получения данных о работе системы RDS в условиях многолучевого приема в ряде стран были проведены широкие полевые испытания.

В ходе этих полевых испытаний, которые велись на дорогах, где прием сигналов от местного радиовещательного передатчика во многом ухудшался из-за многолучевого распространения, было установлено, что часто повторяющиеся сообщения, которые нужны для автоматической настройки приемников RDS, можно надежно принимать даже в тех случаях, когда прием сигнала основной

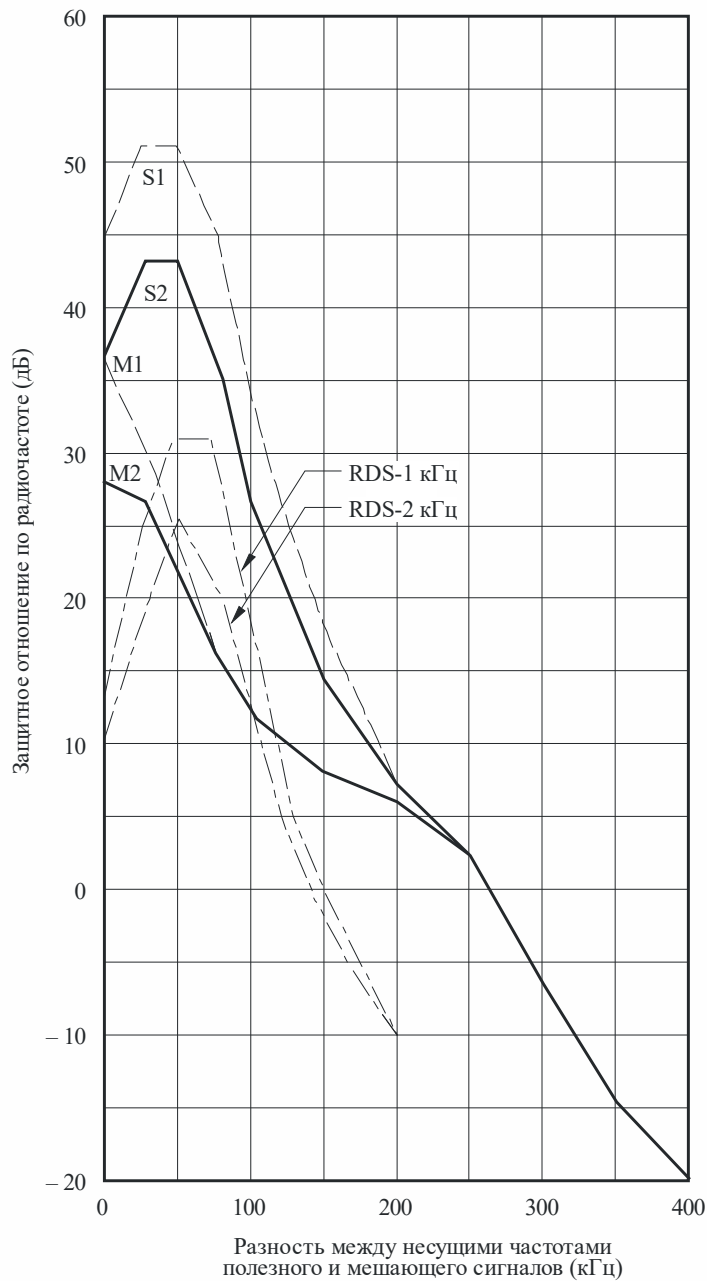
программы часто сильно ухудшается из-за искажений и шума. Как и в случае приема в условиях ограниченной напряженности поля, оказалось, что надежность приема повышается при увеличении уровня ввода сигналов RDS в передатчике. Однако выяснилось, что подходящие характеристики сохраняются вплоть до минимального уровня ввода  $\pm 1$  кГц, который допустим согласно техническим параметрам системы RDS.

Защитное отношение по радиочастоте, требуемое для системы RDS от помех, создаваемых мешающими радиовещательными сигналами в совмещенном или соседних каналах, определялось с помощью лабораторных измерений, в которых применялась та же процедура, какая используется для получения защитных отношений, указанных в Рекомендации МСЭ-R BS.412. На рисунке 4 для RDS с использованием только основной поднесущей приведены результаты измерений для постоянных помех. Можно отметить, что для передач, в которых используется рекомендуемый разнос каналов 100 кГц, защитное отношение для системы RDS значительно меньше того, которое требуется для сигнала стереофонической программы. На рисунке 4 показано, что защитные отношения для сигналов RDS близки к защитным отношениям для сигналов монофонической программы; при желании их можно улучшить путем увеличения уровня поднесущей RDS.

Выяснилось, что включение поднесущей RDS в мешающий сигнал не сказывается на существующих защитных отношениях для монофонических и стереофонических радиовещательных служб. Это оказалось справедливым для девиации основной несущей сигналом поднесущей вплоть до  $\pm 7,5$  кГц.

РИСУНОК 4

Сравнение защитных отношений, приведенных в Рекомендации МСЭ-R BS.412 для монофонического и стереофонического радиовещания, с измеренными защитными отношениями для системы передачи данных по радио RDS с использованием только основной поднесущей



Кривые M1: монофоническое радиовещание, постоянная помеха  
 M2: монофоническое радиовещание, тропосферная помеха  
 S1: стереофоническое радиовещание, постоянная помеха  
 S2: стереофоническое радиовещание, тропосферная помеха  
 RDS-1 кГц: передача радиоданных с девиацией  $\pm 1$  кГц, постоянная помеха, коэффициент ошибок по битам  $1 \times 10^{-3}$   
 RDS-2 кГц: передача радиоданных с девиацией  $\pm 2$  кГц, постоянная помеха, коэффициент ошибок по битам  $1 \times 10^{-3}$