

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R ВТ.1368-12
(02/2015)

**Критерии планирования, включая
защитные отношения, для служб
наземного цифрового телевидения
в диапазонах ОВЧ/УВЧ**

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 Приложении 1 к 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, 2017 г.

© ITU 2017

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.1368-12

Критерии планирования, включая защитные отношения, для служб наземного цифрового телевидения в диапазонах ОВЧ/УВЧ

(1998-1998-2000-2002-2004-2005-2006-2007-2009-2011-2013-2014-2015)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации определены критерии планирования для различных методов предоставления услуг наземного цифрового телевидения в диапазонах ОВЧ/УВЧ.

Ключевые слова

ЦНТВ, ATSC, DVB-T, ISDB-T, DTMB, критерии планирования, защитное отношение, пороговый уровень перегрузки

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что были разработаны системы для передачи сигналов служб цифрового наземного телевидения (DTTS) в диапазонах ОВЧ/УВЧ;
- b) что полосы в диапазонах ОВЧ/УВЧ телевизионного вещания все еще заняты аналоговыми телевизионными службами;
- c) что аналоговые телевизионные службы будут использоваться некоторыми администрациями еще в течение продолжительного периода времени;
- d) что наличие совместимых наборов критериев планирования, согласованных администрациями, упрощает планирование служб наземного цифрового телевидения;
- e) что части полос в диапазонах ОВЧ/УВЧ телевизионного вещания используются совместно с другими первичными службами;
- f) что совместное использование частот цифровым наземным телевизионным вещанием (DTTB) и некоторыми другими первичными службами представляет собой ситуацию в развитии;
- g) что защитные отношения, установленные для защиты цифрового наземного телевидения, должны соответствовать порогу пропадания сигнала,

рекомендует

1 использовать в качестве основы для планирования частот для служб наземного цифрового телевидения соответствующие защитные отношения (PR) и соответствующие минимальные значения напряженности поля, приведенные в Приложениях 1, 2, 3 и 4, а также дополнительную информацию, приведенную в Приложениях 5, 6, 7 и 8.

Введение

В настоящую Рекомендацию включены следующие приложения:

- Приложение 1 – Критерии планирования для систем цифрового телевидения ATSC в диапазонах ОВЧ/УВЧ
- Приложение 2 – Критерии планирования для систем цифрового телевидения DVB-T в диапазонах ОВЧ/УВЧ
- Приложение 3 – Критерии планирования для систем цифрового телевидения ISDB-T в диапазонах ОВЧ/УВЧ
- Приложение 4 – Критерии планирования для систем цифрового наземного телевидения DTMB в диапазонах ОВЧ/УВЧ
- Приложение 5 – Другие факторы планирования

Приложение 6 – Метод субъективного сравнения (SCM) с эталонным источником помех при оценке защитных отношений для аналоговых телевизионных систем

Приложение 7 – Методы оценки местонахождения неисправности

Приложение 8 – Тропосферные и непрерывные помехи

Общие положения

Защитное РЧ отношение представляет собой минимальное значение отношения полезного сигнала к мешающему сигналу на входе приемника, обычно выраженное в децибелах.

Эталонный уровень цифрового сигнала определяется как среднеквадратичное значение мощности излучаемого сигнала в полосе канала. Его предпочтительно измерять тепловым ваттметром. Исторически сложилось так, что защитные отношения для полезных цифровых сигналов измерялись при мощности на входе приемника -60 дБм. Там, где это возможно, защитные отношения для систем цифрового ТВ выводятся из измерений, проведенных с использованием сигналов с различным уровнем.

Эталонный уровень аналогового модулированного видеосигнала определяется как среднеквадратичное значение видеонесущей в точках, соответствующих пикам огибающей модулированного сигнала. Все значения защитных отношений для полезных аналоговых сигналов измеряются при мощности на входе приемника -39 дБм (70 дБ(мкВ) при 75 Ом).

1 Системы цифрового наземного телевидения с полезным сигналом

Защитные отношения для систем цифрового наземного телевидения применяются как к непрерывным, так и к тропосферным помехам. Защитные отношения относятся к центральной частоте системы цифрового наземного телевидения с полезным сигналом.

Поскольку цифровой телевизионный приемник должен успешно функционировать в присутствии сильных аналоговых сигналов в соседних каналах, требуется высокий уровень линейности входных характеристик приемника.

Защитные отношения для систем цифрового наземного телевидения, которые выступают в качестве мешающих, такие же, как и в том случае, когда полезный и мешающий сигналы не синхронизированы и/или исходят из разных программных источников. Результаты, относящиеся к одночастотным сетям (ОЧС), пока еще не получены, в качестве первоначального критерия могут использоваться простые расчеты суммы агрегированной мощности с учетом передающих станций и трасс распространения для каждого передатчика.

Для системы цифрового наземного телевидения ATSC защитные отношения измеряются при значениях коэффициента ошибок по битам (КОБ) $= 3 \times 10^{-6}$ на входе демультимплексора MPEG-2.

Для систем цифрового наземного телевидения (наземное цифровое телевизионное вещание (DVB-T) и наземное цифровое радиовещание с интеграцией служб (ISDB-T)) защитные отношения измеряются между внутренним и внешним кодами до декодирования по Риду-Соломону для КОБ $= 2 \times 10^{-4}$; это соответствует значению КОБ $< 1 \times 10^{-11}$ на входе демультимплексора MPEG-2. Для бытовых приемников может оказаться невозможным измерить КОБ перед декодированием Рида-Соломона. Значение КОБ для таких случаев изучается.

Для цифрового телевизионного наземного мультимедийного вещания (DTMB) защитные отношения измеряются на выходе вещательного канала, при значениях КОБ $= 3 \times 10^{-6}$ на входе демультимплексора.

Для уменьшения числа измерений и таблиц было предложено измерять защитные отношения для систем DVB-T в следующих трех предпочтительных режимах, показанных в таблице 1. Значения защитных отношений для различных требуемых рабочих режимов в случае приема на фиксированное, переносное или подвижное оборудование можно рассчитать, используя приведенные измеренные значения. Табличные значения для каналов с различным качеством приема, от гауссовского до райсовского и затем до рэлеевского канала, приведены в таблице 50, п. 4 Приложения 2.

ТАБЛИЦА 1

Предлагаемые предпочтительные режимы измерения защитных отношений для DVB-T

Модуляция	Кодовая скорость	$C/N^{(1)}$ (дБ)	Битовая скорость ⁽²⁾ (Мбит/с)
QPSK	2/3	6,9	≈ 7
16-QAM	2/3	13,1	≈ 13
64-QAM	2/3	18,7	≈ 20

⁽¹⁾ Значения приведены для гауссовского канала (включая типичный запас на реализацию) для $КОБ < 1 \times 10^{-11}$.

⁽²⁾ Для защитного интервала, равного 1/4.

Чтобы уменьшить количество измерений и таблиц, предполагается, что измерения защитных отношений для систем DTMБ предпочтительнее делать в одиннадцати режимах, приведенных ниже в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2

Предлагаемые предпочтительные режимы для измерений защитных отношений в случае DTMБ

Модуляция	Кодовая скорость	$C/N^{(1)}$ (дБ)	Битовая скорость ⁽²⁾ (Мбит/с)
4-QAM	0,4	2,5	5,414
16-QAM	0,4	8,0	10,829
64-QAM	0,4	14,0	16,243
4-QAM	0,6	4,5	8,122
16-QAM	0,6	11,0	16,243
64-QAM	0,6	17,0	24,365
4-QAM-NR	0,8	2,5	5,414
4-QAM	0,8	7,0	10,829
16-QAM	0,8	14,0	21,658
32-QAM	0,8	16,0	27,072
64-QAM	0,8	22,0	32,486

⁽¹⁾ Значения приведены для гауссовского канала на выходе вещательного канала для $КОБ < 3 \times 10^{-6}$.

⁽²⁾ Для защитного интервала, равного 1/9, и ширины полосы РЧ 8 МГц.

2 Системы аналогового наземного телевидения с полезным сигналом

Измерения защитных отношений для видеосигнала системы аналогового наземного телевидения с полезным сигналом лучше всего проводить с помощью метода субъективного сравнения с применением эталонного источника синусоидальных помех, как это описано в Приложении 6.

Значения таких защитных отношений применяются к помехам, исходящим от одного источника. Если не указано иное, такие отношения применяются к тропосферным помехам (*T*) и во многом совпадают с условием приема со слегка раздражающими искажениями. Такие искажения считаются приемлемыми только в том случае, когда помехи действуют в течение небольшого процента времени, не определенного точно, но обычно находящегося в пределах от 1% до 10%. Для мешающих сигналов, которые не подвержены существенному замиранию, необходимо обеспечить более высокий уровень защиты и следует использовать защитные отношения для непрерывных помех (*C*) (см. Приложение 8).

Если полезным сигналом является аналоговый телевизионный сигнал, то следует рассматривать два или более значений защитных отношений – одно для защитного отношения для видеосигнала, а другие – для защитных отношений для звуковых сигналов. В таком случае следует использовать наиболее жесткое значение.

В связи с нелинейностью воздействия приемника для существенно более сильных полезных входных сигналов могут потребоваться более высокие защитные отношения.

Для систем с 625 строками эталонные уровни искажений – это уровни, соответствующие защитным отношениям по совмещенному каналу в 30 дБ и 40 дБ, когда используется сдвиг строк значением в две трети, см. Рекомендацию МСЭ-R ВТ.655. Такие условия приближаются к баллу 3 по шкале ухудшения качества (помехи слегка раздражающие) и 4 (помехи ощутимые, но не раздражающие) и применяются к тропосферным (*T*) и непрерывным (*C*) помехам, соответственно.

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
1 Системы цифрового наземного телевидения с полезным сигналом.....	2
2 Системы аналогового наземного телевидения с полезным сигналом.....	3
Приложение 1 – Критерии планирования для систем цифрового телевидения ATSC в диапазонах ОВЧ/УВЧ.....	17
1 Защитные отношения для полезных сигналов цифрового наземного телевидения ATSC	17
1.1 Защита сигнала цифрового наземного телевидения ATSC, испытывающего помехи от сигнала цифрового наземного телевидения ATSC.....	17
1.2 Защита цифрового наземного телевидения ATSC, испытывающего помехи от аналогового наземного телевидения.....	18
2 Защитные отношения для полезных сигналов аналогового наземного телевидения, испытывающих помехи от мешающих сигналов цифрового наземного телевидения ATSC.....	19
2.1 Защитные отношения для телевизионных систем с 525 строками.....	19
2.2 Защитные отношения для телевизионных систем с 625 строками.....	20
3 Защитные отношения для звуковых сигналов полезных сигналов аналогового наземного телевидения, испытывающих помехи от мешающих сигналов цифрового наземного телевидения ATSC.....	21
3.1 Защита звуковых сигналов NTSC (система BTSC MTS и SAP), испытывающих помехи от сигнала цифрового телевидения ATSC (см. Примечание 1).....	21
4 Минимальная напряженность поля для наземного цифрового телевидения ATSC.....	22
Прилагаемый документ 1 к Приложению 1 – Вывод значений по методу коэффициента добротности.....	23
Приложение 2 – Критерии планирования для систем цифрового телевидения DVB-T в диапазонах ОВЧ/УВЧ.....	24
1 Защитные отношения для полезных сигналов цифрового наземного телевидения DVB-T.....	24
1.1 Защита сигнала цифрового наземного телевидения DVB-T, испытывающего помехи от сигнала цифрового наземного телевидения DVB-T.....	25
1.2 Защита цифрового наземного телевидения DVB-T, испытывающего помехи от аналогового наземного телевидения.....	28
1.3 Защита сигнала цифрового наземного телевидения DVB-T от непрерывных сигналов (CW) или сигналов ЧМ.....	31
1.4 Защита сигналов цифрового наземного телевидения DVB-T от сигналов T-DAB.....	32
1.5 Защита DVB-T от широкополосных сигналов, помимо сигналов наземного радиовещания.....	33
2 Защитные отношения для полезных сигналов аналогового наземного телевидения, испытывающих помехи от мешающих сигналов цифрового наземного телевидения DVB-T.....	43
2.1 Защитные отношения для телевизионных систем с 625 строками.....	44

3	Защитные отношения звуковых сигналов в составе полезных сигналов аналогового наземного телевидения, испытывающих помехи от мешающих сигналов цифрового наземного телевидения DVB-T	47
3.1	Защита для звуковых сигналов ЧМ, АМ и NICAM аналоговых телевизионных систем, испытывающих помехи от сигналов цифрового наземного телевидения DVB-T	48
4	Поправочные коэффициенты для различных вариантов полезной системы DVB-T и различных условий приема	49
5	Защитные отношения (дБ) для сигнала T-DAB, испытывающего помехи от мешающего сигнала цифрового наземного телевидения	51
6	Минимальная напряженность поля для наземного цифрового телевидения DVB-T, фиксированный прием	51
7	Минимальная медианная напряженность поля при мобильном приеме DVB-T	52
7.1	Необходимое среднее значение C/N для мобильного приема	52
7.2	Коэффициент шума приемника	54
8	Минимальная медианная напряженность поля при приеме сигналов DVB-H на переносное оборудование идущими пользователями внутри и вне помещения, а также при мобильном приеме	54
8.1	Модели каналов для приема на переносное оборудование идущими пользователями внутри и вне помещения	54
8.2	Модель канала при мобильном приеме	56
8.3	Требуемое среднее отношение C/N при приеме на переносное оборудование внутри и вне помещения	56
8.4	Требуемое среднее отношение C/N при приеме на переносное оборудование внутри и вне помещения	57
8.5	Коэффициент шума приемника	58
	Прилагаемый документ 1 к Приложению 2 – Расчет минимальной напряженности поля и минимальной медианной эквивалентной напряженности поля	59
	Прилагаемый документ 2 к Приложению 2	60
	Прилагаемый документ 3 к Приложению 2	65
	Приложение 3 – Критерии планирования для систем цифрового телевидения ISDB-T в диапазонах ОВЧ/УВЧ	65
1	Защитные отношения для полезных сигналов цифрового наземного телевидения ISDBT	65
1.1	Защита сигнала цифрового наземного телевидения ISDB-T, испытывающего помехи от сигналов цифрового телевидения	66
1.2	Защита сигнала цифрового наземного телевидения ISDB-T, испытывающего помехи от сигналов аналогового наземного телевидения	68
2	Защитные отношения для полезных сигналов аналогового наземного телевидения, испытывающих помехи от мешающих сигналов цифрового наземного телевидения ISDB-T	71
2.1	Защитные отношения для телевизионных систем с 525 строками	71
2.2	Защитные отношения для телевизионных систем с 625 строками	72

Стр.

3	Защитные отношения для звуковых сигналов систем аналогового наземного телевидения с полезным сигналом, испытывающих помехи от систем цифрового наземного телевидения ISDB-T с мешающим сигналом.....	72
3.1	Защита звуковых сигналов NTSC, испытывающих помехи от цифровых телевизионных сигналов ISDB-T.....	72
3.2	Защита звуковых сигналов FM систем аналогового телевидения I/PAL и G/PAL, испытывающих помехи от сигнала цифрового наземного телевидения ISDB-T.....	73
4	Защитные отношения и пороговые уровни перегрузки для сигнала ISDB-T 6 МГц, испытывающего помехи от сигнала базовой станции или пользовательского оборудования LTE.....	74
5	Минимальная напряженность поля для наземного цифрового телевидения ISDB-T, фиксированный прием.....	74
6	Минимальная медианная напряженность поля при приеме идущим пользователем внутри и вне помещения сигналов ISDB-T на переносное, а также на мобильное оборудование.....	75
6.1	Модели каналов приема на переносное оборудование идущим пользователем внутри и вне помещения.....	75
6.2	Модель канала при приеме на мобильное оборудование.....	77
6.3	Требуемое среднее отношение C/N при приеме на переносное оборудование внутри и вне помещения.....	77
6.4	Требуемое среднее отношение C/N для мобильного приема.....	78
6.5	Коэффициент шума приемника.....	78
	Прилагаемый документ 1 к Приложению 3 – Расчет минимальной напряженности поля и минимальной медианной эквивалентной напряженности поля.....	79
	Приложение 4 – Критерии планирования для цифровых телевизионных систем DTMB в диапазонах ОВЧ/УВЧ.....	80
1	Защитные отношения для полезных сигналов цифрового наземного телевидения DTMB.....	80
1.1	Защита сигнала DTMB, испытывающего помехи от сигнала DTMB.....	81
1.2	Защита сигнала DTMB, испытывающего помехи от аналогового наземного телевидения.....	83
2	Защитные отношения для полезных сигналов наземного аналогового телевидения, испытывающего помехи от мешающих сигналов DTMB 8 МГц и 6 МГц.....	86
2.1	Защита полезных видеосигналов, испытывающих помехи от сигнала DTMB 8 МГц и 6 МГц.....	86
3	Минимальные значения напряженности поля для фиксированного приема DTMB.....	90
4	Минимальная медианная напряженность поля для мобильного приема DTMB.....	91
4.1	Необходимое среднее значение C/N для мобильного приема.....	91
4.2	Коэффициент шума приемника.....	93
	Прилагаемый документ 1 к Приложению 4 – Расчет минимальной напряженности поля и минимальной медианной эквивалентной напряженности поля.....	93
	Приложение 5 – Другие факторы планирования.....	94

	<i>Стр.</i>
1	Распределение напряженности поля в зависимости от мест приема 94
2	Прием с помощью переносного оборудования в зданиях и транспортных средствах 95
2.1	Потери по высоте: L_h 95
2.2	Потери на входе в здание: L_b 95
2.3	Потери на входе в транспортное средство: L_v 96
3	Избирательность приемной антенны 96
4	Антенны для приема на переносное и мобильное оборудование..... 97
4.1	Антенны для приема на переносное оборудование 97
4.2	Антенны для приема на переносное оборудование 97
4.3	Антенны для приема на мобильное оборудование 97
	Приложение 6 – Метод субъективного сравнения (SCM) с эталонным источником помех при оценке защитных отношений для аналоговых телевизионных систем..... 98
1	Введение..... 98
2	SCM при оценке защитных отношений с использованием эталонной синусоидальной помехи 99
2.1	Общее описание..... 99
2.2	Получение эталонного источника помех 99
2.3	Условия испытаний..... 100
2.4	Представление результатов 100
3	Таблица наиболее важных параметров 100
	Приложение 7 – Методы оценки местонахождения неисправности 101
1	Базовая информация 101
2	Метод субъективного определения местонахождения неисправности (SFP) для измерения защитных отношений..... 101
	Приложение 8 – Тропосферные и непрерывные помехи..... 101

Список таблиц

	<i>Стр.</i>
Таблица 1 – Предлагаемые предпочтительные режимы измерения защитных отношений для DVB-T 3	3
Таблица 2 – Предлагаемые предпочтительные режимы для измерений защитных отношений в случае DTMB 3	3
Таблица 3 – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала ATSC 6 МГц, испытывающего помехи от сигнала ATSC 6 МГц при различных отношениях сигнал/шум (S/N) 17	17

Стр.

Таблица 4 – Защитные отношения (дБ) для сигнала ATSC 6 МГц (полезного), испытывающего помехи от сигнала ATSC 6 МГц (мешающего) в нижнем ($N - 1$) и верхнем ($N + 1$) соседних каналах при заданных средних уровнях мощности полезного сигнала на входе приемника	17
Таблица 5 – Защитные отношения (дБ) для полезного сигнала ATSC 6 МГц, испытывающего помехи от мешающего сигнала ATSC 6 МГц в нескольких соседних каналах, от $N \pm 2$ до $N \pm 15$, при заданных средних уровнях мощности полезного сигнала на входе приемника	18
Таблица 6 – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала ATSC 6 МГц, испытывающего помехи от аналогового телевизионного сигнала	18
Таблица 7 – Защитные отношения (дБ) в случае помех нижнего соседнего канала ($N - 1$) для сигнала ATSC 6 МГц, испытывающего помехи от аналогового телевизионного сигнала, включая звуковой сигнал	19
Таблица 8 – Защитные отношения (дБ) в случае помех верхнего соседнего канала ($N + 1$) для сигнала ATSC 6 МГц, испытывающего помехи от аналогового телевизионного сигнала	19
Таблица 9 – Защитные отношения (дБ) для сигнала ATSC 6 МГц, испытывающего помехи от сигнала M/NTSC и других внеполосных каналов	19
Таблица 10 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала (NTSC, 6 МГц), испытывающего помехи от мешающего сигнала ATSC	20
Таблица 11 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от мешающего сигнала ATSC 6 МГц	20
Таблица 12 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала ATSC 6 МГц (нижнего соседнего канала)	21
Таблица 13 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала ATSC 6 МГц (верхнего соседнего канала).....	21
Таблица 14 – Вывод значений по методу коэффициента добротности системы ATSC 6 МГц..	22
Таблица 15 – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DVB-T, испытывающего помехи от сигнала DVB-T.....	25
Таблица 16 – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DVB-T, испытывающего помехи от сигнала DTMB для случая фиксированного приема.....	26
Таблица 17 – Защитные отношения (дБ) и пороговые значения перегрузки (дБм) для сигнала DVB-T 8 МГц 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала DVB-T 8 МГц в соседних каналах и за их пределами (см. Примечания 1–6).....	27
Таблица 18 – Защитные отношения (дБ) для сигнала DVB-T 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала DTMB в нижнем ($N - 1$) и верхнем ($N + 1$) соседних каналах.....	28
Таблица 19 – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигналов DVB-T 7 МГц и 8 МГц, испытывающих помехи от сигналов аналогового телевидения (условия с неуправляемой частотой).....	28

Таблица 20 – Защитные отношения (дБ) в случае помех нижнего соседнего канала ($N - 1$) для сигналов DVB-T 7 МГц и 8 МГц, испытывающих помехи от аналоговых телевизионных сигналов, включая звуковой сигнал	29
Таблица 21 – Защитные отношения (дБ) в случае помех верхнего соседнего канала ($N + 1$) для сигналов DVB-T 7 МГц и 8 МГц, испытывающих помехи от аналоговых телевизионных сигналов.....	30
Таблица 22 – Защитные отношения (дБ) для сигнала DVB-T 8 МГц, испытывающего помехи от налагаемого сигнала PAL В, включая звуковой сигнал	30
Таблица 23 – Защитные отношения (дБ) для сигнала DVB-T 7 МГц, испытывающего помехи от налагаемого аналогового ТВ сигнала 7 МГц, включая звуковой сигнал.....	30
Таблица 24 – Защитные отношения (дБ) для сигнала DVB-T 7 МГц, испытывающего помехи от налагаемого аналогового ТВ сигнала 8 МГц, включая звуковой сигнал.....	31
Таблица 25 – Защитные отношения (дБ) для сигнала DVB-T 8 МГц, испытывающего помехи от налагаемого аналогового ТВ сигнала 8 МГц, включая звуковой сигнал.....	31
Таблица 26 – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от CW или ЧМ-несущей (неконтролируемый сдвиг частоты)	31
Таблица 27 – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DVB-T 7 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от CW или ЧМ-несущей (неконтролируемый сдвиг частоты)	32
Таблица 28 – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DVB-T 7 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от CW-несущей (неконтролируемый сдвиг частоты).....	32
Таблица 29 – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DVB-T 7 МГц и 8 МГц, испытывающего помехи от сигналов четырех частотных блоков T-DAB	32
Таблица 29bis – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DVB-T 7 МГц, испытывающего помехи от сигналов менее чем четырех частотных блоков T-DAB в канале 7 МГц	33
Таблица 30 – Защитные отношения (дБ) для сигнала DVB-T 7 МГц и 8 МГц, испытывающего помехи от сигнала T-DAB в нижнем ($N - 1$) или верхнем ($N + 1$) соседних каналах.....	33
Таблица 31 – Защитные отношения для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от излучений фиксированной службы	33
Таблица 32 – Защитные отношения для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от излучений CDMA-1X	34
Таблица 33 – Защитные отношения для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от излучений CDMA-3X	34
Таблица 34 – Защитные отношения (PR) и пороговые уровни перегрузки (O_{th}) для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от излучений базовой станции UMTS 5 МГц без контроля мощности передачи (TPC выключено) (см. Примечания 1–4).....	36

Стр.

Таблица 35 – Защитные отношения (PR) и пороговые уровни перегрузки (O_{th}) для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от излучений базовой станции UMTS 5 МГц с контролем мощности передачи (TPC включено) (см. Примечания 1–5).....	37
Таблица 36 – Значения защитных отношений (PR), соответствующие 50-му и 90-му процентилям, и пороговые уровни перегрузки (O_{th}), соответствующие 10-му и 50-му процентилям, для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала базовой станции LTE 10 МГц в условиях гауссовского канала для сап-тюнеров (см. Примечания 1–5).....	39
Таблица 37 – Значения защитных отношений (PR), соответствующие 50-му и 90-му процентилям, и пороговые уровни перегрузки (O_{th}), соответствующие 10-му и 50-му процентилям, для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала базовой станции LTE 10 МГц в условиях гауссовского канала для кремниевых тюнеров (см. Примечания 1–5).....	40
Таблица 38 – Значения защитных отношений (PR) с учетом поправки, соответствующие 50-му и 90-му процентилям, и пороговые уровни перегрузки (O_{th}), соответствующие 10-му и 50-му процентилям, для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала пользовательского оборудования LTE 10 МГц в условиях гауссовского канала для сап-тюнеров (см. Примечания 1–4).....	41
Таблица 38А – Значения защитных отношений (PR) с учетом поправки, соответствующие 50-му и 90-му процентилям, и пороговые уровни перегрузки (O_{th}), соответствующие 10-му и 50-му процентилям, для сигнала DVB-T 8 МГц 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала пользовательского оборудования LTE 10 МГц в условиях гауссовского канала для кремниевых тюнеров (см. Примечания 1–4).....	42
Таблица 38В – Рекомендованные значения PR и O_{th} , которые должны использоваться в исследованиях совместного использования частот, для сигнала для сигнала DVB-T 8 МГц 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала базовой станции или пользовательского оборудования LTE 10 МГц в условиях гауссовского канала для всех тюнеров и информационных нагрузок (см. Примечания 1–5).....	43
Таблица 39 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от мешающего сигнала DVB-T 8 МГц	44
Таблица 40 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от мешающего сигнала DVB-T 7 МГц	44
Таблица 41 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигналов DVB-T 7 МГц и 8 МГц (нижний соседний канал)	44
Таблица 42 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигналов DVB-T 7 МГц и 8 МГц (верхний соседний канал)	45
Таблица 43 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала DVB-T 8 МГц (зеркальный канал).....	45
Таблица 44 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала DVB-T 7 МГц (зеркальный канал).....	45
Таблица 45 – Защитные отношения (дБ) для аналоговых видеосигналов В, D, D1, G, H, K/PAL, испытывающих помехи от сигнала DVB-T 7 МГц (перекрывающиеся каналы) .	46

Таблица 46 – Защитные отношения (дБ) для аналоговых видеосигналов В, D, D1, G, H, K/PAL, испытывающих помехи от сигнала DVB-T 8 МГц (перекрывающиеся каналы) .	47
Таблица 47 – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для полезного звукового сигнала, испытывающего помехи от сигналов цифрового наземного телевидения DVB-T	48
Таблица 48 – Защитные отношения (дБ) для полезного звукового сигнала ЧМ, испытывающего помехи от сигнала DVB-T 7 МГц (перекрывающиеся каналы)	49
Таблица 49 – Защитные отношения (дБ) для полезного звукового сигнала АМ, испытывающего помехи от сигнала DVB-T 8 МГц при различных частотных сдвигах (верхний соседний канал).....	49
Таблица 50 – Теоретические поправочные коэффициенты для защитных отношений (дБ) для различных вариантов полезной системы DVB-T, относящихся к сигналу DVB-T 64-QAM 2/3, и для различных условий приема (испытывающего помехи от DVB-T или других служб).....	50
Таблица 51 – Защитные отношения (дБ) для сигнала T-DAB, испытывающего помехи от сигнала DVB-T 8 МГц	51
Таблица 52 – Защитные отношения (дБ) для сигнала T-DAB, испытывающего помехи от сигнала DVB-T 7 МГц	51
Таблица 53 – Расчет минимального уровня напряженности поля системы DVB-T 8 МГц	51
Таблица 54 – Необходимое среднее значение C/N , предельная скорость для мобильного приема при отсутствии разнесения	53
Таблица 55 – Необходимое среднее значение C/N , предельная скорость для мобильного приема для случая разнесения	53
Таблица 56 – Параметры канала для измерения требуемого среднего значения C/N в "типовом городском" канале при мобильном приеме сигналов DVB-T.....	54
Таблица 57 – Определения спектра доплеровских частот для каналов PI и PO.....	55
Таблица 58 – Определение канала PI.....	55
Таблица 59 – Определение канала PO.....	56
Таблица 60 – Отношение C/N (дБ) для значения MFER 5% в каналах PI и PO	56
Таблица 61 – Отношение C/N (дБ) в канале подвижной связи системы DVB-H при значении MFER 5%.....	58
Таблица 62 – Защитные отношения (PR) и пороговые уровни перегрузки (O_{th}) для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от излучений базовой станции UMTS 5 МГц без контроля мощности передачи (TPC выключено), измеренные для кремниевых тюнеров (см. Примечания 1–3)	60
Таблица 63 – Защитные отношения (PR) и пороговые уровни перегрузки (O_{th}) для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от излучений пользовательского оборудования UMTS 5 МГц с контролем мощности передачи (TPC включено), измеренные для кремниевых тюнеров (см. Примечания 1–4).....	61

Стр.

Таблица 64 – Значения защитных отношений (PR), соответствующие 50-му и 90-му процентиллям, и пороговые уровни перегрузки (O_{th}), соответствующие 10-му и 50-му процентиллям, для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала базовой станции LTE 10 МГц с информационной нагрузкой 0% в условиях гауссовского канала для сап-тюнеров и кремниевых тюнеров (см. Примечания 1–7).....	62
Таблица 65 – Значения защитных отношений (PR), соответствующие 50-му и 90-му процентиллям, и пороговые уровни перегрузки (O_{th}), соответствующие 10-му и 50-му процентиллям, для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала базовой станции LTE 10 МГц с информационной нагрузкой 50% в условиях гауссовского канала для сап-тюнеров и кремниевых тюнеров (см. Примечания 1–6).....	63
Таблица 66 – Значения защитного отношения (PR), соответствующие 50-му и 90-му процентиллям, и пороговые уровни перегрузки (O_{th}), соответствующие 10-му и 50-му процентиллям, для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала базовой станции LTE 10 МГц с информационной нагрузкой 100% в условиях гауссовского канала для сап-тюнеров и кремниевых тюнеров (см. Примечания 1–6).....	64
Таблица 67 – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для ISDB-T 6 МГц, испытывающей помехи от ISDB-T 6 МГц.....	66
Таблица 67bis – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для полезного сигнала ISDB-T, испытывающего помехи от сигнала цифрового наземного телевидения DVB-T2 для райсовского канала (ширина полосы=6 МГц).....	66
Таблица 68 – ащитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала ISDB-T 8 МГц, испытывающего помехи от сигнала ISDB-T 8 МГц или DVB-T 8 МГц.....	67
Таблица 69 – Защитные отношения (дБ) для сигнала ISDB-T 6 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 7/8, испытывающего помехи от сигнала ISDB-T 6 МГц в нижнем ($N - 1$) и верхнем ($N + 1$) соседних каналах.....	67
Таблица 69bis – Защитные отношения по соседнему каналу (дБ) для полезного сигнала ISDB-T, 64-QAM с кодовой скоростью 7/8, испытывающего помехи от сигнала DVB-T2, для райсовского канала (ширина полосы=6 МГц).....	67
Таблица 70 – Защитные отношения (дБ) для сигнала ISDB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 7/8, испытывающего помехи от сигнала ISDB-T 8 МГц или сигнала DVB-T 8 МГц в нижнем ($N - 1$) и верхнем ($N + 1$) соседних каналах.....	68
Таблица 71 – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала ISDB-T 6 МГц, испытывающего помехи от аналогового телевидения.....	68
Таблица 72 – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала ISDB-T 8 МГц, испытывающего помехи от сигналов аналогового телевидения (неконтролируемые условия частот).....	69
Таблица 73 – Защитные отношения (дБ) в случае помех нижнего соседнего канала ($N - 1$) для сигнала ISDB-T 6 МГц, испытывающего помехи от сигналов NTSC, включая звуковые сигналы.....	69
Таблица 74 – Защитные отношения (дБ) в случае помех нижнего соседнего канала ($N - 1$) для сигнала ISDB-T 8 МГц, испытывающего помехи от сигналов аналогового телевидения, включая звуковые сигналы.....	70
Таблица 75 – Защитные отношения (дБ) в случае помех верхнего соседнего канала ($N + 1$) для ISDB-T 6 МГц, испытывающей помехи от сигнала NTSC 6 МГц.....	70

Таблица 76 – Защитные отношения (дБ) в случае помех верхнего соседнего канала ($N + 1$) для сигнала ISDB-T 8 МГц, испытывающего помехи от сигналов аналогового телевидения.....	71
Таблица 77 – Защитные отношения (дБ) для аналогового видеосигнала (NTSC, 6 МГц), испытывающего помехи от сигнала ISDB-T	71
Таблица 78 – Защитные отношения (дБ) для полезных аналоговых видеосигналов (I/PAL и G/PAL, 8 МГц), испытывающих помехи от сигнала ISDB-T 8 МГц.....	72
Таблица 79 – Защитные отношения (дБ) для полезных аналоговых видеосигналов (I/PAL и G/PAL, 8 МГц), испытывающих помехи от полезного сигнала ISDB-T 8 МГц (нижний соседний канал)	72
Таблица 80 – Защитные отношения (дБ) для полезных аналоговых видеосигналов (I/PAL и G/PAL, 8 МГц), испытывающих помехи от полезного сигнала ISDB-T 8 МГц (верхний соседний канал)	72
Таблица 81 – Качество звука, соотнесенное с защитным отношением для видеосигнала с баллом 3 по шкале ухудшения качества, в случае, когда сигнал NTSC 6 МГц испытывает помехи от сигнала ISDB-T 6 МГц	73
Таблица 82 – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для полезного звукового сигнала, испытывающего помехи от сигнала цифрового наземного телевидения ISDB-T	73
Таблица 83 – Значения PR и O_{th} для сигнала ISDB-T 6 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 7/8, испытывающего помехи от сигнала базовой станции или пользовательского оборудования LTE 10 МГц в условиях гауссовского канала для всех тюнеров и информационных нагрузок (см. Примечания 1–4)	74
Таблица 84 – Вычисление минимальной напряженности поля для системы ISDB-T 6 МГц.....	75
Таблица 85 – Вычисление минимальной напряженности поля для системы ISDB-T 8 МГц.....	76
Таблица 86 – Отношение C/N (дБ) для значения ESR 5% в каналах PI и PO	77
Таблица 87 – Отношение C/N (дБ) в канале подвижной связи ISDB-T при значении ESR 5%..	78
Таблица 88 – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DTMB 8 МГц, испытывающего помехи от сигнала DTMB.....	81
Таблица 89 – Защитные отношения (дБ) для сигнала DTMB 8 МГц, испытывающего помехи в нижнем ($N - 1$) и верхнем ($N + 1$) соседних каналах	81
Таблица 90 – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DTMB 6 МГц, испытывающего помехи от сигнала DTMB 6 МГц.....	82
Таблица 91 – Защитные отношения (дБ) для сигнала DTMB 6 МГц, испытывающего помехи от сигнала DTMB 6 МГц в нижнем ($N - 1$) и верхнем ($N + 1$) соседних каналах	82
Таблица 92 – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DTMB 8 МГц, испытывающего помехи от сигналов аналогового телевидения (неконтролируемые условия частот).....	83
Таблица 93 – Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DTMB 6 МГц, испытывающего помехи от сигналов аналогового телевидения (M/NTSC)	84

Стр.

Таблица 94 – Защитные отношения (дБ) для помех в нижнем соседнем канале ($N - 1$) для сигнала DTMB 8 МГц, испытывающего помехи от сигналов аналогового телевидения, включая звуковой сигнал.....	84
Таблица 95 – Защитные отношения (дБ) для помех в нижнем соседнем канале ($N - 1$) для сигнала DTMB 6 МГц, испытывающего помехи от сигналов аналогового телевидения, включая звуковой сигнал	85
Таблица 96 – Защитные отношения (дБ) для помех в верхнем соседнем канале ($N + 1$) для сигнала DTMB 8 МГц, испытывающего помехи от сигнала аналогового телевидения ...	85
Таблица 97 – Защитные отношения (дБ) для помех в верхнем соседнем канале ($N + 1$) для сигнала DTMB 6 МГц, испытывающего помехи от сигнала аналогового телевидения ...	86
Таблица 98 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от мешающего сигнала DTMB 8 МГц.....	86
Таблица 99 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от мешающего сигнала DTMB 6 МГц.....	87
Таблица 100 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала DTMB 8 МГц (нижний соседний канал)	87
Таблица 101 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала DTMB 6 МГц (нижний соседний канал)	87
Таблица 102 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала DTMB 8 МГц (верхний соседний канал).....	87
Таблица 103 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала DTMB 6 МГц (верхний соседний канал).....	88
Таблица 104 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала DTMB 8 МГц (зеркальный канал).....	88
Таблица 105 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала DTMB 6 МГц (зеркальный канал).....	88
Таблица 106 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала DTMB 8 МГц (перекрывающиеся каналы)	89
Таблица 107 – Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала DTMB 6 МГц (перекрывающиеся каналы)	90
Таблица 108 – Вычисление минимальной напряженности поля системы DTMB 8 МГц	90
Таблица 109 – Вычисление минимальной напряженности поля системы DTMB 6 МГц	91
Таблица 110 – Необходимое среднее значение C/N для системы DTMB 8 МГц, предельная скорость для мобильного приема при отсутствии разнесения	92
Таблица 111 – Необходимое среднее значение C/N для системы DTMB 6 МГц, предельная скорость для мобильного приема при отсутствии разнесения	92

Стр.

Таблица 112 – Профиль канала для измерения необходимого среднего значения C/N при мобильном приеме сигнала DTMВ в "типовом городском" канале	93
Таблица 113 – Различные потери на входе в здание в диапазонах IV/V УВЧ	96
Таблица 114 – Усиление антенны (дБд) при приеме на переносное оборудование	97
Таблица 115 – Усиление антенны (дБд) при приеме на переносное оборудование	97
Таблица 116 – Усиление антенны (дБд) при приеме на мобильное оборудование	98
Таблица 117 – Разовые термины и соотношения для SCM.....	100

Список рисунков

Стр.

Рисунок 1 – Необходимое среднее значение C/N в канале распространения при мобильном приеме	52
Рисунок 2 – Отношение (дБ) напряженности поля для заданного процента мест приема к напряженности поля для 50% мест приема	95
Рисунок 3 – SCM для оценки защитных отношений	99

Приложение 1

Критерии планирования для систем цифрового телевидения ATSC в диапазонах ОВЧ/УВЧ

1 Защитные отношения для полезных сигналов цифрового наземного телевидения ATSC

В таблицах 3–5 и 6–9 представлены защитные отношения для сигнала цифрового наземного телевидения ATSC, испытывающего помехи от сигнала цифрового наземного телевидения ATSC и сигнала аналогового наземного телевидения, соответственно.

1.1 Защита сигнала цифрового наземного телевидения ATSC, испытывающего помехи от сигнала цифрового наземного телевидения ATSC

ТАБЛИЦА 3

Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала ATSC 6 МГц, испытывающего помехи от сигнала ATSC 6 МГц при различных отношениях сигнал/шум (S/N)

Отношение сигнал/шум (S/N) полезного сигнала (дБ)	Защитное отношение (дБ) от мешающего сигнала
	ATSC 6 МГц
16 дБ	23
Больше 16 дБ, но меньше 28 дБ	Используйте уравнение ниже ⁽¹⁾
Больше или равно 28 дБ	15

⁽¹⁾ Защитное отношение (дБ) = $15 + 10 \log_{10}\{1/(1 - 10^{-x/10})\}$,
где $x = S/N - 15,19$ (минимальное S/N).

ТАБЛИЦА 4

Защитные отношения (дБ) для сигнала ATSC 6 МГц (полезного), испытывающего помехи от сигнала ATSC 6 МГц (мешающего) в нижнем ($N - 1$) и верхнем ($N + 1$) соседних каналах при заданных средних уровнях мощности полезного сигнала на входе приемника

Тип помехи	Защитное отношение по соседнему сигналу		
	Слабый полезный сигнал ATSC (-68 дБм)	Умеренный полезный сигнал ATSC (-53 дБм)	Сильный полезный сигнал ATSC (-28 дБм)
Помехи от нижнего соседнего канала ($N - 1$)	-28	-28	-20
Помехи от верхнего соседнего канала ($N + 1$)	-26	-26	-20

Защитные отношения (дБ) применяются как к непрерывным, так и к тропосферным помехам.

ТАБЛИЦА 5

Защитные отношения (дБ) для полезного сигнала ATSC 6 МГц, испытывающего помехи от мешающего сигнала ATSC 6 МГц в нескольких соседних каналах, от $N \pm 2$ до $N \pm 15$, при заданных средних уровнях мощности полезного сигнала на входе приемника

Тип помехи	Защитное отношение по нескольким соседним каналам (дБ)		
	Слабый полезный сигнал ATSC (-68 дБм)	Умеренный полезный сигнал ATSC (-53 дБм)	Сильный полезный сигнал ATSC (-28 дБм)
$N \pm 2$	-44	-40	-20
$N \pm 3$	-48	-40	-20
$N \pm 4$	-52	-40	-20
$N \pm 5$	-56	-42	-20
от $N \pm 6$ до $N \pm 13$	-57	-45	-20
$N \pm 14$ и $N \pm 15$	-50	-45	-20

1.2 Защита цифрового наземного телевидения ATSC, испытывающего помехи от аналогового наземного телевидения

1.2.1 Защита от помех по совмещенному каналу

ТАБЛИЦА 6

Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала ATSC 6 МГц, испытывающего помехи от аналогового телевизионного сигнала

Полезный сигнал	Мешающий сигнал (аналоговый ТВ сигнал, включая звуковые несущие)	
	M/NTSC	PAL B
ATSC	2 ⁽¹⁾ 7	9
ATSC с каскадным решетчатым кодированием со скоростью 1/2	1	3
ATSC с каскадным решетчатым кодированием со скоростью 1/4	-2	0

⁽¹⁾ С использованием гребенчатого фильтра в цифровом телевизионном приемнике и при отношении C/N , равном 19 дБ.

1.2.2 Защита от помех нижнего соседнего канала ($N - 1$)

ТАБЛИЦА 7

Защитные отношения (дБ) в случае помех нижнего соседнего канала ($N - 1$) для сигнала ATSC 6 МГц, испытывающего помехи от аналогового телевизионного сигнала, включая звуковой сигнал

Полезный сигнал	Мешающий сигнал (аналоговый ТВ сигнал, включая звуковые несущие)
	M/NTSC
ATSC	-48

1.2.3 Защита от помех верхнего соседнего канала ($N + 1$)

ТАБЛИЦА 8

Защитные отношения (дБ) в случае помех верхнего соседнего канала ($N + 1$) для сигнала ATSC 6 МГц, испытывающего помехи от аналогового телевизионного сигнала

Полезный сигнал	Мешающий сигнал (аналоговый ТВ сигнал, включая звуковые несущие)
	M/NTSC
ATSC	-49

1.2.4 Защита от помех других каналов

ТАБЛИЦА 9

Защитные отношения (дБ) для сигнала ATSC 6 МГц, испытывающего помехи от сигнала M/NTSC и других внеполосных каналов

Полезный сигнал	Мешающий сигнал	Мешающие каналы	Защитное отношение
ATSC	M/NTSC	от $N \pm 2$ до $N \pm 8$	-58

2 Защитные отношения для полезных сигналов аналогового наземного телевидения, испытывающих помехи от мешающих сигналов цифрового наземного телевидения ATSC

В таблице 10 и таблицах 11–13 приведены защитные отношения для полезных сигналов аналогового телевидения с 525 строками и 625 строками, соответственно, испытывающих помехи от сигналов цифрового наземного телевидения ATSC.

2.1 Защитные отношения для телевизионных систем с 525 строками**2.1.1 Защита для видеосигналов, испытывающих помехи от цифрового телевидения ATSC**

В данном разделе защитные отношения для полезного аналогового сигнала, испытывающего помехи от мешающего цифрового сигнала ATSC, применяются только к помехам, несущим изображения и цвета.

ТАБЛИЦА 10

Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала (NTSC, 6 МГц), испытывающего помехи от мешающего сигнала ATSC

Мешающий цифровой канал	Тропосферные помехи, балл 3	Непрерывные помехи, балл 4
$N - 1$ (нижний)	-16	
N (совмещенный канал)	34	
$N + 1$ (верхний)	-17	
$N + 14$ (зеркальный канал)	-33	
$N + 15$ (зеркальный канал)	-31	
$N \pm 2$	-24	
$N \pm 3$	-30	
$N \pm 4$	-25	
$N \pm 7$	-34	
$N \pm 8$	-32	

2.2 Защитные отношения для телевизионных систем с 625 строками

2.2.1 Защита полезных видеосигналов, испытывающих помехи от цифрового наземного телевидения ATSC

В данном разделе защитные отношения для полезного аналогового сигнала, испытывающего помехи от мешающего цифрового сигнала, относятся только к помехе видеосигналу.

Приведенные защитные отношения касаются внеканального затухания спектра мешающего передатчика DVB-T в 40 дБ.

2.2.1.1 Защита от помех по совмещенному каналу

ТАБЛИЦА 11

Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от мешающего сигнала ATSC 6 МГц

Полезный сигнал: аналоговая система	Мешающий сигнал: ATSC 6 МГц	
	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
V/PAL	38	45

2.2.1.2 Защита от помех нижнего соседнего канала

ТАБЛИЦА 12

Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала ATSC 6 МГц (нижнего соседнего канала)

Полезный сигнал: аналоговая система	Мешающий сигнал: сигнал ATSC 6 МГц (нижний соседний канал)	
	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
V/PAL	-7	-1

2.2.1.3 Защита от помех верхнего соседнего канала

ТАБЛИЦА 13

Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала ATSC 6 МГц (верхнего соседнего канала)

Полезный сигнал: аналоговая система	Мешающий сигнал: сигнал ATSC 6 МГц (верхний соседний канал)	
	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
V/PAL	-7	0

3 Защитные отношения для звуковых сигналов полезных сигналов аналогового наземного телевидения, испытывающих помехи от мешающих сигналов цифрового наземного телевидения ATSC

3.1 Защита звуковых сигналов NTSC (система BTSC MTS и SAP), испытывающих помехи от сигнала цифрового телевидения ATSC (см. Примечание 1)

В случае мешающего верхнего соседнего цифрового канала $N + 1$ параметры аудиосигналов ухудшаются быстрее, чем параметры видеосигналов. Измеренное значение защитного отношения для помехи в звуковых сигналах BTSC MTS и SAP составило -12 дБ. (Защитное отношение для видеосигнала в канале $N + 1$ равно -17 дБ.) Значение защитного отношения, равное -12 дБ для звуковых сигналов, относится к уровню полезной видеонесущей NTSC.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – BTSC MTS: многоканальный звук для телевидения Комитета систем телевизионного вещания; SAP: звуковая аудиопрограмма.

4 Минимальная напряженность поля для наземного цифрового телевидения ATSC

ТАБЛИЦА 14

Вывод значений по методу коэффициента добротности системы ATSC 6 МГц*

Планируемый параметр ⁽¹⁾	Нижняя часть диапазона ОВЧ 54–88 МГц	Верхняя часть диапазона ОВЧ 174–216 МГц	Диапазон УВЧ 470–806 МГц
Частота (МГц)	69	194	615
C/N (дБ)	19,5 ⁽²⁾	19,5 ⁽²⁾	19,5 ⁽²⁾
k (дБ)	-228,6	-228,6	-228,6
B (дБ(Гц)) (6 МГц)	67,8	67,8	67,8
G_{1m}^2 (дБ)	-1,8	7,3	17,2
G_D (дБ)	6	8	10
G_I (дБ)	8,2	10,2	12,2
Потери в линии передачи (дБ) α_{line}	1,1	1,9	3,3
Потери на симметрирующем устройстве антенны 300/75 (дБ) α_{balun}	0,5	0,5	0,5
Значение шума приемника (дБ)	5	5	10
T_{rx} (К)	627,1	627,1	2 610
T_{line} (К)	65,0	102,9	154,4
Значение шума LNA (дБ)	5	5	5
Усиление LNA (дБ)	20	20	20
T_{LNA} (дБ)	627,1	627,1	627,1
T_{balun} (К)	31,6	31,6	31,6
T_a (К)	9 972,1	569,1	Пренебрежимо мало
$T_a \alpha_{balun}$ (К)	8 885,1	507,1	Пренебрежимо мало
$T_{line}/\alpha G$ (К)	0,8	1,6	3,3
$T_{rx}/\alpha G$ (К)	8,1	9,7	55,8
T_e (К)	9 552,6	1 176,8	717,8
$10 \log(T_e)$ (дБ(К))	39,8	30,7	28,6
G_A (дБ)	7,7	9,7	11,7
E_{rx} (дБ(мкВ/м)) ^{(2), (3)} (ТВС)	35	33	39

* Значения, приведенные в таблице, были рассчитаны для C/N при типичном искажении многолучевого приема и равном распределении шума и помехи. Модель принимающей системы – это типичное приемное устройство, расположенное возле границ охвата и состоящее из внешней смонтированной антенны, смонтированного на антенне маломощного усилителя (LNA), соединительного кабеля и приемника ATSC.

(1) Определения приведены в Прилагаемом документе 1 к Приложению 1.

(2) Цифры должны быть скорректированы в меньшую сторону (к лучшим показателям работы) на 6 дБ для каскадного решетчатого кодирования со скоростью 1/2 или 9 дБ для каскадного решетчатого кодирования со скоростью 1/4.

(3) См. формулу в Прилагаемом документе 1 к Приложению 1.

Прилагаемый документ 1 к Приложению 1

Вывод значений по методу коэффициента добротности

Требуемая напряженность поля

$$E_{rx} \text{ (дБ(В/м))} = \varphi \text{ (дБ(Вт/м}^2\text{))} + 10 \log(120 \pi)$$

$$C/N = \varphi - G_{lm}^2 + G_A / T_e - k - B_{rf}$$

$$\begin{aligned} E_{rx} \text{ (дБ(мкВ/м))} &= \varphi \text{ (дБ(Вт/м}^2\text{))} + 25,8 \text{ (дБ)} + 120 \text{ (дБ)} \\ &= 145,8 + C/N + G_{lm}^2 - G_A/T_e + 10 \log(k) + 10 \log(B_{rf}) \end{aligned}$$

E_{rx} : требуемая напряженность поля на приемной антенне системы

φ : плотность потока мощности на приемной антенне системы

C/N : соотношение несущая/шум

G_{lm}^2 : усиление на 1 м²

G_A/T_e : коэффициент добротности приемной системы

k : постоянная Больцмана (Дж/К)

B_{rf} : эквивалентная шумовая полоса системы.

Коэффициент добротности приемной системы

(Для модели приемной системы с LNA)

$$G_A/T_e = (G - L) / (\alpha_{balun} T_a + T_{balun} + T_{LNA} + T_{line} / (\alpha_{line} G_{LNA}) + T_{rx} / (\alpha_{line} G_{LNA}))$$

Шумовая температура приемника

$$T_{rx} = (10^{NF/10} - 1) \times 290^\circ$$

Шумовая температура LNA

$$T_{LNA} = (10^{NF/10} - 1) \times 290^\circ$$

Шумовая температура линии передачи

$$T_{line} = (1 - \alpha_{line}) \times 290^\circ$$

Шумовая температура симметрирующего устройства

$$T_{balun} = (1 - \alpha_{balun}) \times 290^\circ$$

Шумовая температура антенны

$$T_a = 10^{(6,63 - 2,77(\log f))} \times 290^\circ \text{ (для диполя),}$$

где f выражается в МГц.

Шумовая температура антенны (относительно входа LNA)

$$\alpha T_a = T_a(\alpha_{balun})$$

Шумовая температура системы

$$T_e = (\alpha_{balun} T_a + T_{balun} + T_{LNA} + T_{line} / (\alpha_{line} G_{LNA}) + T_{rx} / (\alpha_{line} G_{LNA}))$$

$$T_e \text{ (дБ(К))} = 0 \log(\alpha_{balun} T_a + T_{balun} + T_{LNA} + T_{line} / (\alpha_{line} G_{LNA}) + T_{rx} / (\alpha_{line} G_{LNA}))$$

или
$$= 10 \log(T_{balun} + T_{LNA} + T_{line} / (\alpha_{line} G_{LNA}) + T_{rx} / (\alpha_{line} G_{LNA})) + N_{ext},$$

где T_a неизвестно.

Усиление на 1 м^2

$$G_{1\text{м}^2} = 10 \log(4 \pi / \lambda \lambda^2)$$

Заданное значение

- G_f : усиление антенны (изотропной) (дБ)
- L : потери на линии передачи (дБ)
- α_{line} : потери на линии передачи (численное значение)
- T_a : шумовая температура антенны (К)
- T_{rx} : шумовая температура приемника (К)
- n_f : коэффициент шума (численное значение)
- NF : показатель шума (дБ)
- T_0 : эталонная температура = 290 К
- λ : длина волны рабочей частоты
- G_A : усиление системы (дБ)
- T_e : шумовая температура системы (К)
- N_{ext} : величина в дБ, отражающая вносимую величину внешнего шума
- k : постоянная Больцмана $1,38 \times 10^{-23}$ (–228,6 дБ) (Дж/К)
- B : эквивалентная шумовая полоса системы (дБ(Гц))
- α_{balun} : потери на симметрирующем устройстве антенны 300/75 (численное значение)
- LNA: малошумный усилитель
- T_{LNA} : шумовая температура LNA (К).

Приложение 2

Критерии планирования для систем цифрового телевидения DVB-T в диапазонах ОВЧ/УВЧ

1 Защитные отношения для полезных сигналов цифрового наземного телевидения DVB-T

В таблицах 15–17, 19–25, 26–28 и 29–30 приведены защитные отношения для полезных сигналов цифрового наземного телевидения DVB-T, испытывающих помехи от:

- сигналов цифрового наземного телевидения DVB-T;
- сигналов аналогового наземного телевидения;
- одной непрерывной волны (CW) или несущей ЧМ;
- сигналов наземного цифрового аудиовещания (T-DAB), соответственно.

1.1 Защита сигнала цифрового наземного телевидения DVB-T, испытывающего помехи от сигнала цифрового наземного телевидения DVB-T

ТАБЛИЦА 15

Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DVB-T, испытывающего помехи от сигнала DVB-T

Модуляция	Кодовая скорость	Гауссовский канал	Райсовский канал	Рэлеевский канал
QPSK	1/2	5	6	8
QPSK	2/3	7	8	11
16-QAM	1/2	10	11	13
16-QAM	2/3	13	14	16
16-QAM	3/4	14	15	18
64-QAM	1/2	16	17	19
64-QAM	2/3	19	20	23
64-QAM	3/4	20	21	25

Защитные отношения приведены для трех типов каналов передачи (т. е. гауссовский, райсовский и рэлеевский). Для приема на фиксированное и переносное оборудование следует принять значения, относящиеся к райсовскому и рэлеевскому каналам соответственно.

Те же защитные отношения применяются для систем DVB-T с шириной полосы 6, 7 и 8 МГц.

Значения защитных отношений округлены до ближайшего целого числа.

Для перекрывающихся каналов при отсутствии измерительной информации, а также когда перекрывающаяся ширина полосы между полезным и мешающим сигналами меньше 1 МГц, защитное отношение PR экстраполируется на основе защитного отношения по совмещенному каналу следующим образом:

$$PR = CCI + 10 \log_{10}(BO/BW),$$

где:

CCI : защитное отношение по совмещенному каналу;

BO : ширина полосы (МГц), в которой перекрываются два сигнала DVB-T;

BW : ширина полосы (МГц) полезного сигнала;

PR = следует использовать значение -30 дБ, если приведенная выше формула дает значение $PR < -30$ дБ.

Вместе с тем требуются дополнительные исследования по данной теме.

ТАБЛИЦА 16

Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DVB-T, испытывающего помехи от сигнала DTMB для случая фиксированного приема

Вариант системы DVB-T	PR, дБ
QPSK 1/2	6
QPSK 2/3	8
QPSK 1/4	9,3
QPSK 5/6	10,5
QPSK 7/8	11,5
16-QAM 1/2	11
16-QAM 2/3	14
16-QAM 3/4	15
16-QAM 5/6	16,9
16-QAM 7/8	17,5
64-QAM 1/2	17
64-QAM 2/3	20
64-QAM 3/4	21
64-QAM 5/6	23,3
64-QAM 7/8	24,3

Обработка данных для случаев приема сигналов DVB-T при наличии помех от DTMB в перекрывающихся и соседних каналах основана на Рекомендации МСЭ-R ВТ.1368-6 с поправкой на измерения. Используются защитные отношения для соседних каналов, приведенные в таблице 18.

Для перекрывающихся каналов защитное отношение PR экстраполируется на основе защитного отношения по совмещенному каналу следующим образом:

$$PR = CCI + 10 \log_{10}((0,855784 * BO + 1,153725) / BW),$$

где:

CCI : защитное отношение по совмещенному каналу

BO : ширина полосы (МГц), в которой перекрываются сигнал DVB-T и сигнал DTMB

BW : ширина полосы (МГц) полезного сигнала DVB-T

PR = следует использовать значение -30 дБ, если приведенная выше формула дает значение $PR < -30$ дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Эта формула не действительна для защитного отношения по соседнему каналу (перекрывание $< 0,1$ МГц).

ТАБЛИЦА 17

Защитные отношения (дБ) и пороговые значения перегрузки (дБм) для сигнала DVB-T 8 МГц 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала DVB-T 8 МГц в соседних каналах и за их пределами (см. Примечания 1–6)

Δf (МГц)	PR, дБ (90-й процентиль)	O_{th} , дБм (10-й процентиль)
-80	-54	-4,4
-72	-53	-4,7
-64	-52	-5,6
-56	-51	-5,0
-48	-51	-8,5
-40	-50	-8,5
-32	-49	-9,0
-24	-47	-10,5
-16	-43	-10,4
-8	-30	NR
8	-30	NR
16	-42	-10,7
24	-45	-22,6
32	-49	-12,7
40	-49	-10,6
48	-50	-8,8
56	-51	-8,6
64	-51	-3,1
72	-40	-3,8
80	-53	-3,0

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – 90-й процентиль для значения защитного отношения соответствует защите 90% измеренных приемников с учетом заданного сдвига и параметра частоты, в то время как 10-й процентиль для порога перегрузки (O_{th}) должен использоваться для защиты 90% измеренных приемников.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Δf – это разность между центральной частотой мешающего канала и центральной частотой полезного канала.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – NR: O_{th} не достигается. Поэтому на этом сдвиге частоты защитное отношение является главным критерием. Соответственно, приемник DVB-T испытывает помехи от мешающего сигнала из-за недостаточного отношения C/I ($<PR$) для достижения своего уровня O_{th} .

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Значения PR применяются до тех пор, пока уровень мешающего сигнала не превысит соответствующий уровень O_{th} . Если уровень мешающего сигнала выше соответствующего уровня O_{th} , приемник подвергается воздействию мешающего сигнала при любом отношении сигнала к помехе.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – При уровне полезного сигнала, близком к чувствительности приемника, должен учитываться шум, например при чувствительности +3 дБ к защитному отношению должно быть добавлено 3 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Значения PR для различных вариантов системы и различных условий приема могут быть получены с использованием поправочных коэффициентов из таблицы 50 в п. 4 этого Приложения. Порог перегрузки считается независимым от варианта системы и условий приема.

Защитные отношения даны в дБ и применяются как к непрерывным, так и к тропосферным помехам.

Приведенные значения применяются в случае, когда полезный и мешающий сигналы DVB-T имеют одну и ту же ширину полосы. Для других сочетаний ширины каналов необходимы дополнительные исследования.

ТАБЛИЦА 18

Защитные отношения (дБ) для сигнала DVB-T 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала DTMB в нижнем ($N - 1$) и верхнем ($N + 1$) соседних каналах

Режим приема (Примечание 1)	Канал	
	$N - 1$	$N + 1$
FX	-30	-30

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Защитные отношения для различных вариантов системы и различных условий приема полезного сигнала DVB-T могут быть получены с использованием поправочных коэффициентов из таблицы 50 в п. 4 этого Приложения.

1.2 Защита цифрового наземного телевидения DVB-T, испытывающего помехи от аналогового наземного телевидения

1.2.1 Защита от помех по совмещенному каналу

ТАБЛИЦА 19

Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигналов DVB-T 7 МГц и 8 МГц, испытывающих помехи от сигналов аналогового телевидения (условия с неуправляемой частотой)

Модуляция	Кодовая скорость	Гауссовский канал	Райсовский канал	Рэлеевский канал
QPSK	1/2	-12		-12
QPSK	2/3	-8		-8
QPSK	3/4	-4		
QPSK	5/6	3		
QPSK	7/8	9		
16-QAM	1/2	-8		-8
16-QAM	2/3	-3		3
16-QAM	3/4	0		5
16-QAM	5/6	9		
16-QAM	7/8	16		
64-QAM	1/2	-3		3
64-QAM	2/3	3		6
64-QAM	3/4	9		15
64-QAM	5/6	15		
64-QAM	7/8	20		

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Значения для систем PAL/SECAM справедливы для следующих режимов звуковой несущей:

- МОНО ЧМ с одной звуковой несущей на уровне –10 дБ относительно видеонесущей;
- СДВОЕННАЯ ЧМ и ЧМ + NICAM с двумя звуковыми несущими на уровне –13 дБ и –20 дБ;
- АМ + NICAM с двумя звуковыми несущими на уровне –10 дБ и –27 дБ, соответственно.

В соответствии с имеющимися результатами измерений те же самые значения защитных отношений применимы для режимов 2к и 8к.

Во всех таблицах, за исключением таблицы 28, используются так называемые неконтролируемые условия.

Фактические результаты измерений защитных отношений будут отражать циклические вариации, которые возникают при изменении величины сдвига между полезным сигналом DVB-T и мешающим аналоговым сигналом в диапазоне частот, эквивалентном разнесению между несущими в системах с кодовым ортогональным частотным уплотнением (COFDM). Приведенные защитные отношения представляют собой заниженные, но реалистичные значения, которые учитывают ожидаемые частотные сдвиги в существующих приемниках. Введение точного значения сдвига между сигналами COFDM и мешающими аналоговыми ТВ сигналами позволит улучшить защитное отношение на 3 дБ. Требуемая стабильность частоты передатчика такая же, что и для сдвига точного аналогового сигнала, т. е. колеблется в пределах ± 1 Гц.

Защитные отношения для DVB-T 6 МГц не представлены ввиду отсутствия результатов измерений.

1.2.2 Защита от помех нижнего соседнего канала ($N - 1$)

ТАБЛИЦА 20

Защитные отношения (дБ) в случае помех нижнего соседнего канала ($N - 1$) для сигналов DVB-T 7 МГц и 8 МГц, испытывающих помехи от аналоговых телевизионных сигналов, включая звуковой сигнал

Полезный сигнал		Мешающий сигнал					
Созвездие	Кодовая скорость	PAL B	PAL G, B1	PAL I	PAL D, K	SECAM L	SECAM D, K
QPSK	1/2		-44				
QPSK	2/3	-44	-44				
16-QAM	1/2		-43	-43			
16-QAM	2/3	-42	-42				
16-QAM	3/4		-38				
64-QAM	1/2		-40	-38			
64-QAM	2/3	-35	-35	-34		-35	-37
64-QAM	3/4		-32				

Все значения применимы к условиям приема на фиксированное и переносное оборудование.

1.2.3 Защита от помех верхнего соседнего канала ($N + 1$)

ТАБЛИЦА 21

Защитные отношения (дБ) в случае помех верхнего соседнего канала ($N + 1$) для сигналов DVB-T 7 МГц и 8 МГц, испытывающих помехи от аналоговых телевизионных сигналов

Полезный сигнал		Мешающий сигнал
Созвездие	Кодовая скорость	PAL/SECAM
QPSK	2/3	-47
16-QAM	2/3	-43
64-QAM	2/3	-38

1.2.4 Защита от помех перекрывающихся каналов

ТАБЛИЦА 22

Защитные отношения (дБ) для сигнала DVB-T 8 МГц, испытывающего помехи от налагаемого сигнала PAL B, включая звуковой сигнал

Мешающий сигнал: аналоговая ТВ система PAL B	Полезный сигнал: DVB-T, 8 МГц, 64-QAM, кодовая скорость 2/3												
	Δf (МГц)	-9,75	-9,25	-8,75	-8,25	-6,75	-3,95	-3,75	-2,75	-0,75	2,25	3,25	4,75
PR	-37	-14	-8	-4	-2	1	3	3	3	2	-1	-29	-36

Разность частот Δf представляет собой разницу между частотой видеонесущей аналогового телевизионного сигнала и средней частотой сигнала DVB-T.

ТАБЛИЦА 23

Защитные отношения (дБ) для сигнала DVB-T 7 МГц, испытывающего помехи от налагаемого аналогового ТВ сигнала 7 МГц, включая звуковой сигнал

Мешающий сигнал: аналоговая ТВ система 7 МГц	Полезный сигнал: DVB-T, 7 МГц, 64-QAM, кодовая скорость 2/3													
	Δf (МГц)	-9,25	-8,75	-8,25	-7,75	-6,25	-3,45	-3,25	-2,25	-1,25	0	1,75	2,75	4,25
PR	-35	-12	-11	-5	-3	-1	4	1	0	2	-5	-5	-36	-38

Разность частот Δf представляет собой разницу между частотой видеонесущей аналогового телевизионного сигнала и средней частотой сигнала DVB-T.

ТАБЛИЦА 24

Защитные отношения (дБ) для сигнала DVB-T 7 МГц, испытывающего помехи от налагаемого аналогового ТВ сигнала 8 МГц, включая звуковой сигнал

Мешающий сигнал: аналоговая ТВ система 8 МГц	Полезный сигнал: DVB-T, 7 МГц, 64-QAM, кодовая скорость 2/3													
	Δf (МГц)	-10,25	-9,75	-9,25	-8,75	-7,25	-3,45	-3,25	-2,25	-1,25	0	1,75	2,75	4,25
PR	-35	-12	-11	-5	-3	-1	4	1	0	2	-5	-5	-36	-38

Разность частот Δf представляет собой разницу между частотой видеонесущей аналогового телевизионного сигнала и средней частотой сигнала DVB-T.

ТАБЛИЦА 25

Защитные отношения (дБ) для сигнала DVB-T 8 МГц, испытывающего помехи от налагаемого аналогового ТВ сигнала 8 МГц, включая звуковой сигнал

Мешающий сигнал: аналоговая ТВ система 8 МГц	Полезный сигнал: DVB-T, 8 МГц, 64-QAM, кодовая скорость 2/3													
	Δf (МГц)	-10,75	-10,25	-9,75	-9,25	-7,75	-3,45	-3,25	-2,25	-1,25	0	2,25	3,25	4,75
PR	-35	-12	-11	-5	-3	-1	4	1	0	2	-5	-5	-36	-38

Разность частот Δf представляет собой разницу между частотой видеонесущей аналогового телевизионного сигнала и средней частотой сигнала DVB-T.

1.3 Защита сигнала цифрового наземного телевидения DVB-T от непрерывных сигналов (CW) или сигналов ЧМ

ТАБЛИЦА 26

Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от CW или ЧМ-несущей (неконтролируемый сдвиг частоты)

Мешающий сигнал: CW или ЧМ-несущая	Полезный сигнал: DVB-T, 8 МГц, 64-QAM, кодовая скорость 2/3						
Δf (МГц)	-12	-4,5	-3,9	0	3,9	4,5	12
PR	-38	-33	-3	-3	-3	-33	-38

ТАБЛИЦА 27

Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DVB-T 7 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от СВ или ЧМ-несущей (неконтролируемый сдвиг частоты)

Мешающий сигнал: СВ или ЧМ-несущая	Полезный сигнал: DVB-T, 7 МГц, 64-QAM, кодовая скорость 2/3						
	Δf (МГц)						
Δf (МГц)	-10,5	-4,0	-3,4	0	3,4	4,0	10,5
PR	-38	-33	-3	-3	-3	-33	-38

Приведенные таблицы с защитными отношениями могут использоваться для мешающих сигналов с узкой полосой, например аналоговых звуковых несущих или не радиовещательных служб.

ТАБЛИЦА 28

Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DVB-T 7 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от СВ-несущей (неконтролируемый сдвиг частоты)

Мешающий сигнал: СВ-несущая	Полезный сигнал: DVB-T, 7 МГц, 64-QAM, кодовая скорость 2/3						
	Δf (МГц)						
Δf (МГц)	-8	-4	-3	0	3	4	8
PR	-48	-41	-8	-9	-6	-39	-48

Приведенные таблицы с защитными отношениями могут использоваться для мешающих сигналов с узкой полосой, например аналоговых звуковых несущих или не радиовещательных служб. Следует отметить, что точная структура защитного отношения и частотного сдвига между сигналом OFDM и мешающим сигналом СВ подвержена циклическим вариациям. Приведенные в таблице 28 значения относятся к оптимальному сдвигу.

1.4 Защита сигналов цифрового наземного телевидения DVB-T от сигналов T-DAB

ТАБЛИЦА 29

Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DVB-T 7 МГц и 8 МГц, испытывающего помехи от сигналов четырех частотных блоков T-DAB

Полезный сигнал DVB-T		PR (Примечание 1)
Созвездие	Кодовая скорость	
QPSK	1/2	10
QPSK	2/3	12
QPSK	3/4	14
16-QAM	1/2	15
16-QAM	2/3	18
16-QAM	3/4	20
64-QAM	1/2	20

ТАБЛИЦА 29 (окончание)

Полезный сигнал DVB-T		PR (Примечание 1)
Созвездие	Кодовая скорость	
64-QAM	2/3	24
64-QAM	3/4	26
64-QAM	7/8	31

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Приведенные защитные отношения для сигналов DVB-T представляют собой наихудший случай помех от T-DAB. (Эти значения получаются из измерений, использующих четыре частотных блока T-DAB с равными уровнями мощности).

ТАБЛИЦА 29bis

Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DVB-T 7 МГц, испытывающего помехи от сигналов менее чем четырех частотных блоков T-DAB в канале 7 МГц

Полезный сигнал DVB-T		PR (Примечание 1)		
Созвездие	Кодовая скорость	1 T-DAB	2 T-DAB	3 T-DAB
64-QAM	2/3	13	21	23
64-QAM	3/4	17	23	25

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Эти значения получены из измерений в гауссовском канале. (Измеренные значения субъективного местонахождения неисправности (SPF) были увеличены на 1 дБ и округлены до ближайшего целого, чтобы получить значения QEF. Для планирования ситуаций с райсовскими каналами к этим значениям должно быть применено дополнительное увеличение на 0,6 дБ).

ТАБЛИЦА 30

Защитные отношения (дБ) для сигнала DVB-T 7 МГц и 8 МГц, испытывающего помехи от сигнала T-DAB в нижнем ($N - 1$) или верхнем ($N + 1$) соседних каналах

Канал	$N - 1$	$N + 1$
PR	-30	-30

Величина защитного отношения приведена в дБ.

1.5 Защита DVB-T от широкополосных сигналов, помимо сигналов наземного радиовещания

1.5.1 Защитные отношения для системы DVB-T, испытывающей помехи от фиксированной службы (настраиваемая система)

ТАБЛИЦА 31

Защитные отношения для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от излучений фиксированной службы

Δf (МГц)	-12	-4,5	-3,75	0	3,75	4,5	12
PR (дБ)	-45	-27	1	4	1	-27	-45

Δf : разность между средними частотами.

Технические характеристики источника помех

- Модуляция: 2-FSK.
- Ширина полосы: 750 кГц (3 дБ).

1.5.2 Защитные отношения для системы DVB-T, испытывающей помехи от системы многостанционного доступа с кодовым разделением каналов (CDMA)

Следует отметить, что таблицы 32 и 33 относятся к ситуации, когда один канал системы CDMA причиняет помехи системе DVB-T.

ТАБЛИЦА 32

Защитные отношения для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от излучений CDMA-1X

Δf (МГц)	-12	-4,5	-3,75	0	3,75	4,5	12
PR (дБ)	-38	-20	-3	10	-3	-20	-38

Δf : разность между средними частотами.

Характеристики мешающего сигнала

- Модуляция: QPSK.
- Ширина полосы: 1,25 МГц (99%).

ТАБЛИЦА 33

Защитные отношения для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от излучений CDMA-3X

Δf (МГц)	-12	-4,5	-3,75	0	3,75	4,5	12
PR (дБ)	-38	8	13	18	13	8	-38

Δf : разность между средними частотами.

Характеристики мешающего сигнала

- Модуляция: QPSK.
- Ширина полосы: 4 МГц (99%).

Раздел, приведенный ниже, посвящен защитным отношениям и пороговым уровням перегрузки для систем DVB-T, испытывающих помехи от систем UMTS W-CDMA FDD. Все измерения для получения этих параметров были выполнены на приемниках DVB-T, предназначенных для работы в полосе частот 470–862 МГц. Все мешающие сигналы находились в полосе частот 759–862 МГц.

Уровни защитного отношения и порога перегрузки могут значительно различаться для кремниевых тюнеров¹ и для сап-тюнеров². Кремниевые тюнеры все больше используются в телевизионных приемниках, включая аппаратуру, изготовленную по новейшим технологиям, например цифровые телевизионные приемники с интеграцией услуг (iDTV) и персональные видеорекордеры (PVR).

Поскольку кремниевые и сап-тюнеры имеют различные эксплуатационные характеристики, при планировании рекомендуется учитывать относительный объем использования тюнера каждого типа и различия в характеристиках при планировании сети. По сравнению с сап-тюнерами на кремниевые тюнеры не влияет ухудшение показателей PR и O_{th} при наличии помех на промежуточной (IF) частоте 36 МГц или на частоте зеркального канала $2 IF = 72$ МГц, однако некоторые тюнеры имеют более высокие защитные отношения для других частотных сдвигов источников помех.

Скорее всего, будет иметь место сочетание этих типов тюнеров, и, скорее всего, их соотношение будет меняться со временем. Настоящая Рекомендация предоставляет разные результаты для каждого типа тюнеров. (Для получения дополнительной информации о технических подробностях этих различий можно обратиться к Отчету "Измерение защитных отношений и пороговых уровней перегрузки для телевизионных приемников".)

Если реальное распределение неизвестно, то администрации могут выбирать между приведенными значениями.

Если реальное распределение известно, например X% – это сап-тюнеры, а Y% – это кремниевые тюнеры, то возможно применить способ оценки указанных значений, используя следующее равенство для каждого параметра (защитное отношение или порог перегрузки).

$$\text{Комбинированный параметр} = (X\%/100) / (\text{параметр сап-тюнеров}) + (Y\%/100) / (\text{параметр кремниевых тюнеров})^3.$$

Наивысший уровень защиты (для защиты обоих типов тюнеров) достигается использованием более высокого значения для защитного отношения и более низкого значения для порога перегрузки.

Характеристики сигнала UMTS (W-CDMA FDD), используемого в измерениях, приведены в Отчете "Измерение защитных отношений и пороговых уровней перегрузки для телевизионных приемников".

Этот раздел включает случай включенного контроля мощности передачи (TPC) на оборудовании пользователя.

50-й и 90-й процентиля на всех измеренных защитных отношениях и 10-й и 50-й процентиля на всех измеренных порогах перегрузки для помех на DVB-T от UMTS были вычислены, используя статистический анализ. Они перечислены в таблицах 34 и 35 для мешающего сигнала от базовых станций UMTS и сигнала от пользовательского оборудования UMTS, соответственно. Защитные отношения и порог перегрузки для сигнала пользовательского оборудования UMTS соотносятся с максимальным среднеквадратичным значением мешающего сигнала. Сдвиг частоты измеряется между средними частотами полезного и мешающего сигнала.

90-й (или 50-й) процентиль для защитного отношения соответствует защите в 90% (или 50%) для измеренных приемников.

¹ "Кремниевые" тюнеры – это тюнеры на основе микросхемы, которая объединяет всю совокупность схем в небольшом объеме и которая может быть установлена непосредственно на плату. Настраиваемые схемы могут полностью отсутствовать или могут быть интегрированы на кремнии. Кремниевый чип может быть защищен от внешних электромагнитных помех металлическим покрытием. При интеграции на кремнии принимается определенное компромиссное решение в плане эксплуатационных характеристик, если сравнивать с отдельными схемами. Измеренные модули представляют собой первое поколение на рынке. Эта технология все еще развивается.

² Сап-тюнеры – это классические супергетеродинные тюнеры в металлическом корпусе, содержащем различные компоненты. Как обычно, в них содержатся фиксированные и настраиваемые цепи, созданные из отдельных катушек индуктивности и транзисторов с контролем частоты на основе варакторов. Металлический корпус должен минимизировать радиопомехи и уменьшить перекрестные наводки и рассеянное излучение.

³ Значения X% и Y% находятся в диапазоне от 0 до 100 и их сумма равна 100.

10-й (или 50-й) процентиль для порога перегрузки соответствует защите в 90% (или 50%) для измеренных приемников.

ТАБЛИЦА 34

Защитные отношения (PR) и пороговые уровни перегрузки (O_{th}) для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от излучений базовой станции UMTS 5 МГц без контроля мощности передачи (TPC выключено) (см. Примечания 1–4)

Количество приемников	Сap-тюнер				Кремниевый тюнер			
	14				(Примечание 5)			
Сдвиг частоты источника помехи $N/(MГц)$	PR, дБ (50-й процентиль)	PR, дБ (90-й процентиль)	O_{th} , дБм (10-й процентиль)	O_{th} , дБм (50-й процентиль)	PR, дБ (50-й процентиль)	PR, дБ (90-й процентиль)	O_{th} , дБм (10-й процентиль)	O_{th} , дБм (50-й процентиль)
0/(0 МГц)	17,0	18,1	NR	NR				
1/(6,5 МГц)	-32,0	-30,3	-12,4	-8,0				
2/(11,5 МГц)	-43,5	-38,3	-7,7	-3,0				
3/(16,5 МГц)	-44,0	-33,7	-7,8	0,0				
4/(21,5 МГц)	-50,5	-34,9	-13,2	-1,0				
5/(26,5 МГц)	-56,0	-41,9	-15,1	-5,0				
6/(31,5 МГц)	-60,0	-43,8	-13,8	-5,5				
7/(36,5 МГц)	-45,0	-18,1	-23,9	-9,5				
8/(41,5 МГц)	-67,5	-55,1	-12,1	-2,0				
9/(46,5 МГц)	-65,0	-55,5	-12,4	-0,5				
10/(51,5 МГц)	-68,0	-57,2	-12,7	0,0				
11/(56,5 МГц)	-69,5	-60,0	-12,0	0,5				
14/(71,5 МГц)	-50,5	-41,6	-12,8	2,5				

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – NR: порог перегрузки не достигнут. То есть при этом сдвиге частоты защитное отношение (PR) является главным критерием. Соответственно, приемник DVB-T испытывает помехи от мешающего сигнала из-за недостаточного отношения C/I ($<PR$) для достижения своего O_{th} .

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Значения PR применяются до тех пор, пока уровень мешающего сигнала не превысит соответствующий уровень O_{th} . Если уровень мешающего сигнала выше соответствующего уровня O_{th} , то приемник испытывает помехи от мешающего сигнала независимо от отношения сигнала к помехе.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – При уровне полезного сигнала, близком к чувствительности приемника, должен учитываться шум, например при чувствительности +3 дБ к защитному отношению должно быть добавлено 3 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Значения PR для различных вариантов системы и различных условий приема могут быть получены с использованием поправочных коэффициентов в таблице 50 в п. 4 этого Приложения. Предполагается, что порог перегрузки не зависит от типа системы и условий приема.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Кремниевые тюнеры могут значительно отличаться друг от друга. Количество испытанных кремниевых тюнеров было ограничено тремя. Поэтому достоверная статистика не может быть предоставлена. Соответствующие значения можно найти в таблице 62 в Прилагаемом документе 2 к Приложению 2 в качестве справочной информации, но ими надо пользоваться с осторожностью.

ТАБЛИЦА 35

Защитные отношения (PR) и пороговые уровни перегрузки (O_{th}) для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от излучений базовой станции UMTS 5 МГц с контролем мощности передачи (TPC включено) (см. Примечания 1–5)

Количество приемников	Сап-тюнер				Кремниевый тюнер			
	14				Примечание 6			
Сдвиг частоты источника помехи N/(МГц)	PR, дБ (50-й процентиль)	PR, дБ (90-й процентиль)	O_{th} , дБм (10-й процентиль)	O_{th} , дБм (50-й процентиль)	PR, дБ (50-й процентиль)	PR, дБ (90-й процентиль)	O_{th} , дБм (10-й процентиль)	O_{th} , дБм (50-й процентиль)
0/(0 МГц)	18,0	19,0	NR	NR				
1/(6,5 МГц)	-18,0	-16,0	-33,8	-13,0				
2/(11,5 МГц)	-37,0	-25,6	-24,7	-4,0				
3/(16,5 МГц)	-42,5	-30,6	-6,8	0,0				
4/(21,5 МГц)	-42,0	-35,9	-13,0	0,0				
5/(26,5 МГц)	-49,5	-37,3	-15,5	-0,5				
6/(31,5 МГц)	-57,5	-41,1	-8,7	-2,5				
7/(36,5 МГц)	-47,0	-18,2	-24,0	-12,0				
8/(41,5 МГц)	-68,0	-53,6	-9,0	0,0				
9/(46,5 МГц)	-66,5	-55,3	-9,0	0,5				
10/(51,5 МГц)	-71,0	-57,6	-9,7	1,5				
11/(56,5 МГц)	-72,0	-58,6	-9,1	1,5				
14/(71,5 МГц)	-50,0	-43,2	-9,5	3,0				

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – NR: порог перегрузки не достигнут. То есть при этом сдвиге частоты защитное отношение (PR) является главным критерием. Соответственно, приемник DVB-T испытывает помехи от мешающего сигнала из-за недостаточного отношения C/I ($<PR$) для достижения своего уровня O_{th} .

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Значения PR применяются до тех пор, пока уровень мешающего сигнала не превысит соответствующий уровень O_{th} . Если уровень мешающего сигнала выше соответствующего уровня O_{th} , то приемник испытывает помехи от мешающего сигнала независимо от отношения сигнала к помехе.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – При уровне полезного сигнала, близком к чувствительности приемника, должен учитываться шум, например при чувствительности +3 дБ к защитному отношению должно быть добавлено 3 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Значения PR для различных вариантов системы и различных условий приема могут быть получены с использованием поправочных коэффициентов в таблице 50 в п. 4 этого Приложения. Предполагается, что порог перегрузки не зависит от типа системы и условий приема.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Значения PR и O_{th} для DVB-T в зависимости от максимального среднеквадратичного значения мощности мешающего сигнала могут применяться для изучения в плане совместного использования частот, если мощность мешающего сигнала от пользовательского оборудования UMTS остается на своем максимальном уровне.

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Кремниевые тюнеры могут значительно отличаться друг от друга. Количество испытанных кремниевых тюнеров было ограничено тремя. Поэтому достоверная статистика не может быть предоставлена. Соответствующие значения можно найти в таблице 62 в Прилагаемом документе 2 к Приложению 2 в качестве справочной информации, но ими надо пользоваться с осторожностью.

1.5.3 Защитные отношения и пороговые уровни перегрузки для системы DVB-T, испытывающей помехи от сигналов базовой станции и пользовательского оборудования LTE

В данном разделе описаны защитные отношения и пороговые уровни перегрузки для системы DVB-T, испытывающей помехи от систем LTE OFDMA (базовая станция) и SC-FDMA (пользовательское оборудование). Все измерения для получения этих параметров были выполнены на приемниках DVB-T, предназначенных для работы в полосе частот 470–862 МГц. Все мешающие сигналы находились в полосе частот 759–862 МГц, и измерения проводились так, как это описано в Отчете МСЭ-R ВТ.2215.

Уровни защитного отношения и порога перегрузки могут значительно различаться для кремниевых тюнеров⁴ и для сап-тюнеров⁵. Кремниевые тюнеры все больше используются в телевизионных приемниках, включая аппаратуру, изготовленную по новейшим технологиям, например цифровые телевизионные приемники с интеграцией услуг (iDTV) и персональные видеорекордеры (PVR).

Поскольку кремниевые и сап-тюнеры имеют различные эксплуатационные характеристики, при планировании рекомендуется учитывать относительный объем использования тюнера каждого типа и разницу в характеристиках во время планирования сети. По сравнению с сап-тюнерами на кремниевые тюнеры не влияет ухудшение показателей PR и O_{th} при наличии помех на частоте $IF = 36$ МГц или на частоте зеркального канала $2 IF = 72$ МГц, однако некоторые тюнеры имеют более высокие защитные отношения для других частотных сдвигов источников помех.

В описанных в настоящем отчете испытаниях LTE предусматривается использование защитной полосы между границей полезного канала и границей мешающего канала LTE. Для случая более широких защитных полос, при которых зеркальный канал сап-тюнера может и не совпадать с каналом $N + 9$, показатели PR и O_{th} могут быть оценены с использованием значений показателей в канале $N + 9$ для сдвига частоты, когда возникает зеркальный канал, и значений показателей в канале $N + 8$ для близлежащих частотных сдвигов, близких к частотному сдвигу зеркального канала, но не совпадающих с ним.

Скорее всего, будет иметь место сочетание этих типов тюнеров, и, скорее всего, их соотношение будет меняться со временем. Настоящая Рекомендация предоставляет разные результаты для каждого типа тюнеров. (Для получения дополнительной информации о технических подробностях этих различий можно обратиться к Отчету МСЭ-R ВТ.2215 "Измерение защитных отношений и пороговых уровней перегрузки для телевизионных приемников".)

Если реальное распределение неизвестно, то администрации могут выбирать между значениями.

Наивысший уровень защиты (для защиты обоих типов тюнеров) достигается использованием более высокого значения для защитного отношения и более низкого значения для порога перегрузки.

Характеристики сигнала LTE, используемого в измерениях, приведены в Отчете МСЭ-R ВТ.2215 "Измерение защитных отношений и пороговых уровней перегрузки для телевизионных приемников".

50-й и 90-й процентиля на всех измеренных защитных отношениях и 10-й и 50-й процентиля на всех измеренных порогах перегрузки для помех на DVB-T от LTE были вычислены, используя статистический анализ.

90-й (или 50-й) процентиль для защитного отношения соответствует защите в 90% (или 50%) для измеренных приемников.

10-й (или 50-й) процентиль для порога перегрузки соответствует защите в 90% (или 50%) для измеренных приемников.

Совместное использование частот системами DVB-T и LTE по предоставлению услуг подвижной связи – это развивающаяся ситуация. В обоих случаях развитие касается как телевизионных приемников, так и реализации базовых станций. Все участвующие стороны активно улучшают эксплуатационные характеристики соответствующего оборудования, так что эти таблицы могут быть пересмотрены в ближайшем будущем.

⁴ "Кремниевые" тюнеры – это тюнеры на основе микросхемы, которая объединяет всю совокупность схем в небольшом объеме и которая может быть установлена непосредственно на плату. Настроенные схемы могут полностью отсутствовать или могут быть интегрированы на кремнии. Кремниевый чип может быть защищен от внешних электромагнитных помех металлическим покрытием. При интеграции на кремнии принимается определенное компромиссное решение в плане эксплуатационных характеристик, если сравнивать с отдельными схемами. Измеренные модули представляют собой первое поколение на рынке. Эта технология все еще развивается.

⁵ Сап-тюнеры – это классические супергетеродинные тюнеры в металлическом корпусе, содержащем различные компоненты. Как обычно, в них содержатся фиксированные и настраиваемые цепи, созданные из отдельных катушек индуктивности и транзисторов с контролем частоты на основе варакторов. Металлический корпус должен минимизировать радиопомехи и уменьшить перекрестные наводки и рассеянное излучение.

Диапазон защитных отношений и порогов перегрузки, полученный для источника помех LTE-BS, указан в таблице 36 для сап-тюнеров и в таблице 37 для кремниевых тюнеров, для информационной нагрузки базовых станций от 0% до 100%⁶.

В настоящее время измерения показателей PR и O_{th} в наихудшем случае соответствуют испытаниям некоторых кремниевых тюнеров с использованием сигнала LTE с очень низкой информационной нагрузкой базовой станции. Для этих тюнеров защитные отношения для мешающих сигналов при информационной нагрузке 0% были, как правило, выше, чем те же отношения для более высокой нагрузки. Кроме того, у некоторых тюнеров пороги перегрузки для мешающих сигналов при информационной нагрузке 0% были, как правило, ниже, чем те же пороги для более высокой нагрузки. Здесь представлены все ситуации с информационной нагрузкой, так как фактическую нагрузку на реально работающей базовой станции вряд ли можно предугадать. Дополнительную информацию можно найти в Отчете МСЭ-R ВТ.2215 "Измерение защитных отношений и пороговых уровней перегрузки для телевизионных приемников".

Наивысший уровень защиты (для защиты вещания во всех случаях информационной нагрузки базовой станции) достигается использованием наибольшего значения для защитного отношения и наименьшего значения для порога перегрузки.

Сдвиг частоты измеряется между средними частотами полезного и мешающего сигналов.

ТАБЛИЦА 36

Значения защитных отношений (PR), соответствующие 50-му и 90-му перцентильям, и пороговые уровни перегрузки (O_{th}), соответствующие 10-му и 50-му перцентильям, для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала базовой станции LTE 10 МГц в условиях гауссовского канала для сап-тюнеров (см. Примечания 1–5)

Сдвиг частоты источника помехи $N/(MГц)$	PR, дБ (50-й перцентиль)	PR, дБ (90-й перцентиль)	O_{th} , дБм (10-й перцентиль)	O_{th} , дБм (50-й перцентиль)
1/(10 МГц)	-46 ... -39	-37 ... -33	-15 ... -13	-11 ... -9
2/(18 МГц)	-53 ... -46	-50 ... -42	-8 ... -5	-3 ... -2
3/(26 МГц)	-56 ... -50	-51 ... -41	-15 ... -11	-8 ... -3
4/(34 МГц)	-62 ... -53	-57 ... -46	-19 ... -10	-12 ... -7
5/(42 МГц)	-67 ... -64	-63 ... -51	-8 ... -6	-4 ... -3
6/(50 МГц)	-68 ... -64	-58 ... -53	-6 ... -4	-2 ... 1
7/(58 МГц)	-71 ... -67	-66 ... -58	-5 ... -2	0 ... 2
8/(66 МГц)	-68 ... -58	-58 ... -51	-5 ... -1	1 ... 2
9/(74 МГц)	-55 ... -47	-46 ... -39	-3 ... -1	2 ... 4

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Значения PR применяются до тех пор, пока уровень мешающего сигнала не превысит соответствующий уровень O_{th} . Если уровень мешающего сигнала выше соответствующего уровня O_{th} , то приемник испытывает помехи от мешающего сигнала независимо от отношения сигнала к помехе.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – При уровне полезного сигнала, близком к чувствительности приемника, должен учитываться шум, например при чувствительности +3 дБ к защитному отношению должно быть добавлено 3 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Значения PR для различных вариантов системы и различных условий приема могут быть получены с использованием поправочных коэффициентов в таблице 50 в п. 4 этого Приложения. Предполагается, что порог перегрузки не зависит от типа системы и условий приема.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Для получения дальнейших подробностей по различным случаям информационной нагрузки базовых станций см. таблицы 64, 65 и 66 в Прилагаемом документе 2 к Приложению 2.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Уровни утечки мощности в соседний канал (ACLR) для мешающих сигналов BS LTE, используемых при измерениях, составляют не менее 60 дБ для $N - 1$, и они являются существенно более высокими для $N - 2$ и больших сдвигов.

⁶ Термин "информационная нагрузка 0%" на базовой станции LTE относится к ситуации, когда базовая станция не обрабатывает трафик пользователей, но передает данные сигнализации, синхронизации и, возможно, иногда вещательные данные. Ранние эксперименты показали, что два из четырех телевизионных приемников испытывали ухудшение защитных отношений, когда информационная нагрузка базовой станции была от 0% до 30%, однако приемники совершенствуются.

ТАБЛИЦА 37

Значения защитных отношений (PR), соответствующие 50-му и 90-му процентилям, и пороговые уровни перегрузки (O_{th}), соответствующие 10-му и 50-му процентилям, для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала базовой станции LTE 10 МГц в условиях гауссовского канала для кремниевых тюнеров (см. Примечания 1–5)

Сдвиг частоты источника помехи $N/(MГц)$	PR, дБ (50-й процентиль)	PR, дБ (90-й процентиль)	O_{th} , дБм (10-й процентиль)	O_{th} , дБм (50-й процентиль)
1/(10 МГц)	-41 ... -32	-40 ... -26	-40 ... -13	-31 ... -3
2/(18 МГц)	-52 ... -40	-47 ... -22	-32 ... -10	-6 ... 1
3/(26 МГц)	-52 ... -39	-48 ... -25	-39 ... -9	-5 ... 3
4/(34 МГц)	-55 ... -45	-49 ... -29	-29 ... -8	-5 ... 4
5/(42 МГц)	-55 ... -50	-51 ... -33	-28 ... -8	-3 ... 5
6/(50 МГц)	-57 ... -50	-51 ... -35	-26 ... -8	-4 ... 4
7/(58 МГц)	-57 ... -54	-52 ... -38	-25 ... -8	-4 ... 3
8/(66 МГц)	-57 ... -55	-52 ... -39	-24 ... -8	-4 ... 3
9/(74 МГц)	-57 ... -53	-51 ... -41	-23 ... -8	3 ... 5

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Значения PR применяются до тех пор, пока уровень мешающего сигнала не превысит соответствующий уровень O_{th} . Если уровень мешающего сигнала выше соответствующего уровня O_{th} , то приемник испытывает помехи от мешающего сигнала независимо от отношения сигнала к помехе.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – При уровне полезного сигнала, близком к чувствительности приемника, должен учитываться шум, например при чувствительности +3 дБ к защитному отношению должно быть добавлено 3 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Значения PR для различных вариантов системы и различных условий приема могут быть получены с использованием поправочных коэффициентов в таблице 50 в п. 4 этого Приложения. Предполагается, что порог перегрузки не зависит от типа системы и условий приема.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Для получения дальнейших подробностей по различным случаям информационной нагрузки базовых станций см. таблицы 64, 65 и 66 в Прилагаемом документе 2 к Приложению 2.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Уровни ACLR для мешающих сигналов BS LTE, используемых при измерениях, составляют не менее 60 дБ для $N = 1$, и они являются существенно более высокими для $N = 2$ и больших сдвигов.

Диапазон защитных отношений и порогов перегрузки, полученный для источника помех в виде пользовательского оборудования LTE (LTE-UE), указан в таблице 38 для сsp-тюнеров и в таблице 38А для кремниевых тюнеров для изменяющихся во времени и непрерывных помех.

В настоящее время наихудшая ситуация соответствует помехам от изменяющихся во времени сигналов на некоторых кремниевых тюнерах, для которых защитные отношения для мешающих сигналов с постоянной средней мощностью и без изменения частоты были, как правило, ниже, чем защитные отношения для мешающих сигналов с изменениями во времени, таких как пульсирующая форма колебаний LTE UE. Кроме того, пороги перегрузки для мешающих сигналов с постоянной средней мощностью и без изменения частоты были, как правило, выше, чем пороги перегрузки для сигналов с изменениями во времени, таких как пульсирующая форма колебаний LTE UE. Дальнейшую информацию можно найти в Отчете МСЭ-R ВТ.2215 "Измерение защитных отношений и пороговых уровней перегрузки для телевизионных приемников". Наивысший уровень защиты (для защиты вещания в случаях непрерывных изменяющихся во времени помех) достигается использованием наибольшего значения для защитного отношения и наименьшего значения для порога перегрузки.

Сдвиг частоты измеряется между средними частотами полезного и мешающего сигналов.

ТАБЛИЦА 38

Значения защитных отношений (PR) с учетом поправки, соответствующие 50-му и 90-му перцентилям, и пороговые уровни перегрузки (O_{th}), соответствующие 10-му и 50-му перцентилям, для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала пользовательского оборудования LTE 10 МГц в условиях гауссовского канала для сап-тюнеров (см. Примечания 1–4)

Сдвиг частоты источника помехи $N/(МГц)$	Количество приемников	PR, дБ (50-й перцентиль)	PR, дБ (90-й перцентиль)	O_{th} , дБм (10-й перцентиль)	O_{th} , дБм (50-й перцентиль)
1/(10 МГц)	19	-6	-6 ... -5	-21 ... -19	-16 ... -11
2/(18 МГц)	19	-13	-13	-18 ... -4	-6 ... -2
3/(26 МГц)	19	-49 ... -48	-43 ... -40	-31 ... -26	-16 ... -10
4/(34 МГц)	19	-60 ... -57	-58 ... -54	-19 ... -11	-13 ... -9
5/(42 МГц)	19	-65 ... -56	-62 ... -50	-17 ... -7	-9 ... -4
6/(50 МГц)	31	-68 ... -56	-65 ... -48	-18 ... -7	-9 ... -2
7/(58 МГц)	19	-68 ... -57	-67 ... -47	-16 ... -3	-3 ... 2
8/(66 МГц)	31	-69 ... -58	-67 ... -52	-16 ... -3	-4 ... 2
9/(74 МГц)	19	-50 ... -44	-38 ... -33	-9 ... -3	-2 ... 4

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Значения PR применяются до тех пор, пока уровень мешающего сигнала не превысит соответствующий уровень O_{th} . Если уровень мешающего сигнала выше соответствующего уровня O_{th} , то приемник испытывает помехи от мешающего сигнала независимо от отношения сигнала к помехе.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – При уровне полезного сигнала, близком к чувствительности приемника, должен учитываться шум, например при чувствительности +3 дБ к защитному отношению должно быть добавлено 3 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Значения PR для различных вариантов системы и различных условий приема могут быть получены с использованием поправочных коэффициентов в таблице 50 в п. 4 этого Приложения. Предполагается, что порог перегрузки не зависит от типа системы и условий приема.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Следует отметить, что в значения PR при $N = 1$ и $N = 2$ внесены поправки на основе допущения, что значение ACLR' мешающего сигнала равно 25,2 дБ ($N + 1$) и 32,2 дБ ($N + 2$). Значения PR для всех остальных сдвигов основаны на значении ACLR', равном 88 дБ. Использовано значение PR_0 в канале на совпадающей частоте, равное 18,7 дБ. Метод расчета значений для других значений ACLR' приведен в Прилагаемом документе 3 к Приложению 2. Ширина полосы измерения, использованная при расчете ACLR, составляет 8 МГц для полезного сигнала и 10 МГц для мешающего сигнала.

ТАБЛИЦА 38А

Значения защитных отношений (PR) с учетом поправки, соответствующие 50-му и 90-му процентилям, и пороговые уровни перегрузки (O_{th}), соответствующие 10-му и 50-му процентилям, для сигнала DVB-T 8 МГц 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала пользовательского оборудования LTE 10 МГц в условиях гауссовского канала для кремниевых тюнеров (см. Примечания 1–4)

Сдвиг частоты источника помехи $N/(МГц)$	Количество приемн. Высоко-/низко-скоростн.	PR, дБ (50-й процентиль)	PR, дБ (90-й процентиль)	Количество приемн. Высоко-/низко-скоростн.	O_{th} , дБм (10-й процентиль)	O_{th} , дБм (50-й процентиль)
1/(10 МГц)	16/16	-6	-6	9/8	-31... -21	-16 ... -12
2/(18 МГц)	16/16	-13	-13 ... -11	9/7	-21 ... -5	1 ... 2
3/(26 МГц)	16/16	-51 ... -39	-46 ... -22	9/7	-21 ... -3	1 ... 5
4/(34 МГц)	9/9	-52 ... -39	-48 ... -28	9/7	-21 ... -2	1 ... 5
5/(42 МГц)	9/9	-56 ... -39	-52 ... -29	9/7	-20 ... -3	2 ... 5
6/(50 МГц)	15/20	-53 ... -44	-47 ... -34	12/16	-34 ... -7	-15 ... 1
7/(58 МГц)	9/9	-58 ... -39	-53 ... -28	9/7	-19 ... -4	3 ... 5
8/(66 МГц)	13/16	-56 ... -45	-50 ... -35	12/14	-30 ... -5	-11 ... 4
9/(74 МГц)	22/20	-55 ... -45	-48 ... -33	13/16	-30 ... -8	-11 ... 1

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Значения PR применяются до тех пор, пока уровень мешающего сигнала не превысит соответствующий уровень O_{th} . Если уровень мешающего сигнала выше соответствующего уровня O_{th} , то приемник испытывает помехи от мешающего сигнала независимо от отношения сигнала к помехе.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – При уровне полезного сигнала, близком к чувствительности приемника, должен учитываться шум, например при чувствительности +3 дБ к защитному отношению должно быть добавлено 3 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Значения PR для различных вариантов системы и различных условий приема могут быть получены с использованием поправочных коэффициентов в таблице 50 в п. 4 этого Приложения. Предполагается, что порог перегрузки не зависит от типа системы и условий приема.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Следует отметить, что в значения PR при $N = 1$ и $N = 2$ внесены поправки на основе допущения, что значение ACLR' мешающего сигнала равно 25,2 дБ ($N + 1$) и 32,2 дБ ($N + 2$). Значения PR для всех остальных сдвигов основаны на значении ACLR', равном 88 дБ. Использовано значение PR_0 в канале на совпадающей частоте, равное 18,7 дБ. Метод расчета значений для других значений ACLR' приведен в Прилагаемом документе 3 к Приложению 2. Ширина полосы измерения, использованная при расчете ACLR, составляет 8 МГц для полезного сигнала и 10 МГц для мешающего сигнала.

Выбор значений PR и O_{th} для исследований совместного использования частот

В таблице 38В приведены рекомендованные значения PR и O_{th} , которые должны применяться в исследованиях совместного использования частот. Применение этих значений обеспечит защиту 90% приемников при любых информационных нагрузках. Для UE использовалось значение PR для 90-го процентиля с учетом поправки на основе заданных значений ACLR UE, которые приведены в Примечании 4.

ТАБЛИЦА 38В

Рекомендованные значения PR и O_{th} , которые должны использоваться в исследованиях совместного использования частот, для сигнала для сигнала DVB-T 8 МГц 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала базовой станции или пользовательского оборудования LTE 10 МГц в условиях гауссовского канала для всех тюнеров и информационных нагрузок (см. Примечания 1–5)

Сдвиг частоты источника помехи $N/(MГц)$	Базовая станция LTE		Пользовательское оборудование LTE	
	PR, дБ	O_{th} , дБм	PR с учетом поправки, дБ	O_{th} , дБм
Совмещенный канал (AWGN)	18,7	–	18,7	–
Совмещенный канал (LTE)	18	–	19	–
1/(10 МГц)	–26	–40	–5	–31
2/(18 МГц)	–22	–32	–11	–21
3/(26 МГц)	–25	–39	–22	–31
4/(34 МГц)	–29	–29	–28	–21
5/(42 МГц)	–33	–28	–29	–20
6/(50 МГц)	–35	–26	–34	–34
7/(58 МГц)	–38	–25	–28	–19
8/(66 МГц)	–39	–24	–35	–30
9/(74 МГц)	–39	–23	–33	–30

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Значения PR применяются до тех пор, пока уровень мешающего сигнала не превысит соответствующий уровень O_{th} . Если уровень мешающего сигнала выше соответствующего уровня O_{th} , то приемник испытывает помехи от мешающего сигнала независимо от отношения сигнала к помехе.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – При уровне полезного сигнала, близком к чувствительности приемника, должен учитываться шум, например при чувствительности +3 дБ к защитному отношению следует добавить 3 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Значения PR для различных вариантов системы и различных условий приема могут быть получены с использованием поправочных коэффициентов в таблице 50 в п. 4 этого Приложения. Предполагается, что порог перегрузки не зависит от типа системы и условий приема.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Следует отметить, что в значения PR при $N = 1$ и $N = 2$ внесены поправки на основе допущения, что значение ACLR' мешающего сигнала равно 25,2 дБ ($N + 1$) и 32,2 дБ ($N + 2$). Значения PR для всех остальных сдвигов основаны на значении ACLR', равном 88 дБ. Использовано значение PR_0 в канале на совпадающей частоте, равное 18,7 дБ. Метод расчета значений для других значений ACLR приведен в Прилагаемом документе 3 к Приложению 2.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Уровни ACLR для мешающих сигналов BS LTE, используемых при измерениях, составляют не менее 60 дБ для $N = 1$, и они являются существенно более высокими для $N = 2$ и больших сдвигов.

2 Защитные отношения для полезных сигналов аналогового наземного телевидения, испытывающих помехи от мешающих сигналов цифрового наземного телевидения DVB-T

В таблицах 39–46 приведены защитные отношения для полезного аналогового телевизионного сигнала с 625 строками, испытывающего помехи от сигнала цифрового наземного телевидения DVB-T.

2.1 Защитные отношения для телевизионных систем с 625 строками

2.1.1 Защита полезных видеосигналов, испытывающих помехи от сигнала цифрового наземного телевидения DVB-T

В данном разделе защитные отношения для полезного аналогового сигнала, испытывающего помехи от мешающего цифрового сигнала DVB-T, относятся только к помехам видеосигналу.

Приведенные значения защитных отношений относятся к внеканальному ослаблению спектра мешающего передатчика DVB-T в 40 дБ.

2.1.1.1 Защита от помех по совмещенному каналу

ТАБЛИЦА 39

Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от мешающего сигнала DVB-T 8 МГц

Полезный сигнал: аналоговая система	Мешающий сигнал: DVB-T, 8 МГц	
	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
B, D, D1, G, H, K/PAL	34	40
I/PAL	37	41
B, D, K, L/SECAM	35	41

ТАБЛИЦА 40

Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от мешающего сигнала DVB-T 7 МГц

Полезный сигнал: аналоговая система	Мешающий сигнал: DVB-T, 7 МГц	
	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
B/PAL, B/SECAM	35	41

2.1.1.2 Защита от помех нижнего соседнего канала

ТАБЛИЦА 41

Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигналов DVB-T 7 МГц и 8 МГц (нижний соседний канал)

Полезный сигнал: аналоговая система	Мешающий сигнал: DVB-T, 7 МГц или 8 МГц (нижний соседний канал)	
	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
B, D, D1, G, H, I, K/PAL	-9	-5
B, D, K, L/SECAM	-5	-1

2.1.1.3 Защита от помех верхнего соседнего канала

ТАБЛИЦА 42

Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигналов DVB-T 7 МГц и 8 МГц (верхний соседний канал)

Полезный сигнал: аналоговая система	Мешающий сигнал: DVB-T, 7 МГц или 8 МГц (верхний соседний канал)	
	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
PAL и SECAM	-8	-5

2.1.1.4 Защита от помех по зеркальному каналу

ТАБЛИЦА 43

Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала DVB-T 8 МГц (зеркальный канал)

Полезная аналоговая система	Мешающий канал DVB-T	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
D1, G/PAL	$N + 9$	-19	-15
I/PAL	$N + 9$		
L/SECAM ⁽¹⁾	$N + 9$	-24	-22
D, K/SECAM ⁽¹⁾	$N + 8, N + 9$	-16	-11
D, K/PAL	$N + 8, N + 9$		

⁽¹⁾ Предварительные значения, которые все еще изучаются.

ТАБЛИЦА 44

Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала DVB-T 7 МГц (зеркальный канал)

Полезная аналоговая система	Мешающий канал DVB-T	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
B/PAL	$N + 10, N + 11$	-22	-18

2.1.1.5 Защита от помех перекрывающихся каналов

ТАБЛИЦА 45

Защитные отношения (дБ) для аналоговых видеосигналов* В, D, D1, G, H, K/PAL, испытывающих помехи от сигнала DVB-T 7 МГц (перекрывающиеся каналы)

Разность между средней частотой мешающего сигнала DVB-T и частотой видеонесущей полезного аналогового телевизионного сигнала (МГц)	Защитное отношение	
	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
-7,75	-16	-11
(N - 1) -4,75	-9	-5
-4,25	-3	4
-3,75	13	21
-3,25	25	31
-2,75	30	37
-1,75	34	40
-0,75	35	41
(N) 2,25	35	41
4,25	35	40
5,25	31	38
6,25	28	35
7,25	26	33
8,25	6	12
(N + 1) 9,25	-8	-5
12,25	-8	-5

* Аналогичные значения ожидаются для всех систем SECAM. Эти значения все еще изучаются.

ТАБЛИЦА 46

Защитные отношения (дБ) для аналоговых видеосигналов* В, D, D1, G, H, K/PAL, испытывающих помехи от сигнала DVB-T 8 МГц (перекрывающиеся каналы)

Разность между средней частотой мешающего сигнала DVB-T и частотой видеонесущей полезного аналогового телевизионного сигнала (МГц)	Защитное отношение	
	Тропосферные помехи ⁽¹⁾	Непрерывные помехи ⁽¹⁾
	-8,25	-11
(N - 1)	-5,25	-5
	-4,75	3
	-4,25	20
	-3,75	30
	-3,25	36
	-2,25	39
	-1,25	40
(N)	2,75	40
	4,75	39
	5,75	37
	6,75	34
	7,75	32
	8,75	11
(N + 1)	9,75	-5
	12,75	-5

* Аналогичные значения ожидаются для всех систем SECAM. Эти значения все еще изучаются.

⁽¹⁾ Значения тропосферных и непрерывных помех получены расчетным путем из таблицы 45.

3 Защитные отношения звуковых сигналов в составе полезных сигналов аналогового наземного телевидения, испытывающих помехи от мешающих сигналов цифрового наземного телевидения DVB-T

В таблицах 47–49 настоящего Приложения приведены защитные отношения для полезных телевизионных звуковых несущих ЧМ, АМ и NICAM, испытывающих помехи от мешающих сигналов цифрового наземного телевидения.

Все защитные отношения в данном разделе относятся к уровню полезных телевизионных звуковых несущих. Эталонный уровень звуковых несущих представляет собой среднеквадратичное значение немодулированной несущей.

Качество звука при тропосферных помехах соответствует баллу 3, при непрерывных помехах баллу 4.

Эталонные значения отношения сигнал/шум (S/N) для звуковых сигналов ЧМ являются следующими:

- 40 дБ (приближается к баллу 3 по шкале ухудшения), тропосферные помехи;
- 48 дБ (приближается к баллу 4 по шкале ухудшения), непрерывные помехи.

Эталонные значения S/N измеряются как взвешенные значения пиковых уровней S/N , приведенных в Рекомендации МСЭ-R BS.468 и Рекомендации МСЭ-R BS.412.

Эталонный уровень звукового сигнала ЧМ соответствует максимальному отклонению частоты в ± 50 кГц.

Эталонные значения КОБ для цифровых звуковых сигналов NICAM являются следующими:

- КОБ = 1×10^{-4} (приближается к баллу 3 шкалы ухудшения), тропосферные помехи;
- КОБ = 1×10^{-5} (приближается к баллу 4 шкалы ухудшения), непрерывные помехи.

При передаче с двумя звуковыми несущими каждый из двух звуковых сигналов должен рассматриваться в отдельности. Мультиплексные модулированные звуковые сигналы могут потребовать более высокой защиты.

3.1 Защита для звуковых сигналов ЧМ, АМ и NICAM аналоговых телевизионных систем, испытывающих помехи от сигналов цифрового наземного телевидения DVB-T

ТАБЛИЦА 47

Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для полезного звукового сигнала, испытывающего помехи от сигналов цифрового наземного телевидения DVB-T

Защитное отношение, отнесенное к несущей полезного звукового сигнала		Мешающий сигнал	
		DVB-T 7 МГц	DVB-T 8 МГц
Полезный звуковой сигнал			
ЧМ	Тропосферные помехи	6	5
	Непрерывные помехи	16	15
АМ	Тропосферные помехи	21	20
	Непрерывные помехи	24	23
NICAM PAL B/G	Тропосферные помехи	5	4
	Непрерывные помехи	6	5
NICAM Система I	Тропосферные помехи		
	Непрерывные помехи		
NICAM Система L	Тропосферные помехи	12	11
	Непрерывные помехи	13	12

ТАБЛИЦА 48

Защитные отношения (дБ) для полезного звукового сигнала ЧМ, испытывающего помехи от сигнала DVB-T 7 МГц (перекрывающиеся каналы)

		Частота сигнала DVB-T на уровне 3 дБ за вычетом частоты звуковой несущей						
Частота сигнала DVB-T относительно несущей ЧМ	Защитное отношение, отнесенное к несущей полезного звукового сигнала	-500 кГц	-250 кГц	-50 кГц	0,0 кГц	50 кГц	250 кГц	500 кГц
		DVB-T ниже ЧМ	Тропосферные помехи	0	0	0	5	5
	Непрерывные помехи	9	9	9	14	14	15	16
DVB-T выше ЧМ	Тропосферные помехи	5	5	4	3	-9	-22	-32
	Непрерывные помехи	15	15	14	12	-6	-16	-27

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Значения защитных отношений отнесены к внеканальному ослаблению спектра в 40 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Эта таблица все еще изучается.

ТАБЛИЦА 49

Защитные отношения (дБ) для полезного звукового сигнала АМ, испытывающего помехи от сигнала DVB-T 8 МГц при различных частотных сдвигах (верхний соседний канал)

Защитное отношение, отнесенное к несущей полезного звукового сигнала	Средняя частота сигнала DVB-T за вычетом частоты звуковой несущей		
	С отрицательным сдвигом	Без сдвига	С положительным сдвигом
	4,250 – 0,166 МГц = 4,084 МГц	4,250 МГц	4,250 + 0,166 МГц = 4,416 МГц
Тропосферные помехи	-1	-2	-4
Непрерывные помехи	+1	0	-2

4 Поправочные коэффициенты для различных вариантов полезной системы DVB-T и различных условий приема

Таблица 50, приведенная ниже, была разработана на основе варианта, в котором сигнал DVB-T испытывает помехи от DVB-T. Ее предлагается использовать для других типов источников помех, но требуется дальнейшее изучение для подтверждения этих значений.

ТАБЛИЦА 50

Теоретические поправочные коэффициенты для защитных отношений (дБ) для различных вариантов полезной системы DVB-T, относящихся к сигналу DVB-T 64-QAM 2/3, и для различных условий приема (испытывающего помехи от DVB-T или других служб)

Вариант системы DVB-T	Гауссовский канал	Фиксированный приемник	Наружный прием на переносной приемник	Внутренний прием на переносной приемник	Мобильный прием
QPSK 1/2	-13,5	-12,5	-10,3	-10,3	-7,3
QPSK 2/3	-11,6	-10,5	-8,2	-8,2	-5,2
QPSK 3/4	-10,5	-9,3	-6,9	-6,9	-3,9
QPSK 5/6	-9,4	-8,1	-5,6	-5,6	-2,6
QPSK 7/8	-8,5	-7,1	-4,5	-4,5	-1,5
16-QAM 1/2	-7,8	-6,8	-3,6	-3,6	-1,6
16-QAM 2/3	-5,4	-4,3	-2,0	-2,0	1,0
16-QAM 3/4	-3,9	-2,7	-0,3	-0,3	2,7
16-QAM 5/6	-2,8	-1,5	1,0	1,0	4,0
16-QAM 7/8	-2,3	-0,9	1,7	1,7	4,7
64-QAM 1/2	-2,2	-1,2	1,0	1,0	4,0
64-QAM 2/3	0,0	1,1	3,4	3,4	6,4
64-QAM 3/4	1,6	2,8	5,2	5,2	8,2
64-QAM 5/6	3,0	4,3	6,8	6,8	9,8
64-QAM 7/8	3,9	5,3	7,9	7,9	10,9

По сравнению со статическим каналом передачи меняющийся во времени рэлеевский канал, который соответствует переносному приему сигналов DVB-T, показывает намного более высокую потребность в защитных отношениях. Среднее увеличение значений защитных отношений в меняющемся во времени рэлеевском канале передачи по сравнению со значениями для статического рэлеевского канала передачи для всех измеренных приемников составляет около 5–6 дБ.

Таким образом, значения защитных отношений в гауссовском канале на 2–3 дБ ниже, чем значения в статическом рэлеевском канале передачи. По сравнению со статическим рэлеевским каналом передачи меняющийся во времени рэлеевский канал передачи показывает более высокие (на 4–6 дБ) защитные отношения.

5 Защитные отношения (дБ) для сигнала T-DAB, испытывающего помехи от мешающего сигнала цифрового наземного телевидения

ТАБЛИЦА 51

Защитные отношения (дБ) для сигнала T-DAB, испытывающего помехи от сигнала DVB-T 8 МГц

64-QAM, кодовая скорость 2/3									
$\Delta f^{(1)}$ (МГц)	-5	-4,2	-4	-3	0	3	4	4,2	5
PR	-50	-1	0	1	1	1	0	-1	-50

⁽¹⁾ Δf : средняя частота сигнала DVB-T за вычетом средней частоты сигнала T-DAB.

ТАБЛИЦА 52

Защитные отношения (дБ) для сигнала T-DAB, испытывающего помехи от сигнала DVB-T 7 МГц

64-QAM, кодовая скорость 2/3									
$\Delta f^{(1)}$ (МГц)	-4,5	-3,7	-3,5	-2,5	0	2,5	3,5	3,7	4,5
PR	-49	0	1	2	2	2	1	0	-49

⁽¹⁾ Δf : средняя частота сигнала DVB-T за вычетом средней частоты сигнала T-DAB.

6 Минимальная напряженность поля для наземного цифрового телевидения DVB-T, фиксированный прием

Формула для расчета минимальной напряженности поля приведена в Прилагаемом документе 1 к Приложению 2.

ТАБЛИЦА 53

Расчет минимального уровня напряженности поля системы DVB-T 8 МГц

Частота (МГц)	200			550			700		
	QPSK 2/3	16-QAM 2/3	64-QAM 2/3	QPSK 2/3	16-QAM 2/3	64-QAM 2/3	QPSK 2/3	16-QAM 2/3	64-QAM 2/3
Значение шума приемника, F (дБ)	5	5	5	7	7	7	7	7	7
Отношение несущая/шум на приемнике ⁽¹⁾ (C/N) (дБ)	8	14	20	8	14	20	8	14	20
Потери на фидере, A_f (дБ)	3	3	3	3	3	3	5	5	5
Усиление антенны, G (дБ)	5	5	5	10	10	10	12	12	12
Минимальная напряженность поля при фиксированном приеме, E_{min} (дБ(мкВ/м)) ⁽²⁾	27	33	39	33	39	45	35	41	47

⁽¹⁾ Для райсовского канала.

⁽²⁾ Формула приведена в Прилагаемом документе 1 к Приложению 2.

7 Минимальная медианная напряженность поля при мобильном приеме DVB-T

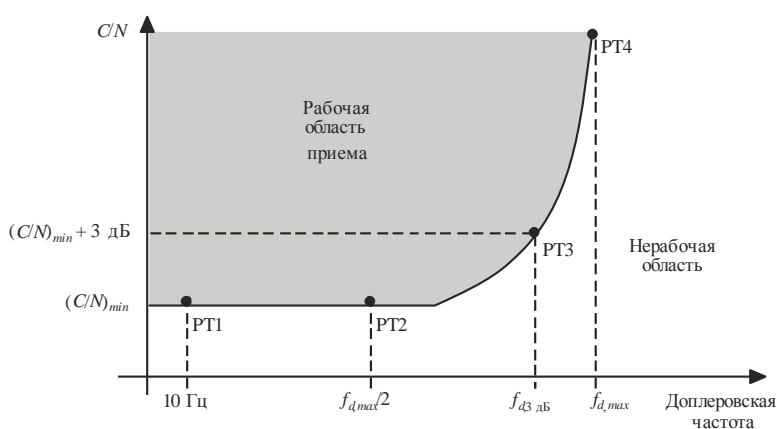
Уравнения для расчета минимальной медианной напряженности поля приведены в Прилагаемом документе 1 к настоящему Приложению. Вводимые величины для расчетов приведены в настоящем разделе и в Приложении 4. Вариант с мобильным приемом следует рассчитывать для значения вероятности мест приема в 99%.

7.1 Необходимое среднее значение C/N для мобильного приема

Для конкретного типа DVB-T необходимое среднее значение C/N для определенных уровней качества зависит только от доплеровской частоты, и можно построить график, подобный приведенному на рисунке 1.

РИСУНОК 1

Необходимое среднее значение C/N в канале распространения при мобильном приеме



ВТ.1368-01

Минимальные необходимые средние значения C/N (C/N_{min}), доплеровская частота для среднего значения C/N , равного $C/N_{min} + 3$ дБ, и максимальные предельные доплеровские значения (скорость) для мобильного приема приведены в таблицах 54 и 55. Предельные значения скорости для $C/N_{min} + 3$ дБ приведены для трех частот (200 МГц, 500 МГц и 800 МГц). Среднее значение C/N , $C/N_{min} + 3$ дБ, подходит для расчета необходимой напряженности поля. В таблице 54 приведены величины для необходимого среднего значения C/N и предельные значения скорости при отсутствии разнесения. В таблице 55 содержатся соответствующие величины для случая разнесения. Приведенные значения основаны на типовых параметрах канала "типовой городской", которые показаны в таблице 56. Критерием качества является субъективное местонахождение неисправности (SFP), соответствующее коэффициенту секунд с ошибками $-ESR = 5\%$ и коэффициенту пакетных ошибок $PER = 1 \times 10^{-4}$.

ТАБЛИЦА 54

Необходимое среднее значение C/N , предельная скорость для мобильного приема при отсутствии разнесения

Защитный интервал = 1/32			2k						8k					
			Скорость при F_d , 3 дБ (км/ч)						Скорость при F_d , 3 дБ (км/ч)					
Модуляция	Скорость (Мбит/с)	Кодовая скорость	C/N_{min} (дБ)	$F_{d, max}$ (Гц)	F_d при $C/N_{min} + 3$ дБ	200 МГц	500 МГц	800 МГц	C/N_{min} (дБ)	$F_{d, max}$ (Гц)	F_d при $C/N_{min} + 3$ дБ	200 МГц	500 МГц	800 МГц
QPSK	6,03	1/2	13,0	318	259	1 398	559	349	13,0	76	65	349	140	87
QPSK	8,04	2/3	16,0	247	224	1 207	483	302	16,0	65	53	286	114	71
16-QAM	12,06	1/2	18,5	224	182	985	394	246	18,5	59	47	254	102	64
16-QAM	16,09	2/3	21,5	176	147	794	318	199	21,5	41	35	191	76	48
64-QAM	18,10	1/2	23,5	141	118	635	254	159	23,5	35	29	159	64	40
64-QAM	24,13	2/3	27,0	82	65	349	140	87	27,0	24	18	95	38	24

ТАБЛИЦА 55

Необходимое среднее значение C/N , предельная скорость для мобильного приема для случая разнесения

Защитный интервал = 1/32			2k						8k					
			Скорость при F_d , 3 дБ (км/ч)						Скорость при F_d , 3 дБ (км/ч)					
Модуляция	Скорость (Мбит/с)	Кодовая скорость	C/N_{min} (дБ)	$F_{d, max}$ (Гц)	F_d при $C/N_{min} + 3$ дБ	200 МГц	500 МГц	800 МГц	C/N_{min} (дБ)	$F_{d, max}$ (Гц)	F_d при $C/N_{min} + 3$ дБ	200 МГц	500 МГц	800 МГц
QPSK	6,03	1/2	7,0	560	518	2 795	1 118	699	7,0	140	129	699	280	175
QPSK	8,04	2/3	10,0	494	447	2 414	966	604	10,0	129	106	572	229	143
16-QAM	12,06	1/2	12,5	447	365	1 969	788	492	12,5	118	94	508	203	127
16-QAM	16,09	2/3	15,5	353	294	1 588	635	397	15,5	82	71	381	152	95
64-QAM	18,10	1/2	17,5	282	235	1 271	508	318	17,5	71	59	318	127	79
64-QAM	24,13	2/3	21,0	165	129	699	280	175	21,0	47	35	191	76	48

ТАБЛИЦА 56

Параметры канала для измерения требуемого среднего значения C/N в "типовом городском" канале при мобильном приеме сигналов DVB-T

Номер ответвления	Задержка (мкс)	Мощность (дБ)	Доплеровская категория
1	0	-3	Рэлеевская
2	0,2	0	Рэлеевская
3	0,5	-2	Рэлеевская
4	1,6	-6	Рэлеевская
5	2,3	-8	Рэлеевская
6	5	-10	Рэлеевская

Значения для битовой скорости соответствуют самому короткому защитному интервалу 1/32, который в доплеровских значениях является наименее критическим. Следует полагать, что при увеличении защитного интервала максимальная скорость снижается. Например, при защитном интервале 1/4 максимальная доплеровская частота, $F_{d\max}$, уменьшается примерно на 85%.

Характеристики работы в канале подвижной связи в существенной степени зависят от конструкции приемника DVB-T. Повышения качества можно добиться при разработке приемников, сконструированных специально для мобильного приема.

В случае DVB-H система передачи DVB-T используется как физическая среда, при этом на канальном уровне добавляются дополнительное исправление ошибок и механизм квантования времени. Максимальная доплеровская частота (скорость) при мобильном приеме будет повышена в связи с дополнительным временным уплотнением. Значения C/N для приема на DVB-H предстоит разработать.

7.2 Коэффициент шума приемника

Коэффициент шума в 5 дБ применяется для интегрированных мобильных приемников транспортных средств. Более низкий коэффициент шума возможен в случаях, когда антенна внутренне согласована с первым каскадом усилителя без необходимости соединения через цепь.

8 Минимальная медианная напряженность поля при приеме сигналов DVB-H на переносное оборудование идущими пользователями внутри и вне помещения, а также при мобильном приеме

Уравнения для расчета минимальной медианной напряженности поля приведены в Прилагаемом документе 1 к настоящему Приложению. Вводимые величины для расчетов приведены в настоящем разделе и в Приложении 4. Вариант мобильного приема следует рассчитывать для значения вероятности мест приема в 99%.

8.1 Модели каналов для приема на переносное оборудование идущими пользователями внутри и вне помещения

Модели каналов для приема идущими пользователями внутри помещения (PI) и вне помещения (PO) разработаны для описания приема на медленно перемещающееся переносное оборудование внутри и вне помещений. Модели каналов основаны на измерениях в одночастотных сетях DVB-H и предусматривают трассы, идущие от двух различных мест расположения передатчиков. В таблицах 58 и 59 даны определения ответвлений каналов. Указанная доплеровская частота 1,5 Гц соответствует скорости 3 км/ч в середине диапазона УВЧ. В таблице 57 приведен спектр доплеровских частот для различных ответвлений.

ТАБЛИЦА 57

Определения спектра доплеровских частот для каналов РІ и РО

Спектр 1-го ответвления	Спектр ответвлений 2–12
$0,1G(f;0,08f_D) + \delta(f - 0,5f_D)$ где: $G(f; \sigma) = \exp\left(\frac{-f^2}{2\sigma^2}\right)$	$G(f;0,08f_D)$

ТАБЛИЦА 58

Определение канала РІ

Трасса	Задержка (мкс)	Мощность (дБ)	Спектр доплеровских частот	Доплеровская частота (Гц)	Станд. норм. откл.
1	0,0	0,0	См. таблицу 2	1,69	0,08
2	0,1	-6,4	Гауссов	1,69	0,08
3	0,2	-10,4	Гауссов	1,69	0,08
4	0,4	-13,0	Гауссов	1,69	0,08
5	0,6	-13,3	Гауссов	1,69	0,08
6	0,8	-13,7	Гауссов	1,69	0,08
7	1,0	-16,2	Гауссов	1,69	0,08
8	1,6	-15,2	Гауссов	1,69	0,08
9	8,1	-14,9	Гауссов	1,69	0,08
10	8,8	-16,2	Гауссов	1,69	0,08
11	9,0	-11,1	Гауссов	1,69	0,08
12	9,2	-11,2	Гауссов	1,69	0,08

ТАБЛИЦА 59

Определение канала РО

Трасса	Задержка (мкс)	Мощность (дБ)	Спектр доплеровских частот	Доплеровская частота (Гц)	Станд. норм. откл.
1	0,0	0,0	См. таблицу 2	1,69	0,08
2	0,2	-1,5	Гауссов	1,69	0,08
3	0,6	-3,8	Гауссов	1,69	0,08
4	1,0	-7,3	Гауссов	1,69	0,08
5	1,4	-9,8	Гауссов	1,69	0,08
6	1,8	-13,3	Гауссов	1,69	0,08
7	2,3	-15,9	Гауссов	1,69	0,08
8	3,4	-20,6	Гауссов	1,69	0,08
9	4,5	-19,0	Гауссов	1,69	0,08
10	5,0	-17,7	Гауссов	1,69	0,08
11	5,3	-18,9	Гауссов	1,69	0,08
12	5,7	-19,3	Гауссов	1,69	0,08

8.2 Модель канала при мобильном приеме

В таблице 54 приведена модель канала при мобильном приеме. Данная типовая модель для городских условий действительна как для DVB-T, так и для DVB-H.

8.3 Требуемое среднее отношение C/N при приеме на переносное оборудование внутри и вне помещения

Приемник DVB-H должен иметь характеристики, приведенные в таблице 60, при наложении шума (N) на полезную несущую (C) в полосе сигнала шириной 7,61 МГц. Критерий точки ухудшения составляет 5% от коэффициента ошибок по кадрам при использовании упреждающей коррекции ошибок для многопротокольных инкапсулированных данных (MPE-FEC) (5% MFER). Значения характеристики C/N взяты на основе имеющихся на рынке современных высокотехнологичных приемников с добавлением запаса в 2 дБ.

ТАБЛИЦА 60

Отношение C/N (дБ) для значения MFER 5% в каналах PI и PO

Модуляция	Кодовая скорость	Кодовая скорость при использовании MPE-FEC	PI	PO
QPSK	1/2	1/2	6,6	7,6
QPSK	1/2	2/3	6,8	7,8
QPSK	1/2	3/4	7,0	8,0
QPSK	1/2	5/6	7,2	8,2
QPSK	1/2	7/8	7,4	8,4
QPSK	2/3	2/3	9,8	10,8
QPSK	2/3	3/4	10,0	11,0
QPSK	2/3	5/6	10,2	11,2
QPSK	2/3	7/8	10,4	11,4
16-QAM	1/2	2/3	12,8	13,8

ТАБЛИЦА 60 (окончание)

Модуляция	Кодовая скорость	Кодовая скорость при использовании MPE-FEC	PI	PO
16-QAM	1/2	3/4	13,0	14,0
16-QAM	1/2	5/6	13,2	14,2
16-QAM	1/2	7/8	13,4	14,4
16-QAM	2/3	2/3	15,8	16,8
16-QAM	2/3	3/4	16,0	17,0
16-QAM	2/3	5/6	16,2	17,2
16-QAM	2/3	7/8	16,4	17,4
64-QAM	1/2	5/6	17,7	18,7
64-QAM	1/2	7/8	17,9	18,9
64-QAM	2/3	2/3	20,6	21,6
64-QAM	2/3	3/4	20,8	21,8
64-QAM	2/3	5/6	21,0	22,0

8.4 Требуемое среднее отношение C/N при приеме на переносное оборудование внутри и вне помещения

Приемник DVB-H должен иметь характеристики, приведенные в таблице 61, при наложении шума (N) и доплеровского сдвига (F_d) на полезную несущую (C) в канале подвижной связи, определенном в таблице 54. Значения даны для защитного интервала 1/4. Характеристика C/N взята на основе имеющихся на рынке современных приемников DVB-H с добавлением запаса 2 дБ. Доплеровская характеристика выводится на основе анализа ситуации, при которой заданная скорость в режиме 8k на частоте 750 МГц равна 130 км/ч. Это значение соответствует доплеровской частоте 100 Гц. Доплеровские характеристики для режимов 4k и 2k получаются путем умножения на 2 и на 4 значений характеристик для режима 8k. Критерий точки ухудшения составляет 5% от коэффициента ошибок по кадрам при использовании MPE-FEC (5% MFER).

ТАБЛИЦА 61

Отношение C/N (дБ) в канале подвижной связи системы DVB-H при значении MFER 5%

Защитный интервал = 1/4			2k		Скорость при F_d , 3 дБ (км/ч)		4k		Скорость при F_d , 3 дБ (км/ч)		8k		Скорость при F_d , 3 дБ (км/ч)	
Модуляция	Кодовая скорость	Кодовая скорость при MPE-FEC	C/N_{min} , (дБ)	F_d , 3 дБ (Гц)	474 МГц	746 МГц	C/N_{min} , (дБ)	F_d , 3 дБ (Гц)	474 МГц	746 МГц	C/N_{min} , (дБ)	F_d , 3 дБ (Гц)	474 МГц	746 МГц
QPSK	1/2	1/2	8,5	400	911	579	8,5	200	456	290	8,5	100	228	145
		2/3	9,0	400	911	579	9,0	200	456	290	9,0	100	228	145
		3/4	9,5	400	911	579	9,5	200	456	290	9,5	100	228	145
		5/6	10,0	400	911	579	10,0	200	456	290	10,0	100	228	145
		7/8	10,5	400	911	579	10,5	200	456	290	10,5	100	228	145
QPSK	2/3	2/3	12,0	400	911	579	12,0	200	456	290	12,0	100	228	145
		3/4	12,5	400	911	579	12,5	200	456	290	12,5	100	228	145
		5/6	13,5	400	911	579	13,5	200	456	290	13,5	100	228	145
		7/8	14,5	400	911	579	14,5	200	456	290	14,5	100	228	145
16-QAM	1/2	2/3	15,0	400	911	579	15,0	200	456	290	15,0	100	228	145
		3/4	15,5	400	911	579	15,5	200	456	290	15,5	100	228	145
		5/6	16,5	400	911	579	16,5	200	456	290	16,5	100	228	145
		7/8	17,5	400	911	579	17,5	200	456	290	17,5	100	228	145
16-QAM	2/3	2/3	18,0	380	866	550	18,0	190	433	275	18,0	95	216	138
		3/4	18,5	380	866	550	18,5	190	433	275	18,5	95	216	138
		5/6	19,5	380	866	550	19,5	190	433	275	19,5	95	216	138
		7/8	20,5	380	866	550	20,5	190	433	275	20,5	95	216	138
64-QAM	1/2	5/6	21,5	200	456	290	21,5	100	228	145	21,5	50	114	73
		7/8	22,5	200	456	290	22,5	100	228	145	22,5	50	114	73
64-QAM	2/3	2/3	25,0	120	273	174	25,0	60	137	87	25,0	30	68	43
		3/4	25,5	120	273	174	25,5	60	137	87	25,5	30	68	43
		5/6	27,0	120	273	174	27,0	60	137	87	27,0	30	68	43

8.5 Коэффициент шума приемника

Предполагается, что приемники DVB-H имеют полную функциональную совместимость с оборудованием сотовой радиосвязи стандарта GSM-900, и, следовательно, перед приемником DVB-H имеется режекторный фильтр для системы GSM. Общий системный коэффициент шума приемника и фильтра равен 6 дБ.

Прилагаемый документ 1 к Приложению 2

Расчет минимальной напряженности поля и минимальной медианной эквивалентной напряженности поля

Значения минимальной напряженности поля и минимальной медианной эквивалентной напряженности поля рассчитываются с использованием следующих уравнений:

$$\begin{aligned}
 P_n &= F + 10 \log(k T_0 B) \\
 P_{s \min} &= C/N + P_n \\
 A_a &= G + 10 \log(1,64\lambda^2/4 \pi) \\
 \varphi_{\min} &= P_{s \min} - A_a + L_f \\
 E_{\min} &= \varphi_{\min} + 120 + 10 \log(120 \pi) \\
 &= \varphi_{\min} + 145,8 \\
 E_{\text{med}} &= E_{\min} + P_{\text{mmn}} + C_1 && \text{для приема на фиксированное оборудование,} \\
 &&& \text{установленное на уровне крыши} \\
 E_{\text{med}} &= E_{\min} + P_{\text{mmn}} + C_1 + L_h && \text{для приема на переносное оборудование вне} \\
 &&& \text{помещений и на мобильное оборудование} \\
 E_{\text{med}} &= E_{\min} + P_{\text{mmn}} + C_1 + L_h + L_b && \text{для приема на переносное оборудование} \\
 &&& \text{внутри помещений и на мобильное} \\
 &&& \text{переносное оборудование} \\
 C_l &= \mu \cdot \sigma_t \\
 \sigma_t &= \sqrt{\sigma_b^2 + \sigma_m^2},
 \end{aligned}$$

где:

- P_n : мощность шума на входе приемника (дБВт)
- F : коэффициент шума приемника (дБ)
- k : постоянная Больцмана ($k = 1,38 \times 10^{-23}$ (Дж/К))
- T_0 : абсолютная температура ($T_0 = 290$ (К))
- B : шумовая полоса приемника ($B = 7,61 \times 10^6$ (Гц))
- $P_{s \min}$: минимальная мощность на входе приемника (дБВт)
- C/N : соотношение РЧ сигнал/шум на входе приемника, требуемое системой (дБ)
- A_a : эффективная апертура антенны (дБм²)
- G : усиление антенны, отнесенное к усилению полуволнового диполя (дБд)
- λ : длина волны сигнала (м)
- φ_{\min} : минимальная п.п.м. в месте приема (дБ(Вт/м²))
- L_f : потери в фидере (дБ)
- E_{\min} : эквивалентная минимальная напряженность поля в месте приема (дБ(мкВ/м))
- E_{med} : минимальная медианная эквивалентная напряженность поля, планируемое значение (дБ(мкВ/м))
- P_{mmn} : допуск на антропогенный шум (дБ)

- L_h : потери по высоте (точка приема на 1,5 м выше уровня земли (дБ))
- L_b : потери на входе для здания или транспортного средства (дБ)
- C : поправочный коэффициент для местоположения (дБ)
- σ : суммарное стандартное отклонение (дБ)
- σ_m : стандартное макроструктурное отклонение ($\sigma_m = 5,5$ (дБ))
- σ_b : стандартное отклонение на потери при входе в здание (дБ)
- μ : коэффициент распределения, равный 0,52 для 70%, 1,28 для 90%, 1,64 для 95% и 2,33 для 99%.

Прилагаемый документ 2 к Приложению 2

В нижеследующей таблице 62 приведены необработанные результаты измерений для кремниевых тюнеров в случае помех от базовой станции UMTS. Эти значения даны в качестве справочной информации и должны использоваться с осторожностью.

ТАБЛИЦА 62

Защитные отношения (PR) и пороговые уровни перегрузки (O_{th}) для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от излучений базовой станции UMTS 5 МГц без контроля мощности передачи (TPC выключено), измеренные для кремниевых тюнеров (см. Примечания 1–3)

Сдвиг частоты источника помехи N /(МГц)	PR, дБ			O_{th} , дБм		
	Si-E	Si-F	Si-B	Si-E	Si-F	Si-B
(Шаги 5 МГц)						
1/(6,5 МГц)	-47	-39	-44	-8	-6	0
2/(11,5 МГц)	-50	-42	-48	2	-3	4
3/(16,5 МГц)	-51	-45	-48	4	-3	8
4/(21,5 МГц)	-53	-46	-49	4	-2	10
5/(26,5 МГц)	-55	-47	-49	5	-3	10
6/(31,5 МГц)	-57	-48	-49	4	-2	10
7/(36,5 МГц)	-57	-48	-49	4	-2	10
8/(41,5 МГц)	-58	-49	-49	4	-2	10
9/(46,5 МГц)	-57	-50	-49	4	-2	10
10/(51,5 МГц)	-60	-50	-50	5	-3	10
11/(56,5 МГц)	-62	-51	-50	5	-3	10
14/(71,5 МГц)	-59	-53	-53	4	-3	10

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Значения PR применяются до тех пор, пока уровень мешающего сигнала не превысит соответствующий уровень O_{th} . Если уровень мешающего сигнала выше соответствующего уровня O_{th} , то приемник испытывает помехи от мешающего сигнала независимо от отношения сигнала к помехе.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – При уровне полезного сигнала, близком к чувствительности приемника, должен учитываться шум, например при чувствительности +3 дБ к защитному отношению должно быть добавлено 3 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Значения PR для различных вариантов системы и различных условий приема могут быть получены с использованием поправочных коэффициентов в таблице 50 в п. 4 этого Приложения. Предполагается, что порог перегрузки не зависит от типа системы и условий приема.

А нижеследующей таблице 63 приведены необработанные результаты измерений для кремниевых тюнеров в случае помех от пользовательского оборудования UMTS. Эти значения даны в качестве справочной информации и должны использоваться с осторожностью.

ТАБЛИЦА 63

Защитные отношения (PR) и пороговые уровни перегрузки (O_{th}) для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от излучений пользовательского оборудования UMTS 5 МГц с контролем мощности передачи (TPC включено), измеренные для кремниевых тюнеров (см. Примечания 1–4)

Сдвиг частоты источника помехи N /(МГц)	PR, дБ			O_{th} , дБм		
	Si-E	Si-F	Si-B	Si-E	Si-F	Si-B
(Шаги 5 МГц)						
1/(6,5 МГц)	-28	-16	-27	NR	NR	-41
2/(11,5 МГц)	-31	-32	-28	NR	-34	-41
3/(16,5 МГц)	-31	-32	-29	NR	-33	-38
4/(21,5 МГц)	-33	-33	-29	NR	-32	-38
5/(26,5 МГц)	-33	-34	-30	1	-31	-39
6/(31,5 МГц)	-35	-35	-30	3	-30	-40
7/(36,5 МГц)	-35	-36	-31	4	-30	-39
8/(41,5 МГц)	-36	-37	-32	4	-31	-39
9/(46,5 МГц)	-37	-38	-33	5	-28	-37
10/(51,5 МГц)	-36	-38	-32	5	-29	-36
11/(56,5 МГц)	-38	-39	-34	6	-28	-36
14/(71,5 МГц)	-41	-41	-34	6	-26	-35

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Значения PR применяются до тех пор, пока уровень мешающего сигнала не превысит соответствующий уровень O_{th} . Если уровень мешающего сигнала выше соответствующего уровня O_{th} , то приемник испытывает помехи от мешающего сигнала независимо от отношения сигнала к помехе.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – При уровне полезного сигнала, близком к чувствительности приемника, должен учитываться шум, например при чувствительности +3 дБ к защитному отношению должно быть добавлено 3 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Значения PR для различных вариантов системы и различных условий приема могут быть получены с использованием поправочных коэффициентов в таблице 50 в п. 4 этого Приложения. Предполагается, что порог перегрузки не зависит от типа системы и условий приема.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Внеполосный шум мешающего сигнала UMTS был скорректирован, чтобы придать аналогичный профиль внеполосного шума маске, приведенной в TS 125.101 8.60 3GPP; поэтому внесение поправок в результаты PR не требуется.

В нижеследующей таблице 64 приведены защитные отношения и пороговые уровни перегрузки, полученные для источника помех LTE-BS для базовой станции с информационной нагрузкой 0%. Таблицы 64, 65 и 66 используются для заполнения таблиц 36 и 37 в Приложении 2.

ТАБЛИЦА 64

Значения защитных отношений (PR), соответствующие 50-му и 90-му процентиям, и пороговые уровни перегрузки (O_{th}), соответствующие 10-му и 50-му процентиям, для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала базовой станции LTE 10 МГц с информационной нагрузкой 0% в условиях гауссовского канала для сап-тюнеров и кремниевых тюнеров (см. Примечания 1–7)

Сдвиг частоты источника помехи $N/(MГц)$	Сап-тюнер					Кремниевый тюнер				
	Количество приемников (Примечание 6)	PR, дБ, 50-й процентиль	PR, дБ, 90-й процентиль	O_{th} , дБм, 10-й процентиль	O_{th} , дБм, 50-й процентиль	Кол-во приемников	PR, дБ, 50-й процентиль	PR, дБ, 90-й процентиль	O_{th} , дБм, 10-й процентиль	O_{th} , дБм, 50-й процентиль
1/(10 МГц)	10	-45	-36	-13	-10	10	-32	-26	-40	-31
2/(18 МГц)	10	-53	-49	-7	-2	10	-40	-22	-32	-6
3/(26 МГц)	10	-55	-51	-13	-8	10	-39	-25	-39	-5
4/(34 МГц)	10	-62	-57	-10	-7	10	-45	-29	-29	-5
5/(42 МГц)	10	-67	-60	-6	-3	10	-50	-33	-28	-3
6/(50 МГц)	10	-68	-58	-5	1	10	-50	-35	-26	-4
7/(58 МГц)	10	-71	-58	-4	2	10	-55	-38	-25	-4
8/(66 МГц)	10	-59	-58	-3	2	10	-55	-39	-24	-4
9/(74 МГц)	10	-55	-46	-1	4	10	-54	-41	-23	5

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Значения PR применяются до тех пор, пока уровень мешающего сигнала не превысит соответствующий уровень O_{th} . Если уровень мешающего сигнала становится выше соответствующего уровня O_{th} , то приемник будет работать в нелинейном режиме.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – При уровне полезного сигнала, близком к чувствительности приемника, должен учитываться шум, например при превышении порога чувствительности приемника на 3 дБ к защитному отношению должно быть добавлено 3 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Значения PR для различных вариантов системы и различных условий приема могут быть получены с использованием поправочных коэффициентов в таблице 50 в п. 4 этого Приложения. Предполагается, что порог перегрузки не зависит от типа системы и условий приема.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – 50-й и 90-й процентили на всех измеренных защитных отношениях и 10-й и 50-й процентили на всех измеренных порогах перегрузки для помех на DVB-T от LTE были вычислены, используя статистический анализ (по гауссовскому распределению).

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – 90-й (или 50-й) процентиль для защитного отношения соответствует защите в 90% (или 50%) для измеренных приемников. 10-й (или 50-й) процентиль для порога перегрузки соответствует защите в 90% (или 50%) для измеренных приемников.

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Термин "информационная нагрузка 0%" на базовой станции LTE относится к ситуации, когда базовая станция не обрабатывает трафик пользователей, но передает данные сигнализации, данные синхронизации и, возможно, иногда вещательные данные. Эксперименты показали, что два из четырех телевизионных приемников испытывали ухудшение защитных отношений, когда информационная нагрузка базовой станции была от 0% до 30%.

ПРИМЕЧАНИЕ 7. – Уровни ACLR для мешающих сигналов BS LTE, используемых при измерениях, составляют не менее 60 дБ для $N - 1$, и они являются существенно более высокими для $N - 2$ и больших сдвигов.

В таблице 65 приведены защитные отношения и пороговые уровни перегрузки, полученные для источника помех LTE-BS для базовой станции с информационной нагрузкой 50%.

ТАБЛИЦА 65

Значения защитных отношений (PR), соответствующие 50-му и 90-му процентиям, и пороговые уровни перегрузки (O_{th}), соответствующие 10-му и 50-му процентиям, для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала базовой станции LTE 10 МГц с информационной нагрузкой 50% в условиях гауссовского канала для сап-тюнеров и кремниевых тюнеров (см. Примечания 1–6)

Сдвиг частоты источника помехи $N/(MГц)$	Количество приемников (Примечание 6)	Сап-тюнер				Кремниевый тюнер				
		PR, дБ, 50-й процентиль	PR, дБ, 90-й процентиль	O_{th} , дБм, 10-й процентиль	O_{th} , дБм, 50-й процентиль	Количество приемников	PR, дБ, 50-й процентиль	PR, дБ, 90-й процентиль	O_{th} , дБм, 10-й процентиль	O_{th} , дБм, 50-й процентиль
1/(10 МГц)	10	-46	-37	-15	-11	10	-41	-40	-13	-3
2/(18 МГц)	10	-53	-50	-5	-3	10	-52	-47	-10	1
3/(26 МГц)	10	-56	-51	-11	-5	10	-52	-48	-9	3
4/(34 МГц)	10	-53	-46	-19	-12	10	-55	-49	-8	4
5/(42 МГц)	10	-67	-51	-8	-3	10	-55	-51	-8	5
6/(50 МГц)	10	-66	-53	-4	-1	10	-57	-51	-8	4
7/(58 МГц)	10	-70	-58	-2	1	10	-57	-52	-8	3
8/(66 МГц)	10	-58	-51	-1	1	10	-57	-52	-8	3
9/(74 МГц)	10	-52	-42	-3	3	10	-57	-51	-8	4

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Значения PR применяются до тех пор, пока уровень мешающего сигнала не превысит соответствующий уровень O_{th} . Если уровень мешающего сигнала становится выше соответствующего уровня O_{th} , то приемник будет работать в нелинейном режиме.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – При уровне полезного сигнала, близком к чувствительности приемника, должен учитываться шум, например при превышении порога чувствительности приемника на 3 дБ к защитному отношению должно быть добавлено 3 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Значения PR для различных вариантов системы и различных условий приема могут быть получены с использованием поправочных коэффициентов в таблице 50 в п. 4 этого Приложения. Предполагается, что порог перегрузки не зависит от типа системы и условий приема.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – 50-й и 90-й процентили на всех измеренных защитных отношениях и 10-й и 50-й процентили на всех измеренных порогах перегрузки для помех на DVB-T от LTE были вычислены, используя статистический анализ (по гауссовскому распределению).

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – 90-й (или 50-й) процентиль для защитного отношения соответствует защите в 90% (или 50%) для измеренных приемников. 10-й (или 50-й) процентиль для порога перегрузки соответствует защите в 90% (или 50%) для измеренных приемников.

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Уровни ACLR для мешающих сигналов BS LTE, используемых при измерениях, составляют не менее 60 дБ для $N - 1$, и они являются существенно более высокими для $N - 2$ и больших сдвигов.

В таблице 66 приведены защитные отношения и пороговые уровни перегрузки, полученные для источника помех LTE-BS для базовой станции с информационной нагрузкой 100%.

ТАБЛИЦА 66

Значения защитного отношения (PR), соответствующие 50-му и 90-му процентиллям, и пороговые уровни перегрузки (O_{th}), соответствующие 10-му и 50-му процентиллям, для сигнала DVB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 2/3, испытывающего помехи от сигнала базовой станции LTE 10 МГц с информационной нагрузкой 100% в условиях гауссовского канала для сап-тюнеров и кремниевых тюнеров (см. Примечания 1–6)

Сдвиг частоты источника помехи $N/(MГц)$	Сап-тюнер					Кремниевый тюнер				
	Количество приемников	PR, дБ, 50-й процентиль	PR, дБ, 90-й процентиль	O_{th} , дБм, 10-й процентиль	O_{th} , дБм, 50-й процентиль	Количество приемников	PR, дБ, 50-й процентиль	PR, дБ, 90-й процентиль	O_{th} , дБм, 10-й процентиль	O_{th} , дБм, 50-й процентиль
1/(10 МГц)	44	-39	-33	-13	-9	24	-39	-34	-13	-7
2/(18 МГц)	44	-46	-42	-8	-3	24	-46	-40	-11	-1
3/(26 МГц)	44	-50	-41	-15	-3	24	-47	-45	-9	2
4/(34 МГц)	32	-58	-53	-15	-10	16	-52	-48	-9	4
5/(42 МГц)	32	-64	-63	-8	-4	16	-53	-49	-10	5
6/(50 МГц)	32	-64	-58	-6	-2	16	-54	-50	-9	4
7/(58 МГц)	32	-67	-66	-5	0	16	-54	-50	-8	3
8/(66 МГц)	32	-68	-53	-5	1	16	-55	-51	-8	3
9/(74 МГц)	44	-47	-39	-3	2	24	-53	-47	-8	3

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Значения PR применяются до тех пор, пока уровень мешающего сигнала не превысит соответствующий уровень O_{th} . Если уровень мешающего сигнала становится выше соответствующего уровня O_{th} , то приемник будет работать в нелинейном режиме.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – При уровне полезного сигнала, близком к чувствительности приемника, должен учитываться шум, например при превышении порога чувствительности приемника на 3 дБ к защитному отношению должно быть добавлено 3 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Значения PR для различных вариантов системы и различных условий приема могут быть получены с использованием поправочных коэффициентов в таблице 50 в п. 4 этого Приложения. Предполагается, что порог перегрузки не зависит от типа системы и условий приема.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – 50-й и 90-й процентили на всех измеренных защитных отношениях и 10-й и 50-й процентили на всех измеренных порогах перегрузки для помех на DVB-T от LTE были вычислены, используя статистический анализ (по гауссовскому распределению).

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – 90-й (или 50-й) процентиль для защитного отношения соответствует защите в 90% (или 50%) для измеренных приемников. 10-й (или 50-й) процентиль для порога перегрузки соответствует защите в 90% (или 50%) для измеренных приемников.

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Уровни ACLR для мешающих сигналов BS LTE, используемых при измерениях, составляют не менее 60 дБ для $N - 1$, и они являются существенно более высокими для $N - 2$ и больших сдвигов.

Прилагаемый документ 3 к Приложению 2

Измерения для пользовательского оборудования LTE, являющегося источником помех, основаны на конкретных значениях ACLR. В настоящем Прилагаемом документе определяется метод, который может использоваться для внесения поправок в табличные значения PR, приведенные в настоящей Рекомендации, для различных заданных значений ACLR UE.

Защитное отношение с учетом поправки определяется в два этапа: вначале, для сдвига частоты Δf рассчитывается избирательность приемника DTT по соседнему каналу (ACS) с использованием защитного отношения, указанного в таблице для этого сдвига ($PR(\Delta f)$), защитного отношения в совмещенном канале PR_0 и значения ACLR, на основе которого определяется значение PR, приведенное в таблице Приложения (см. Примечание 4 к таблицам 38 и 38A):

$$ACS(\Delta f) = -10 \log \left(10^{\frac{-PR_0 - PR(\Delta f)}{10}} - 10^{\frac{-ACLR}{10}} \right)$$

Далее, полученное значение ACS приемника DTT используется для определения соответствующих защитных отношений по соседнему каналу для мешающего терминала, который может иметь другие характеристики ACLR.

Защитное отношение с учетом поправки, $PR'(\Delta f)$, зависит от ACS и ACLR источника помехи LTE при сдвиге (Δf), обозначенного как ACLR':

$$PR'(\Delta f) = PR_0 + 10 \log \left(10^{\frac{-ACS}{10}} + 10^{\frac{-ACLR'}{10}} \right)$$

Следует отметить, что значения ACLR и ACLR' в приведенных выше уравнениях основаны на измерениях мощности с использованием ширины полосы канала источника помехи LTE (например, 10 МГц) и ширины полосы канала полезного сигнала (например, 8 МГц) при соответствующих частотных сдвигах источника помехи.

Приложение 3

Критерии планирования для систем цифрового телевидения ISDB-T в диапазонах ОВЧ/УВЧ

1 Защитные отношения для полезных сигналов цифрового наземного телевидения ISDB-T

В таблицах 67–70 и 71–76 приведены защитные отношения для полезного сигнала цифрового наземного телевидения ISDB-T, испытывающего помехи от сигнала цифрового наземного телевидения ISDB-T и сигнала аналогового наземного телевидения, соответственно. В таблицах 68 и 70 также приведены защитные отношения для полезного сигнала цифрового наземного телевидения ISDB-T, испытывающего помехи от сигнала цифрового наземного телевидения DVB-T. В таблице 67bis приведены защитные отношения по совмещенному каналу для полезного сигнала ISDB-T, испытывающего помехи от сигнала DVB-T2, на основании модуляции и кодовой скорости полезного сигнала ISDB-T. В таблице 69bis приведены защитные отношения по нижнему и верхнему соседним каналам на основании модуляции 64-QAM и кодовой скорости 7/8 полезного сигнала ISDB-T, испытывающего помехи от сигнала DVB-T2.

1.1 Защита сигнала цифрового наземного телевидения ISDB-T, испытывающего помехи от сигналов цифрового телевидения

ТАБЛИЦА 67

Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для ISDB-T 6 МГц, испытывающей помехи от ISDB-T 6 МГц

Кодовая скорость	Модуляция		
	DQPSK	16-QAM	64-QAM
7/8	10	17	23
5/6	9	16	22
3/4	9	15	21
2/3	8	14	20
1/2	6	12	17

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Защитные отношения основаны на целевом значении КОБ 2×10^{-4} при измерении между внутренним и внешним кодами перед декодированием Рида-Соломона. (значение почти безошибочного приема (QEF)).

ТАБЛИЦА 67bis

Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для полезного сигнала ISDB-T, испытывающего помехи от сигнала цифрового наземного телевидения DVB-T2 для райсовского канала (ширина полосы=6 МГц)

Модуляция	Коэффициент FEC	Защитное отношение
DQPSK	1/2	5
DQPSK	2/3	7
DQPSK	3/4	8
DQPSK	5/6	8
DQPSK	7/8	9
16-QAM	1/2	11
16-QAM	2/3	13
16-QAM	3/4	14
16-QAM	5/6	15
16-QAM	7/8	16
64-QAM	1/2	16
64-QAM	2/3	19
64-QAM	3/4	20
64-QAM	5/6	21
64-QAM	7/8	22

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Защитные отношения приводятся в случае сдвига частоты +1/7 МГц сигнала ISDB-T.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – В случае отсутствия сдвига частоты сигнала ISDB-T защитные отношения по совмещенному каналу следует увеличить на 1 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Защитные отношения основаны на целевом значении ESR (коэффициент секунд с ошибками), меньшем 5%.

ТАБЛИЦА 68

Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала ISDB-T 8 МГц, испытывающего помехи от сигнала ISDB-T 8 МГц или DVB-T 8 МГц

Кодовая скорость	Модуляция		
	QPSK	16-QAM	64-QAM
1/2	5	10	16
2/3	7	13	19
3/4	Не применимо	14	20

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Защитные отношения, приведенные в данной таблице, действительны только для гауссовского канала. Их можно применять для сигнала DVB-T 8 МГц, испытывающего помехи от сигнала ISDB-T 8 МГц.

ТАБЛИЦА 69

Защитные отношения (дБ) для сигнала ISDB-T 6 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 7/8, испытывающего помехи от сигнала ISDB-T 6 МГц в нижнем ($N - 1$) и верхнем ($N + 1$) соседних каналах

Канал	Защитное отношение $N - 1$	Защитное отношение $N + 1$
Защитное отношение	-26	-29
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Защитные отношения основаны на целевом значении КОБ 2×10^{-4} при измерении между внутренним и внешним кодами перед декодированием Рида-Соломона. (значение почти безошибочного приема (QEF)).		

ТАБЛИЦА 69bis

Защитные отношения по соседнему каналу (дБ) для полезного сигнала ISDB-T, 64-QAM с кодовой скоростью 7/8, испытывающего помехи от сигнала DVB-T2, для райсовского канала (ширина полосы=6 МГц)

Канал	Защитное отношение $N - 1$	Защитное отношение $N + 1$
Защитное отношение	-27	-27

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Защитные отношения приводятся в случае сдвига частоты +1/7 МГц сигнала ISDB-T.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – В случае отсутствия сдвига частоты в сигнале ISDB-T защитное отношение для нижнего соседнего канала следует увеличить на 1 дБ, а защитное отношение для верхнего соседнего канала следует уменьшить на 2 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Защитные отношения основаны на целевом значении ESR (коэффициент секунд с ошибками) менее 5%.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 – Этот набор параметров модуляции и коэффициента FEC дает защитное отношение для приема ISDB-T, обеспечивающее наивысшую защиту.

ТАБЛИЦА 70

Защитные отношения (дБ) для сигнала ISDB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 7/8, испытывающего помехи от сигнала ISDB-T 8 МГц или сигнала DVB-T 8 МГц в нижнем ($N - 1$) и верхнем ($N + 1$) соседних каналах

Канал	$N - 1$	$N + 1$
Защитное отношение	-26	-29

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Защитные отношения, приведенные в данной таблице, действительны только для гауссовского канала. Их можно применять для сигнала DVB-T 8 МГц, испытывающего помехи от сигнала ISDB-T 8 МГц.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Защитные отношения, составляющие -30 дБ, могут применяться к сигналам ISDB-T 8 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 3/4.

1.2 Защита сигнала цифрового наземного телевидения ISDB-T, испытывающего помехи от сигналов аналогового наземного телевидения

1.2.1 Защита от помех по совмещенному каналу

ТАБЛИЦА 71

Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала ISDB-T 6 МГц, испытывающего помехи от аналогового телевидения

Модуляция	Защитное отношение									
	DQPSK					QPSK				
Кодовая скорость	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
M/NTSC	-5	-3	-1	2	6	-16	-11	-8	0	2
Модуляция	16-QAM					64-QAM				
Кодовая скорость	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
M/NTSC	-11	-5	-1	6	10	-6	-1	5	9	14

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Уровень звуковой несущей на 6 дБ ниже уровня видеонесущей NTSC.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Приведенные в данной таблице значения показывают порог приема. Принимая во внимание различные характеристики работы домашних приемников, долговременное ухудшение условий приема и т. д., при фактическом планировании частот было бы целесообразным добавить запас в несколько дБ.

ТАБЛИЦА 72

**Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала ISDB-T 8 МГц,
испытывающего помехи от сигналов аналогового телевидения
(неконтролируемые условия частот)**

Полезный сигнал		Мешающий сигнал
Модуляция	Кодовая скорость	I/PAL, G/PAL
QPSK	1/2	-16
QPSK	2/3	-11
QPSK	3/4	-8
16-QAM	1/2	-11
16-QAM	2/3	-5
16-QAM	3/4	-1
64-QAM	1/2	-6
64-QAM	2/3	-1
64-QAM	3/4	5

1.2.2 Защита от помех нижнего соседнего канала ($N - 1$)

ТАБЛИЦА 73

**Защитные отношения (дБ) в случае помех нижнего соседнего канала ($N - 1$) для сигнала ISDB-T
6 МГц, испытывающего помехи от сигналов NTSC, включая звуковые сигналы**

Полезный сигнал		Мешающий сигнал
Модуляция	Кодовая скорость	M/NTSC
DQPSK	1/2	-34
DQPSK	2/3	-34
DQPSK	3/4	-33
16-QAM	1/2	-34
16-QAM	2/3	-33
16-QAM	3/4	-32
64-QAM	2/3	-32
64-QAM	3/4	-31
64-QAM	5/6	-29
64-QAM	7/8	-29

ТАБЛИЦА 74

Защитные отношения (дБ) в случае помех нижнего соседнего канала ($N - 1$) для сигнала ISDB-T 8 МГц, испытывающего помехи от сигналов аналогового телевидения, включая звуковые сигналы

Полезный сигнал		Мешающий сигнал	
Модуляция	Кодовая скорость	I/PAL	G/PAL
QPSK	1/2		-44
QPSK	2/3		-44
QPSK	3/4		
16-QAM	1/2	-43	-43
16-QAM	2/3		-42
16-QAM	3/4		-38
64-QAM	1/2	-38	-40
64-QAM	2/3	-34	-35
64-QAM	3/4		-32

1.2.3 Защита от помех верхнего соседнего канала ($N + 1$)

ТАБЛИЦА 75

Защитные отношения (дБ) в случае помех верхнего соседнего канала ($N + 1$) для ISDB-T 6 МГц, испытывающей помехи от сигнала NTSC 6 МГц

Полезный сигнал		Мешающий сигнал
Модуляция	Кодовая скорость	M/NTSC
DQPSK	1/2	-35
DQPSK	2/3	-35
DQPSK	3/4	-34
16-QAM	1/2	-35
16-QAM	2/3	-34
16-QAM	3/4	-33
64-QAM	2/3	-33
64-QAM	3/4	-33
64-QAM	5/6	-32
64-QAM	7/8	-31

ТАБЛИЦА 76

Защитные отношения (дБ) в случае помех верхнего соседнего канала ($N + 1$) для сигнала ISDB-T 8 МГц, испытывающего помехи от сигналов аналогового телевидения

Полезный сигнал		Мешающий сигнал
Модуляция	Кодовая скорость	I/PAL, G/PAL
QPSK	1/2	
QPSK	2/3	-47
QPSK	3/4	
16-QAM	1/2	
16-QAM	2/3	-43
16-QAM	3/4	
64-QAM	1/2	
64-QAM	2/3	-38
64-QAM	3/4	

2 Защитные отношения для полезных сигналов аналогового наземного телевидения, испытывающих помехи от мешающих сигналов цифрового наземного телевидения ISDB-T

В таблицах 77 и 78 приведены защитные отношения для полезных аналоговых телевизионных сигналов с 525 и 625 строками, испытывающих помехи от сигнала цифрового наземного телевидения ISDB-T, соответственно.

Приведенные в таблице 77 защитные отношения соотнесены с плечевым ослаблением спектра мешающего цифрового сигнала в 38 дБ. Значения защитных отношений, приведенные в таблицах 78, 79 и 80, соотносятся с внеканальным ослаблением спектра мешающего цифрового сигнала в 40 дБ.

Тропосферные и непрерывные помехи соответствуют баллам 3 и 4 по шкале ухудшения качества, соответственно (см. таблицу 105 Приложения 6).

2.1 Защитные отношения для телевизионных систем с 525 строками

2.1.1 Защита видеосигналов NTSC, испытывающих помехи от сигнала цифрового телевидения ISDB-T

ТАБЛИЦА 77

Защитные отношения (дБ) для аналогового видеосигнала (NTSC, 6 МГц), испытывающего помехи от сигнала ISDB-T

Мешающий цифровой канал	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
$N - 1$ (нижний)	-6	-3
N (совмещенный канал)	39	44
$N + 1$ (верхний)	-6	-3

2.2 Защитные отношения для телевизионных систем с 625 строками

2.2.1 Защита видеосигналов PAL, испытывающих помехи от сигнала цифрового телевидения ISDB-T

2.2.1.1 Защита от помех по совмещенному каналу

ТАБЛИЦА 78

Защитные отношения (дБ) для полезных аналоговых видеосигналов (I/PAL и G/PAL, 8 МГц), испытывающих помехи от сигнала ISDB-T 8 МГц

Мешающий цифровой канал	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
I/PAL	37	41
G/PAL	34	40

2.2.1.2 Защита от помех в нижнем соседнем канале

ТАБЛИЦА 79

Защитные отношения (дБ) для полезных аналоговых видеосигналов (I/PAL и G/PAL, 8 МГц), испытывающих помехи от полезного сигнала ISDB-T 8 МГц (нижний соседний канал)

Мешающий цифровой канал	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
I/PAL	-9	-5
G/PAL	-9	-5

2.2.1.3 Защита от помех в верхнем соседнем канале

ТАБЛИЦА 80

Защитные отношения (дБ) для полезных аналоговых видеосигналов (I/PAL и G/PAL, 8 МГц), испытывающих помехи от полезного сигнала ISDB-T 8 МГц (верхний соседний канал)

Мешающий цифровой канал	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
I/PAL	-8	-5
G/PAL	-8	-5

3 Защитные отношения для звуковых сигналов систем аналогового наземного телевидения с полезным сигналом, испытывающих помехи от систем цифрового наземного телевидения ISDB-T с мешающим сигналом

3.1 Защита звуковых сигналов NTSC, испытывающих помехи от цифровых телевизионных сигналов ISDB-T

Как показано в таблице 81, звуковой сигнал радиовещания NTSC четко сопоставляется с видеосигналом в случае помех от сигнала ISDB-T. Следовательно, защитные отношения для радиовещания NTSC определяются защитными отношениями для видеосигнала, приведенными в таблице 77.

ТАБЛИЦА 81

Качество звука, соотнесенное с защитным отношением для видеосигнала с баллом 3 по шкале ухудшения качества, в случае, когда сигнал NTSC 6 МГц испытывает помехи от сигнала ISDB-T 6 МГц

	Условие измерения (см. Примечание 3)	Качество звука
Помехи по совмещенному каналу	$D/U = 39$ дБ	> балл 4 ($S/N = 54$ дБ)
Помехи от верхнего соседнего канала	$D/U = -6$ дБ	> балл 4 ($S/N = 53$ дБ)
Помехи от нижнего соседнего канала	$D/U = -6$ дБ	> балл 4 ($S/N = 52$ дБ)

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Уровень звуковой несущей на 6 дБ ниже уровня видеонесущей NTSC.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Эталонный уровень звукового сигнала ЧМ соответствует максимальному отклонению частоты ± 25 кГц.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Отношение D/U , обеспечивающее качество изображения с баллом 3 (соответствует защитному отношению для тропосферных помех).

3.2 Защита звуковых сигналов FM систем аналогового телевидения I/PAL и G/PAL, испытывающих помехи от сигнала цифрового наземного телевидения ISDB-T

В таблице 82 приведены защитные отношения для полезных звуковых сигналов FM систем аналогового телевидения I/PAL и G/PAL, испытывающих помехи от мешающего сигнала цифрового наземного телевидения ISDB-T.

Все защитные отношения в данном разделе относятся к уровню несущей звукового сопровождения. Базовый уровень звуковой несущей является среднеквадратичным значением немодулированной несущей.

Качество звука для тропосферных помех соответствует баллу 3, а для непрерывных помех – 4.

Базовые соотношения сигнал/шум (S/N) для звуковых сигналов FM:

- 40 дБ (примерно соответствует баллу 3 по шкале ухудшения), тропосферные помехи;
- 48 дБ (примерно соответствует баллу 4 по шкале ухудшения), непрерывные помехи.

Базовое соотношение S/N измеряется как взвешенное значение S/N от максимума до максимума согласно Рекомендации МСЭ-R BS.468 и Рекомендации МСЭ-R BS.412.

ТАБЛИЦА 82

Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для полезного звукового сигнала, испытывающего помехи от сигнала цифрового наземного телевидения ISDB-T

Защитное отношение, относящееся к звуковой несущей полезного сигнала		Мешающий сигнал
Полезный звуковой сигнал		ISDB-T 8 МГц
FM (I, G/PAL)	Тропосферные помехи	5
	Непрерывные помехи	15

4 Защитные отношения и пороговые уровни перегрузки⁷ для сигнала ISDB-T 6 МГц, испытывающего помехи от сигнала базовой станции или пользовательского оборудования LTE

В таблице 83 приведены значения PR и O_{th} , измеренные реальными приемниками.

ТАБЛИЦА 83

Значения PR и O_{th} для сигнала ISDB-T 6 МГц, 64-QAM с кодовой скоростью 7/8, испытывающего помехи от сигнала базовой станции или пользовательского оборудования LTE 10 МГц в условиях гауссовского канала для всех тюнеров и информационных нагрузок (см. Примечания 1–4)

Сдвиг частоты источника помехи $N/(МГц)$	Базовая станция LTE		Пользовательское оборудование LTE	
	PR (дБ)	O_{th} (дБм)	PR (дБ)	O_{th} (дБм)
Совмещенный канал (AWGN)	20,2	–	20,2	–
Совмещенный канал (LTE)	20,0	–	19,5	–
1/(9 МГц)	–22,5	–12,0	–4,2	–20,0
2/(15 МГц)	–34,9	–10,0	–9,8	–17,5
4/(27 МГц)	–36,2	–8,0	–32,5	–16,0
6/(39 МГц)	–37,2	0,0	–50,1	–15,5
18/(111 МГц)	–38,9	0,0	–46,9	–6,0
19/(117 МГц)	–38,9	0,0	–45,8	–7,0

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Значения PR применяются до тех пор, пока уровень мешающего сигнала не превысит соответствующий уровень O_{th} . Если уровень мешающего сигнала выше соответствующего уровня O_{th} , то приемник испытывает помехи от мешающего сигнала независимо от отношения сигнала к помехе.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – При уровне полезного сигнала, близком к чувствительности приемника, должен учитываться шум, например при чувствительности +3 дБ к защитному отношению следует добавить 3 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Следует отметить, что в значения PR для пользовательского оборудования для $N = 1$ и $N = 2$ внесены поправки на основе допущения, что значение ACLR мешающего сигнала равно 24,5 дБ ($N + 1$), 30,0 дБ ($N + 2$). Значения PR для всех остальных сдвигов основаны на значении ACLR, равном 88 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Уровни ACLR для мешающих сигналов базовой станции LTE, используемых при измерениях, составляют 60 дБ или выше для $N - 1$, и они являются существенно более высокими для $N - 2$ и больших сдвигов.

5 Минимальная напряженность поля для наземного цифрового телевидения ISDB-T, фиксированный прием

С целью сокращения количества таблиц для значений минимальной напряженности поля системы ISDB-T выведены значения минимальной напряженности поля с типичными режимами передачи, как это показано в таблицах 84 и 85. Значения минимальной напряженности поля для различных режимов систем 6 и 8 МГц можно рассчитать на основе значений, приведенных в таблицах 84 и 85, соответственно.

⁷ Для других значений ACLR значения PR следует скорректировать, используя формулу, приведенную в Прилагаемом документе 3 к Приложению 2.

6 Минимальная медианная напряженность поля при приеме идущим пользователем внутри и вне помещения сигналов ISDB-T на переносное, а также на мобильное оборудование

Уравнения для расчета минимальной медианной напряженности поля приведены в Прилагаемом документе 1 к настоящему Приложению. Используемые для расчетов величины приведены в настоящем разделе и в Приложении 5. Для расчета минимальной медианной напряженности поля при приеме идущим пользователем внутри и вне помещения сигналов ISDB-T на переносное, а также на мобильное оборудование значение вероятности мест приема должно определяться администрацией, на территории которой находятся передающие станции.

6.1 Модели каналов приема на переносное оборудование идущим пользователем внутри и вне помещения

Модели каналов приема идущим пользователем внутри помещения (PI) и идущим пользователем вне помещения (PO) используются в качестве моделей каналов приема на переносное оборудование. В таблицах 58 и 59 даны определения ответвлений каналов. В таблице 57 приведен спектр доплеровских частот для различных ответвлений.

ТАБЛИЦА 84

Вычисление минимальной напряженности поля для системы ISDB-T 6 МГц

Частота (МГц)	Нижний уровень ОБЧ				Верхний уровень ОБЧ				УВЧ			
	100				200				600			
Система	DQPSK 1/2	QPSK 1/2	16-QAM 3/4	64-QAM 7/8	DQPSK 1/2	QPSK 1/2	16-QAM 3/4	64-QAM 7/8	DQPSK 1/2	QPSK 1/2	16-QAM 3/4	64-QAM 7/8
Шумовая полоса частот, B (МГц)	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
Коэффициент шума приемника, F (дБ)	5	5	5	5	5	5	5	5	7	7	7	7
Шумовое напряжение на входе приемника, $U_N^{(1)}$ (дБ(мкВ))	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	9,1	9,1	9,1	9,1
Отношение несущая/шум на приемнике ⁽²⁾ (C/N) (дБ)	6,2	4,9	14,6	22,0	6,2	4,9	14,6	22,0	6,2	4,9	14,6	22,0
Шум в городских условиях (дБ)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Минимальное напряжение на входе приемника, U_{min} (дБ(мкВ)) ⁽¹⁾	14,3	13,0	22,7	30,1	14,3	13,0	22,7	30,1	15,3	14,0	23,7	31,1

ТАБЛИЦА 85 (окончание)

Частота (МГц)	Нижний уровень ОВЧ				Верхний уровень ОВЧ				УВЧ			
	100				200				600			
Усиление антенны, G (дБ)	3	3	3	3	5	5	5	5	10	10	10	10
Минимальная напряженность поля при фиксированном приеме, E_{min} (дБ(мкВ/м)) ⁽¹⁾	21,9	20,6	30,3	37,7	25,9	24,6	34,3	41,7	31,4	30,1	39,8	47,2

⁽¹⁾ Формула приведена в Прилагаемом документе 1 к Приложению 3.

⁽²⁾ Для шумовой полосы, упомянутой выше.

6.2 Модель канала при приеме на мобильное оборудование

Данная типовая модель для городских условий используется в качестве модели канала при приеме на мобильное оборудование. Модель канала для приема на мобильное оборудование приведена в таблице 56.

6.3 Требуемое среднее отношение C/N при приеме на переносное оборудование внутри и вне помещения

Приемник ISDB-T должен иметь характеристики, приведенные в таблице 86, при наложении шума (N) на полезную несущую (C) на ширине полосы сигнала 5,57 МГц. Значения отношения C/N для случая с разнесением и для случая отсутствия разнесения приведены в таблице 86. Критерий точки ухудшения соответствует коэффициенту секунд с ошибками (ESR) = 5%.

ТАБЛИЦА 86

Отношение C/N (дБ) для значения ESR 5% в каналах PI и PO

Модель	Модуляция	Кодовая скорость	Для случая отсутствия разнесения		Для случая разнесения	
			PI	PO	PI	PO
2 к	QPSK	1/2	10	10,5	5	5
	QPSK	2/3	13	13,5	7,5	7,5
	16-QAM	1/2	15,5	16	11	11
	16-QAM	2/3	19	20	13,5	13,5
	64-QAM	1/2	20,5	20,5	16	16
	64-QAM	2/3	24,5	24,5	19	19
	64-QAM	3/4	27	27	20,5	20,5
4 к	QPSK	1/2	10	10	5	5,5
	QPSK	2/3	13	13	7,5	8
	16-QAM	1/2	15,5	15,5	10,5	11
	16-QAM	2/3	19	19,5	13	13,5
	64-QAM	1/2	20,5	20,5	16	16
	64-QAM	2/3	24,5	25	19	19
	64-QAM	3/4	27	27	20,5	20,5
8 к	QPSK	1/2	10	10	5	5,5
	QPSK	2/3	13,5	13,5	7,5	7,5
	16-QAM	1/2	15,5	16	11	11
	16-QAM	2/3	19,5	19,5	13,5	13,5
	64-QAM	1/2	20,5	21	16	16
	64-QAM	2/3	24,5	24,5	19	19
	64-QAM	3/4	27	27	20,5	21

6.4 Требуемое среднее отношение C/N для мобильного приема

Приемник ISDB-T должен иметь характеристики, приведенные в таблице 87, при наложении шума (N) и доплеровского сдвига (F_d) на полезную несущую (C) в канале подвижной связи, на основе параметров канала "типовой городской", которые показаны в таблице 56. Предельные значения скорости для $C/N_{min} + 3$ дБ приведены для двух частот (470 и 770 МГц). Среднее значение C/N , $C/N_{min} + 3$ дБ, подходит для расчета необходимой напряженности поля. В таблице 87а приведены величины для необходимого среднего значения C/N и предельные значения скорости при отсутствии разнесения. В таблице 87б содержатся соответствующие величины для случая разнесения. Значения приведены для защитного интервала 1/8. Критерий точки ухудшения соответствует ESR = 5%.

ТАБЛИЦА 87

Отношение C/N (дБ) в канале подвижной связи ISDB-T при значении ESR 5%

а) Случай отсутствия разнесения

Защитный интервал = 1/8		2 к		Скорость при F_d , 3 дБ (км/ч)		4 к		Скорость при F_d , 3 дБ (км/ч)		8 к		Скорость при F_d , 3 дБ (км/ч)	
Модуляция	Скорость кодирования	C/N_{min} , (дБ)	F_d , 3 дБ (Гц)	470 МГц	770 МГц	C/N_{min} , (дБ)	F_d , 3 дБ (Гц)	470 МГц	770 МГц	C/N_{min} , (дБ)	F_d , 3 дБ (Гц)	470 МГц	770 МГц
QPSK	1/2	8	360	827	505	8,5	170	391	238	8,5	89	205	125
QPSK	2/3	11,5	310	712	435	12	140	322	196	11,5	74	170	104
16-QAM	1/2	13,5	270	620	379	13,5	130	299	182	14,5	67	154	94
16-QAM	2/3	17,5	200	460	281	17,5	100	230	140	18	50	115	70
64-QAM	1/2	19	180	414	252	19	89	205	125	19,5	42	97	59
64-QAM	2/3	23,5	110	253	154	24	60	138	84	24,5	28	64	39
64-QAM	3/4	26,5	100	230	140	27	49	113	69	27,5	23	53	32

б) Случай разнесения

Защитный интервал = 1/8		2 к		Скорость при F_d , 3 дБ (км/ч)		4 к		Скорость при F_d , 3 дБ (км/ч)		8 к		Скорость при F_d , 3 дБ (км/ч)	
Модуляция	Скорость кодирования	C/N_{min} , (дБ)	F_d , 3 дБ (Гц)	470 МГц	770 МГц	C/N_{min} , (дБ)	F_d , 3 дБ (Гц)	470 МГц	770 МГц	C/N_{min} , (дБ)	F_d , 3 дБ (Гц)	470 МГц	770 МГц
QPSK	1/2	4	420	965	589	4	210	483	295	4	100	230	140
QPSK	2/3	6	390	896	547	6,5	190	437	266	6	96	221	135
16-QAM	1/2	9	350	804	491	9	170	391	238	9,5	85	195	119
16-QAM	2/3	12	280	643	393	12	140	322	196	12	70	161	98
64-QAM	1/2	14,5	230	529	323	14,5	110	253	154	15	57	131	80
64-QAM	2/3	18,5	180	414	252	18	91	209	128	18,5	43	99	60
64-QAM	3/4	20	160	368	224	20	79	182	111	20	38	87	53

Характеристики работы в канале подвижной связи в существенной степени зависят от конструкции приемника ISDB-T. Повышения качества можно добиться при разработке приемников, сконструированных специально для мобильного приема.

6.5 Коэффициент шума приемника

Значения коэффициента шума приемника для приемников ISDB-T составляют 5 дБ в диапазоне ОВЧ и 7 дБ в диапазоне УВЧ.

Прилагаемый документ 1 к Приложению 3

Расчет минимальной напряженности поля и минимальной медианной эквивалентной напряженности поля

Значения минимальной напряженности поля и минимальной медианной эквивалентной напряженности поля рассчитываются с использованием следующих уравнений:

$$P_n = F + 10 \log (k T_0 B)$$

$$U_N = P_n + 120 + 10 \log R$$

$$P_{s \min} = C/N + P_n$$

$$U_{\min} = P_{s \min} + 120 + 10 \log R$$

$$A_a = G + 10 \log (1,64 \lambda^2 / 4 \pi)$$

$$\varphi_{\min} = P_{s \min} - A_a + L_f$$

$$E_{\min} = \varphi_{\min} + 120 + 10 \log (120 \pi)$$

$$= \varphi_{\min} + 145,8$$

$$= P_{s \min} - A_a + L_f + 120 + 10 \log (120 \pi)$$

$$= U_{\min} - 10 \log R - G - 10 \log (1,64 \lambda^2 / 4 \pi) + L_f + 10 \log (120 \pi)$$

$$= U_{\min} + 20 \log (2 \pi / \lambda) - G + L_f$$

$$= U_{\min} + K - G + L_f$$

$$K = 20 \log (2 \pi / \lambda)$$

$$E_{\text{med}} = E_{\min} + P_{\text{mmn}} + C_1$$

для приема на фиксированное оборудование, установленное на уровне крыши

$$E_{\text{med}} = E_{\min} + P_{\text{mmn}} + C_1 + L_h$$

для приема на переносное оборудование вне помещений и на мобильное оборудование

$$E_{\text{med}} = E_{\min} + P_{\text{mmn}} + C_1 + L_h + L_b$$

для приема на переносное оборудование внутри помещений и на мобильное переносное оборудование

$$C_l = \mu \cdot \sigma_t$$

$$\sigma_t = \sqrt{\sigma_b^2 + \sigma_m^2},$$

где:

P_n : мощность шума на входе приемника (дБВт)

- F : коэффициент шума приемника (дБ)
 k : постоянная Больцмана ($k = 1,38 \times 10^{-23}$ (Дж/К))
 T_0 : абсолютная температура ($T_0 = 290$ (К))
 B : шумовая полоса приемника ($B = 5,57 \times 10^6, 6,50 \times 10^6, 7,43 \times 10^6$ (Гц))
 U_n : шумовое напряжение на входе приемника (дБ(мкВ))
 R : полное входное сопротивление антенны ($R = 73,1$ (Ом))
 $P_{s\ min}$: минимальная мощность на входе приемника (дБВт)
 U_{min} : минимальное напряжение на входе приемника (дБ(мкВ))
 C/N : соотношение РЧ сигнал/шум на входе приемника, требуемое системой (дБ)
 A_a : эффективная апертура антенны (дБм²)
 G : усиление антенны, отнесенное к усилению полуволнового диполя (дБд)
 λ : длина волны сигнала (м)
 Φ_{min} : минимальная п.п.м. в месте приема (дБ(Вт/м²))
 L_f : потери в фидере (дБ)
 E_{min} : эквивалентная минимальная напряженность поля в месте приема (дБ(мкВ/м))
 K : коэффициент преобразования (дБ)
 E_{med} : минимальная медианная эквивалентная напряженность поля, планируемое значение (дБ(мкВ/м))
 P_{mmn} : допуск на антропогенный шум (дБ) (медианные значения мощности антропогенного шума представлены в Рекомендации МСЭ-R P.372-10)
 L_h : потери по высоте (точка приема на 1,5 м выше уровня земли (дБ))
 L_b : потери на входе для здания или транспортного средства (дБ)
 C_l : поправочный коэффициент для местоположения (дБ)
 σ : суммарное стандартное отклонение (дБ)
 σ_m : стандартное макроструктурное отклонение ($\sigma_m = 5,5$ (дБ))
 σ_b : стандартное отклонение на потери при входе в здание (дБ)
 μ : коэффициент распределения, равный 0,52 для 70%, 1,28 для 90%, 1,64 для 95% и 2,33 для 99%.

Приложение 4

Критерии планирования для цифровых телевизионных систем DTMB в диапазонах ОВЧ/УВЧ

1 Защитные отношения для полезных сигналов цифрового наземного телевидения DTMB

В таблицах 88–90, 91, 92–97 показаны защитные отношения для полезных сигналов DTMB, испытывающих помехи от:

- сигналов DTMB;
- сигналов аналогового наземного телевидения, соответственно.

1.1 Защита сигнала DTMB, испытывающего помехи от сигнала DTMB

ТАБЛИЦА 88

Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DTMB 8 МГц, испытывающего помехи от сигнала DTMB

Модуляция	Кодовая скорость	Гауссовский канал	Райсовский канал	Рэлеевский канал
4-QAM	0,4	3	4	5
16-QAM	0,4	9	10	11
64-QAM	0,4	15	16	17
4-QAM	0,6	5	6	8
16-QAM	0,6	12	13	15
64-QAM	0,6	17	18	20
4-QAM-NR	0,8	3	4	5
4-QAM	0,8	7	8	13
16-QAM	0,8	14	15	19
32-QAM	0,8	16	17	21
64-QAM	0,8	22	23	29

Защитные отношения приведены для трех типов каналов передачи (гауссовский, райсовский и рэлеевский). Для фиксированных и переносных приемников должны приниматься значения, относящиеся к райсовскому и рэлеевскому каналам, соответственно.

ТАБЛИЦА 89

Защитные отношения (дБ) для сигнала DTMB 8 МГц, испытывающего помехи в нижнем ($N - 1$) и верхнем ($N + 1$) соседних каналах

Модуляция	Кодовая скорость	Гауссовский канал	Райсовский канал	Рэлеевский канал
4-QAM	0,4	-36	-35	-33
16-QAM	0,4	-31	-30	-29
64-QAM	0,4	-27	-26	-24
4-QAM	0,6	-33	-33	-31
16-QAM	0,6	-30	-28	-27
64-QAM	0,6	-23	-23	-22
4-QAM-NR	0,8	-36	-35	-33
4-QAM	0,8	-30	-30	-27
16-QAM	0,8	-28	-27	-24
32-QAM	0,8	-25	-24	-22
64-QAM	0,8	-20	-20	-17

Защитные отношения приведены в дБ и применяются как к непрерывным, так и к тропосферным помехам.

Данные значения применяются в случае, когда полезный и мешающий сигналы DTMB имеют одинаковую ширину канала. Другие комбинации ширины канала требуют дополнительных исследований.

Из измерений на существующих приемниках известно, что они допускают работу с меньшими защитными отношениями.

Однако для целей планирования предпочтительно использовать указанные значения.

ТАБЛИЦА 90

Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DTMB 6 МГц, испытывающего помехи от сигнала DTMB 6 МГц

Модуляция	Кодовая скорость	Гауссовский канал	Райсовский канал	Рэлеевский канал
4-QAM	0,4	3	4	5
16-QAM	0,4	9	10	11
64-QAM	0,4	15	16	17
4-QAM	0,6	5	6	8
16-QAM	0,6	12	13	15
64-QAM	0,6	17	18	20
4-QAM-NR	0,8	3	4	5
4-QAM	0,8	7	8	13
16-QAM	0,8	14	15	19
32-QAM	0,8	16	17	21
64-QAM	0,8	20	23	27

Защитные отношения приведены для трех типов каналов передачи (гауссовский, райсовский и рэлеевский). Для фиксированных и переносных приемников должны приниматься значения, относящиеся к райсовскому и рэлеевскому каналам, соответственно.

ТАБЛИЦА 91

Защитные отношения (дБ) для сигнала DTMB 6 МГц, испытывающего помехи от сигнала DTMB 6 МГц в нижнем ($N - 1$) и верхнем ($N + 1$) соседних каналах

Модуляция	Кодовая скорость	Гауссовский канал	Райсовский канал	Рэлеевский канал
4-QAM	0,4	-38	-37	-35
16-QAM	0,4	-34	-33	-31
64-QAM	0,4	-31	-30	-28
4-QAM	0,6	-37	-36	-34
16-QAM	0,6	-32	-30	-29
64-QAM	0,6	-30	-29	-27
4-QAM-NR	0,8	-38	-37	-35
4-QAM	0,8	-34	-33	-31
16-QAM	0,8	-31	-30	-27
32-QAM	0,8	-29	-28	-26
64-QAM	0,8	-23	-22	-20

Защитные отношения приведены в дБ и применяются как к непрерывным, так и к тропосферным помехам.

Данные значения применяются в случае, когда полезный и мешающий сигналы DTMB имеют одинаковую ширину канала. Другие комбинации ширины канала требуют дополнительных исследований.

Из измерений на существующих приемниках известно, что они допускают работу с меньшими защитными отношениями.

Однако для целей планирования предпочтительно использовать указанные значения.

1.2 Защита сигнала DTMB, испытывающего помехи от аналогового наземного телевидения

1.2.1 Защита от помех по совмещенному каналу

ТАБЛИЦА 92

**Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DTMB 8 МГц,
испытывающего помехи от сигналов аналогового телевидения
(неконтролируемые условия частот)**

Модуляция	Кодовая скорость	Гауссовский канал	Райсовский канал	Рэлеевский канал
4-QAM	0,4	-8	-7	-6
16-QAM	0,4	-6	-5	-3
64-QAM	0,4	-4	0	2
4-QAM	0,6	-5	-4	-3
16-QAM	0,6	-4	-2	3
64-QAM	0,6	2	5	10
4-QAM-NR	0,8	-8	-7	-6
4-QAM	0,8	-1	0	1
16-QAM	0,8	2	3	5
32-QAM	0,8	4	5	7
64-QAM	0,8	13	14	20

Согласно имеющимся данным измерений к режимам с одной и несколькими несущими могут применяться одинаковые защитные отношения.

ТАБЛИЦА 93

Защитные отношения (дБ) по совмещенному каналу для сигнала DTMB 6 МГц, испытывающего помехи от сигналов аналогового телевидения (M/NTSC)

Модуляция	Кодовая скорость	Гауссовский канал	Райсовский канал	Рэлеевский канал
4-QAM	0,4	-8	-7	-6
16-QAM	0,4	-6	-5	-3
64-QAM	0,4	-4	0	2
4-QAM	0,6	-5	-4	-3
16-QAM	0,6	-4	-2	3
64QAM	0,6	2	5	10
4-QAM-NR	0,8	-8	-7	-6
4-QAM	0,8	-1	0	1
16-QAM	0,8	2	3	5
32-QAM	0,8	4	5	7
64-QAM	0,8	11	14	20

Согласно имеющимся данным измерений к режимам с одной и несколькими несущими могут применяться одинаковые защитные отношения.

1.2.2 Защита от помех в нижнем соседнем канале ($N - 1$)

ТАБЛИЦА 94

Защитные отношения (дБ) для помех в нижнем соседнем канале ($N - 1$) для сигнала DTMB 8 МГц, испытывающего помехи от сигналов аналогового телевидения, включая звуковой сигнал

Полезный сигнал		Мешающий сигнал PAL-D		
Созвездие	Кодовая скорость	Гауссовский канал	Райсовский канал	Рэлеевский канал
4-QAM	0,4	-46	-45	-41
16-QAM	0,4	-46	-45	-41
64-QAM	0,4	-46	-45	-41
4-QAM	0,6	-46	-45	-41
16-QAM	0,6	-46	-45	-41
64-QAM	0,6	-42	-42	-40
4-QAM-NR	0,8	-46	-45	-41
4-QAM	0,8	-46	-45	-41
16-QAM	0,8	-44	-43	-38
32-QAM	0,8	-39	-39	-33
64-QAM	0,8	-39	-37	-30

Все значения могут применяться для условий приема на фиксированное и переносное оборудование.

ТАБЛИЦА 95

Защитные отношения (дБ) для помех в нижнем соседнем канале ($N - 1$) для сигнала DTMB 6 МГц, испытывающего помехи от сигналов аналогового телевидения, включая звуковой сигнал

Полезный сигнал		Мешающий сигнал (M/NTSC) (дБ)		
Созвездие	Кодовая скорость	Гауссовский канал	Райсовский канал	Рэлеевский канал
4-QAM	0,4	-44	-43	-39
16-QAM	0,4	-43	-42	-38
64-QAM	0,4	-41	-40	-36
4-QAM	0,6	-44	-43	-39
16-QAM	0,6	-42	-41	-38
64-QAM	0,6	-38	-37	-35
4-QAM-NR	0,8	-44	-43	-39
4-QAM	0,8	-43	-42	-38
16-QAM	0,8	-40	-39	-35
32-QAM	0,8	-37	-36	-31
64-QAM	0,8	-35	-34	-28

Все значения могут применяться для условий приема на фиксированное и переносное оборудование.

1.2.3 Защита от помех в верхнем соседнем канале ($N + 1$)

ТАБЛИЦА 96

Защитные отношения (дБ) для помех в верхнем соседнем канале ($N + 1$) для сигнала DTMB 8 МГц, испытывающего помехи от сигнала аналогового телевидения

Полезный сигнал		Мешающий сигнал PAL-D (дБ)		
Созвездие	Кодовая скорость	Гауссовский канал	Райсовский канал	Рэлеевский канал
4-QAM	0,4	-53	-52	-51
16-QAM	0,4	-51	-50	-49
64-QAM	0,4	-47	-46	-45
4-QAM	0,6	-53	-52	-51
16-QAM	0,6	-49	-48	-46
64-QAM	0,6	-43	-43	-40
4-QAM-NR	0,8	-53	-52	-51
4-QAM	0,8	-50	-49	-43
16-QAM	0,8	-45	-44	-40
32-QAM	0,8	-43	-42	-37
64-QAM	0,8	-38	-36	-30

ТАБЛИЦА 97

Защитные отношения (дБ) для помех в верхнем соседнем канале ($N + 1$) для сигнала DTMB 6 МГц, испытывающего помехи от сигнала аналогового телевидения

Полезный сигнал		Мешающий сигнал (M/NTSC) (dB)		
Созвездие	Кодовая скорость	Гауссовский канал	Райсовский канал	Рэлеевский канал
4QAM	0,4	-47	-46	-45
16QAM	0,4	-46	-45	-44
64QAM	0,4	-43	-42	-41
4QAM	0,6	-46	-45	-44
16QAM	0,6	-44	-43	-41
64QAM	0,6	-41	-40	-37
4QAM-NR	0,8	-47	-46	-45
4QAM	0,8	-46	-45	-40
16QAM	0,8	-42	-41	-38
32QAM	0,8	-40	-39	-34
64QAM	0,8	-38	-36	-30

2 Защитные отношения для полезных сигналов наземного аналогового телевидения, испытывающего помехи от мешающих сигналов DTMB 8 МГц и 6 МГц

В таблицах 98–107 представлены защитные отношения для полезного сигнала аналогового телевидения, испытывающего помехи от сигнала DTMB.

2.1 Защита полезных видеосигналов, испытывающих помехи от сигнала DTMB 8 МГц и 6 МГц

В данном разделе защитные отношения для полезного аналогового сигнала, испытывающего помехи от мешающего сигнала DTMB, относятся только к помехам для видеосигнала.

2.1.1 Защита от помех по совмещенному каналу

ТАБЛИЦА 98

Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от мешающего сигнала DTMB 8 МГц

Полезный сигнал: аналоговая система	Мешающий сигнал: DTMB, 8 МГц	
	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
PAL-D	34	40
D/SECAM	34	40

ТАБЛИЦА 99

Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от мешающего сигнала DTMB 6 МГц

Полезный сигнал: аналоговая система	Мешающий сигнал: DTMB, 6 МГц	
	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
NTSC	35	41

2.1.2 Защита от помех в нижнем соседнем канале

ТАБЛИЦА 100

Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала DTMB 8 МГц (нижний соседний канал)

Полезный сигнал: аналоговая система	Мешающий сигнал: DTMB 8 МГц (нижний соседний канал)	
	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
PAL-D	-9	-5
D/SECAM	-13	-9

ТАБЛИЦА 101

Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала DTMB 6 МГц (нижний соседний канал)

Полезный сигнал: аналоговая система	Мешающий сигнал: DTMB 6 МГц (нижний соседний канал)	
	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
NTSC	-8	-4

2.1.3 Защита от помех в верхнем соседнем канале

ТАБЛИЦА 102

Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала DTMB 8 МГц (верхний соседний канал)

Полезный сигнал: аналоговая система	Мешающий сигнал: DTMB 8 МГц (верхний соседний канал)	
	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
PAL-D	-8	-5
D/SECAM	-15	-12

ТАБЛИЦА 103

Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала DTMB 6 МГц (верхний соседний канал)

Полезный сигнал: аналоговая система	Мешающий сигнал: DTMB 6 МГц (верхний соседний канал)	
	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
NTSC	-8	-4

2.1.4 Защита от помех по зеркальному каналу

ТАБЛИЦА 104

Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала DTMB 8 МГц (зеркальный канал)

Полезный сигнал: аналоговая система	Мешающий сигнал: DTMB 8 МГц (канал N + 9)	
	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
PAL-D	-19	-15
D/SECAM	-16	-11

ТАБЛИЦА 105

Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала DTMB 6 МГц (зеркальный канал)

Полезный сигнал: аналоговая система	Мешающий сигнал: DTMB 6 МГц (канал N + 12)	
	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
NTSC	-19	-15

2.1.5 Защита от помех по соседнему и перекрывающимся каналам

ТАБЛИЦА 106

Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала, испытывающего помехи от сигнала DTMB 8 МГц (перекрывающиеся каналы)

Средняя частота мешающего сигнала DTMB за вычетом частоты видеонесущей полезного сигнала аналогового телевидения (МГц)	Защитное отношение		
	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи	
	-8,25	-20	-15
(N - 1)	-5,25	-13	-9
	-4,75	-11	-4
	-4,25	5	13
	-3,75	24	30
	-3,25	29	36
	-2,25	33	39
	-1,25	34	40
(N)	2,75	34	40
	4,75	34	40
	5,75	30	37
	6,75	27	34
	7,75	25	32
	8,75	5	11
(N + 1)	10,75	-15	-12
	12,75	-15	-12

ТАБЛИЦА 107

**Защитные отношения (дБ) для полезного аналогового видеосигнала,
испытывающего помехи от сигнала DTMB 6 МГц (перекрывающиеся каналы)**

Средняя частота мешающего сигнала DTMB за вычетом частоты видеонесущей полезного сигнала аналогового телевидения (МГц)	Защитное отношение	
	Тропосферные помехи	Непрерывные помехи
-6,25	-20	-15
(N - 1) -4,25	-13	-9
-3,75	-11	-4
-3,25	10	18
-2,75	24	30
-2,25	33	38
-1,75	35	41
-0,25	35	41
(N) 1,75	35	41
3,75	30	37
4,75	27	34
5,75	25	32
6,75	16	22
(N + 1) 7,75	-8	-4
8,75	-20	-17
10,75	-20	-17

3 Минимальные значения напряженности поля для фиксированного приема DTMB

Формула для вычисления значений минимальной напряженности поля дана в Прилагаемом документе 1.

ТАБЛИЦА 108

Вычисление минимальной напряженности поля системы DTMB 8 МГц

Частота (МГц)	65			200			500			700		
	Коэффициент шума приемника, F (дБ)	5	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7
Отношение несущая/шум на приемнике ⁽¹⁾ (C/N) (дБ)	8	14	20	8	14	20	8	14	20	8	14	20
Потери на фидере, A_f (дБ)	1	1	1	3	3	3	3	3	3	5	5	5
Усиление антенны, G (дБ)	3	3	3	5	5	5	10	10	10	12	12	12
Минимальная напряженность поля при фиксированном приеме, E_{min} (дБ(мкВ/м)) ⁽¹⁾	17	23	29	27	33	39	33	39	45	35	41	47

⁽¹⁾ Формула приведена в Прилагаемом документе 1.

ТАБЛИЦА 109

Вычисление минимальной напряженности поля системы DTMB 6 МГц

Частота (МГц)	65			200			500			700		
	Коэффициент шума приемника, F (дБ)	5	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7
Отношение несущая/шум на приемнике ⁽¹⁾ (C/N) (дБ)	8	14	20	8	14	20	8	14	20	8	14	20
Потери на фидере, A_f (дБ)	1	1	1	3	3	3	3	3	3	5	5	5
Усиление антенны, G (дБ)	3	3	3	5	5	5	10	10	10	12	12	12
Минимальная напряженность поля при фиксированном приеме, E_{min} (дБ(мкВ/м)) ⁽¹⁾	16	22	28	26	32	38	32	38	44	34	40	46

⁽¹⁾ Формула приведена в Прилагаемом документе 1.

4 Минимальная медианная напряженность поля для мобильного приема DTMB

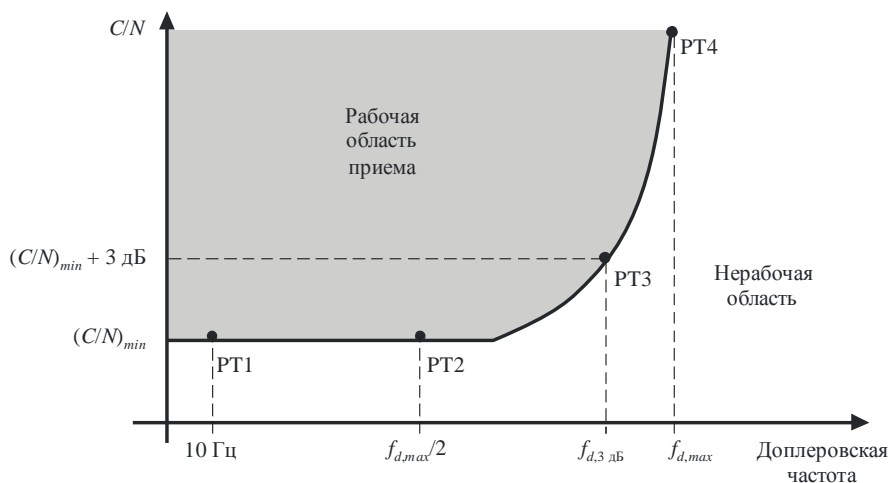
Уравнения для вычисления значений минимальной медианной напряженности поля приведены в Прилагаемом документе 1 к настоящему Приложению. Вводимые величины для расчетов приведены в настоящем разделе и в Прилагаемом документе 1. Данные для мобильного приема следует рассчитывать при значениях вероятности мест приема в 99%.

4.1 Необходимое среднее значение C/N для мобильного приема

Для данного режима DTMB необходимое среднее значение C/N для определенного уровня качества является только функцией доплеровской частоты, а график подобен графику, представленному на рисунке 1.

РИСУНОК 1

Необходимое среднее значение C/N в канале распространения подвижной связи



Минимальные необходимые средние значения C/N (C/N_{min}), доплеровская частота для среднего значения C/N , равного $C/N_{min} + 3$ дБ, и максимальные предельные доплеровские значения (скорость) для мобильного приема без разнесения приведены в таблице 112. Предельные значения скорости для $C/N_{min} + 3$ дБ приведены для четырех частот (65 МГц, 200 МГц, 500 МГц и 700 МГц). Среднее значение C/N , $C/N_{min} + 3$ дБ, подходит для расчета необходимой напряженности поля. Приведенные значения основаны на типовых параметрах канала "типовой городской", которые показаны в таблице 110. Критерием качества является субъективное местонахождение неисправности (SFP), соответствующее коэффициенту секунд с ошибками $-ESR = 5\%$ с 5 минутами.

ТАБЛИЦА 110

Необходимое среднее значение C/N для системы DTMB 8 МГц, предельная скорость для мобильного приема при отсутствии разнесения

Модуляция	Кодовая скорость	Битовая скорость (Мбит/с)	C/N_{min} (дБ) при $C_f = 762$ МГц, $F_d = 70$ Гц	F_d при $C/N_{min} + 3$ дБ (Гц)	Скорость при $F_d, 3$ дБ (км/ч)			
					65 МГц	200 МГц	500 МГц	700 МГц
4-QAM	0,4	5,414	6	162	2 692	875	350	250
16-QAM	0,4	10,829	12	134	2 226	724	290	207
4-QAM	0,6	8,122	10	148	2 459	799	320	228
16-QAM	0,6	16,243	17	116	1 927	626	251	179
4-QAM-NR	0,8	5,414	6	162	2 692	875	350	250
4-QAM	0,8	10,829	14	123	2 044	664	266	190

ТАБЛИЦА 111

Необходимое среднее значение C/N для системы DTMB 6 МГц, предельная скорость для мобильного приема при отсутствии разнесения

Модуляция	Кодовая скорость	Битовая скорость ⁽¹⁾ (Мбит/с)	C/N_{min} (дБ) при $C_f = 762$ МГц, $F_d = 70$ Гц	F_d при $C/N_{min} + 3$ дБ (Гц)	Скорость при $F_d, 3$ дБ (км/ч)			
					65 МГц	200 МГц	500 МГц	700 МГц
4-QAM	0,4	4,061	6	162	2 692	875	350	250
16-QAM	0,4	8,122	12	134	2 226	724	290	207
4-QAM	0,6	6,091	10	148	2 459	799	320	228
16-QAM	0,6	12,182	17	116	1 927	626	251	179
4-QAM-NR	0,8	4,061	6	162	2 692	875	350	250
4-QAM	0,8	8,122	14	123	2 044	664	266	190

⁽¹⁾ Для защитного интервала 1/9 и ширины полосы РЧ 6 МГц.

ТАБЛИЦА 112

Профиль канала для измерения необходимого среднего значения C/N при мобильном приеме сигнала DTMВ в "типовом городском" канале

Номер ответвления	Задержка (мкс)	Мощность (дБ)	Доплеровская категория
1	0	-3	Райсовская
2	0,2	0	Райсовская
3	0,5	-2	Райсовская
4	1,6	-6	Райсовская
5	2,3	-8	Райсовская
6	5	-10	Райсовская

Эксплуатационные характеристики в канале подвижной связи в большой степени зависят от устройства приемника DTMВ. В приемниках, конкретно предназначенных для мобильного приема, могут быть получены лучшие результаты.

4.2 Коэффициент шума приемника

Коэффициент шума в 7 дБ применяется для интегрированных мобильных приемников транспортных средств.

Прилагаемый документ 1 к Приложению 4

Расчет минимальной напряженности поля и минимальной медианной эквивалентной напряженности поля

Значения минимальной напряженности поля и минимальной медианной эквивалентной напряженности поля рассчитываются с использованием следующих уравнений:

$$P_n = F + 10 \log(k T_0 B)$$

$$P_{s \min} = C/N + P_n$$

$$A_a = G + 10 \log(1,64 \lambda^2 / 4 \pi)$$

$$\varphi_{\min} = P_{s \min} - A_a + L_f$$

$$E_{\min} = \varphi_{\min} + 120 + 10 \log(120 \pi)$$

$$= \varphi_{\min} + 145,8$$

$$E_{\text{med}} = E_{\min} + P_{\text{mmn}} + C_1$$

для приема на фиксированное оборудование, установленное на уровне крыши

$$E_{\text{med}} = E_{\min} + P_{\text{mmn}} + C_1 + L_h$$

для приема на переносное оборудование вне помещений и на мобильное оборудование

$$E_{\text{med}} = E_{\min} + P_{\text{mmn}} + C_1 + L_h + L_b$$

для приема на переносное оборудование внутри помещений и на мобильное переносное оборудование

$$C_1 = \mu \cdot \sigma_t$$

$$\sigma_t = \sqrt{\sigma_b^2 + \sigma_m^2}$$

где:

- P_n : мощность шума на входе приемника (дБВт)
- F : коэффициент шума приемника (дБ)
- k : постоянная Больцмана ($k = 1,38 \times 10^{-23}$ (Дж/К))
- T_0 : исходная температура, выраженная в виде абсолютной температуры ($T_0 = 290$ (К))
- B : шумовая полоса приемника ($B = 5,67 \times 10^6$ (Гц) для ширины полосы РЧ 6 МГц и $B = 7,56 \times 10^6$ (Гц) для ширины полосы РЧ 8 МГц)
- $P_{s\ min}$: минимальная мощность на входе приемника (дБВт)
- C/N : отношение S/N на РЧ на входе приемника, требуемое системой (дБ);
- A_a : эффективная апертура антенны (дБм²)
- G : усиление антенны, отнесенное к усилению полуволнового диполя (дБд)
- λ : длина волны сигнала (м)
- Φ_{min} : минимальная п.п.м. в месте приема (дБ(Вт/м²))
- L_f : потери в фидере (дБ)
- E_{min} : эквивалентная минимальная напряженность поля в месте приема (дБ(мкВ/м))
- E_{med} : минимальная медианная эквивалентная напряженность поля, планируемое значение (дБ(мкВ/м))
- P_{mmn} : допуск на антропогенный шум (дБ)
- L_h : потери по высоте (точка приема на 1,5 м выше уровня земли (дБ))
- L_b : потери на входе для здания или транспортного средства (дБ)
- C : поправочный коэффициент для местоположения (дБ)
- σ : суммарное стандартное отклонение (дБ)
- σ_m : стандартное макроструктурное отклонение ($\sigma_m = 5,5$ (дБ))
- σ_b : стандартное отклонение, касающееся потерь при входе в здание (дБ)
- μ : коэффициент распределения, равный 0,52 для 70%, 1,28 для 90%, 1,64 для 95% и 2,33 для 99%.

Приложение 5

Другие факторы планирования

1 Распределение напряженности поля в зависимости от мест приема

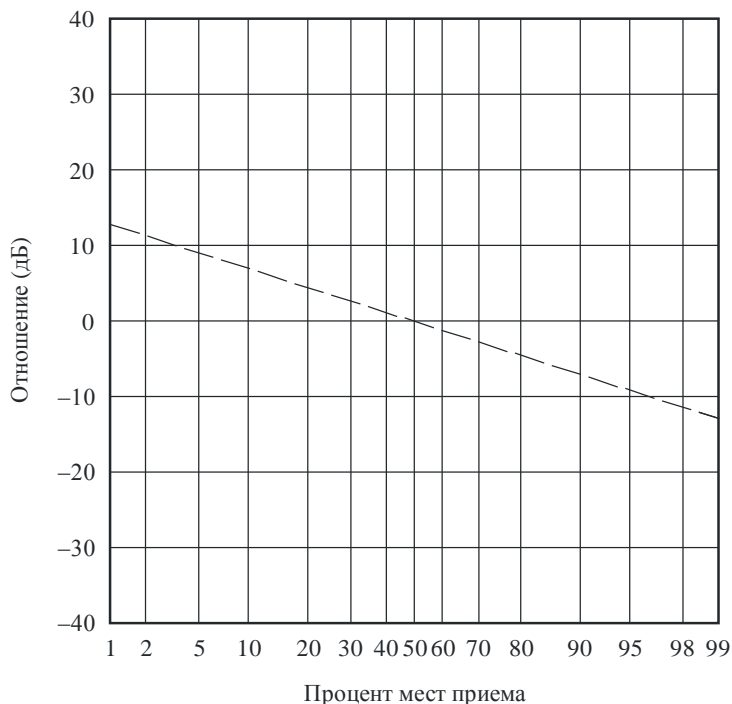
Можно предположить, что распределение значений напряженности поля цифровых телевизионных сигналов в зависимости от мест приема будет отличаться от распределения для аналоговых телевизионных сигналов. В таблицах 1, 2 и 3 Рекомендации МСЭ-Р Р.1546 приведены стандартные отклонения для случаев аналогового и цифрового сигналов в 100 МГц, 600 МГц и 2000 МГц, соответственно.

На рисунке 2 приведены результаты исследований распространения сигналов цифровых систем в диапазонах ОВЧ и УВЧ. Рисунок приведен для стандартного отклонения в 5,5 дБ. Эти результаты

можно также использовать для получения кривых распространения для процента мест приема, отличного от 50%. В Рекомендации МСЭ-R P.1546 приведены данные для аналоговой и цифровой систем при проценте мест приема, отличном от 50%, когда ширина полосы цифровой системы более 1,5 МГц.

РИСУНОК 2

Отношение (дБ) напряженности поля для заданного процента мест приема к напряженности поля для 50% мест приема



Частота: 30–250 МГц (диапазоны I, II и III)
и 470–890 МГц (диапазоны IV и V)

ВТ.1368-02

2 Прием с помощью переносного оборудования в зданиях и транспортных средствах

2.1 Потери по высоте: L_h

Для сухопутных трактов приведенные в Рекомендации МСЭ-R P.1546 кривые дают значения напряженности поля для приемной антенны, высота которой над уровнем земли равна *типичной высоте* над поверхностью земли в районе месторасположения приемной антенны. При условии минимальной высоты в 10 м примерами эталонной высоты являются 20 м для городских районов, 30 м для городских районов с плотной застройкой и 10 м для пригородных районов. (Для морских трактов условная величина равна 10 м.)

Если высота приемной антенны отличается от типичной высоты, к значению напряженности поля применяется поправочный коэффициент, взятый из приведенных в Рекомендации МСЭ-R P.1546 кривых, в соответствии с процедурой, изложенной в настоящей Рекомендации.

2.2 Потери на входе в здание: L_b

Потери, связанные с проникновением в здание, в существенной степени зависят от строительных материалов, угла падения и частоты. Следует также обратить внимание на то, осуществляется ли прием во внутреннем помещении или в помещении, расположенном поблизости от внешней стены. Потери на входе в здание определяются как разница (дБ) между средней напряженностью поля внутри здания на определенной высоте над уровнем земли и средней напряженностью поля вне этого

здания на той же высоте над уровнем земли. Хотя не имеется единой полной формулы для расчета потерь на входе в здание, в Рекомендации МСЭ-R P.679 приведена полезная статистическая информация, основанная на измеренных потерях в различных типах зданий для частот от около 500 МГц до 5 ГГц. Потери при распространении внутри зданий, связанные со стенами и междуэтажными перекрытиями, рассматриваются в Рекомендации МСЭ-R P.1238.

Было измерено множество разнообразных потерь на входе в здание. В таблице 113 приведены три класса относительных возможностей обеспечения приема внутри помещений, а также соответствующие средние и стандартные отклонения потерь на входе в здание для такой же напряженности поля на улице, которые рассчитаны на основе измерений УВЧ.

ТАБЛИЦА 113

Различные потери на входе в здание в диапазонах IV/V УВЧ

Классификация относительных возможностей обеспечения приема внутри помещений	Средние потери на входе в здание (дБ)	Стандартное отклонение (дБ)
Высокие	7	5
Средние	11	6
Низкие	15	7

Примеры зданий с различными сравнительными возможностями обеспечения приема внутри помещений:

Высокие:

- пригородное жилое здание с окнами не из металлизированного стекла;
- помещение с окном, расположенным на внешней стене многоэтажного жилого здания, в условиях города.

Средние:

- внешние помещения с окнами из металлизированного стекла в условиях города;
- внутренние помещения в многоэтажном жилом здании в условиях города.

Низкие:

- внутренние помещения в административных зданиях.

При наличии более точных данных, основанных на местных измерениях, они могут использоваться в качестве основы для планирования конкретной службы.

2.3 Потери на входе в транспортное средство: L_v

При приеме на переносное устройство внутри транспортного средства следует принимать во внимание потери на кузове автомобиля. Типичная потеря на входе в транспортное средство для диапазонов IV/V УВЧ, рассчитанная на основе опыта сотовой радиопередачи, составляет 6 дБ.

3 Избирательность приемной антенны

Информация о направленности и поляризационной избирательности бытовых приемных антенн приведена в Рекомендации МСЭ-R ВТ.419.

4 Антенны для приема на переносное и мобильное оборудование

4.1 Антенны для приема на переносное оборудование

Были измерены различные величины усиления антенны для разных типов антенн. Ниже представлены типичные значения усиления антенны:

ТАБЛИЦА 114

Усиление антенны (дБд) при приеме на переносное оборудование

Диапазон	Усиление (дБд)
Диапазон III ОВЧ	-2
Диапазон IV УВЧ	0
Диапазон V УВЧ	0

Поляризационная избирательность не предполагается.

4.2 Антенны для приема на переносное оборудование

Антенна в небольшом по размеру переносном оконечном оборудовании должна быть составной частью конструкции этого оборудования и, следовательно, должна иметь небольшие размеры по сравнению с длиной волны. Согласно существующему в настоящее время пониманию вопросов, связанных с конструкцией, для усиления антенны наихудший случай относится к нижней части диапазона УВЧ. Усиление антенны для трех частот в диапазоне УВЧ приведена в таблице 115. Номинальное усиление антенны между этими частотами может быть получено путем линейной интерполяции.

ТАБЛИЦА 115

Усиление антенны (дБд) при приеме на переносное оборудование

Частота (МГц)	Усиление (дБд)
474	-12
698	-9
858	-7

В целом поляризационная избирательность не предполагается для этого типа переносных приемных антенн, а диаграмма направленности в горизонтальной плоскости является ненаправленной.

4.3 Антенны для приема на мобильное оборудование

Реальная стандартная антенна для приема в транспортном средстве – это монополь в 1/4, в котором в качестве плоскости основания используется металлическая крыша. Усиление антенны для стандартных углов падения волны зависит от расположения антенны на крыше. Для пассивных систем антенн можно ожидать значений, приведенных в таблице 116.

ТАБЛИЦА 116

Усиление антенны (дБд) при приеме на мобильное оборудование

Диапазон	Усиление (дБд)
Диапазон III ОВЧ	-5
Диапазон IV УВЧ	-2
Диапазон V УВЧ	-1

Теоретически, поляризационная избирательность составляет порядка 4–10 дБ, в зависимости от расположения антенны на крыше.

Приложение 6**Метод субъективного сравнения (SCM) с эталонным источником помех при оценке защитных отношений для аналоговых телевизионных систем****1 Введение**

Субъективные методы оценки класса искажений предполагают проведение многочисленных испытаний и требуют больших затрат времени, большого числа наблюдателей и рассмотрения искажений всех возможных классов.

Для оценки защитных отношений необходимо учитывать только два типа искажений при фиксированной передаче: искажения примерно класса 3 для тропосферных помех и искажения класса 4 для непрерывных помех (см. таблицу 117).

В настоящем Приложении приведена метод оценки защитных отношений для полезных аналоговых ТВ систем, основанный на субъективном сравнении искажений от источника помех и от эталонного источника помех. Надежные и полезные результаты получены только для ситуации с небольшим числом наблюдателей и одним неподвижным изображением.

Метод субъективного сравнения подходит для оценки помех от любой цифровой или аналоговой системы передачи с мешающим сигналом для аналогового телевизионного канала с полезным сигналом. Применение фиксированных эталонных источников помех с установленными характеристиками позволяет получить воспроизводимый набор показателей с низким отклонением (стандартное отклонение примерно ± 1 дБ). Требуется только небольшое число наблюдателей, являющихся или не являющихся экспертами – от трех до пяти.

Можно использовать два эталонных источника помех:

- источник синусоидальных помех;
- источник гауссовского шума.

Испытания показали, что для цифровых телевизионных систем с мешающим сигналом эталонный источник помех в виде шума может улучшить результаты оценки наблюдателей. Использование эталонного источника помех в виде шума дает такие же результаты, что и установленные для источника синусоидальных помех. Недостаток состоит в том, что может потребоваться более сложная подготовка к испытаниям. Необходимы дальнейшие исследования, особенно при фиксированном уровне эквивалентного эталонного шума.

(В настоящее время следует использовать эталонный источник синусоидальных помех, пока не будет достигнута договоренность об общей процедуре испытаний и согласованном едином показателе эталонного шума.)

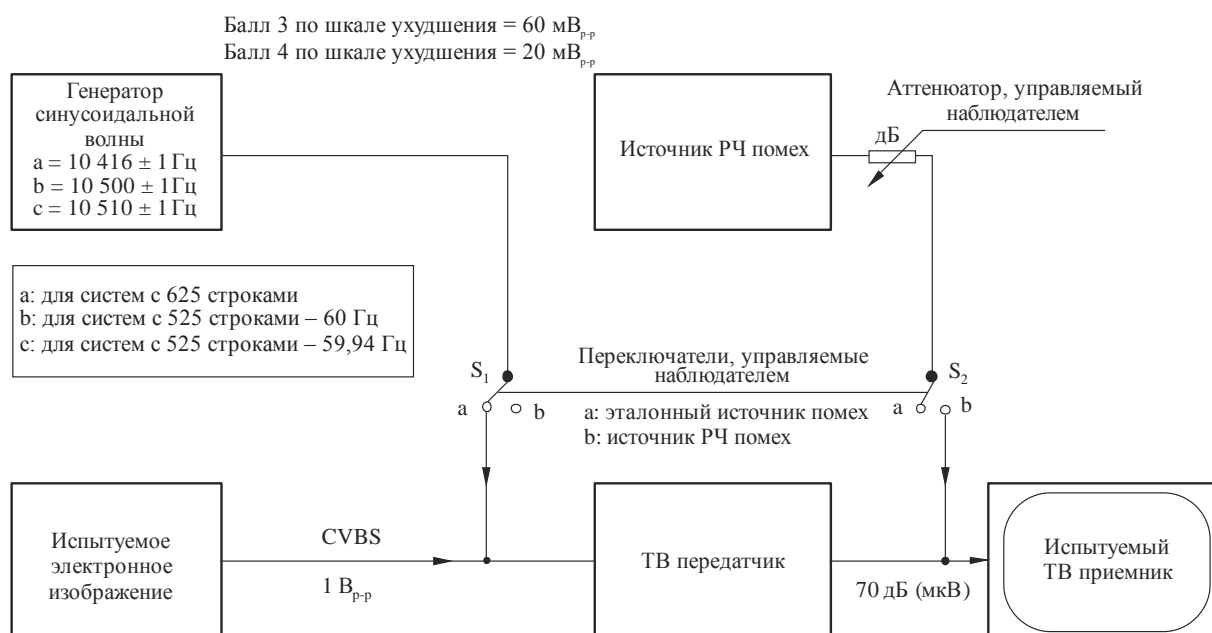
2 SCM при оценке защитных отношений с использованием эталонной синусоидальной помехи

2.1 Общее описание

На рисунке 3 показана схема проведения испытаний для метода субъективного сравнения при использовании источника синусоидальной помехи. Расположенные в нижней части три блока – это основная трасса сигнала, полезный источник видеосигнала, телевизионный передатчик и испытуемый ТВ приемник. Эталонный источник видеопомех – это простой синусоидальный сигнал. Амплитуду синусоидального генератора можно менять для тропосферных помех и непрерывных помех. На трассе полезного сигнала добавляется источник мешающего сигнала РЧ. Амплитуда и частота источника помех рассчитываются на основе эталонного источника РЧ помех, описанного в пункте 2.3 Приложения 1 к Рекомендации МСЭ-R ВТ.655.

РИСУНОК 3

SCM для оценки защитных отношений



ВТ.1368-03

Интенсивность источника РЧ помех можно изменить с помощью аттенюатора, управляемого наблюдателем. Источник РЧ помех регулируется для получения помех такого же класса, что и у эталонного источника помех, путем сравнения изображений с помехами на экране телевизора.

Защитное РЧ отношение представляет собой разность между уровнями полезного и мешающего сигнала на входе приемника. Схему испытаний можно настроить таким образом, чтобы значение в дБ, отображаемое на аттенюаторе, точно соответствовало защитному отношению.

2.2 Получение эталонного источника помех

Для систем с 625 строками эталонные уровни искажения таковы, что они соответствуют защитным отношениям по совмещенному каналу 30 дБ и 40 дБ при сдвиге частот между полезной и мешающей видеонесущими, близком к двум третям частоты строк, но настроенном для максимального искажения. Точное значение разницы частот составляет 10 416 Гц. Такие условия приближаются к искажениям класса 3 (слегка раздражающие) и 4 (ощутимые, но не раздражающие) и применяются к тропосферным (1% времени) и непрерывным (50% времени) помехам, соответственно. Класс искажения конкретного эталонного источника видеопомех с основной полосой частот не зависит от типа аналоговой телевизионной системы и таких параметров РЧ модуляции, как поляризация модуляции, остаточная несущая и т. д.

Эталонный источник РЧ помех можно получить в виде простого синусоидального сигнала на основной полосе частот, как это показано на рисунке 3. Эталонный источник синусоидальных помех работает на фиксированной частоте 10 416 Гц для систем с 625 строками или 10 500 Гц для систем с 525 строками –60 Гц и 10 510 Гц для систем с 525 строками –59,94 Гц, при этом амплитуда равна либо 60 мВ_{р-р}, либо 20 мВ_{р-р} относительно уровня черного/белого 700 мВ_{р-р} или уровня CVBS 1 В_{р-р}. Такие амплитуды соответствуют защитным РЧ отношениям в 30 дБ и 40 дБ, соответственно (2/3 смещения строк). Стабильность частоты генератора синусоидальной волны должна быть в пределах ± 1 Гц.

2.3 Условия испытаний

- Полезный видеосигнал: необходимо только электронное испытуемое изображение (например, FuBK, Philips или др.).
- Условия просмотра: приведены в Рекомендации МСЭ-R ВТ.500.
- Расстояние для просмотра: в пять раз больше высоты изображения.
- Испытуемый приемник: до пяти типов различных бытовых приемников не старше пяти лет, для измерений по совмещенному каналу можно использовать профессиональный приемник.
- Сигнал на входе приемника: –39 дБм (70 дБ(мкВ) при 75 Ом).
- Наблюдатели: требуется пять наблюдателей, являющихся или не являющихся экспертами. Для начальных испытаний может быть достаточно менее пяти наблюдателей. Каждое испытание должно проводиться только одним наблюдателем. Наблюдатели должны быть знакомы с методом оценки.

2.4 Представление результатов

Результаты должны быть представлены вместе со следующей информацией:

- среднее и стандартное отклонение статистического распределения значений защитных отношений;
- схема испытаний, испытуемое изображение, тип источника изображения;
- число наблюдателей;
- тип эталонного источника помех;
- спектр мешающего сигнала (источник РЧ помех), включая внеканальный диапазон;
- используемый уровень РЧ для полезного сигнала на входе приемника (для бытовых приемников следует использовать напряжение на входе –39 дБм (70 дБ(мкВ) при 75 Ом);
- если используются бытовые приемники, указываются тип, размер экрана и год производства.

3 Таблица наиболее важных параметров

ТАБЛИЦА 117

Базовые термины и соотношения для SCM

Ухудшение качества	Балл 3	Балл 4
Тип помех	Тропосферные	Непрерывные
Временной допуск	От 1% до 5% времени	50% времени
Субъективное искажение	Слегка раздражающее	Ощутимое, но не раздражающее
Эталонный источник помех (мВ _{р-р})	60	20
Защитное РЧ отношение (дБ)	30	40

Приложение 7

Методы оценки местонахождения неисправности

1 Базовая информация

Первоначальные исследования защитных отношений для системы DVB-T были основаны на целевом значении КОБ 2×10^{-4} при измерении между внутренним и внешним кодами перед декодированием Рида-Соломона. Если используется источник помех в виде шумов, то значения считаются соответствующими качеству изображения при почти безошибочном приеме (QEF) при КОБ $< 1 \times 10^{-11}$ на входе демультимплексора MPEG-2.

2 Метод субъективного определения местонахождения неисправности (SFP) для измерения защитных отношений

В бытовых приемниках может оказаться невозможным измерить КОБ, в связи с этим для единообразного измерения защитных отношений был предложен новый метод, называемый методом SFP. Критерием качества при измерении защитных отношений является предел, до которого изображение на ТВ экране является безошибочным. Защитное РЧ отношение для полезного сигнала DVB-T представляет собой отношение полезного сигнала к мешающему сигналу на входе приемника, определенное методом SFP и округленное до ближайшего целого числа.

Метод SFP подходит для качества изображения, при котором в течение среднего времени наблюдения 20 с заметно не более одной ошибки. Настройка уровней полезного и мешающего сигналов для метода SFP осуществляется небольшими шагами, при этом величина шага составляет обычно 0,1 дБ. Для источника помех "в виде шумов" разница между значениями отношения полезного сигнала к мешающему сигналу, полученными методом QEF при КОБ 2×10^{-4} и методом SFP, составляет менее 1 дБ. Традиционно, значения защитных отношений для полезных цифровых ТВ сигналов измерялись при входной мощности приемника -60 дБм. Там, где это возможно, защитные отношения для систем цифрового телевидения получаются из измерений с использованием сигналов разного уровня.

Защитные отношения для системы ATSC основаны на методе SFP, который, как было показано, соответствует КОБ 3×10^{-6} на входе в демультимплексор MPEG-2.

Приложение 8

Тропосферные и непрерывные помехи

При использовании защитных отношений в процессе планирования необходимо определить, можно ли в данных конкретных условиях считать помеху тропосферной или непрерывной. Это можно сделать путем сравнения полей раздражения для двух указанных условий. Поле раздражения определяется как напряженность поля передатчика мешающего сигнала (при соответствующей э.и.м.), увеличенная на соответствующее защитное отношение.

Таким образом, для непрерывной помехи поле раздражения определяется как:

$$E_C = E(50, 50) + P + A_C,$$

а для тропосферной помехи поле раздражения определяется как:

$$E_T = E(50, t) + P + A_T,$$

где:

$E(50, t)$: напряженность поля (дБ(мкВ/м)) передатчика мешающего сигнала, нормализованная к 1 кВт и превышаемая в течение $t\%$ времени

P : э.и.м. (дБ(1 кВт)) мешающего передатчика

A : защитное отношение (дБ)

C и T : непрерывная и тропосферная помехи, соответственно.

Защитное отношение для непрерывной помехи применимо в том случае, когда получаемое поле раздражения сильнее, чем поле, получаемое для тропосферной помехи, то есть когда $E_C > E_T$.

Это означает, что A_C следует использовать во всех случаях, когда:

$$E(50, 50) + A_C > E(50, t) + A_T.$$
