

Международный союз электросвязи

МСЭ-R
Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R ВТ.2036-4
(06/2021)

**Характеристики эталонной приемной
системы для планирования частот
систем цифрового наземного
телевидения**

Серия ВТ
Радиовещательная служба
(телевизионная)



Международный
союз
электросвязи

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, 2021 г.

© ITU 2021

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.2036-4

Характеристики эталонной приемной системы для планирования частот систем цифрового наземного телевидения

(Вопросы МСЭ-R 114/6 и МСЭ-R 132-3/6)

(2013-2016-2018-2019-2021)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации определены характеристики эталонных приемных систем для различных систем цифрового наземного телевидения, используемых в качестве основы для планирования частот служб цифрового наземного телевидения в диапазонах ОВЧ/УВЧ.

Ключевые слова

Цифровое наземное телевидение, характеристики приемника, радиочастота, планирование частот, ОВЧ, УВЧ, защитное отношение, избирательность по соседнему каналу.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что в настоящее время широко распространены цифровые наземные телевизионные службы, использующие разнообразные системы;
- b) что сектор МСЭ-R отвечает на международном уровне за планирование частот и совместное использование частот различными службами, что позволяет обеспечить равноправное и эффективное использование радиочастотного спектра;
- c) что в Рекомендациях МСЭ-R ВТ.1306 и МСЭ-R ВТ.1877 определены, соответственно, методы исправления ошибок, формирования кадров данных, модуляции и передачи для систем цифрового наземного телевизионного вещания (ЦНТВ) первого и второго поколений;
- d) что в Рекомендациях МСЭ-R ВТ.1368 и ВТ.2033 приведены критерии для планирования цифровых наземных телевизионных служб в полосах частот ОВЧ/УВЧ;
- e) что параметры планирования частот для цифрового наземного телевизионного радиовещания (DVB-T) в Районе 1 и Исламской Республике Иран определены Соглашением GE06, в котором полоса III (174–230 МГц) запланирована для цифрового звукового и телевизионного радиовещания, а полосы IV/V (470–862 МГц) – для цифрового телевизионного радиовещания. В Соглашении GE06 приведена структура, позволяющая координировать планирование телевизионных частот среди стран Района 1 и Исламской Республики Иран;
- f) что ответственность Международной электротехнической комиссии (МЭК) распространяется на стандарты и методы измерения для телевизионных приемников, а также на их определения;
- g) что номинальные характеристики и методы измерения для цифровых телевизионных приемников заданы в МЭК для различных систем ЦНТВ;
- h) что хотя и существует неперенная взаимосвязь между характеристиками приемников, которые используются в качестве предельных параметров для производителей, для эффективного использования спектра и планирования частот необходимо учитывать всю приемную систему полностью и принимать в качестве основы типовую эталонную приемную систему, а не предельные параметры, относящиеся к наихудшему случаю,

рекомендует

- 1 использовать типовые характеристики эталонных телевизионных приемных систем, приведенные в Приложении 1, в качестве основы для планирования частот;
- 2 использовать характеристики эталонных телевизионных приемных систем первого поколения, приведенные в Приложении 2, в качестве основы для планирования частот¹;
- 3 использовать характеристики эталонных телевизионных приемных систем второго поколения, приведенные в Приложении 3, в качестве основы для планирования частот¹.

Приложение 1

Типовые характеристики приемных систем цифрового наземного телевидения для планирования частот

В представленных ниже таблицах 1–5 приведены значения для типовых характеристик приемника, применимых к любым цифровым наземным телевизионным системам при планировании частот.

ТАБЛИЦА 1

Высота антенны приемника (м)

Режим приема	Фиксированная антенна на крыше здания	Переносные устройства вне помещений/ мобильные устройства	Переносные устройства внутри помещений
Высота антенны приемника над поверхностью земли	10	1,5	1,5

ТАБЛИЦА 2

Коэффициент направленного действия приемной антенны

Коэффициент направленного действия приемной антенны	См. Рек. МСЭ-R ВТ.419
---	-----------------------

ТАБЛИЦА 3

Коэффициент шума приемника (дБ)

	Полоса I	Полоса III	Полосы IV/V
Частота (МГц)	47–68	174–230	470–862
Коэффициент шума приемника	От 7 до 10	От 6 до 10	От 6 до 7

¹ Определения, методы измерения и представления результатов, используемые в Приложении 1, соответствуют стандартам и спецификациям МЭК.

ТАБЛИЦА 4
Усиление антенны (дБд)

	Полоса I	Полоса III	Полоса IV	Полоса V
Частота (МГц)	47–68	174–230	470–582	582–862
Фиксированная антенна на крыше здания	4	От 5 до 7	От 8 до 10	От 9 до 12

ТАБЛИЦА 5
Потери в фидере (дБ)

	Полоса I	Полоса III	Полоса IV	Полоса V
Частота (МГц)	47–68	174–230	470–582	582–862
Фиксированная антенна на крыше здания	1	2	От 3 до 4	От 4 до 5

Приложение 2

Характеристики эталонной приемной системы цифрового наземного телевидения первого поколения для планирования частот²

1 Введение

Характеристики эталонных телевизионных приемных систем первого поколения, приведенные в настоящем Приложении, должны использоваться в качестве основы для планирования частот.

1.1 Определения

Избирательность по соседнему каналу (ACS) – мера способности приемника принимать полезный сигнал на частоте его присвоенного канала в присутствии мешающего сигнала в соседнем канале на данной частоте, смещенной относительно центральной частоты присвоенного канала. Чаще всего она определяется как соотношение между затуханием фильтра в приемнике на частоте соседнего канала и затуханием фильтра в приемнике на частоте присвоенного канала.

Защитное отношение по радиочастоте (PR) – определенная при указанных условиях минимальная величина отношения полезного сигнала к мешающему сигналу на входе приемника, обычно выраженная в децибелах, которая позволяет получить установленное качество приема полезного сигнала на выходе приемника (см. РР (2004 год), Статья 1, пункт 1.170). Обычно PR определяется как функция смещения частоты между средними частотами полезного и мешающего сигнала в широком частотном диапазоне.

² Поскольку технологии приемных систем ЦНТВ быстро развиваются, администрациям предлагается изучать любые положительные изменения параметров планирования, полученные в результате улучшения характеристик приемных систем.

1.2 Характеристики эталонного приемника DVB-T

Номинальные значения параметров эталонной приемной системы DVB-T определены для трех различных режимов приема³:

- режим приема RM1 для фиксированных антенн на крышах зданий;
- режим приема RM2 для портативных устройств вне помещений или мобильных устройств;
- режим приема RM3 для портативных устройств внутри помещений.

В таблицах 6 и 7 приведены эталонные характеристики приемника DVB-T для трех режимов RM для полосы III, растр каналов 7 и 8 МГц соответственно. В таблице 8 приведены эталонные характеристики приемника DVB-T для трех режимов RM для полос IV/V.

Эталонные параметры режимов RM, которые приведены в таблицах 6, 7 и 8, не связаны с конкретным вариантом системы DVB-T или реально существующей сетью DVB-T; они скорее относятся к множеству других реально существующих систем.

ТАБЛИЦА 6
Эталонные характеристики приемника DVB-T для полосы III,
растр каналов 7 МГц

Режим приема	RM1	RM2	RM3
Частота f_r (МГц)	200	200	200
Эквивалентная ширина полосы шума (МГц)	6,66	6,66	6,66
Коэффициент шума приемника (дБ)	7	7	7
Входная мощность шума приемника (дБВт)	-128,7	-128,7	-128,7
Эталонное отношение РЧ-сигнал/шум C/N (дБ)	21	19	17
Минимальная входная мощность сигнала приемника (дБВт)	-107,7	-109,7	-111,7
Минимальное эквивалентное входное напряжение приемника, 75 Ом (дБ(мкВ))	31	29	27
Минимальная эталонная напряженность поля $(E_{min})_{ref}$ (дБ(мкВ/м)) на частоте $f_r = 200$ МГц	38,5	43,5	41,5
ACS (дБ)	См. Примечание, ниже		

ПРИМЕЧАНИЕ. – Информация по расчету значений избирательности в соседних каналах (ACS) для приемников DVB-T приведена в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1368-10.

³ Данные режимы приема эквивалентны эталонным конфигурациям планирования для режимов приема: фиксированные антенны на крышах зданий, переносные/мобильные устройства вне помещений и переносные устройства внутри помещений, как указано в Соглашении GE06.

ТАБЛИЦА 7

Эталонные характеристики приемника DVB-T для полосы III, растр каналов 8 МГц

Режим приема	RM1	RM2	RM3
Частота f_r (МГц)	200	200	200
Эквивалентная ширина полосы шума (МГц)	7,61	7,61	7,61
Коэффициент шума приемника (дБ)	7	7	7
Входная мощность шума приемника (дБВт)	-128,2	-128,2	-128,2
Отношение РЧ-сигнал/шум Эталонное значение C/N (дБ)	21	19	17
Минимальная входная мощность сигнала приемника (дБВт)	-107,2	-109,2	-111,2
Минимальное эквивалентное входное напряжение приемника, 75 Ом (дБ(мкВ))	31,5	29,5	27,5
Минимальная эталонная напряженность поля $(E_{min})_{ref}$ (дБ(мкВ/м)) на частоте $f_r = 200$ МГц	39	44	42
ACS (дБ)	См. Примечание, ниже		

ПРИМЕЧАНИЕ. – Информация по расчету значений ACS для приемников DVB-T приведена в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1368-10.

ТАБЛИЦА 8

Эталонные характеристики приемника DVB-T для полосы IV/V, растр каналов 8 МГц

Режим приема	RM1	RM2	RM3
Частота f_r (МГц)	650	650	650
Эквивалентная ширина полосы шума (МГц)	7,61	7,61	7,61
Коэффициент шума приемника (дБ)	7	7	7
Входная мощность шума приемника (дБВт)	-128,2	-128,2	-128,2
Эталонное отношение РЧ-сигнал/шум C/N (дБ)	21	19	17
Минимальная входная мощность сигнала приемника (дБВт)	-107,2	-109,2	-111,2
Минимальное эквивалентное входное напряжение приемника, 75 Ом (дБ(мкВ))	31,5	29,5	27,5
Минимальная эталонная напряженность поля $(E_{min})_{ref}$ (дБ(мкВ/м)) на частоте $f_r = 650$ МГц	47	52	50
ACS (дБ)	См. Примечание, ниже		

ПРИМЕЧАНИЕ. – Информация по расчету значений ACS для приемников DVB-T приведена в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1368-10.

Формула для расчета минимальной напряженности поля приведена в Прилагаемом документе 1 к Приложению 2 Рекомендации МСЭ-R ВТ.1368. Для других частот в эталонные значения минимальной напряженности поля в приведенных выше таблицах 6 и 7 должны вноситься поправки путем прибавления корректирующего коэффициента, который определяется согласно следующему правилу:

$$(E_{\min})_{ref}(f) = (E_{\min})_{ref}(f_r) + 20 \log_{10}(f/f_r),$$

где f – фактическая частота, а f_r – эталонная частота соответствующей полосы, указанной в таблице.

Дополнительные параметры планирования, в том числе значения C/N , коэффициенты защиты и пороговые значения перегрузки для конкретных вариантов систем DVB-T приведены в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1368.

Некоторые параметры, относящиеся к приемной системе DVB-T, представлены ниже, в таблицах 9 и 10. В Приложении 1 приведены типовые характеристики приемника, применимые к любым цифровым наземным телевизионным системам при планировании частот.

ТАБЛИЦА 9
Усиление антенны (дБд)

	Полоса III	Полоса IV	Полоса V
Частота (МГц)	174–230	470–582	582–862
Фиксированная антенна на крыше здания	7	10	12
Портативные/мобильные устройства	-2,2	0	0

ТАБЛИЦА 10
Потери в фидере (дБ)

	Band III	Band IV	Band V
Частота (МГц)	174–230	470–582	582–862
Фиксированная антенна на крыше здания	2	3	5

1.3 Характеристики эталонного приемника системы А (ATSC)⁴

Номинальные значения для параметров эталонной приемной системы Комитета по передовым телевизионным системам (ATSC) (системы А) с шириной полосы 6 МГц приведены в следующих разделах – в таблицах 11–15.

Значения для эталонного приемника, приведенные в следующих разделах, приводятся как обеспечивающие надежный прием и могут отличаться от критериев защиты для планирования и распределения каналов, приведенных в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1368.

⁴ Под системой А понимается система цифрового наземного телевизионного вещания первого поколения, определенная в стандарте цифрового телевидения ATSC A/53-2007, неофициально называемом ATSC-1.0.

1.3.1 Радиочастотные характеристики

В таблице 11 приведены основные радиочастотные характеристики систем.

ТАБЛИЦА 11

Радиочастотные характеристики эталонной приемной системы ATSC 6 МГц

Параметр	Номинальное значение
Диапазоны частот (МГц)	47–68, 174–216, 470–806
Эквивалентная ширина полосы шума (МГц)	6
Минимальный коэффициент ошибок по битам (BER) для приема	3×10^{-6}
Максимальная чувствительность приемника (дБм)	–83
Минимальная перегрузка приемника (дБм)	–5
Минимальное отношение S/N (дБ)	15,19
Минимальная характеристика продолжительности шумового импульса	165 мкс на частоте повторения 10 Гц

1.3.2 Защита по совмещенному каналу

В таблице 12 приведены минимальные защитные отношения для подавления помех в совмещенном канале на уровне слабого полезного сигнала ATSC (–68 дБм) и на уровне умеренно полезного сигнала ATSC (–53 дБм) на входе приемника. Следует отметить, что для помех, создаваемых цифровыми телевизионными сигналами ATSC, требуются разные отношения, в отличие от помех аналогового телевидения (*Национальный комитет по телевидению (NTSC)*).

ТАБЛИЦА 12

Защитные отношения по совмещенному каналу для эталонной приемной системы ATSC 6 МГц, подвергающейся воздействию помех, создаваемых цифровым сигналом ATSC 6 МГц или аналоговым сигналом NTSC

Тип помехи	Отношение полезных/нежелательных сигналов в совмещенном канале (дБ)	
	Слабый полезный сигнал ATSC (–68 дБм)	Умеренный полезный сигнал ATSC (–53 дБм)
Помеха ATSC сигналу ATSC	+15,5	+15,5
Помеха NTSC сигналу ATSC	+2,5	+2,5

ПРИМЕЧАНИЕ. – Для всех сигналов ATSC указана средняя мощность; для всех сигналов NTSC указана пиковая мощность.

1.3.3 Защитные отношения в первом соседнем канале

В таблице 13 приведены минимальные защитные отношения для подавления помех в первом соседнем канале на различных уровнях полезных сигналов на входе приемника. Следует отметить, что значения защитных отношений для помех DTV сигналу DTV, приведенные в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1368, составляют -28 и -26 дБ для помех по верхнему и нижнему соседним каналам соответственно. Эти защитные отношения рассчитываются исходя из недифференцируемых асимметричных помех передатчика в первом соседнем канале. В настоящей Рекомендации используется значение -27 дБ и добавляется запас в 6 дБ, в результате чего значение увеличивается до -33 дБ. Запас добавляется, чтобы учесть совершенствование технологии передачи DTV.

ТАБЛИЦА 13

Защитные отношения в первом соседнем канале для эталонной приемной системы ATSC 6 МГц от сигнала помехи 6 МГц (цифрового или аналогового) в нижнем ($N - 1$) или верхнем ($N + 1$) соседних каналах при заданных средних уровнях мощности полезного сигнала на входе приемника

Тип помехи	Отношение полезных/нежелательных сигналов в соседнем канале (дБ)		
	Слабый полезный сигнал (-68 дБм)	Умеренный полезный сигнал (-53 дБм)	Сильный полезный сигнал (-28 дБм)
Помеха ATSC нижнего диапазона сигналу ATSC ($N - 1$)	-33	-33	-20
Помеха ATSC верхнего диапазона сигналу ATSC ($N + 1$)	-33	-33	-20
Помеха NTSC нижнего диапазона сигналу ATSC ($N - 1$)	-40	-35	-26
Помеха NTSC верхнего диапазона сигналу ATSC ($N + 1$)	-40	-35	-26

ПРИМЕЧАНИЕ. – Для всех сигналов NTSC указана пиковая мощность; для всех сигналов ATSC указана средняя мощность.

1.3.4 Защитные отношения в нескольких соседних каналах

Защитные отношения в нескольких соседних каналах для эталонной приемной системы ATSC 6 МГц от сигнала помехи 6 МГц (цифрового или аналогового) в нескольких соседних каналах, от $N \pm 2$ до $N \pm 15$, при заданных средних уровнях мощности полезного сигнала на входе приемника, приведены в таблице 5 Рекомендации МСЭ-R ВТ.1368.

Наличие нескольких источников помех в разных соседних каналах существенно влияет на защитные отношения соседнего канала для эталонной приемной системы ATSC 6 МГц. Сочетания нежелательных сигналов могут вызывать помехи в полезном канале. Например, если полезным является канал N , то сочетание сигналов в каналах $N + K$ и $N + 2K$ (или $N - K$ и $N - 2K$), где K – целое число в пределах от 1 до 10, может вызвать помехи в полезном канале N . Отношение полезного сигнала к паре нежелательных мешающих сигналов на входе приемника представляет защитное отношение, необходимое для обеспечения приема. В таблице 14 приведены защитные отношения для эталонной приемной системы ATSC 6 МГц при наличии пары мешающих сигналов, имеющих равную мощность.

ТАБЛИЦА 14

Защитные отношения (дБ) для сигнала ATSC 6 МГц (полезный канал N) при воздействии помех, создаваемых двумя сигналами ATSC 6 МГц (нежелательными), имеющими равную мощность, в нескольких соседних каналах, $N + K$ и $N + 2K$ (или $N - K$ и $N - 2K$), где $K = 2, 3, \dots, 10$, при заданных средних уровнях мощности полезного сигнала на входе приемника

Тип помехи	Отношение уровня полезного сигнала к уровню каждого нежелательного сигнала (дБ)		
	Очень слабый полезный сигнал ATSC (-78 дБм)	Очень слабый полезный сигнал ATSC (-78 дБм)	Очень слабый полезный сигнал ATSC (-78 дБм)
$N + 1$ и $N + 2$ ($N - 1$ и $N - 2$)	-30,0	-31,5	-30,5
$N + 2$ и $N + 4$ ($N - 2$ и $N - 4$)	-38,2	-37,6	-35,1
$N + 3$ и $N + 6$ ($N - 3$ и $N - 6$)	-42,2	-38,8	-35,2
$N + 4$ и $N + 8$ ($N - 4$ и $N - 8$)	-41,6	-38,9	-35,8
$N + 5$ и $N + 10$ ($N - 5$ и $N - 10$)	-40,8	-40,8	-37,1
$N + 6$ и $N + 12$ ($N - 6$ и $N - 12$)	-44,3	-42,7	-37,7
$N + 7$ и $N + 14$ ($N - 7$ и $N - 14$)	-47,7	-43,4	-38,1
$N + 8$ и $N + 16$ ($N - 8$ и $N - 16$)	-52,3	-44,2	-39,4
$N + 9$ и $N + 18$ ($N - 9$ и $N - 18$)	-48,8	-43,2	-38,7
$N + 10$ и $N + 20$ ($N - 10$ и $N - 20$)	-50,9	-43,6	-37,3

1.3.5 Избирательность по соседнему каналу

Избирательность по соседнему каналу (ACS) выражается в децибелах и может быть рассчитана в соответствии с Рекомендацией МСЭ-T ВТ.1368 следующим образом:

$$ACS \text{ (дБ)} = -10 \log \left(10^{-\frac{ACIR \text{ (дБ)}}{10}} - 10^{-\frac{ACLR \text{ (дБ)}}{10}} \right), \quad (1)$$

где:

ACIR: коэффициент помех по соседнему каналу;

ACLR: коэффициент утечки мощности мешающего сигнала в соседний канал.

Следует отметить, что:

$$ACIR \text{ (дБ)} = PR_{co-ch} \text{ (дБ)} - PR_{adj-ch} \text{ (дБ)},$$

где:

PR_{co-ch} (дБ): защитное отношение по совмещенному каналу приемника;

PR_{adj-ch} (дБ): защитное отношение по соседнему каналу приемника.

1.3.6 Импульсная характеристика канала

Расчетные значения импульсной характеристики канала для эталонного приемника ATSC 6 МГц находятся в диапазоне от -30 мкс (опережающее эхо) до $+40$ мкс (запаздывающее эхо), при этом амплитуды уменьшаются по мере перемещения. В таблице 15 описана величина профиля импульсной характеристики канала приемника в статическом или квазистатическом состоянии в присутствии одиночного статического эхо-сигнала. Приемник должен быть нечувствителен к фазе одиночного эхо-сигнала. Квазистатическое состояние представляет собой сдвиг фазы, использующий медленный доплеровский сдвиг величиной $0,05$ Гц.

ТАБЛИЦА 15

Максимальная величина профиля импульсной характеристики канала для эталонной приемной системы ATSC 6 МГц в присутствии одиночного статического эхо-сигнала с различной величиной задержки

Задержка эхо-сигнала (мкс)	Амплитуда (дБ)
-40,0	-15
-30,0	-7
-20,0	-7
-15,0	-5
-10,0	-3
-5,0	-0,5
+5,0	-0,5
+10,0	-1
+15,0	-1
+20,0	-2
+30,0	-3
+40,0	-4
+50,0	-15

Помимо одиночных статических эхо-сигналов, приведенных в таблице 15, эксплуатация эталонной приемной системы ATSC 6 МГц предполагается в более сложных динамических условиях. Серия групп из нескольких динамических эхо-сигналов в лабораторных условиях и реальные группы полей определены в справочном документе ATSC Recommended Practice, A/74⁵.

⁵ ATSC Recommended Practice: Receiver Performance Guidelines. Документ A/74:2010, Комитет по передовым телевизионным системам, Вашингтон, 7 апреля 2010 года.
http://www.atsc.org/cms/standards/a_74-2010.pdf

1.3.7 Факторы планирования для приема сигналов ATSC

ТАБЛИЦА 16

Факторы планирования для приема сигналов ATSC с использованием системы А (ATSC)

Параметры	Символ	Нижняя часть ОВЧ	Верхняя часть ОВЧ	УВЧ
Частота (МГц)	F	47–68	174–216	470–806
Дипольный коэффициент (дБм к дБмкВ/м)	K_d	–111,8	–120,8	–130,8
Регулировка дипольного коэффициента	K_a	0	0	См. Примечание
Тепловой шум (дБм)	N_t	–106,2	–106,2	–106,2
Усиление антенны (дБд)	G	4	6	10
Потери в кабеле загрузки (дБ)	L	1	2	4
Коэффициент шума приемника (дБ)	N_s	10	10	7
Требуемое отношение сигнал/шум (дБ)	S/N	15,19	15,19	15,19
Коэффициент направленности антенны в заднем полупространстве (цифровой сигнал, ATSC)		10	12	14
Коэффициент направленности антенны в заднем полупространстве (аналоговый сигнал, NTSC)		6	6	6

ПРИМЕЧАНИЕ. – В процессе настройки $K_a = 20 \log (615/(\text{средняя частота канала}))$ прибавляется к K_d в целях учета более высоких значений напряженности поля, требуемых на верхних частотах УВЧ, и более низких значений напряженности поля, требуемых на нижних частотах УВЧ.

Определяющая минимальная напряженность поля для покрытия ATSC может быть получена на основе значений, указанных в таблице 16, и следующего уравнения:

$$\text{Напряженность поля (дБмкВ/м)} = S/N + N_t + N_s + L - G - K_d - K_a. \quad (2)$$

1.4 Характеристики эталонной приемной системы ISDB-T

1.4.1 Характеристики приемника

Значения параметров эталонного приемника наземных интегрированных служб цифрового радиовещания (ISDB-T), работающих в полосе III, полосе IV и полосе V, приведены в таблице 17.

Значения, приведенные в таблице, действуют для приемников, используемых в исследованиях по планированию.

Определены характеристики приемника для одночастотной сети, пример которой приведен на рисунке 2 в виде маски защитного интервала⁶.

⁶ Подробное описание приведено в Отчете МСЭ-R ВТ.2209.

ТАБЛИЦА 17

Характеристики эталонного приемника ISDB-T для планирования ЦНТВ

Параметры		Значения		
Эквивалентная ширина полосы шума b (МГц)		5,57	6,5	7,43
Коэффициент шума приемника F (дБ)		7	7	7
Входное напряжение шума приемника (дБмкВ) при 75 Ом и 290 К		9,2	9,9	10,5
Эталонное значение C/N (дБ) ⁽¹⁾		20,1	20,1	20,1
Минимальное входное напряжение приемника V_{\min} (дБмкВ) ⁽¹⁾		29,3	30,0	30,6
Порог перегрузки приемника (дБмкВ) (все сигналы) ⁽²⁾		109	109	109
Шум с пропорциональной амплитудой (APN) (относительно амплитуды входного сигнала) (дБ) ⁽³⁾		-35	-35	-35
Интерполяционный фильтр, используемый для восстановления несущей (характеристики временной области (мкс)) ⁽⁴⁾	С плоской характеристикой	От -126 до 126	От -108 до 108	От -94,5 до 94,5
	Переходный	От -168 до -126 и от 126 до 168	От -144 до -108 и от 108 до 144	От -126 до -94,5 и от 94,5 до 126
Допустимая настройка окна БПФ (мкс) ⁽⁵⁾		6	5,1	4,5

(1) Значения соответствуют варианту системы 64-QAM-FEC 3/4 и условиям приема, соответствующим фиксированным антеннам. Значения для других вариантов систем или условий приема будут иными. Более подробная информация приведена в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1368.

(2) Порог перегрузки приемника (все сигналы) определен как допустимый предел входного напряжения приемника.

(3) APN – это шум, амплитуда которого эквивалентно возрастает или снижается пропорционально уровню входного сигнала приемника и выражается значением относительно уровня входного сигнала. Подробное описание приведено в Отчете МСЭ-R ВТ.2209.

(4) Система ISDB-T передает разнесенные контрольные сигналы (SP), содержащие информацию об эталонной несущей на каждой из трех несущих OFDM, поэтому приемнику необходимо восстанавливать другие несущие, которые не являются сигналами SP. Для этого восстановления применяется интерполяционный фильтр. Значения приведены для варианта системы режим 3 (БПФ 8к). Значения для режима 2 (БПФ 4к) делятся на два, а значения для режима 1 (БПФ 2к) делятся на четыре. Более подробная информация приведена в Отчете МСЭ-R ВТ.2209.

(5) В условиях одночастотных сетей при помощи нескольких измерений приемник устанавливает свое окно БПФ в наилучшую позицию. Хотя диапазон настроек положения окна БПФ теоретически равен $\pm GI/2$ (где GI обозначает длительность интервала защиты), для аппаратной части приемника должны быть установлены некоторые допуски относительно данной позиции. Более подробная информация приведена в Отчете МСЭ-R ВТ.2209.

ТАБЛИЦА 18

**Устойчивость эталонного приемника ISDB-T к сильным помеховым сигналам⁽¹⁾
для планирования ЦНТВ**

Параметры	Значения ⁽²⁾		
	6 МГц	7 МГц	8 МГц
Номинальная ширина полосы канала	6 МГц	7 МГц	8 МГц
1-й соседний канал	-30 дБ ⁽³⁾	-30 дБ ⁽³⁾	-30 дБ ⁽³⁾
2-й соседний канал	-45 дБ	-45 дБ	-45 дБ
3-й соседний канал	-50 дБ	-50 дБ	-50 дБ
4-й и верхние соседние каналы	-55 дБ	-55 дБ	-55 дБ

- (1) Устойчивость к сильным помеховым сигналам – способность приемника принимать полезный сигнал при наличии сильного мешающего сигнала, выраженная как отношение уровня полезного сигнала к уровню мешающего сигнала.
- (2) Значения определены для спектра утечки мешающего сигнала, удовлетворяющего маске спектрального предела для критичного излучения, которая описана в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1206. Значения для других системных вариантов указаны в Отчете МСЭ-R ВТ.2209.
- (3) Значение -35 дБ применяется для мешающего сигнала без спектра утечки.

РИСУНОК 1

Характеристики отношения полезный сигнал/помеха для 1-го соседнего канала без спектра утечки мощности мешающего сигнала для системного варианта 64-QAM-FEC 3/4

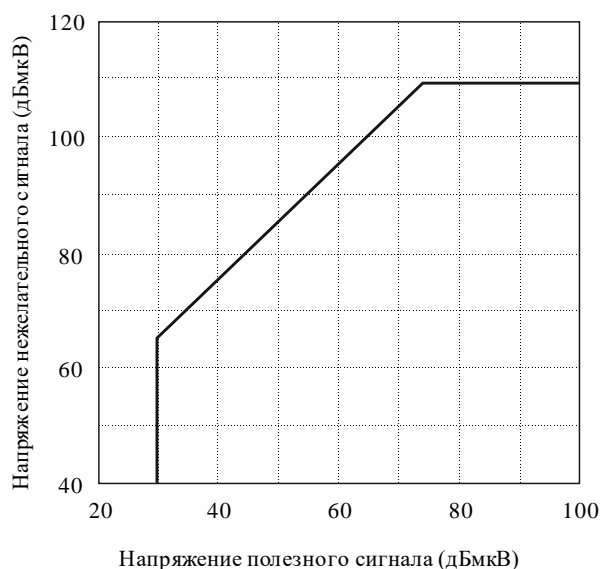
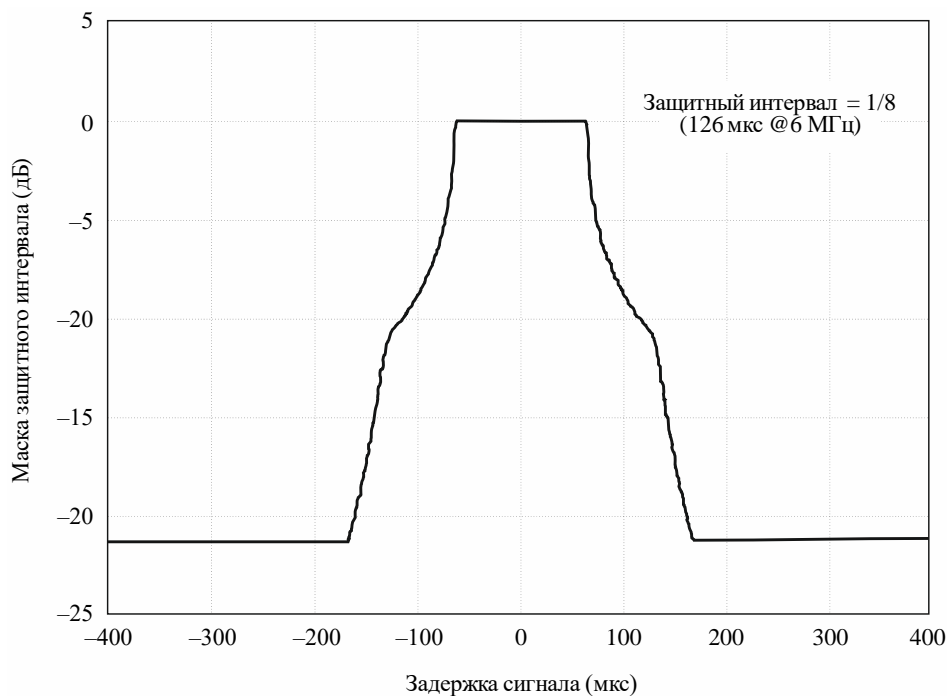


РИСУНОК 2

Характеристики маски защитного интервала для частоты 6 МГц
 (@GI = 1/8, 64-QAM-FEC 3/4)⁷



ВТ.2036-02

1.4.2 Характеристики системы приемных антенн

Усиление и потери в кабеле для эталонной приемной антенны, применяемые при исследовательском планировании, приведены в Приложении 1. В зависимости от условий приема могут применяться значения, которые отличаются от перечисленных в Приложении 1.

Приложение 3

Характеристики эталонной приемной системы цифрового наземного телевидения второго поколения для планирования частот⁸

1 Введение

Характеристики эталонных телевизионных приемных систем второго поколения, приведенные в настоящем Приложении, должны использоваться в качестве основы для планирования частот.

⁷ Метод получения характеристик маски защитного интервала подробно описан в Отчете МСЭ-R ВТ.2209. Характеристики зависят от используемого варианта системы.

⁸ Поскольку технологии приемных систем ЦНТВ быстро развиваются, администрациям предлагается изучать любые положительные изменения параметров планирования, полученные в результате улучшения характеристик приемных систем.

1.1 Характеристики эталонного приемника DVB-T2

Номинальные значения параметров эталонной приемной системы наземного цифрового телевизионного вещания второго поколения (DVB-T2) определены для четырех различных режимов приема. Режимы приема:

- режим приема RM1 для фиксированных антенн на крышах зданий;
- режимы приема RM2a для переносных устройств вне помещений и RM2b для мобильных устройств. Значения для мобильных устройств будут включены на более позднем этапе при проведении дополнительных измерений в системе DVB-T2 для данного режима приема;
- режим приема RM3 для портативных устройств внутри помещений.

Номинальные значения параметров эталонной приемной системы DVB-T2 приведены в таблицах 19 и 20, растры каналов 7 и 8 МГц соответственно. В таблице 21 приведены характеристики эталонного приемника DVB-T для полос IV/V.

Эталонные параметры режимов RM, которые приведены в таблицах 19–21, не связаны с конкретным вариантом системы DVB-T2 или реальной эксплуатацией сети DVB-T2; они скорее относятся к множеству других реально существующих систем.

ТАБЛИЦА 19

Эталонные характеристики приемника DVB-T2 для полосы III,
растр каналов 7 МГц

Режим приема	RM1	RM2a	RM2b	RM3
Частота f_r (МГц)	200	200	200	200
Эквивалентная ширина полосы шума (МГц)	6,66	6,66	6,66	6,66
Коэффициент шума приемника (дБ)	6	6	ТВС	6
Входная мощность шума приемника (дБВт)	-129,7	-129,7	ТВС	-129,7
Отношение РЧ-сигнал/шум Эталонное значение C/N (дБ)	20	18	ТВС	18
Минимальная входная мощность сигнала приемника (дБВт)	-109,7	-111,7	ТВС	-111,7
Минимальное эквивалентное входное напряжение приемника, 75 Ом (дБ(мкВ))	29	27	ТВС	27
Минимальная эталонная напряженность поля ($E_{\min})_{ref}$ ((дБ(мкВ/м)) на частоте $f_r = 200$ МГц)	36,5	41,5	ТВС	41,5
ACS (дБ)	См. Примечание, ниже			

ПРИМЕЧАНИЕ. – Информация по расчету значений ACS для приемников DVB-T2 приведена в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2033.

ТАБЛИЦА 20

**Эталонные характеристики приемника DVB-T2 для полосы III,
растр каналов 8 МГц**

Режим приема	RM1	RM2a	RM2b	RM3
Частота f_r (МГц)	200	200	200	200
Эквивалентная ширина полосы шума (МГц)	7,77	7,77	7,77	7,77
Коэффициент шума приемника (дБ)	6	6	ТВС	6
Входная мощность шума приемника (дБВт)	-129	-129	ТВС	-129
Отношение РЧ-сигнал/шум Эталонное значение C/N (дБ)	20	18	ТВС	18
Минимальная входная мощность сигнала приемника (дБВт)	-109	-111	ТВС	-111
Минимальное эквивалентное входное напряжение приемника, 75 Ом (дБ(мкВ))	29,75	27,75	ТВС	27,75
Минимальная эталонная напряженность поля $(E_{min})_{ref}$ (дБ(мкВ/м)) на частоте $f_r = 200$ МГц	37	42,5	ТВС	42,5
ACS (дБ)	См. Примечание, ниже			

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Информация по расчету значений ACS для приемников DVB-T2 приведена в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2033.

ТАБЛИЦА 21

Эталонные характеристики приемника DVB-T2 для полосы IV/V

Режим приема	RM1	RM2a	RM2b	RM3
Частота f_r (МГц)	650	650	650	650
Эквивалентная ширина полосы шума (МГц)	7,77	7,77	7,77	7,77
Коэффициент шума приемника (дБ)	6	6	ТВС	6
Входная мощность шума приемника (дБВт)	-129	-129	ТВС	-129
Отношение РЧ-сигнал/шум Эталонное значение C/N (дБ)	20	18	ТВС	18
Минимальная входная мощность сигнала приемника (дБВт)	-109	-111	ТВС	-111
Минимальное эквивалентное входное напряжение приемника, 75 Ом (дБ(мкВ))	29,7	27,7	ТВС	27,75
Минимальная эталонная напряженность поля $(E_{min})_{ref}$ (дБ(мкВ/м)) на частоте $f_r = 650$ МГц	45,5	50,5	ТВС	50,5
ACS (дБ)	См. Примечание, ниже			

ПРИМЕЧАНИЕ. – Информация по расчету значений ACS для приемников DVB-T2 приведена в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2033.

Формула для расчета минимальной напряженности поля приведена в Приложении 1 к Отчету МСЭ-R ВТ.2254. Для других частот в номинальные значения минимальной напряженности поля в приведенных выше таблицах 17 и 18 вносятся поправки путем прибавления корректирующего коэффициента, который определяется согласно следующему правилу:

$$(E_{\min})_{ref}(f) = (E_{\min})_{ref}(f_r) + 20 \log_{10} (f/f_r),$$

где f – фактическая частота, а f_r – номинальная частота соответствующей полосы, указанной в таблице.

Информация о частоте и планировании сетей системы DVB-T2, в том числе значения C/N , коэффициенты защиты и пороговые значения перегрузки для конкретных вариантов систем DVB-T2 приведены в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2033.

Ряд параметров, относящихся к приемной системе DVB-T2, представлены ниже – в таблицах 22 и 23. В Приложении 1 приведены типовые характеристики приемника, применимые к любым цифровым наземным телевизионным системам при планировании частот.

ТАБЛИЦА 22

Усиление антенны (дБд)

	Полоса III	Полоса IV	Полоса V
Частота (МГц)	174–230	470–582	582–862
Фиксированная антенна на крыше здания	7	10	12
Портативные/мобильные устройства	-2,2	0	0

ТАБЛИЦА 23

Потери в фидере (дБ)

	Полоса III	Полоса IV	Полоса V	Режим приема
Частота (МГц)	174–230	470–582	582–862	
Фиксированная антенна на крыше здания	2	3	5	Фиксированная антенна на крыше здания

1.2 Характеристики эталонного приемника ATSC 3.0⁹

В приведенной ниже таблице 24 указаны эталонные характеристики для приемника ATSC 3.0 для трех различных режимов приема: внутри помещений в городской зоне, внутри помещений в пригородной зоне и на квазиоткрытом пространстве/в сельской местности¹⁰. Параметры ATSC 3.0: 16-QAM, код LDPC со скоростью кодирования 2/15, БПФ 8К.

⁹ ATSC 3.0 определяется в стандарте цифрового телевидения ATSC A/300-2019 и входящих в его состав стандартах.

¹⁰ Режимы приема соответствуют модели потерь при распространении Хата, как описано в стандарте ETSI TR 143 030 V9.0.0, Приложение В, и других документах. Режим приема на квазиоткрытом пространстве/в сельской местности аналогичен режиму приема RM2, описанному в разделе 1.2 данного документа, а режим приема внутри помещений – режиму RM3.

ТАБЛИЦА 24

Эталонные характеристики приемника ATSC 3.0, канал 8 МГц

Режим приема	Внутри помещения в городской зоне	Внутри помещения в пригородной зоне	Квазиоткрытое пространство/ сельская местность
Частота f_r (МГц)	700	700	700
Эквивалентная ширина полосы шума (МГц)	7,78	7,78	7,78
Коэффициент шума приемника (дБ)	7	7	7
Входная мощность шума приемника (дБВт)	-128	-128	-128
Отношение РЧ-сигнал/шум Эталонное значение C/N (дБ)	1,0	1,0	1,0
Минимальная входная мощность сигнала приемника (дБВт)	-127	-127	-127
Минимальная эталонная напряженность поля ($E_{min})_{ref}$ (дБ(мкВ/м)) на частоте $f_r = 700$ МГц	46,1	44,1	44,1

В приведенной ниже таблице 25 указаны эталонные характеристики для приемника ATSC 3.0 в случае использования внешней/наружной антенны, установленной на высоте 10 м, при применении модели райсовского канала. Параметры ATSC 3.0: 64-QAM, код LDPC со скоростью кодирования 11/15, БПФ 32К.

ТАБЛИЦА 25

Эталонные характеристики приемника ATSC 3.0, канал 6 МГц, наружная антенна

Центральная частота канала (МГц)	69	195	605
Ширина полосы канала (МГц)	6	6	6
Коэффициент шума приемника (дБ)	7,0	7,0	7,0
Эквивалентный шум на входе антенны (дБм)	-89,7	-99,8	-102,6
Минимальное значение C/N (дБ)	16,9	16,9	16,9
Минимальная входная мощность антенны (дБм)	-72,8	-82,9	-85,7
Минимальная требуемая напряженность поля на антенне (дБ(мкВ/м))	39,0	38,0	44,9
Минимальная требуемая напряженность поля на антенне с запасом (дБ(мкВ/м))	41,9	40,8	47,8

В приведенной ниже таблице 26 указаны эталонные характеристики для приемника ATSC 3.0 в случае приема на автомобильную антенну с использованием модели рэлеевского канала. Параметры ATSC 3.0: 16-QAM, код LDPC со скоростью кодирования 5/15, БПФ 16К. Предполагается, что потери на антенном спуске равны потерям в коаксиальном кабеле RG-59 длиной 10 футов (3 м).

ТАБЛИЦА 26

**Эталонные характеристики приемника ATSC 3.0, канал 6 МГц,
прием на автомобильную антенну**

Центральная частота канала (МГц)	69	195	605
Ширина полосы канала (МГц)	6	6	6
Усиление антенны (дБ)	-4,0	-2,0	0,0
Коэффициент шума приемника (дБ)	7,0	7,0	7,0
Эквивалентный шум на входе антенны (дБм)	-88,8	-95,8	-97,9
Минимальное значение C/N (дБ)	7,8	7,8	7,8
Минимальная входная мощность антенны (дБм)	-81,0	-88,0	-90,1
Минимальная требуемая напряженность поля на антенне (дБ(мкВ/м))	30,8	32,8	40,6