

МСЭ-R
Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R ВТ.1306-8
(04/2020)

**Методы исправления ошибок,
формирования кадров данных,
модуляции и передачи для наземного
цифрового телевизионного
радиовещания**

Серия ВТ
Радиовещательная служба
(телевизионная)



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-T/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/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/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/en>.)

Серия	Название
BO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
BS	Радиовещательная служба (звуковая)
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, 2020 г.

© ITU 2020

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 ВТ.1306-8

Методы исправления ошибок, формирования кадров данных, модуляции и передачи для наземного цифрового телевизионного радиовещания

(Вопрос МСЭ-R 132-5/6)

(1997-2000-2005-2006-2009-03/2011-12/2011-2015-2020)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации определяются методы исправления ошибок, формирования кадров данных, модуляции и передачи для существующих систем наземного цифрового телевизионного радиовещания.

Ключевые слова

Исправление ошибок, формирование кадров данных, характеристики модуляции, методы передачи, НЦТР

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что начиная с 1997 года некоторые администрации внедряют наземное цифровое телевизионное радиовещание (НЦТР) в диапазонах ОВЧ/УВЧ;
- b) что НЦТР должно подходить для существующих каналов шириной 6, 7 и 8 МГц, предназначенных для аналогового телевидения;
- c) что в пределах одного канала может быть желательно поддерживать одновременную передачу иерархии встроенных уровней качества (включая телевидение высокой четкости (ТВЧ), телевидение стандартной четкости (ТСЧ) и телевидение низкой четкости (ТНЧ));
- d) что может быть необходимо временное совместное существование услуг НЦТР и существующих аналоговых телевизионных передач;
- e) что множество типов помех, включая помехи от соседних и совмещенных каналов, помехи от системы зажигания, многолучевость и другие типы искажения сигналов, существуют в полосах частот ОВЧ/УВЧ;
- f) что унифицированность с такими альтернативными средами передачи, как кабель и спутник, могла бы быть полезной на уровне внешней схемы кодирования;
- g) что необходимо, чтобы кадровая синхронизация обеспечивала устойчивость каналов, подверженных ошибкам при передаче;
- h) что желательно, чтобы структура кадров была приспособлена к каналам с различной скоростью передачи данных;
- i) что могут быть внедрены методы модуляции как с одной, так и с несколькими несущими;
- j) что желательно наличие максимальной унифицированности характеристик между системами;
- k) что желательно наличие максимальной унифицированности между передачами цифрового и нецифрового наземного телевидения, требуемой для совместного существования с существующими аналоговыми телевизионными передачами;
- l) что быстрое развитие цифровых технологий, наземных цифровых ТВ систем, предложенных в разное время, открывает новые привлекательные возможности и услуги;
- m) что отбор варианта модуляции нужно основывать на таких конкретных условиях, как, например, ресурс спектра, политика, требования к покрытию, существующая сетевая структура, условия приема, тип требуемой услуги, затраты потребителя и радиовещательных организаций,

рекомендует,

чтобы администрации, желающие внедрить НЦТР, использовали одно из семейств методов коррекции ошибок, формирования кадров, модуляции и передачи, приведенных в Приложении 1.

Приложение 1

В таблице 1а) предоставляются данные для систем с одной несущей, в таблице 1б) – данные о системах с несколькими несущими; в таблице 1с) – данные о системах с несколькими несущими с сегментацией полосы РЧ и в таблице 1д) – данные о комбинированных системах с одной несущей и несколькими несущими. Технические характеристики для систем А, В, С и D описаны в Прилагаемых документах 1, 2, 3 и 4.

Руководящие указания по отбору для систем А, В, С и D приведены в Прилагаемом документе 5 Приложению 1.

ТАБЛИЦА 1

Параметры для систем передачи НЦТР

а) Системы с одной несущей

	Параметры	6 МГц	7 МГц	8 МГц
1	Используемая ширина полосы	5,38 МГц (-3 дБ)	6,00 МГц (-3 дБ)	7,00 МГц (-3 дБ)
2	Число излучаемых несущих	1	1	1
3	Метод модуляции	8-уровневая с ЧПБП	8-уровневая с ЧПБП	8-уровневая с ЧПБП
4	Функция формирования спектра	С подъемом по корню из косинуса и спадом $R = 5,8\%$	С подъемом по корню из косинуса и спадом $R = 8,3\%$	С подъемом по корню из косинуса и спадом $R = 7,1\%$
5	Занятость канала ⁽¹⁷⁾	См. Рек. МСЭ-R ВТ.1206	–	–
6	Активная длительность символа	92,9 нс	83,3 нс	71,4 нс
7	Общая длительность символа или сегмента	77,3 мкс (сегмент)	69,3 мкс (сегмент)	59,4 мкс (сегмент)
8	Длительность кадра передачи	48,4 мс	43,4 мс	37,2 мс
9	Выравнивание канала			
10	Внутреннее перемежение	12 (независимо кодированных потоков, перемежающихся во времени)	24 (независимо кодированных потоков, перемежающихся во времени)	28 (независимо кодированных потоков, перемежающихся во времени)
	Внутренний канал	Решетчатое кодирование со скоростью $R = 2/3$, каскадное кодирование со скоростью $R = 1/2$ или решетчатое кодирование со скоростью $R = 1/4$	Решетчатое кодирование со скоростью $R = 2/3$, каскадное кодирование со скоростью $R = 1/2$ или решетчатое кодирование со скоростью $R = 1/4$	Решетчатое кодирование со скоростью $R = 2/3$, каскадное кодирование со скоростью $R = 1/2$ или решетчатое кодирование со скоростью $R = 1/4$
11	Код Рида-Соломона (РС) внешнего канала	РС (207,187, $T = 10$), каскадное кодирование РС (184,164, $T = 10$)	РС (207,187, $T = 10$), каскадное кодирование РС (184,164, $T = 10$)	РС (207,187, $T = 10$), каскадное кодирование РС (184,164, $T = 10$)
12	Внешнее перемежение	Сверточное перемежение байтов 52 сегментов, каскадное перемежение байтов 46 сегментов	Сверточное перемежение байтов 52 сегментов, каскадное перемежение байтов 46 сегментов	Сверточное перемежение байтов 52 сегментов, каскадное перемежение байтов 46 сегментов

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

а) Системы с одной несущей (окончание)

	Параметры	6 МГц	7 МГц	8 МГц
13	Перемешивание данных/ рассредоточение энергии	16-битовая ПСПС	16-битовая ПСПС	16-битовая ПСПС
14	Временная/частотная синхронизация	Синхронизация сегментов, пилот-сигнал	Синхронизация сегментов, пилот-сигнал	Синхронизация сегментов, пилот-сигнал
15	Кадровая синхронизация	Кадровая синхронизация	Кадровая синхронизация	Кадровая синхронизация
16	Выравнивание данных	Кадровая синхронизация, PN.511 и 3 × PN.63	Кадровая синхронизация, PN.511 и 3 × PN.63	Кадровая синхронизация, PN.511 и 3 × PN.63
17	Определение режима передачи	Символы режима в кадровой синхронизации	Символы режима в кадровой синхронизации	Символы режима в кадровой синхронизации
18	Чистая скорость передачи данных	В зависимости от скорости кода модуляции 4,23–19,39 Мбит/с	В зависимости от скорости кода модуляции 4,72–21,62 Мбит/с	В зависимости от скорости кода модуляции 5,99–27,48 Мбит/с
19	Отношение несущая/шум в канале с аддитивным белым гауссовским шумом (АБГШ)	В зависимости от канального кода, 15,19 дБ, 9,2 дБ, 6,2 дБ ^{(1), (2)}	В зависимости от канального кода, 15,19 дБ, 9,2 дБ, 6,2 дБ ⁽²⁾	В зависимости от канального кода, 15,19 дБ, 9,2 дБ, 6,2 дБ ⁽²⁾

б) Системы с несколькими несущими

	Параметры	Несколько несущих на 6 МГц (ОЧУ)	Несколько несущих на 7 МГц (ОЧУ)	Несколько несущих на 8 МГц (ОЧУ)
1	Используемая ширина полосы	5,71 МГц	6,66 МГц	7,61 МГц
2	Число излучаемых несущих	1 705 (режим 2k) ⁽³⁾ 3 409 (режим 4k) 6 817 (режим 8k)	1 705 (режим 2k) ⁽³⁾ 3 409 (режим 4k) 6 817 (режим 8k)	1 705 (режим 2k) ⁽³⁾ 3 409 (режим 4k) 6 817 (режим 8k)
3	Режим модуляции	Постоянные кодирование и модуляция (CCM)	Постоянные кодирование и модуляция (CCM)	Постоянные кодирование и модуляция (CCM)
4	Метод модуляции	QPSK, 16-QAM, 64-QAM, MR-16-QAM, MR-64-QAM ⁽⁴⁾	QPSK, 16-QAM, 64-QAM, MR-16-QAM, MR-64-QAM ⁽⁴⁾	QPSK, 16-QAM, 64-QAM, MR-16-QAM, MR-64-QAM ⁽⁴⁾
5	Занятость канала ⁽¹⁷⁾	См. Рек. МСЭ-R SM.1541	См. Рек. МСЭ-R ВТ.1206 или МСЭ-R SM.1541	См. Рек. МСЭ-R ВТ.1206 или МСЭ-R SM.1541
6	Активная длительность символа	298,67 мкс (режим 2k) 597,33 мкс (режим 4k) 1 194,67 мкс (режим 8k)	256 мкс (режим 2k) 512 мкс (режим 4k) 1 024 мкс (режим 8k)	224 мкс (режим 2k) 448 мкс (режим 4k) 896 мкс (режим 8k)
7	Разнос несущих	3 348,21 Гц (режим 2k) 1 674,11 Гц (режим 4k) 837,05 Гц (режим 8k)	3 906 Гц (режим 2k) 1 953 Гц (режим 4k) 976 Гц (режим 8k)	4 464 Гц (режим 2k) 2 232 Гц (режим 4k) 1 116 Гц (режим 8k)

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

b) Системы с несколькими несущими (продолжение)

	Параметры	Несколько несущих на 6 МГц (ОЧУ)	Несколько несущих на 7 МГц (ОЧУ)	Несколько несущих на 8 МГц (ОЧУ)
8	Длительность защитного интервала	1/32, 1/16, 1/8, 1/4 активной длительности символа 9,33; 18,67; 37,33; 74,67 мкс (режим 2к) 18,67; 37,33; 74,67; 149,33 мкс (режим 4к) 37,33; 74,67; 149,33; 298,67 мкс (режим 8к)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4 активной длительности символа 8; 16; 32; 64 мкс (режим 2к) 16; 32; 64; 128 мкс (режим 4к) 32; 64; 128; 256 мкс (режим 8к)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4 активной длительности символа 7; 14; 28; 56 мкс (режим 2к) 14; 28; 56; 112 мкс (режим 4к) 28; 56; 112; 224 мкс (режим 8к)
9	Общая длительность символа	308,00; 317,33; 336,00; 373,33 мкс (режим 2к) 616,00; 634,67; 672,00; 746,67 мкс (режим 4к) 1 232,00; 1 269,33; 1 344,00; 1 493,33 мкс (режим 8к)	264; 272; 288; 320 мкс (режим 2к) 528; 544; 576; 640 мкс (режим 4к) 1 048; 1 088; 1 152; 1 280 мкс (режим 8к)	231; 238; 252; 280 мкс (режим 2к) 462; 476; 504; 560 мкс (режим 4к) 924; 952; 1 008; 1 120 мкс (режим 8к)
10	Длительность кадра передачи	68 символов ОЧУ. Один суперфрейм состоит из четырех кадров	68 символов ОЧУ. Один суперфрейм состоит из четырех кадров	68 символов ОЧУ. Один суперфрейм состоит из четырех кадров
11	Код внутреннего канала	Сверточный код, материнская скорость 1/2 с 64 состояниями. Выкалывание на скорость 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	Сверточный код, материнская скорость 1/2 с 64 состояниями. Выкалывание на скорость 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	Сверточный код, материнская скорость 1/2 с 64 состояниями. Выкалывание на скорость 2/3, 3/4, 5/6, 7/8
12	Внутреннее перемежение	Перемежение битов в сочетании с естественным или детальным ⁽⁵⁾ перемежением символов	Перемежение битов в сочетании с естественным или детальным ⁽⁵⁾ перемежением символов	Перемежение битов в сочетании с естественным или детальным ⁽⁵⁾ перемежением символов
13	Код Рида-Соломона (РС) внешнего канала	РС (204,188, T = 8)	РС (204,188, T = 8)	РС (204,188, T = 8)
14	Внешнее перемежение	Побайтовое сверточное перемежение, I = 12	Побайтовое сверточное перемежение, I = 12	Побайтовое сверточное перемежение, I = 12
15	Перемешивание данных/рассредоточение энергии	ПСПС	ПСПС	ПСПС
16	Временная/частотная синхронизация	Пилот-сигналы ⁽⁶⁾	Пилот-сигналы ⁽⁶⁾	Пилот-сигналы ⁽⁶⁾
17	Код Рида-Соломона (РС) внешнего канального кода IP	РС (255,191) с MPE-FEC ⁽⁷⁾	РС (255,191) с MPE-FEC ⁽⁷⁾	РС (255,191) с MPE-FEC ⁽⁷⁾
18	Снижение потребления мощности приемника	Временное квантование ⁽⁸⁾	Временное квантование ⁽⁸⁾	Временное квантование ⁽⁸⁾
19	Сигнализация параметров передачи (СПП) ⁽⁹⁾	Переносится пилот-сигналами СПП	Переносится пилот-сигналами СПП	Переносится пилот-сигналами СПП
20	Формат транспортного потока системы	MPEG-2 TS	MPEG-2 TS	MPEG-2 TS

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

в) Системы с несколькими несущими (окончание)

	Параметры	Несколько несущих на 6 МГц (ОЧУ)	Несколько несущих на 7 МГц (ОЧУ)	Несколько несущих на 8 МГц (ОЧУ)
21	Скорость передачи данных по сети	Зависит от модуляции, скорости кода и защитного интервала (3,69–23,5 Мбит/с для неиерархических режимов) ⁽¹⁰⁾	Зависит от модуляции, скорости кода и защитного интервала (4,35–27,71 Мбит/с для неиерархических режимов) ⁽¹⁰⁾	Зависит от модуляции, скорости кода и защитного интервала (4,98–31,67 Мбит/с для неиерархических режимов) ⁽¹⁰⁾
22	Отношение несущая/шум в канале с АБГШ	Зависит от модуляции и канального кода. 3,1–20,1 дБ ⁽¹¹⁾	Зависит от модуляции и канального кода. 3,1–20,1 дБ ⁽¹¹⁾	Зависит от модуляции и канального кода. 3,1–20,1 дБ ⁽¹¹⁾

с) Системы с несколькими несущими с сегментацией радиочастотной полосы⁽¹²⁾

	Параметры	Несколько несущих на 6 МГц (сегментированное ОЧУ)	Несколько несущих на 7 МГц (сегментированное ОЧУ)	Несколько несущих на 8 МГц (сегментированное ОЧУ)
1	Число сегментов (Ns)	13 ⁽¹³⁾	13 ⁽¹³⁾	13 ⁽¹³⁾
2	Ширина полосы сегмента (Bws)	6 000/14 = 428,57 кГц	7 000/14 = 500 кГц	8 000/14 = 571,428 кГц
3	Используемая ширина полосы (Bw)	$Bw \times Ns + Cs$ 5,575 МГц (режим 1) 5,573 МГц (режим 2) 5,572 МГц (режим 3)	$Bw \times Ns + Cs$ 6,504 МГц (режим 1) 6,502 МГц (режим 2) 6,501 МГц (режим 3)	$Bw \times Ns + Cs$ 7,434 МГц (режим 1) 7,431 МГц (режим 2) 7,430 МГц (режим 3)
4	Число излучаемых несущих	1 405 (режим 1) 2 809 (режим 2) 5 617 (режим 3)	1 405 (режим 1) 2 809 (режим 2) 5 617 (режим 3)	1 405 (режим 1) 2 809 (режим 2) 5 617 (режим 3)
5	Метод модуляции	DQPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM	DQPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM	DQPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM
6	Занятость канала ⁽¹⁷⁾	См. Рек. МСЭ-R ВТ.1206 или МСЭ-R SM.1541	См. Рек. МСЭ-R ВТ.1206 или МСЭ-R SM.1541	См. Рек. МСЭ-R ВТ.1206 или МСЭ-R SM.1541
7	Активная длительность символа	252 мкс (режим 1) 504 мкс (режим 2) 1 008 мкс (режим 3)	216 мкс (режим 1) 432 мкс (режим 2) 864 мкс (режим 3)	189 мкс (режим 1) 378 мкс (режим 2) 756 мкс (режим 3)
8	Разнос несущих (Cs)	$Bws/108 = 3,968$ кГц (режим 1) $Bws/216 = 1,984$ кГц (режим 2) $Bws/432 = 0,992$ кГц (режим 3)	$Bws/108 = 4,629$ кГц (режим 1) $Bws/216 = 2,314$ кГц (режим 2) $Bws/432 = 1,157$ кГц (режим 3)	$Bws/108 = 5,271$ кГц (режим 1) $Bws/216 = 2,645$ кГц (режим 2) $Bws/432 = 1,322$ кГц (режим 3)

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

с) Системы с несколькими несущими с сегментацией радиочастотной полосы⁽¹²⁾ (продолжение)

	Параметры	Несколько несущих на 6 МГц (сегментированное ОЧУ)	Несколько несущих на 7 МГц (сегментированное ОЧУ)	Несколько несущих на 8 МГц (сегментированное ОЧУ)
9	Длительность защитного интервала	1/4, 1/8, 1/16, 1/32 активная длительность символа 63; 31,5; 15,75; 7,875 мкс (режим 1) 126; 63; 31,5; 15,75 мкс (режим 2) 252; 126; 63; 31,5 мкс (режим 3)	1/4, 1/8, 1/16, 1/32 активная длительность символа 54; 27; 13,5; 6,75 мкс (режим 1) 108; 54; 27; 13,5 мкс (режим 2) 216; 108; 54; 27 мкс (режим 3)	1/4, 1/8, 1/16, 1/32 активная длительность символа 47,25; 23,625; 11,8125; 5,90625 мкс (режим 1) 94,5; 47,25; 23,625; 11,8125 мкс (режим 2) 189; 94,5; 47,25; 23,625 мкс (режим 3)
10	Общая длительность символа	315; 283,5; 267,75; 259,875 мкс (режим 1) 630; 567; 535,5; 519,75 мкс (режим 2) 1 260; 1 134; 1 071; 1 039,5 мкс (режим 3)	270; 243; 229,5; 222,75 мкс (режим 1) 540; 486; 459; 445,5 мкс (режим 2) 1 080; 972; 918; 891 мкс (режим 3)	236,25; 212,625; 200,8125; 194,90625 мкс (режим 1) 472,5; 425,25; 401,625; 389,8125 мкс (режим 2) 945; 850,5; 803,25; 779,625 мкс (режим 3)
11	Длительность кадра передачи	204 символа ОЧУ	204 символа ОЧУ	204 символа ОЧУ
12	Код внутреннего канала	Сверточный код, материнская скорость 1/2 с 64 состояниями. Выкальвание на скорость 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	Сверточный код, материнская скорость 1/2 с 64 состояниями. Выкальвание на скорость 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	Сверточный код, материнская скорость 1/2 с 64 состояниями. Выкальвание на скорость 2/3, 3/4, 5/6, 7/8
13	Внутреннее перемежение	Перемежение внутри сегментов и между сегментами (частотное перемежение). Посимвольное сверточное перемежение 0, 380, 760, 1 520 символов (режим 1) 0; 190; 380; 760 символов (режим 2) 0; 95; 190; 380 символов (режим 3) (временное перемежение)	Перемежение внутри сегментов и между сегментами (частотное перемежение). Посимвольное сверточное перемежение 0, 380, 760, 1 520 символов (режим 1) 0, 190, 380, 760 символов (режим 2) 0; 95; 190; 380 символов (режим 3) (временное перемежение)	Перемежение внутри сегментов и между сегментами (частотное перемежение). Посимвольное сверточное перемежение 0, 380, 760, 1 520 символов (режим 1) 0, 190, 380, 760 символов (режим 2) 0, 95, 190, 380 символов (режим 3) (временное перемежение)
14	Код внешнего канала	РС (204,188, $T = 8$)	РС (204,188, $T = 8$)	РС (204,188, $T = 8$)
15	Внешнее перемежение	Побайтовое сверточное перемежение, $I = 12$	Побайтовое сверточное перемежение, $I = 12$	Побайтовое сверточное перемежение, $I = 12$
16	Перемешивание данных/рассредоточение энергии	ПСПС	ПСПС	ПСПС
17	Временная/частотная синхронизация	Пилот-сигналы	Пилот-сигналы	Пилот-сигналы
18	Передача и конфигурация уплотнения	Переносится пилот-сигналами УПКУ	Переносится пилот-сигналами УПКУ	Переносится пилот-сигналами УПКУ

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

е) Системы с несколькими несущими с сегментацией радиочастотной полосы⁽¹²⁾ (окончание)

19	Скорость передачи данных по сети	Зависит от числа сегментов, модуляции, скорости кода, иерархической структуры и защитного интервала 3,65–23,2 Мбит/с	Зависит от числа сегментов, модуляции, скорости кода, иерархической структуры и защитного интервала 4,26–27,1 Мбит/с	Зависит от числа сегментов, модуляции, скорости кода, иерархической структуры и защитного интервала 4,87–31,0 Мбит/с
20	Отношение несущая/шум в канале с АБГШ	Зависит от модуляции и канального кода 5,0–23 дБ ⁽¹⁴⁾	Зависит от модуляции и канального кода 5,0–23 дБ ⁽¹⁴⁾	Зависит от модуляции и канального кода 5,0–23 дБ ⁽¹⁴⁾

д) Комбинированные системы с одной несущей и несколькими несущими

	Параметры	6 МГц	7 МГц	8 МГц
1	Используемая ширина полосы	5,67 МГц	6,62 МГц	7,56 МГц
2	Число излучаемых несущих	1 (режим работы с одной несущей) 3 780 (режим работы с несколькими несущими)	1 (режим работы с одной несущей) 3 780 (режим работы с несколькими несущими)	1 (режим работы с одной несущей) 3 780 (режим работы с несколькими несущими)
3	Режим модуляции	Постоянные кодирование и модуляция (ССМ)	Постоянные кодирование и модуляция (ССМ)	Постоянные кодирование и модуляция (ССМ)
4	Метод модуляции	4-QAM-NR, 4-QAM, 16-QAM, 32-QAM, 64-QAM	4-QAM-NR, 4-QAM, 16-QAM, 32-QAM, 64-QAM	4-QAM-NR, 4-QAM, 16-QAM, 32-QAM, 64-QAM
5	Занятость канала ⁽¹⁷⁾	См. Рек. МСЭ-R ВТ.1206	См. Рек. МСЭ-R ВТ.1206	См. Рек. МСЭ-R ВТ.1206
6	Активная длительность символа	0,176 мкс (режим работы с одной несущей) 666,67 мкс (режим работы с несколькими несущими)	0,151 мкс (режим работы с одной несущей) 571,43 мкс (режим работы с несколькими несущими)	0,132 мкс (режим работы с одной несущей) 500 мкс (режим работы с несколькими несущими)
7	Разнос несущих	5,67 МГц (режим работы с одной несущей) 1,5 кГц (режим работы с несколькими несущими)	6,62 МГц (режим работы с одной несущей) 1,75 кГц (режим работы с несколькими несущими)	7,56 МГц (режим работы с одной несущей) 2,0 кГц (режим работы с несколькими несущими)
8	Длительность заголовка кадра	1/9, 1/6, 1/4 тела кадра длительности кадра сигнала 74,07; 104,94; 166,67 мкс	1/9, 1/6, 1/4 тела кадра длительности кадра сигнала 63,49; 89,95; 142,86 мкс	1/9, 1/6, 1/4 тела кадра длительности кадра сигнала 55,56; 78,70; 125,00 мкс
9	Общая длительность кадра сигнала	740,74; 771,60; 833,33 мкс	634,92; 661,38; 714,29 мкс	555,56; 578,70; 625,00 мкс
10	Длительность кадра передачи	Дневной кадр 24 ч, минутный кадр 60 с, суперфрейм 166,7 мс и кадры сигнала 740,74; 771,60; 833,33 мкс	Дневной кадр 24 ч, минутный кадр 60 с, суперфрейм 142,8 мс и кадры сигнала 634,92; 661,38; 714,29 мкс	Дневной кадр 24 ч, минутный кадр 60 с, суперфрейм 125 мс и кадры сигнала 555,56; 578,70; 625,00 мкс
11	Код внутреннего канала LDPC	0,4 (7 488, 3 008), 0,6 (7 488, 4 512), 0,8 (7 488, 6 016)	0,4 (7 488, 3 008), 0,6 (7 488, 4 512), 0,8 (7 488, 6 016)	0,4 (7 488, 3 008), 0,6 (7 488, 4 512), 0,8 (7 488, 6 016)
12	Внутреннее перемежение в частотной области	Внутренний кадр одного сигнала (режим работы с несколькими несущими)	Внутренний кадр одного сигнала (режим работы с несколькими несущими)	Внутренний кадр одного сигнала (режим работы с несколькими несущими)

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

d) Комбинированные системы с одной несущей и несколькими несущими (окончание)

	Параметры	6 МГц	7 МГц	8 МГц
13	Код внешнего БЧХ канала	БЧХ (762, 752), полученный из БЧХ (1 023, 1 013)	БЧХ (762, 752), полученный из БЧХ (1 023, 1 013)	БЧХ (762, 752), полученный из БЧХ (1 023, 1 013)
14	Внешнее сверточное перемежение во временной области	Количество перемежающихся ветвей $V = 52$, глубина перемежения $M = 240, 720$	Количество перемежающихся ветвей $V = 52$, глубина перемежения $M = 240, 720$	Количество перемежающихся ветвей $V = 52$, глубина перемежения $M = 240, 720$
15	Перемешивание данных/рассредоточение энергии	ПСПС	ПСПС	ПСПС
16	Временная/ частотная синхронизация	PN-последовательность как заголовков кадра сигнала ⁽¹⁵⁾	PN-последовательность как заголовков кадра сигнала ⁽¹⁵⁾	PN-последовательность как заголовков кадра сигнала ⁽¹⁵⁾
17	Информация системы	Передаваемая 36 символами информации системы на кадр сигнала	Передаваемая 36 символами информации системы на кадр сигнала	Передаваемая 36 символами информации системы на кадр сигнала
18	Формат транспортного потока системы	MPEG-2 TS	MPEG-2 TS	MPEG-2 TS
19	Скорость передачи данных по сети	Зависит от модуляции, кода и заголовка кадра (3,610–24,436 Мбит/с)	Зависит от модуляции, кода и заголовка кадра (4,211–28,426 Мбит/с)	Зависит от модуляции, кода и заголовка кадра (4,813–32,486 Мбит/с)
20	Отношение несущая/шум в канале с АБГШ	Зависит от модуляции и кода канала. 2,5–22,0 дБ ⁽¹⁶⁾	Зависит от модуляции и кода канала. 2,5–22,0 дБ ⁽¹⁶⁾	Зависит от модуляции и кода канала. 2,5–22,0 дБ ⁽¹⁶⁾

Примечания к Таблице 1:

БЧХ: двоичный блоковый код Боуза-Чоудхури-Хоквингема для исправления групповых ошибок

LDPC: низкая плотность проверок на четность

MPE-FEC: многопротокольная инкапсуляция с упреждающим исправлением ошибок

NR: код Нордстрема-Робинсона

ОЧУ: ортогональное частотное уплотнение

ПСПС: псевдослучайная последовательность символов

QPSK: четырехпозиционная фазовая манипуляция

УПКУ: управление передачей и конфигурацией уплотнения

ЧПБП: частично подавленная боковая полоса

⁽¹⁾ Измеряемая величина. После декодирования РС частота повторения ошибок составляет 3×10^{-6} .

⁽²⁾ Отношения C/N равны 9,2 дБ для каскадного решетчатого кодирования со скоростью 1/2 и 6,2 дБ для каскадного решетчатого кодирования со скоростью 1/4.

⁽³⁾ Режим 2k может использоваться для работы одного передатчика, для одночастотных телевизионных ретрансляторов и для небольшой одночастотной сети. Режим 8k может использоваться для тех же сетевых структур, а также для большой одночастотной сети. Режим 4k предоставляет дополнительный компромисс между размером передающей соты и возможностями подвижного приема, давая дополнительную степень гибкости для сетевого планирования покрытия подвижных и карманных устройств.

⁽⁴⁾ 16-QAM, 64-QAM, MR-16-QAM и MR-64-QAM (MR-QAM: неоднородная совокупность QAM), может использоваться для иерархических схем передачи. В этом случае два уровня модуляции переносят два различных транспортных потока MPEG-2. Два уровня могут иметь различные скорости кодов и могут независимо декодироваться.

- (5) Устройство детального перемежения для режимов 2k и 4k – для дальнейшего улучшения их устойчивости в среде подвижной связи и условиях импульсного шума.
- (6) Пилот-сигналы являются непрерывными пилот-сигналами, переносимыми 45 (режим 2k) или 177 (режим 8k) несущими по всем символам ОЧУ, и распределенными пилот-сигналами, разнесенными во времени и по частоте.
- (7) Для улучшения характеристики C/N и характеристики Допплера в каналах подвижной связи.
- (8) С целью сокращения среднего потребления мощности терминала и предоставления возможности беспрепятственной частотной эстафетной передачи.
- (9) Пилот-сигналы СПП переносят информацию о модуляции, скорости кода и других параметрах передачи.
- (10) Выбор модуляции, скорости кода и защитного интервала зависит от требований к услуге и среды планирования.
- (11) Смоделировано с оценкой совершенного канала, неиерархические режимы. Частота повторения ошибок до декодирования РС составляет 2×10^{-4} , частота повторения ошибок после декодирования РС составляет 1×10^{-11} .
- (12) Сегментация радиочастотной полосы позволяет использовать соответствующую модуляцию и схему коррекции ошибок по сегментам, и прием центрального сегмента узкополосными приемниками.
- (13) Системы с несколькими несущими и сегментацией радиочастотной полосы используют 13 сегментов для телевизионных услуг, тогда как любое число сегментов может использоваться для других услуг, например для услуг звукового вещания.
- (14) Коэффициент ошибок до декодирования РС составляет 2×10^{-4} , частота повторения ошибок после декодирования РС составляет 1×10^{-11} .
- (15) Кадр сигнала состоит из заголовка кадра (FH) и тела кадра (FB). FH использует псевдослучайную последовательность символов и одночастотную модуляцию, как в качестве защитного интервала, так и настроечной последовательности для синхронизации, а также оценки канала. FB имеет 3 744 данных и 36 информационных символов и может быть смодулировано с использованием схемы с одной несущей либо с несколькими несущими.
- (16) Коэффициент ошибок после декодирования БЧХ составляет 3×10^{-6} .
- (17) Параметр "Занятость канала" относится к маске спектрального предела. В Рекомендации МСЭ-R SM.1541 приводятся пределы в области внеполосных излучений, рассматриваемые как общие маски спектральных пределов, которые включают системы наземного цифрового телевизионного радиовещания. В Рекомендации МСЭ-R ВТ.1206 приводятся конкретные маски спектральных пределов для систем наземного цифрового телевизионного радиовещания, предназначенные для конкретных условий, для того чтобы улучшить совместимость с другими службами радиосвязи.

Прилагаемый документ 1 к Приложению 1

Стандарт системы А

Библиография

ATSC [September, 1996] Recommended Practice A/58. Harmonization with DVB SI in the use of the ATSC digital television standard. Advanced Television Systems Committee.

ATSC [May, 2008] Recommended Practice A/64B. Transmission measurement and compliance for digital television. Advanced Television Systems Committee.

ATSC [November, 2010] Standard A/52:2010. Digital audio compression standard (AC-3, E-AC-3). Advanced Television Systems Committee.

ATSC [April, 2009] Standard A/65:2009. Program and system information protocol for terrestrial broadcasting and cable (PSIP). Advanced Television Systems Committee.

ATSC [May, 2008] Standard A/57B. Content Identification and Labeling for ATSC Transport. Advanced Television Systems Committee.

ATSC [December, 2006] Recommended Practice A/54A. Guide to the use of the ATSC digital television Standard, with Corrigendum No. 1. Advanced Television Systems Committee.

ATSC [April, 2010] Recommended Practice A/74:2010. Receiver performance guidelines. Advanced Television Systems Committee.

ATSC [August, 2009] Standard A/53, Part 1:2009. Digital television system. Advanced Television Systems Committee.

ATSC [January, 2007] Standard A/53, Part 2:2007. RF/Transmission system characteristics. Advanced Television Systems Committee.

ATSC [August, 2009] Standard A/53, Part 3:2009. Service multiplex and transport subsystem characteristics. Advanced Television Systems Committee.

ATSC [August, 2009] Standard A/53, Part 4:2009. MPEG-2 Video system characteristics. Advanced Television Systems Committee.

ATSC [July, 2010] Standard A/53, Part 5:2010. AC-3 Audio system characteristics. Advanced Television Systems Committee.

ATSC [July, 2010] Standard A/53, Part 6:2010. Enhanced AC-3 Audio system characteristics. Advanced Television Systems Committee.

ATSC [November, 2010] Standard A/70, Part 1:2010. Conditional access system for terrestrial broadcast. Advanced Television Systems Committee.

Прилагаемый документ 2 к Приложению 1

Стандарт системы В

Библиография

ETSI ETS 300 472. Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for conveying ITU-R System B Teletext in DVB bit streams.

ETSI ETR 162. Digital broadcasting systems for television, sound and data services; Allocation of Service Information (SI) codes for Digital Video Broadcasting (DVB) systems.

ETSI ETR 154. Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for the use of MPEG-2 systems, video and audio in satellite and cable broadcasting applications.

ETSI ETR 211. Digital Video Broadcasting (DVB); Guidelines on implementation and usage of DVB service information.

ETSI ETR 289. Digital Video Broadcasting (DVB); Support for use of scrambling and Conditional Access (CA) within digital broadcasting systems.

ETSI ETS 300 468. Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems.

ETSI ETS 300 743. Digital Video Broadcasting (DVB); Subtitling systems.

ETSI EN 300 744. Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television.

ETSI EN 302 304. Digital Video Broadcasting (DVB); Transmission to Handheld terminals (DVB H).

ETSI EN 301 192. Digital Video Broadcasting (DVB); DVB specification for data broadcasting.

ETSI TS 101 191. Digital Video Broadcasting (DVB); DVB mega-frame for Single Frequency Network (SFN) synchronization.

Прилагаемый документ 3 к Приложению 1

Стандарт системы С

Библиография

ABNT ABNT NBR 15601. Digital terrestrial television – Transmission system.

ABNT ABNT NBR 15602 (Part 1-3). Digital terrestrial television – Video coding, audio coding and multiplexing.

ABNT ABNT NBR 15603 (Part 1-3). Digital terrestrial television – Multiplexing and service information (SI).

ABNT ABNT NBR 15604. Digital terrestrial television – Receivers.

ABNT ABNT NBR 15605. Digital terrestrial television – Security issues.

ABNT ABNT NBR 15606 (Part 1-5). Digital terrestrial television – Data coding and transmission specification.

ABNT ABNT NBR 15607. Digital terrestrial television – Interactivity channel.

ARIB ARIB STD-B10. Service information for digital broadcasting system.

ARIB ARIB STD-B21. Receiver for digital broadcasting.

ARIB ARIB STD-B24. Data coding and transmission specification for digital broadcasting.

ARIB ARIB STD-B25. Conditional access system specifications for digital broadcasting.

ARIB ARIB STD-B31. Transmission system for digital terrestrial television broadcasting.

ARIB ARIB STD-B32. Video coding. Audio coding and multiplexing specifications for digital broadcasting.

Прилагаемый документ 4 к Приложению 1

Стандарт системы D

Библиография

Chinese Standard GB20600-2006. Framing structure, channel coding and modulation for digital television terrestrial broadcasting system.

Chinese Standard GY/T 236-2008. Implementation guidelines for transmission system of digital terrestrial television broadcasting.

Chinese Standard GY/T 237-2008. Frequency planning criteria for digital terrestrial television broadcasting in the VHF/UHF bands.

Chinese Standard GY/T 229.4-2008. Technical specifications and methods of measurement for digital terrestrial television broadcasting transmitters.

Chinese Standard GY/T 229.3-2008. Specification for transport stream multiplexing and interfaces in terrestrial digital television.

Chinese Standard GY/T 229.2-2008. Technical specifications and methods of measurement for digital terrestrial television broadcasting exciter.

Chinese Standard GY/T 229.1-2008. Technical specifications and methods of measurement for digital terrestrial television broadcasting single frequency network adapter.

Chinese Standard GY/T 230-2008. Specification of service information for digital television broadcasting.

Chinese Standard GY/T 231-2008. Specification of electronic programme guide for digital television broadcasting.

Chinese Standard GY/T 238.1-2008. Objective assessment and measurement methods for coverage of digital terrestrial television broadcasting signals Part 1: Single transmitter and outdoor fixed reception.

Прилагаемый документ 5 к Приложению 1

Руководящее указание по выбору системы

Процесс выбора подходящей системы может рассматриваться как итеративный процесс, включающий три этапа:

- Этап I: первоначальная оценка того, какая система скорее всего удовлетворяет основным требованиям радиовещательной организации с учетом преобладающей технической/регламентарной среды.
- Этап II: более детальная оценка "взвешенных" различий в показателях работы.
- Этап III: общая оценка коммерческого и эксплуатационного факторов, влияющих на выбор системы.

Ниже приводится полное описание этих трех этапов.

Этап I: Первоначальная оценка

Таблица 2 может использоваться в качестве отправной точки для оценки того, какая из систем лучше всего удовлетворяет конкретному требованию радиовещания.

ТАБЛИЦА 2
Руководящее указание для первоначального отбора

Требования	Подходящие системы	
Максимальная скорость передачи данных в гауссовском канале для данного порога C/N	Требуется	А или D
	Не требуется	А, В, С или D
Максимальная устойчивость против многолучевых помех ⁽¹⁾	Требуется	В, С или D
	Не требуется	А, В, С или D
Одночастотные сети (ОЧС)	Требуется	В, С или D
	Не требуется	А, В, С или D
Подвижный прием ^{(1), (2)}	Требуется	В, С или D
	Не требуется	А, В, С или D
Одновременная передача различных уровней качества (иерархическая передача)	Первостепенной важности	С
	Требуется	В или С
	Не требуется	А, В, С или D
Независимое декодирование субблоков данных (например, для облегчения звукового радиовещания)	Требуется	С
	Не требуется	А, В, С или D
Максимальное покрытие центральным передатчиком на данной мощности в гауссовской среде ⁽³⁾	Требуется	А или D
	Не требуется	А, В, С или D
Максимальная устойчивость против импульсных помех ⁽⁴⁾	Требуется	А, С или D
	Не требуется	А, В, С или D

Примечания к таблице 2:

- (1) В обмен на эффективность использования полосы пропускания и других параметров системы.
- (2) Может быть невозможно обеспечить прием ТВЧ в этом режиме.
- (3) Для всех систем в ситуациях с мертвыми зонами в покрытии потребуются передатчики для перекрытия мертвых зон.
- (4) Для этого сравнения применяются системы В и С в режиме 8К.

Этап II: Оценка взвешенных различий в показателях работы

Для проведения более тщательного процесса отбора после первоначальной оценки, сделанной на основании таблицы 2, потребуется осуществить сравнительную оценку показателей работы предлагаемых систем. Это особое дело, поскольку сам по себе выбор параметров отбора не является просто отбором по принципу "черное или белое". В любой данной ситуации любой конкретный критерий будет иметь большее или меньшее значение в исследуемой среде радиовещания, что означает, что должны быть средства определения баланса между небольшими различиями в показателях работы и более или менее важными параметрами отбора. Другими словами, понятно, что небольшая разница между системами на фоне особо важного параметра скорее повлияет на выбор, чем большие различия на фоне относительно менее важных критериев отбора.

Рекомендуется следующая оценка для этого этапа оценки системы:

Этап I требует определения рабочих параметров, имеющих отношение к условиям администрации или радиовещательной организации, желающей выбрать систему НЦТР. Эти параметры могут

включать собственные функциональные возможности самой цифровой системы, ее совместимость с существующими аналоговыми услугами и необходимость взаимодействия с другими способами передачи изображения или услугами радиовещания.

Этап 2 требует оценки "взвешенных" параметров в порядке важности или критичности к среде, в которую должна быть внедрена цифровая телевизионная услуга. Это взвешивание может быть простым множителем, например 1 – для "нормального" параметра и 2 – для "важного" параметра.

На *этапе 3* происходит накопление данных лабораторных и полевых испытаний (предпочтительно и тех, и других). Эти данные могут быть собраны непосредственно сторонами, участвующими в оценке, или могут быть получены от других сторон, которые провели испытания или оценки. Предполагается, что 6-я Исследовательская комиссия (бывшая 11-я Исследовательская комиссия) в ближайшем будущем подготовит отчет, в котором будут представлены полные технические данные по различным системам НЦТР, которые могут использоваться при отсутствии достоверных испытательных данных из других надежных источников.

На *этапе 4* требуется установление соответствия данных испытаний с рабочими параметрами и определение "оценки" в отношении каждого параметра. Общая оценка используется для выбора системы, которая наилучшим образом соответствует требованиям. Некоторые администрации считают полезной табличную структуру, в которой используется простая числовая оценка и шкала взвешивания. Считается как "данное", что различные предлагаемые системы способны предоставлять жизнеспособную услугу НЦТР. Следовательно, различия между системами будут относительно небольшими. Желательно избегать ненужного преувеличения различий, но в некоторый момент необходимо принять меры по обеспечению того, чтобы процесс отбора соответствовал потребностям предполагаемой услуги. Простая и компактная цифровая шкала оценок может быть одним из путей достижения этих целей.

Могут быть полезными следующие шкалы, приведенные в качестве примеров:

Работа	Оценка
Удовлетворительная	1
Лучшая	2
Наилучшая	3

В этой шкале значение 0 (или ноль) дается для системы, которая не обеспечивает удовлетворительной работы по отношению к данному параметру, или для параметра, который не может быть оценен.

Важность	Взвешивание
Нормальная	1
Значительная	2
Критическая	3

Ниже приведен пример табличной структуры, которая может использоваться для сравнительной оценки различных систем.

Пункт	Критерий	Работа системы				Взвешивание	Оценка системы			
		A	B	C	D		A	B	C	D
1	Характеристики передаваемых сигналов									
A	Устойчивость сигнала									
	Защищенность от электрических помех									
	Эффективность передаваемого сигнала									
	Эффективное покрытие									
	Прием с использованием комнатной антенны									
	Работа соседнего канала									
	Работа совмещенного канала									
B	Устойчивость к искажениям									
	Устойчивость к многолучевым искажениям									
	Подвижный прием									
	Прием на портативные устройства									

Этап III: Оценка коммерческих и эксплуатационных аспектов

Окончательной фазой является оценка коммерческих и эксплуатационных аспектов для установления того, какая из систем, безусловно, является самым наилучшим решением. При проведении такой оценки будет учитываться необходимое время для внедрения услуги, затраты и наличие оборудования, взаимодействие в пределах развивающейся среды радиовещания и т. д.

Совместимый приемник

В случаях, когда необходимо принимать более одного варианта системы модуляции, понадобится совместимый приемник. Стоимость таких приемников с учетом развития цифровых технологий не должна быть значительно выше, чем стоимость приемников для системы с единственной модуляцией, однако преимущества таких приемников могут быть существенными. Как указано в таблице 2, они могут открыть путь к привлекательным для потребителя и радиовещательной организации дополнительным возможностям и услугам. Исследования по этому вопросу продолжаются.