

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R BS.707-5***

Передача многоканального звука в наземных телевизионных системах В, В1, D1, G, H и I (PAL) и D, K, K1 и L (SECAM)

(1990-1994-1995-1998-2005)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации содержатся технические характеристики систем для многоканального звука в телевидении.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая

- a) возрастающую во всем мире потребность в соответствующих средствах для передачи радиовещательных стереофонических и/или многоканальных звуковых сигналов и/или для передачи данных с использованием наземных телевизионных передатчиков;
- b) технические разработки в этой области и, в частности, относительные достоинства различных возможных аналоговых и цифровых методов, описанных в Отчете МСЭ-R BS.795;
- c) улучшение качества звука в телевидении, достигнутое в результате последних разработок аппаратуры, используемой для передачи и приема ЧМ системы с двумя несущими звукового сигнала;
- d) улучшение качества звука в телевидении, достигнутое с помощью системы NICAM-728, использующей цифровое кодирование;
- e) Рекомендацию МСЭ-R ВО.651 "Цифровое ИКМ кодирование для передачи высококачественных звуковых сигналов в спутниковом радиовещании (номинальная ширина полосы частот 15 кГц)";
- f) Рекомендацию МСЭ-R ВО.650, касающуюся принятия систем MAC/пакет для спутникового радиовещания в каналах, определенных Всемирной административной радиоконференцией (ВАКР РС-77), посвященной планированию радиовещательной спутниковой службы (Женева, 1977 г.), и стремление обеспечить высокую степень унификации между цифровыми системами для спутникового и наземного радиовещания;
- g) преимущества дешевых аналоговых схем для телевизионных приемников с многоканальным звуком при использовании ЧМ системы с двумя несущими звукового сигнала;
- h) разработку цифровых звуковых систем для других бытовых применений;
- j) устойчивость работы ЧМ системы с двумя несущими звукового сигнала в зонах затрудненного приема – особенно в условиях многолучевого приема – и ее отличную совместимость с существующими приемниками, передатчиками, сетями и службами, в том числе включая вариант с разносом между каналами 7 МГц;
- k) необходимость использования цифровой звуковой системы в телевидении, которая одновременно и со значительным запасом удовлетворяет противоречивым ограничениям в отношении:
 - устойчивости работы в зонах затрудненного приема, включая требование о нарушении звука после нарушения изображения, и

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

** 6-я Исследовательская комиссия по радиосвязи внесла в настоящую Рекомендацию редакционные изменения в соответствии с Резолюцией МСЭ-R 44.

– совместимости между новыми и существующими службами, включая вариант с разносом между каналами 7 МГц;

l) тот факт, что ЧМ система с двумя несущими звукового сигнала была представлена бывшему Международному консультативному комитету по радио (МККР) в 1974 г., вошла в эксплуатацию в 1981 г. и в настоящее время широко используется в Федеративной Республике Германии и во многих других странах;

m) тот факт, что система NICAM-728 была представлена бывшему Международному консультативному комитету по радио (МККР) в 1987 г., вошла в эксплуатацию в 1988 г., в настоящее время широко используется в Финляндии, Швеции, Дании, Норвегии, Новой Зеландии, Соединенном Королевстве и планируется к введению во многих других странах;

n) крайнюю необходимость принятия унифицированных стандартов, с тем чтобы обеспечить введение стереофонического и/или многоканального звука для телевизионных радиовещательных служб,

рекомендует,

1 чтобы при введении аналогового многоканального звука в наземные телевизионные передачи в странах, применяющих телевизионные системы В, В1, G и H (PAL), использовалась ЧМ система с двумя несущими звукового сигнала, указанная в Приложении 1;

2 чтобы при введении цифрового многоканального звука в наземные телевизионные передачи в странах, применяющих телевизионные системы В, В1, D1, G, H и I (PAL) и телевизионные системы D, K, K1 и L (SECAM), использовалась система, указанная в Приложении 2.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В настоящее время продолжают исследования по определению параметров системы передачи многоканального звука с целью разработки рекомендаций по их использованию в других телевизионных системах.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Описанные системы, в некоторых случаях, могут использоваться для служб передачи данных. В Приложениях, содержащих технические характеристики систем, при необходимости можно найти ссылки на эти службы передачи данных.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Помехи, создаваемые при передаче многоканального звука другим телевизионным системам, рассматриваются в Отчете МСЭ-R BT.1214.

Приложение 1

Технические характеристики ЧМ системы с двумя несущими звукового сигнала

ТАБЛИЦА 1

Характеристики передачи ЧМ системы с двумя несущими звукового сигнала (Телевизионные системы В, В1, G и H)

Характеристики	Звуковая несущая 1	Звуковая несущая 2
<i>РЧ несущие звукового сигнала</i>		
Частота относительно несущей изображения (МГц)	5,5 ⁽¹⁾	5,5+0,2421875 ⁽¹⁾
Мощность относительно пиковой мощности сигнала изображения (дБ)	-13	-20
Модуляция	MF	MF
Девияция частоты (кГц)	±50	±50
Ширина полосы звуковых частот (Гц)	40–15 000	40–15 000
Предыскажение (мкс)	50	50
<i>Сигналы звуковой частоты</i>		
Монофонический сигнал	Монофонический 1	Монофонический 1
Стереофонический сигнал	(A+B)/2	B
Два звуковых сигнала	Монофонический 1	Монофонический 2

ТАБЛИЦА 1 (окончание)

Характеристики	Звуковая несущая 1	Звуковая несущая 2
<i>Сигналы опознавания</i> ⁽²⁾		
Частота поднесущей (кГц)		54,6875 ⁽³⁾ (3,5 × строчную частоту)
Модуляция		АМ
Глубина модуляции (%)		50 ⁽⁴⁾
Модулирующая частота ⁽³⁾ (Гц):		
Монофонический сигнал		0
Стерефонический сигнал		117,5 (строчная частота/133)
Два звуковых сигнала		274,1 (строчная частота/57)
Девияция частоты второй несущей звукового сигнала сигналом поднесущей (кГц)		±2,5
Компандирование сигналов звуковой частоты ⁽⁵⁾	Еще не определено	

- (1) Разность частот между двумя несущими звукового сигнала: $15,5 \times \text{строчную частоту} = 242,1875 \text{ кГц}$. Фазовая синхронизация обеих несущих звукового сигнала со строчной частотой дает положительный эффект, но не является абсолютно необходимой.
- (2) Дополнительные сигналы опознавания указанных трех звуковых режимов могут также передаваться в строке цифровых данных полевого гасящего импульса.
- (3) Частота поднесущей и частота опознавания синхронизированы по фазе со строчной частотой.
- (4) Остальные 50% АМ глубины модуляции резервируются для опознавания компандирования сигналов звуковой частоты в будущем.
- (5) Использование совместимой системы компандирования звука увеличит отношение звуковой сигнал/шум.

Приложение 2

Сводные данные о технических характеристиках системы передачи цифрового многоканального звука в наземных телевизионных системах В, В1, G, H, I и L

1 Введение

Ниже приведены сводные данные о технических характеристиках системы передачи цифрового многоканального звука в наземных телевизионных системах В, В1, D1, D, G, H, I, K, K1 и L.

2 Формат цикла

Длина цикла: 728 битов
Скорость передачи цикла: 1 цикл/мс

2.1 Структура цикла

Слово цикловой синхронизации: 8 битов
Управляющая информация: 5 битов
Дополнительные данные: 11 битов
Блок кодирования звука/данных: 704 бита

Всего: 728 битов

Следующие за словом цикловой синхронизации 720 битов образуют структуру, аналогичную структуре защищенных по первому уровню комбинированных блоков звукового сигнала в системе МАС/пакет, в которой декодирование звуковых сигналов может осуществляться декодером того же типа, что применяется в вышеуказанных системах МАС. Первые 16 битов блока, которые еще не распределены в системах МАС/пакет, используются в качестве управляющей информации сигнала (см. п. 3.2) и в качестве битов дополнительных данных (см. п. 3.3).

В цикловых структурах для служб передачи данных используют те же слово цикловой синхронизации (СЦС), флаговый бит и дополнительные данные с битами управления, описанные в п. 3.2.2, но звуковые отсчеты заменяются другими данными.

2.2 Чередование битов

Чередование битов применяется к блоку кодирования звуковых сигналов/данных, для того чтобы свести к минимуму влияние многократных ошибок по битам. Биты каждого цикла передаются в следующем порядке:

СЦС	5 управляющих битов $C_0 \rightarrow C_4$	11 битов дополнительных данных $AD_0 \rightarrow AD_{10}$	704 бита чередующихся сигналов звука/данных 16 битов
1,2,3,4,5,6,7,8	9,10,11,12,13	14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24	25,69,113,157..... 685
			26,70,114..... 686
			27,71,115..... 687
			28,72,116..... 688
		44 бита	- - -..... -
		4 × 11 битов	- - -..... -
		комбинированные отсчеты	- - -..... -
			68,112,156..... 728

2.3 Скремблирование рассеяния энергии

После чередования битов передаваемый поток битов скремблируется для формирования спектра посредством суммирования по модулю два с псевдослучайной двоичной последовательностью (ПСДП). Цикловой код не скремблируется.

Генератор ПСДП устанавливается в начальное состояние после слова цикловой синхронизации каждого цикла так, что первый бит последовательности суммируется с битом, который следует сразу же после слова цикловой синхронизации. Полином генератора представляет собой выражение $x^9 + x^4 + 1$, а слово инициализации – 11111111.

3 Кодирование информации

3.1 Слово цикловой синхронизации

Слово цикловой синхронизации – 01001110, причем первым передается самый левый бит.

3.2 Управляющая информация

Управляющая информация передается битом признака цикловой синхронизации C_0 , тремя битами C_1 , C_2 и C_3 , управляющими видом применения, и флагом переключения резервного звука, C_4 .

3.2.1 Флаговый бит цикла

Флаговый бит цикла, C_0 , устанавливается на "1" в течение 8 последовательных циклов и на "0" в течение следующих 8 циклов, образуя таким образом последовательность из 16 циклов. Эта цикловая последовательность используется для синхронизации изменений в типе информации, передаваемой по каналу.

$C_0 = 1$ Циклы 1–8

$C_0 = 0$ Циклы 9–16

3.2.2 Биты, управляющие видом применения

Биты, управляющие видом применения, определяют использование блока кодирования звука/данных, состоящего из 704 битов, как показано ниже.

Когда требуется переход на новый вид применения, происходит изменение этих управляющих битов для определения нового применения в цикле 1 последней 16-цикловой последовательности текущего применения. Блоки звук/данные емкостью 704 бита переходят на новый вид применения в цикле 1 следующей 16-цикловой последовательности.

Информация, управляющая типом применения			Содержимое блока кодирования звуковых сигналов/данных объемом 704 бита
C_1	C_2	$C_3^{(1)}$	
0	0	0	Стереосигнал, состоящий из чередующихся отсчетов канала А и канала В.
0	1	0	Два независимых звуковых монофонических сигнала, передаваемые в чередующихся циклах (обозначаемые М1 и М2).
1	0	0	Один монофонический сигнал и один "прозрачный" канал передачи данных (со скоростью 352 кбит/с) в чередующихся циклах.
1	1	0	Один "прозрачный" канал передачи данных со скоростью 704 кбит/с.

⁽¹⁾ $C_3 = 1$ предназначен для сигнализации о дополнительных видах кодирования звука или данных, которые еще не определены. Если $C_3 = 1$, то декодеры, не допускающие таких дополнительных видов кодирования, не должны давать на выходе никаких звуковых сигналов.

3.2.3 Флаг переключения резервного звука

$C_4 = 0$ Аналоговый звуковой сигнал передает программу, отличающуюся от программы, передаваемой цифровым сигналом.

$C_4 = 1$ Аналоговый звуковой сигнал передает ту же программу, что и цифровой стереосигнал (или моносигнал в циклах М1).

3.3 Дополнительные данные

Одиннадцать битов дополнительных данных от AD_0 до AD_{10} , показанные в п. 2.2, резервируются для будущих видов применений, которые еще не определены.

3.4 Блок звуковая информация/данные

Частота дискретизации:	32 кГц
Первоначальное разрешение:	14 бит/отсчет
Характеристики компандирования:	почти мгновенное, со сжатием до 10 бит/отсчет в блоках на 32 отсчета (1 мс)
Кодирование компандированных отсчетов:	дополнение до 2
Предыскажение:	Рекомендация МСЭ-Т J.17
Уровень перегрузки звукового сигнала:	Системы В, В1, D1, G, Н: +12 дБн0 на частоте 2,0 кГц Система I: +14,8 дБн0 на частоте 2,0 кГц Система L: +12 дБн0 на частоте 2,0 кГц
Защита от ошибок:	1 бит четности/отсчет
Передача масштабного коэффициента:	передача сигналов в четности
Передача звукового стереосигнала:	отсчеты каждого блока с нечетными номерами передают канал А (левый); отсчеты с четными номерами передают канал В (правый)
Передача звукового моносигнала:	моносигнал М1 в циклах с нечетными номерами; моносигнал М2 в циклах с четными номерами. Если передается один моносигнал, то это будет сигнал М1
Порядок передачи битов:	биты каждого отсчета передаются в следующем порядке: сначала самый младший разряд с контролем четности, за которым следует самый старший разряд

Управляющая информация не используется. Однако тем же самым способом может быть передана другая информация (то есть двумя информационными битами, изменяющимися, соответственно, отсчеты 55, 56, 57, 58, 59 и 60, 61, 62, 63, 64). Использование такой возможности должно предусматриваться в проектируемых приемниках.

4 Параметры модуляции

4.1	Аналоговые сигналы	Системы В, В1, D1, G и Н	Система I	Системы D, K, K1, L
4.1.1	Сигнал изображения	Как указано в Рек. МСЭ-R BT.470	Как указано в Рек. МСЭ-R BT.470	Как указано в Рек. МСЭ-R BT.470, за исключением следующих параметров: номинальная ширина основной боковой полосы уменьшена приблизительно до 5,1 МГц. При стандарте L уровни сигналов изображения в излучаемом сигнале снижены, чтобы получить минимальный 5%-ный уровень остаточной излучаемой несущей.

4.1.2	Аналоговый звуковой сигнал	Как указано в Рекомендации МСЭ-R BT.470, за исключением мощности несущей звукового сигнала, приведенной ниже.	
4.1.3	Отношение мощностей пикового уровня несущей сигнала изображения и несущей аналогового звукового сигнала	Приблизительно 20:1	Приблизительно 10:1 и 40:1
4.2	Цифровой сигнал	Системы В, В1, D1, D, G, H, K, K1 и L	Система I
4.2.1	Тип модуляции	Дифференциально кодированная квадратурная фазовая манипуляция (ДКФМН).	
4.2.2	Цифровая скорость	728 кбит/с ± 10 миллионных долей	
4.2.3	Частота несущей	На 5,85 МГц выше частоты несущей изображения (независимо от цифровой скорости).	На 6,552 МГц выше частоты несущей изображения. (В некоторых странах относительная частота несущей и скорость передачи могут быть синхронизированы.)
4.2.4	Уровень сигнала	Отношение мощностей пикового уровня несущей изображения и модулированного цифрового сигнала приблизительно 100:1 для систем В, В1, G, H и I и 500:1 для систем D, K, K1 и L.	
4.2.5	Спектр	Перед квадратурной модуляцией импульсы с частотой символов 364 кГц пропускаются через фильтр нижних частот, амплитудно-частотная характеристика которого показана ниже. Фильтр имеет постоянную групповую задержку.	

Системы В, В1, D1, D, G, H, K и L

$$H(f) = \begin{cases} 1 & \text{для } f < \frac{1-k}{2t_s} \\ \cos \left[\frac{\pi t_s}{2k} \left(f - \frac{1-k}{2t_s} \right) \right] & \text{для } \frac{1-k}{2t_s} \leq f \leq \frac{1+k}{2t_s} \\ 0 & \text{для } f > \frac{1+k}{2t_s} \end{cases}$$

$$k = 0,4 \quad t_s = \frac{1}{364} \text{ мс}$$

Использование такого же фильтра на приеме дает 40%-ный общий косинусоидальный спад.

Система I

$$H(f) = \begin{cases} \cos \frac{\pi t_s f}{2} & \text{для } f \leq \frac{1}{t_s} \\ 0 & \text{для } f > \frac{1}{t_s} \end{cases}$$

$$t_s = \frac{1}{364} \text{ мс}$$

Использование такого же фильтра на приеме дает 100%-ный общий косинусоидальный спад.