

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R V.574-4

**Использование децибела и непера в электросвязи\***, \*\*, \*\*\*

(1978-1982-1986-1990-2000)

**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.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) частое использование в МСЭ-R децибела и непера для выражения величин;
- b) Международный стандарт МЭК 60027-3 (1989 г.) Международной электротехнической комиссии по "логарифмическим величинам и единицам";
- c) Международный стандарт ИСО 31 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,*

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

**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:

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

---

\* Директору БР предлагается довести настоящую Рекомендацию до сведения МСЭ-Г.

\*\* В настоящей Рекомендации символ  $\lg$  используется для обозначения десятичного логарифма в соответствии с Международными стандартами ИСО 31-11 и МЭК 60027-3. Используется также обозначение  $\log_{10}$ . Обозначение  $\log$  может использоваться в случае отсутствия многозначности.

\*\*\* Настоящая Рекомендация была обновлена в 2005 году исключительно из-за необходимости внесения редакционных изменений.

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  $\alpha$  – 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/м<sup>2</sup>, 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 Т 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 Т.

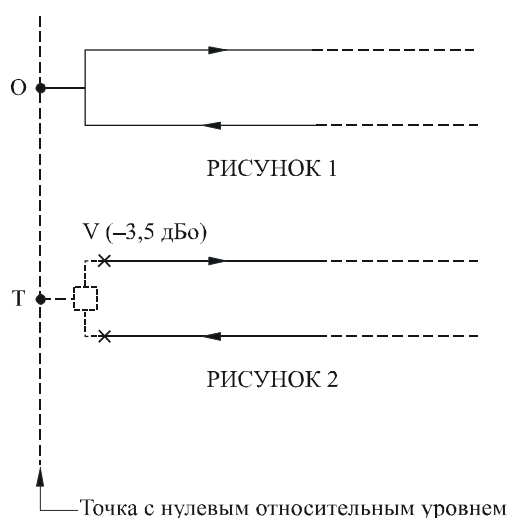
#### 6.2.3 Значение "дБм0"

Если в точку Т 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.



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:  $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}$  или  $\text{Вт}/\text{м}^2$ ).

Частное от деления мощности на ширину полосы частот называется "спектральной плотностью мощности", которая может быть выражена в "ваттах на герц" ( $\text{Вт} \cdot \text{Гц}^{-1}$  или  $\text{Вт}/\text{Гц}$ ). 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" ( $\text{Вт}/\text{кГц}$ ) или в "ваттах на 4 кГц" ( $\text{Вт}/4 \text{ кГц}$ ), или даже в "ваттах на мегагерц" ( $\text{Вт}/\text{МГц}$ ).

Частное от деления мощности на температуру, используемое, в частности, для мощности шума, не имеет специального названия. Оно обычно выражается в "ваттах на кельвин" (обозначение:  $\text{Вт} \cdot \text{К}^{-1}$  или  $\text{Вт}/\text{К}$ ).

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:  $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{Гц}^{-1}$  или  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{Гц})$ ).

### 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:  $\text{дБ}(\text{Вт}/\text{м}^2)$ ).

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:  $\text{дБ}(\text{Вт}/\text{Гц})$ ).

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:  $\text{дБ}(\text{Вт}/\text{К})$ ).

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  $\text{дБ}(\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{Гц})$ . Некоторые другие примеры:  $\text{дБ}(\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{МГц})$  и  $\text{дБ}(\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot 4 \text{ кГц}))$ .

### 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,  $\Delta f$  – 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"  $E/N_0$ , 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:

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

Выражение в децибелах в сокращенном виде можно представить как дБ( $\text{K}^{-1}$ ), 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 психофотметрический 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 психофотметрический 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 (dBu): 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 (dBu): 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. Публикацию МЭК 651).

*Для коэффициента усиления антенны (см. § 5.2)*

- дБи (dBi): относительно изотропной антенны;
- дБд (dBd): относительно полуволнового диполя.



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

## Дополнение 1

### Обозначения для выражения эталона уровня

(Часть 5 Публикации МЭК 27-3)

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:

$$\begin{aligned} &15 \text{ дБ(мкПа)} \\ &-10 \text{ Нр(1 А)} \\ &7 \text{ дБ(1 мВт)} \\ &50 \text{ дБ(1 мкВ/м)}. \end{aligned}$$

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 опустить\*.

---

\* Опущение эталонного уровня, допускаемое МЭК, не разрешается в текстах МСЭ-R и МСЭ-T.