

Международный союз электросвязи

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R V.574-5
(08/2015)

**Использование децибела
и непера в электросвязи**

Серия V
Словарь и связанные с ним вопросы



Международный
союз
электросвязи

Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в 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, 2016 г.

© ITU 2016

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 V.574-5

Использование децибела и непера в электросвязи*.**

(1978-1982-1986-1990-2000-2015)

Сфера применения

В настоящем документе содержатся обозначения, которые рекомендуется использовать для логарифмического выражения относящихся к мощности величин, а также приводятся примеры использования децибела и непера и соотношения между ними.

Ключевые слова

Децибел, непер

Соответствующие Рекомендации МСЭ

Рекомендация МСЭ-R V.430-4	Использование международной системы единиц (СИ)
Рекомендация МСЭ-R V.431-8	Номенклатура диапазонов частот и длин волн, используемых в электросвязи
Рекомендация МСЭ-R V.573-6	Словарь по радиосвязи
Рекомендация МСЭ-R V.665-3	Единица интенсивности трафика

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) частое использование в МСЭ-R децибела и непера для выражения величин;
- b) Международный стандарт МЭК 60027-3 Международной электротехнической комиссии "Логарифмические и связанные величины и их единицы";
- c) Международный стандарт ИСО 80000 Международной организации по стандартизации по величинам и единицам;
- d) удобство использования только одной единицы для выражения в логарифмической форме цифровых величин международных спецификаций и результатов измерений при обмене на международном уровне;
- e) использование в радиосвязи только децибела для выражения результатов измерений в логарифмической форме,

рекомендует,

чтобы обозначения, используемые для логарифмического выражения величин, которые прямо или косвенно относятся к мощности, выбирались исходя из рекомендаций Приложения 1.

* Настоящая Рекомендация должна быть доведена до сведения МСЭ-Т.

** В настоящей Рекомендации символ lg используется для обозначения десятичного логарифма в соответствии с Международными стандартами ИСО 80000-2 и МЭК 60027-3. Используется также обозначение \log_{10} . Обозначение log может использоваться в случае отсутствия многозначности.

Приложение 1

Использование децибела и непера

1 Определение децибела

1.1 Бел (обозначение: Б; англ. В) выражает *отношение двух мощностей* как десятичный логарифм этого отношения. Эта единица используется редко, вместо нее употребляется децибел (обозначение: дБ; англ. dB), составляющий одну десятую часть бела.

1.2 Децибел может использоваться для выражения отношения двух *величин поля*, а именно напряжения, тока, звукового давления, электрического поля, скорости или плотности заряда, квадрат которых в линейных системах пропорционален мощности. Для получения аналогичной цифровой величины отношения по мощности логарифм отношения величин поля умножается на коэффициент 20 в предположении, что полные сопротивления одинаковы.

Соотношение между отношением по току или напряжению и соответствующим отношением по мощности зависит от полного сопротивления. Использование децибела в случаях, когда полные сопротивления различны, возможно лишь при наличии адекватной информации относительно имеющихся полных сопротивлений.

Например, если P_1 и P_2 являются двумя мощностями, то их отношение, выраженное в децибелах, составит:

$$10 \lg (P_1 / P_2).$$

Если P_1 и P_2 представляют две мощности, рассеиваемые токами I_1 и I_2 в сопротивлениях R_1 и R_2 , то:

$$10 \lg \frac{P_1}{P_2} = 10 \lg \frac{I_1^2 R_1}{I_2^2 R_2} = 20 \lg \frac{I_1}{I_2} + 10 \lg \frac{R_1}{R_2}.$$

1.3 Децибел может также использоваться для выражения отношения двух значений величины, связанной с мощностью через хорошо известное соотношение. В данном случае логарифм этого отношения необходимо умножить на коэффициент, представляющий соотношение, которое связывает величину с мощностью, и к нему может быть добавлен термин, представляющий этот множитель.

Если между отношением двух мощностей P_1 и P_2 и отношением значений X_1 и X_2 другой величины X существует зависимость вида $P_1/P_2 = (X_1/X_2)^\alpha$, где α – любое действительное число, то это можно выразить в децибелах как:

$$10 \lg (P_1/P_2) = 10 \alpha \lg (X_1/X_2) \quad \text{дБ}$$

2 Определение непера

Непер (обозначение: Нр; англ. Np) выражает отношение двух таких величин поля, как напряжение или ток, квадрат которых пропорционален мощности, в виде натурального логарифма этого отношения. Величина отношения по мощности в неперах равняется одной второй натурального логарифма отношения мощностей. Значения в неперах отношений двух величин поля и соответствующих мощностей равны только в случае равенства полных сопротивлений.

Один непер соответствует значению e отношения величин поля и значению e^2 отношения величин мощности.

Используются также такие кратные величины, как децинепер (дНр; англ. dNp).

В некоторых областях непер может использоваться для выражения логарифма отношения мощностей без коэффициента 1/2. Пример – оптическая глубина или затухание в радиометрии. Подобное применение не разрешено в электросвязи, чтобы не создавать путаницы. При таком определении непер фактически был бы равен 4,34 дБ вместо 8,68 дБ при обычном использовании.

3 Использование децибела и непера

Для измерений на своих территориях страны могут по-прежнему использовать как непер, так и децибел, но, чтобы избежать преобразования значений при обмене информацией, страны, предпочитающие так поступать, могут продолжать использовать непер по двустороннему соглашению.

При международном обмене информацией, касающейся измерений характеристик передачи и связанных величин, и при международном определении пределов таких величин единственным логарифмическим выражением, которое следует использовать, является децибел.

В случае теоретических или научных расчетов, когда отношения выражаются с помощью натуральных логарифмов, всегда явно или неявно используется непер.

В результате в некоторых расчетах, связанных с комплексными величинами, действительная часть выражается в неперах, а мнимая часть – в радианах. Могут применяться коэффициенты для перевода в децибелы или градусы.

Величинами для преобразования между непером и децибелом являются:

$$1 \text{ Нр} = (20 \lg e) \text{ дБ} \approx 8,686 \quad \text{дБ}$$

$$1 \text{ дБ} = (0,05 \ln 10) \text{ Нр} \approx 0,1151 \quad \text{Нр}$$

4 Правила использования обозначений, в которые включен дБ

При применении обозначений, включающих обозначение дБ, следует, насколько это возможно, использовать приведенные ниже правила:

4.1 Обозначение дБ без дополнительного знака

Обозначение дБ без дополнительного знака необходимо использовать для указания отношения двух мощностей, двух плотностей мощности, двух других величин, однозначно связанных с мощностью, или разницы между двумя уровнями мощности (см. § 6).

4.2 Обозначение дБ, за которым следует дополнительная информация в скобках

Обозначение дБ, за которым следует дополнительная информация в скобках, необходимо использовать для выражения абсолютного уровня мощности, плотности потока мощности или любой другой величины, однозначно связанной с мощностью, относительно эталонного значения, указанного в скобках. В некоторых случаях, однако, могут быть использованы упрощенные обозначения типа дБм вместо дБ(мВт).

4.3 Обозначение дБ, за которым следует дополнительная информация без скобок

Обозначение дБ, за которым следует дополнительная информация без скобок, необходимо использовать по соглашению для выражения конкретных условий, таких как измерения с помощью заданных фильтров или в заданной точке цепи (см. § 8).

5 Потери и усиление

Затухание или *потери* – это уменьшение электрической, электромагнитной или акустической энергии между двумя точками. Затухание – это также количественное выражение уменьшения мощности, обычно в децибелах; это уменьшение выражается отношением значений мощности или величины, связанной с мощностью вполне определенным образом, в двух точках.

Усиление – это увеличение электрической, электромагнитной или акустической энергии между двумя точками. Усиление – это также количественное выражение увеличения мощности, обычно в децибелах; это увеличение выражается отношением значений мощности или величины, связанной с мощностью вполне определенным образом, в двух точках.

Необходимо давать точное указание рассматриваемых потерь или усиления (например, коэффициент затухания по зеркальному каналу, вносимые потери, коэффициент усиления антенны), что фактически относится к точным определениям рассматриваемого отношения (полные сопротивления на зажимах, эталонные условия и т. д.).

5.1 Потери передачи

Выражаемое в децибелах отношение переданной мощности (P_t) к принятой мощности (P_r):

$$L = 10 \lg (P_t/P_r) \quad \text{дБ.}$$

5.2 Коэффициент усиления антенны

Обычно выражаемое в децибелах отношение мощности (P_0), необходимой на входе эталонной антенны без потерь, к мощности (P_a), подводимой ко входу данной антенны для создания в заданном направлении такой же напряженности поля или такой же плотности потока мощности на том же расстоянии в данном направлении (в направлении максимального излучения, если не указано иного).

$$G = 10 \lg (P_0/P_a) \quad \text{дБ.}$$

Эталонной антенной обычно является изотропная антенна, полуволновый диполь или, в некоторых случаях, короткая вертикальная антенна.

6 Уровни

Во многих случаях сравнение величины, называемой здесь и далее x , с заданной эталонной величиной того же рода (или размерности) x_{ref} выражается логарифмом отношения x/x_{ref} . Это логарифмическое выражение часто называется "уровнем x (относительно x_{ref})" или " x -уровнем (относительно x_{ref})". С использованием общего буквенного обозначения для уровня L уровень величины x может быть записан как L_x .

Существуют и могут использоваться другие названия и другие обозначения. Сама по себе величина x может быть простой величиной, например мощностью P , или отношением, например P/A , где A – площадь; при этом предполагается, что x_{ref} имеет здесь фиксированное значение, например 1 мВт, 1 Вт, 1 мкВт/м², 20 мкПа, 1 мкВ/м.

Уровень, представляющий величину x через эталонную величину x_{ref} , может быть обозначен количественным символом L_x (относительно x_{ref}) и может быть выражен в децибелах, когда эталонная величина является мощностью или величиной, связанной с мощностью вполне определенным образом.

Пример:

Утверждение, что уровень некоторой мощности P на 15 дБ выше уровня, соответствующего 1 Вт, может быть записано как:

$$L_P \text{ (относительно 1 Вт)} = 15 \text{ дБ, что означает } 10 \lg (P/P_0) = 15, \text{ при } P_0 = 1 \text{ Вт,}$$

$$\text{или } 10 \lg P \text{ (Вт)} = 15.$$

Во многих случаях оказалось целесообразным использовать краткое представление, основанное только на единице, которое в данном случае имеет вид:

$$L_P = 15 \text{ дБ (1 Вт).}$$

Цифра "1" в выражении эталонной величины может быть опущена, но это не рекомендуется делать в случаях, когда может возникнуть путаница. Другими словами, следует иметь в виду цифру "1" в случаях, когда цифра не указана.

Существуют краткие представления для конкретных случаев, например дБВт для дБ(1 Вт) (см. § 8, ниже).

6.1 Абсолютный уровень мощности

Абсолютный уровень мощности – это отношение, обычно выражаемое в децибелах, между мощностью сигнала в некоторой точке канала передачи и заданной эталонной мощностью.

В каждом случае следует указывать, является ли мощность активной или кажущейся.

Необходимо, чтобы эталонная мощность указывалась в обозначении:

- если эталонная мощность составляет 1 Вт, абсолютный уровень мощности выражается в "децибелах относительно одного ватта" и используется обозначение дБВт;
- если эталонная мощность составляет 1 мВт, абсолютный уровень мощности выражается в "децибелах относительно одного милливатта" и используется обозначение дБм.

6.2 Относительный уровень мощности и соответствующие понятия

6.2.1 Определение

Относительный уровень мощности – это отношение, обычно выражаемое в децибелах, между мощностью сигнала в некоторой точке канала передачи и той же мощностью в другой точке канала передачи, выбранной в качестве эталонной точки, как правило, в начале канала.

В каждом случае следует указывать, является ли мощность активной или кажущейся.

Если не указано иное, относительный уровень мощности – это отношение мощности синусоидального испытательного сигнала (с частотой 800 или 1000 Гц) в некоторой точке канала к мощности этого испытательного сигнала в эталонной точке передачи.

6.2.2 Эталонная точка передачи (см. Рекомендацию МСЭ-T G.101)

В старом плане передач МСЭ-T определял "точку с нулевым относительным уровнем" как точку двухпроводного начала линии дальней связи (точка О на рис. 1).

В рекомендуемом в настоящее время плане передач относительный уровень должен составлять –3,5 дБ в теоретической точке коммутации на стороне передачи четырехпроводной международной цепи (точка V на рис. 2). "Эталонная точка передачи" или "точка с нулевым относительным уровнем" (точка T на рис. 2) – это теоретическая двухпроводная точка, которая соединится с точкой V через гибридный трансформатор, имеющий потери 3,5 дБ. Обычная нагрузка, используемая для расчета шумов в многоканальных системах, соответствует абсолютному среднему уровню мощности –15 дБм в точке T.

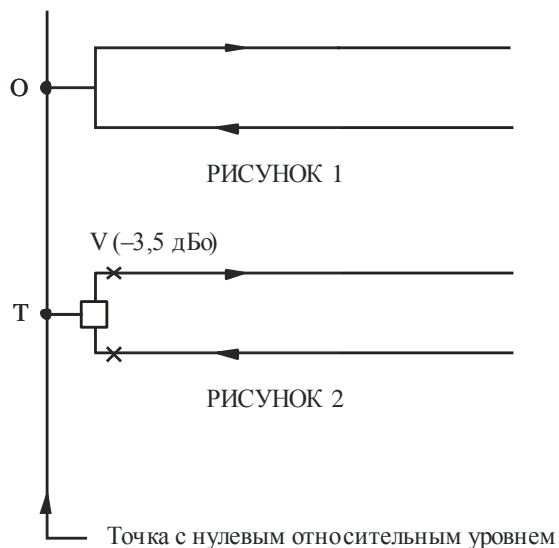
6.2.3 Значение "дБм0"

Если в точку T подается измерительный сигнал с абсолютным уровнем мощности L_M (дБм), то абсолютный уровень мощности сигнала в точке X, где относительный уровень составляет L_{XR} (дБ), будет равен $L_M + L_{XR}$ (дБм).

Наоборот, если сигнал в точке X имеет абсолютный уровень мощности L_{XA} (дБм), часто бывает удобно "соотнести его с точкой с нулевым относительным уровнем", вычислив значение L_0 (дБм0) по формуле:

$$L_0 = L_{XA} - L_{XR}.$$

Эта формула может использоваться не только для сигналов, но и для шума (взвешенного или невзвешенного), что помогает рассчитать отношение сигнал-шум.



V.0574-01

6.3 Плотность мощности

Определение: Частное от деления мощности на другую величину, например площадь, ширину полосы, температуру.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Частное от деления мощности на площадь называется "плотностью потока мощности" и обычно выражается в "ваттах на квадратный метр" (обозначение: Вт · м⁻² или Вт/м²).

Частное от деления мощности на ширину полосы частот называется "спектральной плотностью мощности", которая может быть выражена в "ваттах на герц" (Вт · Гц⁻¹ или Вт/Гц). Она может быть также выражена в единицах, включающих ширину полосы частот, характерную для рассматриваемого метода передачи, например 1 кГц или 4 кГц в аналоговой телефонии, 1 МГц при цифровой передаче или для телевидения; тогда спектральная плотность мощности выражается в "ваттах на килогерц" (Вт/кГц) или в "ваттах на 4 кГц" (Вт/4 кГц), или даже в "ваттах на мегагерц" (Вт/МГц).

Частное от деления мощности на температуру, используемое, в частности, для мощности шума, не имеет специального названия. Оно обычно выражается в "ваттах на кельвин" (обозначение: Вт · К⁻¹ или Вт/К).

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В некоторых случаях может использоваться комбинация нескольких типов плотности мощности, например "спектральная плотность потока мощности", которая выражается в "ваттах на квадратный метр и на герц" (обозначение: Вт · м⁻² · Гц⁻¹ или Вт/(м² · Гц)).

6.4 Абсолютный уровень плотности мощности

Определение: Выражение в логарифмической форме, обычно в децибелах, отношения между плотностью мощности в данной точке и эталонной плотностью мощности.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Например, если в качестве эталонной плотности потока мощности выбрана величина 1 ватт на квадратный метр, то абсолютные уровни плотности потока мощности выражаются как "децибелы относительно одного ватта на квадратный метр" (обозначение: дБ(Вт/м²)).

Аналогично, если в качестве эталонной спектральной плотности мощности выбрана величина 1 ватт на герц, то абсолютные уровни спектральной плотности мощности выражаются как "децибелы относительно одного ватта на герц" (обозначение: дБ(Вт/Гц)).

Если в качестве эталонной плотности мощности на единицу температуры выбрана величина 1 ватт на кельвин, то абсолютные уровни плотности мощности на единицу температуры выражаются как "децибелы относительно одного ватта на кельвин" (обозначение: дБ(Вт/К)).

Это определение можно легко распространить на комбинированные значения плотности. Например, абсолютные уровни спектральной плотности потока мощности выражаются как "децибелы относительно одного ватта на квадратный метр и на герц" и обозначаются как дБ(Вт/м² · Гц). Некоторые другие примеры: дБ(Вт/м² · МГц) и дБ(Вт/(м² · 4 кГц)).

6.5 Абсолютный уровень напряжения

Абсолютный уровень напряжения – это отношение, обычно выражаемое в децибелах, напряжения сигнала в некоторой точке канала передачи к заданному эталонному напряжению.

В каждом случае должен быть указан характер рассматриваемого напряжения, например среднеквадратическое значение.

Обычно используется эталонное напряжение со среднеквадратическим значением 0,775 вольта, что соответствует рассеянию мощности в 1 мВт на сопротивлении 600 Ом, поскольку 600 Ом является грубым приближением характеристического сопротивления некоторых сбалансированных телефонных линий. Абсолютный уровень напряжения выражается в дБн.

Если сопротивление на зажимах, где измеряется напряжение U_1 , действительно составляет 600 Ом, то определяемый таким образом абсолютный уровень напряжения соответствует абсолютному уровню мощности относительно 1 мВт, и, следовательно, число N точно равно уровню в децибелах относительно 1 мВт (дБм).

$$L_u = 20 \lg (U_1 / U_2) \quad \text{дБн}$$

$$L_p = 10 \lg (P_1 / P_2) \quad \text{дБм}$$

Если сопротивление на зажимах, где измеряется напряжение U_1 , составляет R Ом, то N равно числу дБм, увеличенному на величину $10 \lg (R/600)$.

$$L_u = L_p + 10 \lg (R/600)$$

6.6 Звуковые частоты

6.6.1 Абсолютный уровень шума на звуковых частотах

Измерение шума на звуковых частотах в радиовещании, звукозаписи или при передаче звуковых программ, как правило, выполняется с использованием взвешивающей цепи ко квазипиковому методу, описанному в Рекомендации МСЭ-R BS.468, с применением эталонного напряжения 0,775 В на 1 кГц и номинального сопротивления 600 Ом; результаты измерений обычно выражаются в дБвп (и в дБвпз, если применяется взвешивающая цепь).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Обозначения "дБв" и "дБм" не должны использоваться на взаимозаменяемой основе. При передаче звуковых программ обозначение "дБв" используется только для измерений шума с одним или несколькими тоновыми импульсами, тогда как обозначение "дБм" применяется только для синусоидальных сигналов, используемых для настройки линии.

6.6.2 Относительные уровни напряжения

Относительный уровень напряжения в некоторой точке линии передачи звуковых программ – это выраженное в дБ отношение уровня напряжения сигнала в этой точке к уровню напряжения того же сигнала в эталонной точке. Это отношение выражается в "дБоз", где "о" означает относительный уровень, а "з" указывает, что это отношение относится к уровням в системе передачи звуковых программ (звуковых сигналов). В эталонной точке (точке с нулевым относительным уровнем, 0 дБоз) испытательный сигнал на настроечном уровне имеет уровень 0 дБн. Отметим, что в некоторых сетях радиовещания точка с нулевым относительным уровнем может отсутствовать. Однако для точек измерений и соединений могут все же быть известны уровни (в дБоз) относительно гипотетической эталонной точки.

6.6.3 Использование децибела для отношений величин, не связанных с мощностью

6.6.3.1 Отношения напряжений

В области звуковых частот понятие напряжения иногда имеет большее значение, чем понятие мощности. Это, например, случай, когда четырехполосники с малым выходным и высоким входным сопротивлением соединены последовательно. В этом случае преднамеренно уходят от условий согласования сопротивлений, с тем чтобы упростить формирование этих схем. Когда такое соединение осуществлено, необходимо принимать во внимание только отношения напряжений в различных точках линии.

Эти отношения напряжений удобно выражать в логарифмической шкале, например по основанию 10, путем определения числа соответствующих единиц N по уравнению:

$$N = K \lg (U_1/U_2).$$

В этом уравнении коэффициент K *априори* является произвольным. Тем не менее по аналогии с формулой:

$$N = 20 \lg (U_1/U_2),$$

выражающей в децибелах отношение потерь мощности на двух равных сопротивлениях на зажимах, к которым подводятся соответственно напряжения U_1 и U_2 , для коэффициента K принимается значение 20. Тогда число N выражает в децибелах отношения мощностей, которые соответствовали бы отношениям напряжений, если бы последние подводились к равным сопротивлениям, хотя на практике не всегда бывает так.

6.6.3.2 Абсолютный уровень напряжения

Если сопротивление на зажимах, на которых измеряется напряжение, не задано, то не могут быть рассчитаны соответствующие уровни мощности. Тем не менее число N может быть определено условно в соответствии с § 6.6.3.1 относительно эталонного напряжения и может быть выражено в децибелах. Чтобы избежать путаницы, необходимо указать, что рассматривается абсолютный уровень напряжения и что должно использоваться обозначение дБн. Представляется, что обозначение дБн не вносит путаницы, как определено в § 6.7, при его использовании в качестве абсолютного уровня электромагнитного поля, отнесенного к 1 микровольту на метр. Тем не менее, если путаница возможна, следует записывать, хотя бы в самом начале, выражение дБ(775 мВ).

6.7 Абсолютный уровень электромагнитного поля

Напряженность электромагнитного поля может быть выражена через плотность потока мощности (P/A), напряженность электрического поля E или напряженность магнитного поля H . Абсолютный уровень напряженности поля L_E – это логарифм отношения E и эталонной напряженности поля, обычно 1 мкВ/м. Он, как правило, выражается в децибелах.

$$L_E = 20 \lg (E/E_0) \quad \text{дБ(мкВ/м)}$$

6.8 Уровень звукового давления

Это обычно выражаемый в децибелах логарифм отношения звукового давления и эталонного звукового давления, часто равного 20 мкПа.

$$L_p = 20 \lg (p/p_0) \quad \text{дБ(20 мкПа)}$$

7 Отношения, выражающие качество передачи

7.1 Отношение сигнал-шум

Это либо отношение мощности сигнала (P_s) к мощности шума (P_n), либо отношение напряжения сигнала (U_s) к напряжению шума (U_n), измеренное в заданной точке при определенных условиях. В децибелах оно выражается так:

$$R = 10 \lg (P_s/P_n) \quad \text{дБ} \quad \text{или} \quad R = 20 \lg (U_s/U_n) \quad \text{дБ.}$$

Отношение полезного сигнала к помехе выражается аналогичным образом.

7.2 Защитное отношение

Это либо отношение мощности полезного сигнала (P_w) к максимально допустимой мощности помехи (P_i), либо отношение напряженности поля полезного сигнала (E_w) к максимально допустимой напряженности поля помехи (E_i). В децибелах оно выражается следующим образом:

$$A = 10 \lg (P_w/P_i) \quad \text{дБ} \quad \text{или} \quad A = 20 \lg (E_w/E_i) \quad \text{дБ}.$$

7.3 Отношение несущей к спектральной плотности шума (C/N_0)

Это отношение $P_c/(P_n/\Delta f)$, где P_c – мощность несущей, P_n – мощность шума, Δf – соответствующая ширина полосы частот. Данное отношение имеет размерность частоты, оно не может быть просто выражено в децибелах, поскольку мощность не связана с частотой четко определенным образом.

Это соотношение могло бы быть выражено относительно эталонной величины, такой как 1 Вт/(Вт/Гц), которая четко указывает характер результата.

Например, при $P_c = 2$ Вт, $P_n = 20$ мВт и $\Delta f = 1$ МГц для логарифмического выражения, соответствующего отношению C/N_0 , мы имеем:

$$10 \lg \frac{P_c}{P_n/\Delta f} = 50 \quad \text{дБ(Вт/(Вт/кГц))}.$$

Это выражение в сокращенном виде можно представить как 50 дБ(кГц), тем не менее данного варианта следует избегать, если он может привести к неправильному толкованию.

7.4 Отношение энергии к спектральной плотности шума

Когда речь идет об отношении "энергия на бит к спектральной плотности шума" E_b/N_0 , которое используется в цифровой передаче, берется отношение двух величин с размерностью, аналогичной спектральной плотности мощности, и это отношение обычно выражается в децибелах, как и отношения мощностей (см. § 7.1). Тем не менее необходимо обеспечить, чтобы единицы, используемые для выражения обоих членов отношения, были эквиваленты, например, джоулю (Дж) для энергии и ватту на герц (Вт/Гц) для спектральной плотности шума.

7.5 Коэффициент качества (M)

Коэффициент качества (M), характеризующий приемную радиостанцию, является логарифмическим выражением, которое связано с коэффициентом усиления антенны G (в децибелах) и общей шумовой температурой T (в кельвинах) следующим образом:

$$M = [G - 10 \lg (T/1 \text{ К})] \quad \text{дБ(Вт/Вт} \cdot \text{К)}.$$

Выражение в децибелах в сокращенном виде можно представить как дБ(К⁻¹), тем не менее этого варианта следует избегать, если он может привести к неправильному толкованию.

8 Особые обозначения

Ниже приводятся примеры особых обозначений, которые можно продолжать использовать. Эти обозначения часто делаются в дополнение к другим обозначениям.

Для абсолютного уровня мощности (см. § 6.1, 6.2 и 6.6)

- дБВт (dBW): абсолютный уровень мощности относительно 1 ватта, выраженный в децибелах;
- дБм (dBm): абсолютный уровень мощности относительно 1 милливатта, выраженный в децибелах;
- дБм0 (dBm0): абсолютный уровень мощности относительно 1 милливатта, выраженный в децибелах и относящийся к точке с нулевым относительным уровнем;

дБм0п (dBm0p): абсолютный психометрический уровень мощности (взвешенный для телефонии) относительно 1 милливатта, выраженный в децибелах и относящийся к точке с нулевым относительным уровнем;

дБм0з (dBm0s): абсолютный уровень мощности относительно 1 милливатта, выраженный в децибелах и относящийся к точке с нулевым относительным уровнем при передаче звуковых программ;

дБм0пз (dBm0ps): абсолютный психометрический уровень мощности (взвешенный для передачи звуковых программ) относительно 1 милливатта, выраженный в децибелах и относящийся к точке с нулевым относительным уровнем при передаче звуковых программ.

Для абсолютного уровня электромагнитного поля (см. § 6.7)

дБмк (dBμ) или дБн (dBν): абсолютный уровень электромагнитного поля относительно 1 мкВ/м, выраженный в децибелах.

Для абсолютного уровня напряжения, включая уровень шума на звуковых частотах (см. § 6.6)

дБн (dBV): абсолютный уровень напряжения относительно 0,775 В, выраженный в децибелах;

дБн0 (dBu0): абсолютный уровень напряжения относительно 0,775 В, относящийся к точке с нулевым относительным уровнем;

дБн0з (dBu0s): абсолютный уровень напряжения относительно 0,775 В, относящийся к точке с нулевым относительным уровнем при передаче звуковых программ;

дБв (dBq): абсолютный уровень напряжения шума относительно 0,775 В;

дБвпз (dBqps): абсолютный взвешенный уровень напряжения для случая передачи звуковых программ;

дБв0пз (dBq0ps): абсолютный взвешенный уровень напряжения относительно 0,775 В, относящийся к точке с нулевым относительным уровнем при передаче звуковых программ;

дБв0з (dBq0s): абсолютный невзвешенный уровень напряжения относительно 0,775 В, относящийся к точке с нулевым относительным уровнем при передаче звуковых программ.

Для относительного уровня мощности (см. § 6.2)

дБо (dBv).

Для относительного уровня напряжения на звуковых частотах (см. § 6.6)

дБоз (dBrs): относительный уровень напряжения, выраженный в децибелах и относящийся к другой точке при передаче звуковых программ.

Для абсолютного уровня акустического давления (см. § 6.8)

дБА (dBA), дБВ (dBV) или дБС (dBS): взвешенный уровень акустического давления относительно 20 мкПа с указанием используемой взвешивающей кривой (кривые А, В или С, см. Международный стандарт МЭК 61672).

Для коэффициента усиления антенны (см. § 5.2)

дБи (dBi): относительно изотропной антенны;

дБд (dBd): относительно полуволнового диполя.

В Прилагаемом документе 1 указывается принцип обозначений, рекомендованный МЭК для выражения уровня величин относительно заданного эталона. Обозначения, используемые в настоящей Рекомендации, являются применением этого принципа.

Прилагаемый документ 1

Обозначения для выражения эталона уровня

(Часть 5 Международного стандарта МЭК 60027-3)

Уровень величины x относительно эталонной величины x_{ref} может быть обозначен следующим образом:

$$L_x \text{ (относительно } x_{ref}) \text{ или } L_x / x_{ref}.$$

Примеры:

Утверждение, что некоторый уровень звукового давления на 15 дБ выше уровня, соответствующего эталонному давлению 20 микропаскалей (мкПа), может быть записано как:

$$L_p \text{ (относительно 20 мкПа)} = 15 \text{ дБ} \quad \text{или} \quad L_p / 20 \text{ мкПа} = 15 \text{ дБ}.$$

Утверждение, что уровень тока на 10 Нр ниже 1 ампера (А), может быть записано как:

$$L_I \text{ (относительно 1 А)} = -10 \text{ Нр}.$$

Утверждение, что некоторый уровень мощности на 7 дБ больше 1 милливатта (мВт), может быть записано как:

$$L_p \text{ (относительно 1 мВт)} = 7 \text{ дБ}.$$

Утверждение, что некоторое значение напряженности электрического поля на 50 дБ больше 1 микровольта (мкВ) на метр, может быть записано как:

$$L_E \text{ (относительно 1 мкВ/м)} = 50 \text{ дБ}.$$

При представлении данных, особенно в виде таблицы или графических обозначений, часто необходимо краткое обозначение для указания эталонного значения. Тогда могут быть использованы следующие краткие формы, применение которых проиллюстрировано на вышеприведенных примерах:

15 дБ(мкПа)

-10 Нр(1 А)

7 дБ(1 мВт)

50 дБ(1 мкВ/м).

В выражении для эталонной величины цифра "1" иногда опускается. Это не рекомендуется делать, если может возникнуть путаница.

Если эталон постоянного уровня неоднократно используется и поясняется в контексте, то его можно опустить¹.

¹ Опускание эталонного уровня, допускаемое МЭК, не разрешается в текстах МСЭ-R и МСЭ-T.