

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R ВТ.1735-3

(02/2015)

Методы объективной оценки качества приема сигналов цифрового наземного телевизионного радиовещания Системы В, определенной в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1306

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-Т/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-Т/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу <http://www.itu.int/publ/R-REC/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, 2018 г.

© ITU 2018

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.1735-3

Методы объективной оценки качества приема сигналов цифрового наземного телевизионного радиовещания Системы В, определенной в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1306

(Вопрос МСЭ-R 100/6)

(2005-2012-2014-2015)

Сфера применения

Цель настоящей Рекомендации заключается в представлении методов в помощь при оценке качества приема услуг цифрового наземного телевизионного радиовещания для цифрового телевизионного радиовещания в Системе В. В Рекомендации учитываются соответствующие Рекомендации МСЭ-R. Для реализации заявленной цели могут использоваться два метода: для многочастотных сетей (МЧС) и для одночастотных сетей (ОЧС).

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a)* что в пункте 2.6 Рекомендации МСЭ-R SM.1682 "Методы измерений сигналов цифрового радиовещания" определены параметры, подлежащие измерению для оценки покрытия;
- b)* что в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1368 определяются планируемые параметры, такие как минимальная напряженность поля, защитное отношение и отношение между минимальной напряженностью поля и напряжением на входе приемника, которые широко используются администрациями;
- c)* что в Рекомендации МСЭ-R P.1546 указываются методы прогнозирования напряженности поля и высота препятствий для оценки поля, которые широко используются администрациями;
- d)* что МСЭ-R разработал Рекомендацию МСЭ-R ВТ.500 в качестве методики субъективной оценки качества телевизионного изображения;
- e)* что с внедрением цифровых телевизионных услуг отмечается, что субъективная оценка цифрового телевизионного изображения рассматривается как менее актуальная для оценки качества, поскольку эксплуатационные параметры цифровых технологий не обеспечивают допусков, существующих в случае аналоговых технологий;
- f)* что при оценке цифровых телевизионных систем критическим требованием является требование нахождения системы выше порогового уровня;
- g)* что субъективный анализ качества изображения не может использоваться в качестве меры уровня помех или требуемого защитного отношения цифровых систем;
- h)* что для удовлетворительного планирования цифровых систем требуется определение функционирования с достаточным запасом выше пороговой точки, соответствующим почти безошибочному приему (QEF) сигнала с учетом изменения времени и местоположения;
- i)* что для определения порога состояния QEF используется величина BER после декодирования по Витерби (vBER);
- j)* что для определения порога видимых ошибок используется метод SFP;
- k)* что существует потребность в полевых методиках для оказания помощи администрациям и Членам Сектора при оценке качества приема в зоне покрытия цифровым наземным телевизионным радиовещанием (ЦНТВ),

рекомендует,

- 1 чтобы модель описания объективного качества приема цифровых сигналов базировалась на измеренном значении коэффициента ошибок по битам (BER) и измеренном значении напряженности поля в соответствии с разделом 3 Приложения 1;
- 2 чтобы для МЧС использовалась шкала качества, представленная в таблицах 1 и 2 пункта 3.1 Приложения 1;
- 3 чтобы для ОЧС использовалась шкала качества, представленная в таблице 3 пункта 3.2 и таблице 2 пункта 3.1 Приложения 1;
- 4 чтобы использовались методы измерения, описанные в разделах 5, 6 и 7 Приложения 1.

Приложение 1

Стандартный метод объективной оценки качества приема сигналов цифрового телевизионного радиовещания для Системы В

1 Объективная оценка качества приема

Покрытие конкретной зоны, определяемой методом прогнозирования, должно проверяться полевыми измерениями, что позволит оценить результаты прогнозирования. В отношении качества зону покрытия можно определить с помощью метода прогнозирования, используя "вероятность местоположений". Таким же образом с помощью методов измерений можно оценить концепцию "воспринимаемого качества", относящуюся к конечному пользователю. Система приема цифрового наземного телевидения работает на основе порогового уровня, и воспринимаемое качество зависит от трех факторов: доступа к службе, готовности по времени и готовности по местоположениям.

Оценка уровня сигнала и оценка качества – это два разных процесса в рамках применения данного метода.

Применение условий приема непригодно в процессе оценки качества¹. Предполагается, что процесс оценки качества базируется на минимальном уровне сигнала, применяемом для конкретных условий в используемом администрацией режиме планирования ЦНТВ, когда при расчете минимального уровня сигнала учитываются соответствующие условия приема. Также предполагается, что режим планирования ЦНТВ учитывает готовность по местоположению.

Если в конкретных условиях приема не достигается напряженность поля, соответствующая планируемому режиму, то эта служба автоматически не отвечает требованиям оценки качества.

¹ Основное применение предназначено для фиксированного приема и устойчивых условий приема. В случае определяемых вкладов, попадающих вблизи или за пределами защитного интервала, следует внимательно учитывать фактор тропосферного распространения.

Для фиксированного приема и изменяющихся во времени условий приема должен применяться статистический метод. В течение значимого периода времени следует сделать ряд выборок напряженности поля и BER, и для каждой выборки следует рассчитать значение Q. Значение Q, превышаемое в течение конкретно определенного процента времени (например, 90%) выборок, является значением показателя качества в зоне покрытия.

2 Параметры, подлежащие оценке

Как указано в пункте 2.6 действующей версии Рекомендации МСЭ-R SM.1682, параметрами, подлежащими оценке, являются напряженность поля и коэффициент ошибок по битам (BER) после различных этапов декодирования (в настоящей Рекомендации предлагается получить величину BER до и после декодирования по Витерби (сBER и vBER)). Величина BER после декодирования по Витерби (vBER) используется для определения порога состояния, соответствующего почти безошибочному приему (QEF). В ходе проведения измерений должен также регистрироваться еще один параметр. Этим параметром является коэффициент ошибок модуляции (MER) на передающей стороне. MER представляет собой синтетическую форму анализа сигнального созвездия. Если величина MER на передающей стороне ниже установленного значения, например 36 дБ², измерительные работы должны быть остановлены из-за возможных отказов передачи. Следует отметить, что в ряде администраций могут быть приняты четко различимые классы качества по показателю MER, причем, как представляется, существует три четко различимых класса качества по показателю MER, соответствующих *уровням обслуживания* в различных типах услуг передачи, которые представлены в следующей таблице.

Тип услуги	Целевой показатель качества услуги (MER)
Услуга первичной передачи, которая может обеспечивать услуги вторичной передачи, требует эталонного качества, достаточного для покрытия городских, пригородных и сельских районов	> 35 дБ
Услуга вторичной повторной передачи, для которой РЧ подается от услуги первичного передатчика и которая восстанавливается или повторно модулируется для повторной передачи по другому выходному каналу на вход	> 33 дБ
Услуга третичного ретранслятора или канального повторителя, РЧ для которой подается по кабелю от услуги первичного передатчика и которая проходит обработку по ПЧ только для передачи либо по другому каналу, либо по тому же каналу в случае ретранслятора в совмещенном канале (OCR), является, по сути, услугой малой мощности, имеет относительно меньшую область покрытия и может обеспечиваться от услуги вторичной повторной передачи	> 30 дБ

Коэффициент ошибок модуляции (MER) определяется как сумма квадратов величин идеальных векторов символа в сигнальном созвездии модуляции из M точек, деленная на сумму квадратов величин векторов символа. Результат, выражаемый как отношение мощностей в децибелах, задается следующим уравнением:

$$\text{MER} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{\sum_{j=1}^N (I_j^2 + Q_j^2)}{\sum_{j=1}^N (\delta I_j^2 + \delta Q_j^2)} \right\} \quad (\text{дБ}),$$

где N – общее количество пар координат полученных символов ($I_j + \delta I_j$, $Q_j + \delta Q_j$); N существенно больше количества точек в сигнальном созвездии модуляции M .

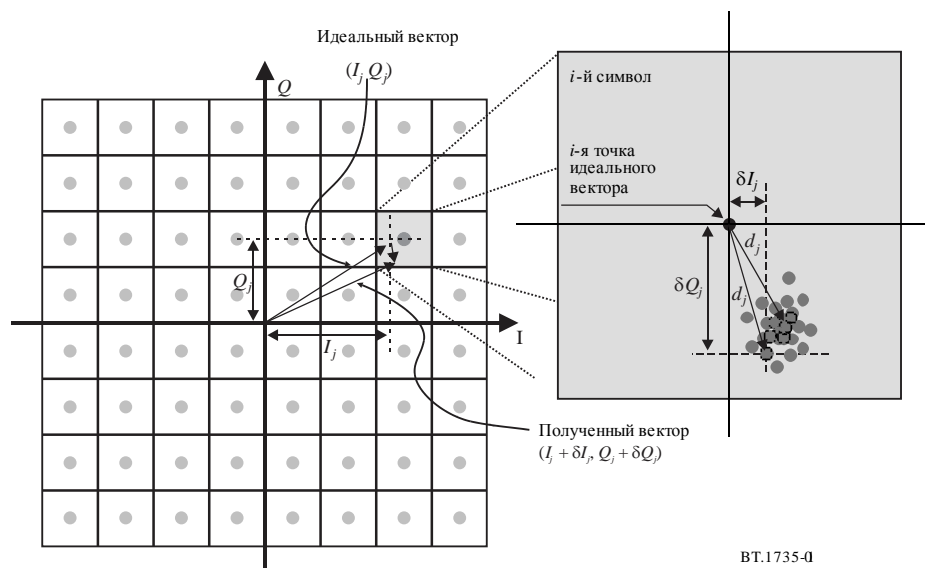
Идеальная пара координат символа – это (I_j , Q_j). Для каждого полученного символа вектор ошибки определяется как расстояние между идеальным положением в группе и фактическим положением полученного символа. Разность выражается вектором $d_j = (\delta I_j, \delta Q_j)$.

На рисунке 1 представлена диаграмма созвездия для формата модуляции 64-QAM ($M = 64$). Каждый полученный символ в i -й точке отклонился от идеального положения (I_j , Q_j) на расстояние $(\delta I_j, \delta Q_j)$.

² Минимальное допустимое значение MER содержится в продажной спецификации передатчиков.

РИСУНОК 1

Пример диаграммы созвездия для формата модуляции 64-QAM, где i -я точка была увеличена, чтобы показать координаты вектора ошибки символа



Определение MER не предполагает использования эквалайзера, однако в измерительный приемник может быть встроен эквалайзер коммерческого качества, позволяющий получить более представительные результаты в тех случаях, когда сигнал в точке измерения имеет линейные искажения.

В случае если приводится величина MER, необходимо указывать, применялся ли эквалайзер.

3 Шкала объективного качества для Системы В

Хорошо известно, что напряженность поля, измеренная на приемных пунктах, изменяется с изменением местоположения и высоты приемной антенны. Эта изменчивость, при постоянной плотности потока мощности (п.п.м.), зависит от комбинации амплитуды и фазы сигналов на нескольких трассах, которые достигают приемной антенны. Изменчивость проявляется в большей степени для сигналов незатухающей волны (CW), чем для широкополосных сигналов. Трассы прохождения отраженных сигналов могут вносить как позитивные, так и негативные вклады. Негативные вклады ассоциируются с межсимвольной интерференцией, которая происходит, когда задержка на одной или нескольких трассах превышает защитный интервал. Возможные позитивные вклады создаются, когда задержка на трассе меньше защитного интервала. Наличие нескольких трасс, сигналы которых попадают в пределы защитного интервала, могут привести к аддитивным или субтрактивным вкладкам в зависимости от реализации мягкого решения Витерби, фиксированного или подвижного окна исследований и фазы сигналов на трассах. Собственная нелинейная взаимосвязь между декодированием по Витерби, уровнями защиты, временной и пространственной дисперсией приводит в результате к слабой корреляции между напряженностью поля и BER, что показывает анализ тысяч данных полевых обследований, приведенных в Отчете МСЭ-R ВТ.2252.

Система оценки качества для аналогового сигнала была основана как на напряженности поля, так и на пятибалльной шкале субъективной оценки качества (Q). Оценка Q5 соответствует качеству "отлично", оценка Q1 соответствует качеству "очень плохо". Порог приемлемости устанавливается на оценке Q3. В цифровой среде ситуация совершенно иная, и важно отметить разницу между методами оценки качества при сжатии видеосигнала и оценки качества в зоне покрытия радиовещанием. Для оценки методов сжатия, такого как MPEG, сохранена пятибалльная шкала оценок. Для целей проведения оценок качества в зоне приема, по-видимому, труднее сохранить метод, основанный на пятибалльной шкале, из-за быстрого перехода условий – от обслуживания до отсутствия обслуживания. Тем не менее можно опять сохранить пятибалльную шкалу, если каждой оценке приписать значение расстояния от точки перехода. Для более глубокого анализа зоны перехода может использоваться шкала из трех баллов. Оценка величины расстояния от точки перехода весьма

важна, поскольку измерительное оборудование, как правило, размещается перед приемной системой конечного пользователя, обычно состоящей из антенны, распределительной системы и телевизионной приставки. Интерпретацию оценки объективного качества приема цифрового сигнала *не следует смешивать* с интерпретацией оценки качества аналоговых сигналов.

Таким образом, в настоящей Рекомендации определяются следующие оценки качества приема в значении запаса на отказ принятого сигнала.

Оценка Q1 – уровень сигнала ниже минимального планируемого заданного значения.

Оценка Q2 – уровень сигнала ниже минимального планируемого заданного значения или запас на отказ слишком низкий (прием возможен, но состояние сигнала близко к отказу).

Оценка Q3 – уровень сигнала и запас на отказ имеют определенный резерв сверх минимальных планируемых заданных значений.

Оценка Q4 – уровень сигнала и запас на отказ выше планируемых заданных значений.

Оценка Q5 – поддающиеся измерению дефекты обычным образом не определяются.

3.1 Многочастотная сеть (МЧС)

Для фиксированного приема в МЧС должна использоваться таблица 1.

ТАБЛИЦА 1³

Шкала качества сигнала ЦНТВ для МЧС

BER Напря- женность поля	$vBER > SFP$	$QEF < vBER \leq SFP$	$vBER \leq QEF$ и отношение $sBER \leq 10$	$vBER \leq QEF$ и отношение $sBER$ в диапазоне от 10 до 100	$vBER \leq QEF$ и отношение $sBER > 100$
$E < E_{xx}^4$	Q1	Q2	Q2	Q2	Q2
$E \geq E_{xx}$	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5

Для администраций и Членов Секторов, предпочитающих использование упрощенной системы шкалы качества сигнала, оценки Q5, Q4 и Q3 могут быть сведены к одному значению, как показано в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2

Упрощенная шкала качества сигнала ЦНТВ для МЧС

BER Напря- женность поля	$vBER > SFP$	$QEF < vBER \leq SFP$	$vBER \leq QEF$
$E < E_{xx}$	Q1	Q2	Q2
$E \geq E_{xx}$	Q1	Q2	Q3

³ Акронимы, постоянные значения и интерпретацию шкалы по таблицам см. в пункте 4.

⁴ E_{xx} может также представлять планируемые значения, выбранные администрациями (например, E_{95}).

3.2 Соображения относительно импульсной характеристики канала (CIR) для ОЧС

По опыту постоянного применения Рекомендации МСЭ-R ВТ.1735 для оценки качества в значительной зоне покрытия ОЧС было обнаружено, что при наличии определенных комбинаций сигналов ОЧС уровень напряженности поля и параметры BER, используемые в случае МЧС, не могут показать условий на граничных линиях с минимальным запасом в отношении вероятности потери услуги. Такие ситуации являются критическими не только в связи с флуктуациями принимаемого сигнала ОЧС в пределах защитного интервала, но и с учетом вероятных сигналов, которые могут быть за пределами защитного интервала.

Для последнего случая может быть изменена стратегия размещения окна в зависимости от изменчивости напряженности поля и, следовательно, для определенных процентов времени некоторые вклады ОЧС могут попадать в пределы или за пределы окна приема или защитного интервала. Также вероятна ситуация, при которой уровень напряженности поля вкладов ОЧС, попадающих за пределы защитного интервала, может увеличиться на определенное число процентов времени и достичь защитного уровня, сокращая вероятность устойчивого приема. Другая ситуация вероятна, когда один или несколько вкладов ОЧС попадают весьма близко к границе защитного интервала и, в зависимости от точки измерения, могут попасть в пределы или за пределы самого защитного интервала, обуславливая изменчивость приема по положению. Важно заметить, что расстояние между этими точками иногда может быть весьма небольшим.

Также необходимо учитывать снижение уровня запаса по помехоустойчивости принимаемого сигнала вследствие роста помех, создаваемых сигналами ОЧС, когда они принимаются с весьма низким соотношением уровней (< 7 дБ) и значения их задержки близки к максимальному допустимому значению или очень близко к основному сигналу или синхронно с позициями повторения пилот-сигналов.

На основании вышеизложенного предлагается новая модель оценки качества приема для ОЧС с большой зоной покрытия. В модели учитываются следующие факторы: отношение QEF, SFP, сBER и vBER в гауссовском канале и отсутствие возможности коррекции по Витерби.

Для фиксированного приема ОЧС, если $vBER < 5 \times 10^{-11}$, следует использовать таблицу 1, в ином случае следует использовать таблицу 3.

ТАБЛИЦА 3

Шкала качества сигнала ЦНТВ для ОЧС

BER Напря- женность поля	vBER > SFP	QEF < vBER ≤ SFP	vBER ≤ QEF и vBER > кривой Q ₄	vBER ≤ кривой Q ₄ и vBER > кривой Q ₅	vBER ≤ кривой Q ₅
$E < E_{xx}$	Q1	Q2	Q2	Q2	Q2
$E \geq E_{xx}$	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5

Для администраций и Членов Секторов, предпочитающих использование упрощенной системы шкалы качества сигнала, оценки Q5, Q4 и Q3 могут быть сведены к одному значению, как показано в таблице 2.

4 Акронимы, постоянные значения и интерпретация шкалы по таблицам

Акронимы

сBER – BER канала или BER канала до кодирования по Витерби

vBER – BER после кодирования по Витерби

Отношение $cBER = cBER_{min}/cBER$

QEF – почти безошибочный прием

SFP – субъективное определение точки отказа

E_{xx} ⁵ – минимальная медианная напряженность поля, необходимая для обеспечения вероятности по местоположению $xx\%$. Не следует путать с эквивалентной минимальной напряженностью поля в месте приема, выше которого должна обеспечиваться защита от помех (расчет минимальной напряженности поля см. в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1368).

На РРК-06 или в GE06 и в Рекомендации МСЭ-R ВТ.1368 для (xx) принято значение 95%. Значение E_{xx} зависит от принятой конфигурации.

Отношение $cBER$ – это параметр, вводимый для указания производительности канала в показателях измеренного $cBER$ относительно $cBER_{min}$. $cBER_{min}$ – это значение, представляемое в случае равенства $vBER$ и QEF и зависит от принятой скорости кодирования.

Значения $cBER_{min}$ для большинства используемых конфигураций представлены в таблице 4, ниже. Следует заметить, что эти значения не изменяются в зависимости от частоты и схемы модуляции.

ТАБЛИЦА 4

Значения $cBER_{min}$ для разной скорости кодирования

Скорость кодирования	$cBER_{min}$
2/3	4×10^{-2}
3/4	2×10^{-2}

Постоянные значения

$$SFP = 6,4 \times 10^{-3};$$

$$QEF = 2 \times 10^{-4};$$

$$\text{кривая Q4} = a \cdot e^{-b \cdot cBER};$$

$$\text{кривая Q5} = c \cdot e^{-d \cdot cBER}.$$

Постоянные a , b , c , d предоставляются лабораторией и в полевых испытаниях имеют следующие значения:

$$a = 10^{-5};$$

$$b = 6 \times 10^3;$$

$$c = 5 \times 10^{-7};$$

$$d = 4 \times 10^4.$$

4.1 Интерпретация шкалы по таблице 1

Шкала качества представляет расстояние от точки перехода. Точка перехода начинается в QEF и заканчивается в так называемой точке порогового эффекта (SFP). Каждое значение Q является функцией E и BER.

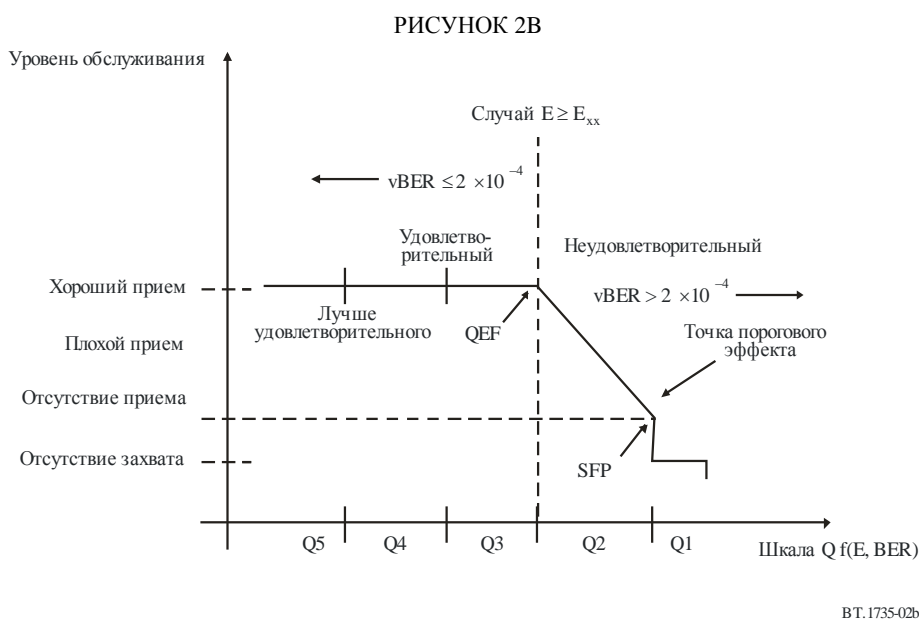
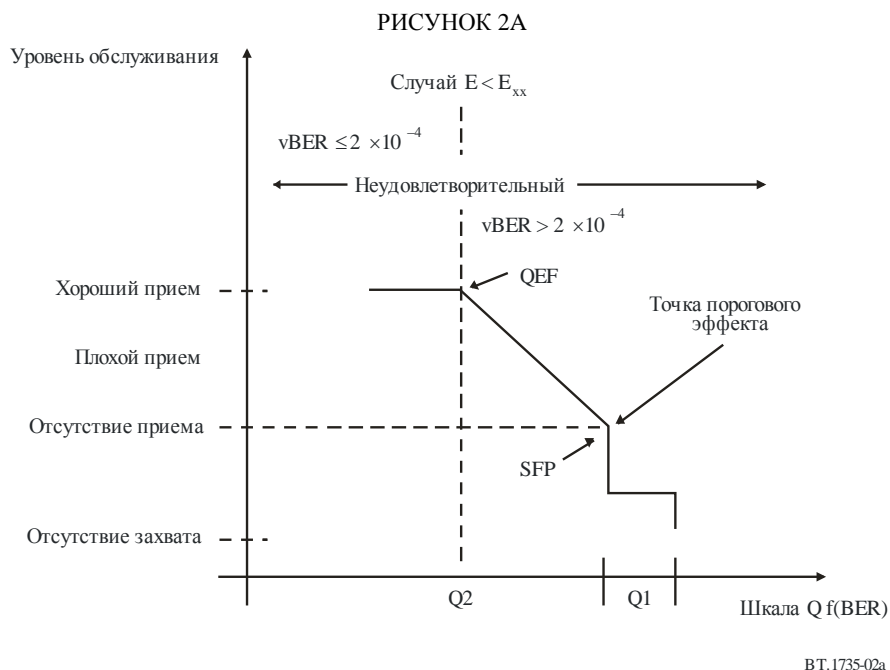
Q2, показанная на первой горизонтальной линии таблицы 1, означает, что напряженность поля ниже минимального значения, заданного процедурой планирования. В таких случаях не может быть гарантирована какая-либо защита от помех. Такая интерпретация показана на рисунке 2А.

Q2, показанная на второй горизонтальной линии таблицы 1, означает, что достигнут порог QEF и может появиться пороговый эффект. Такая интерпретация показана на рисунке 2В.

⁵ E_{xx} может также представлять планируемое значение, выбираемое администрациями.

В случае, представленном на рисунке 2А, возможно перейти к оценке Q3 путем повышения передаваемой мощности или путем изменения диаграммы направленности антенны. В случае рисунка 2В возможно перейти к Q3 путем снижения помех или уровня помех из-за многолучевости.

Проблема при этом заключается в том, что радиоконтроль приема ЦНТВ показывает, что в любой конкретной точке приема временное замирание полезного сигнала (или усиление помеховых сигналов) вызывает переход между мгновенными состояниями "удовлетворительный" и "неудовлетворительный" принятых сигналов. Таким образом считается, что оценка 2 представляет область перехода, в которой качество приема характеризуется как "ненадежное", но может или не может представлять пригодное для просмотра изображение в любой момент времени.

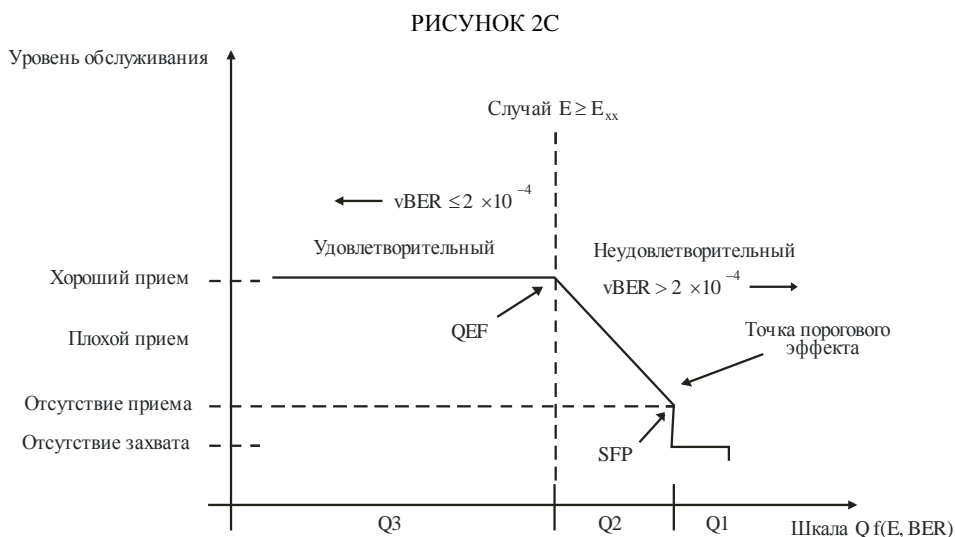


4.2 Интерпретация шкалы по таблице 2

Q2, показанная на первой горизонтальной линии таблицы 2, означает, что напряженность поля ниже минимального значения, заданного процедурой планирования. В таких случаях не может быть гарантирована какая-либо защита от помех. Такая интерпретация показана на рисунке 2А, выше.

Q2, показанная на второй горизонтальной линии таблицы 2, означает, что достигнут порог QEF и может появиться пороговый эффект. Такая интерпретация показана на рисунке 2С.

В случае, представленном на рисунке 2А, возможно перейти к оценке Q3 путем повышения передаваемой мощности или путем изменения диаграммы направленности антенны. В случае, представленном на рисунке 2С возможно перейти к Q3 путем снижения помех или уровня помех из-за многолучевости.



ВТ.1735-02с

4.3 Интерпретация шкалы по таблице 3

Возможно представить пять оценок по таблице 3 в координатах сBER от vBER.

На диаграмме показаны шесть эталонных кривых: QEF, SFP, гауссовский канал, сBER = vBER, Q4 и Q5.

Кривые QEF и SFP базируются на vBER и пороге видимых ошибок.

Кривые Q4 и Q5 являются экспоненциальными функциями, где vBER зависит от сBER:

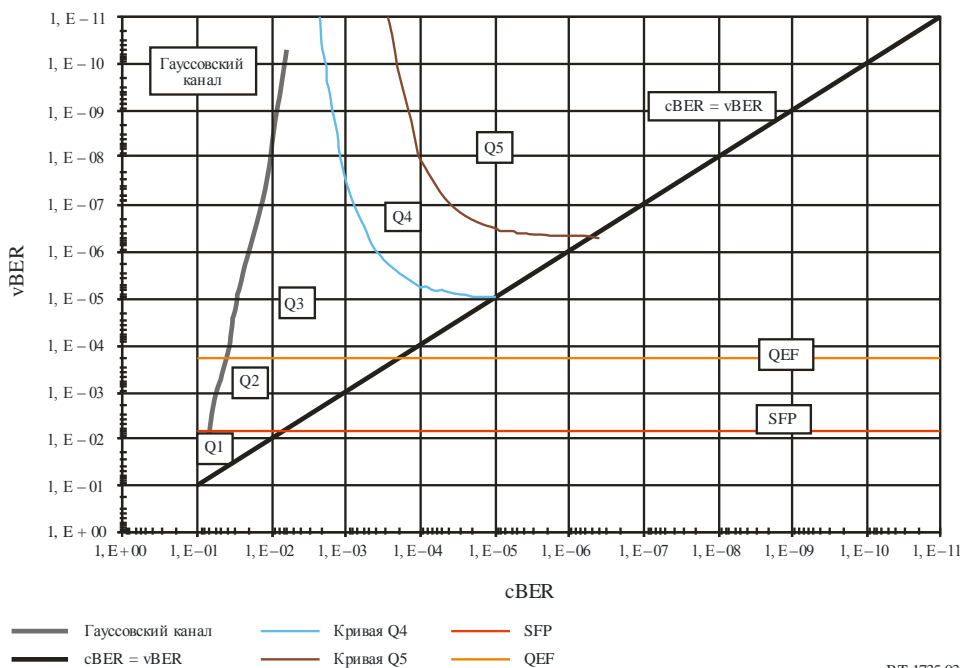
$$\text{кривая Q4: } v\text{BER} = 10^{-5} e^{-6 \cdot 10^3 \cdot \text{сBER}};$$

$$\text{кривая Q5: } v\text{BER} = 5 \cdot 10^{-7} e^{-4 \cdot 10^4 \cdot \text{сBER}}.$$

Область Q1 находится под линией SFP; область Q2 находится между линиями SFP и QEF; область Q3 находится выше линии QEF и ниже кривой Q4; область Q4 находится между кривыми Q4 и Q5, и область Q5 находится выше кривой Q5.

РИСУНОК 3

Кривые гауссовского канала, QEF, SFP, $cBER = vBER$, Q4 Q5
64-QAM и скорость координирования = 2/3



ВТ.1735-03

5 Измерения на фиксированной высоте

В случае этого вида измерений приемная антенна размещается на мачте и поднимается на высоту примерно 10 м над уровнем земли, так чтобы антенна располагалась выше находящихся рядом мешающих предметов или препятствий. Результаты измерений могут быть воспроизведены в любое время с помощью простой установки системы фиксированного приема, которая обычно имеется на станциях радиоконтроля. Измерения на фиксированной высоте могут быть целесообразны только для формальных оценок, обычно выполняемых на высоте 10 м над уровнем земли (высота та же, которая использовалась для метода прогнозирования распространения, принятом для целей планирования).

В реальных ситуациях измеренная напряженность поля определяется фазовой структурой принимаемых сигналов по нескольким трассам. Поэтому окончательный результат зависит от двух параметров местоположения приемной антенны и вертикального изменения напряженности поля. При использовании приемных антенн высотой в половину длины волны можно выделить три конкретные ситуации, в которых:

- разность между максимумами вертикального изменения напряженности поля меньше половины длины волны – измеренная напряженность поля эквивалентна полю прямой трассы;
- разность между максимумами вертикального изменения напряженности поля больше половины длины волны – измеренная напряженность поля может быть выше или ниже поля прямой трассы;
- первое максимальное значение превышает 10 м – измеренная напряженность поля увеличивается с высотой.

Измерения на фиксированной высоте могут использоваться для описания зоны обслуживания только в случаях, когда результат соответствует категориям оценки Q4 и Q5: это означает напряженность поля, превышающую E_{\min} , а также отсутствие помех в канале передачи. В таких случаях возможно ассоциировать измеренное значение с зоной достоверности. Размер зоны достоверности должен определяться на основе условий окружающей среды, расстояния от передатчика, вертикального изменения напряженности поля и высоты первого максимума напряженности поля. По опыту оценок аналоговых сигналов МЧС, максимальное значение радиуса зоны достоверности составляет 10 км.

Результаты объективной оценки качества приема Q4 и Q5 показывают, что обеспечивается покрытие с качеством "лучше удовлетворительного" оцениваемой услуги.

Если результаты объективной оценки качества приема ниже Q4, необходимо оценить вертикальное изменение напряженности поля, а затем, впоследствии, и горизонтальное изменение напряженности поля.

В таком случае или при использовании упрощенного метода размеры области достоверности должны быть уменьшены.

В ОЧС размер зоны достоверности зависит от оценки импульсной характеристики канала. Для ОЧС, в которой вклады попадают в 50% защитного интервала, а объективное качество приема составляет Q5 или Q4, может использоваться максимальное расстояние 10 км.

Для ОЧС, в которой вклады попадают близко к границе защитного интервала или рядом с ним или результаты объективной оценки качества составляют менее Q4, следует учитывать меньший, по сравнению с приведенным выше, радиус зоны достоверности.

6 Вертикальное изменение напряженности поля

Значения напряженности поля и BER непрерывно изменяются в процессе установки антенны на высоту до 10 м над уровнем земли. Эти значения зависят от комбинации сигналов различных трасс и в конечном счете от наличия препятствий на низких высотах. Если оцениваемое объективное качество ниже Q4 при расположении антенны на высоте примерно 10 м, необходимо проверить, превышала ли оценка объективного качества уровень Q3 в процессе установки антенны. Должно быть точно определено расположение антенны, подходящее для приема. Определяемая в таких случаях оценка объективного качества сообщается в качестве достоверной информации, а зарегистрированное VV (изменение по вертикали) включается в результаты измерения. Было установлено, что радиус зоны достоверности составляет максимум 2 км.

Оценка объективного качества Q3 подобна оценке уровня в зоне покрытия, принятой в запланированной системе.

7 Горизонтальное изменение напряженности поля

При использовании метода вертикального изменения напряженности поля оценка объективного качества остается всегда ниже Q3, при этом необходимо проверить, зависит ли такой результат от неудачного выбора точки измерения или это связано с исследуемой зоной.

В таких случаях необходимо выбрать другие точки измерения поблизости от первой выбранной точки. Если относящиеся к новым точкам результаты опять будут ниже Q3, то в качестве достоверной информации следует сообщить наилучший полученный результат, а также относительный диапазон достоверности. Диапазон достоверности должен быть тем шире, чем больше расстояние между точками измерения.
