ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р МЭК 60027-3— 2016

Государственная система обеспечения единства измерений

ОБОЗНАЧЕНИЯ БУКВЕННЫЕ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

Часть 3

Логарифмические и относительные величины и единицы измерений

(IEC 60027-3:2002, Letter symbols to be used in electrical technology — Part 3: Logarithmic and related quantities, and their units, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2017

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 53 «Основные нормы и правила по обеспечению единства измерений»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 декабря 2016 г. № 2099-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 60027-3:2002 «Обозначения буквенные, применяемые в электротехнике. Часть 3: Логарифмические и относительные величины и единицы» (IEC 60027-3:2002 «Letter symbols to be used in electrical technology — Part 3: Logarithmic and related quantities, and their units», IDT).

Международный стандарт разработан Техническим комитетом ТК 25 Международной электротехнической комиссии (МЭК) «Величины и единицы, и соответствующие буквенные обозначения».

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2015 (пункт 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

© Стандартинформ, 2017

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ОБОЗНАЧЕНИЯ БУКВЕННЫЕ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

Часть 3

Логарифмические и относительные величины и единицы измерений

State system for ensuring the uniformity of measurements. Letter symbols to be used in electrical technology. Part 3. Logarithmic and related quantities and units of measurement

Дата введения — 2017—02—01

1 Область применения

Настоящий стандарт содержит общую информацию о логарифмических и относительных величинах, применяемых в электротехнике, их наименованиях, обозначениях и единицах измерений.

2 Нормативные ссылки

Нижеследующие документы, на которые приводятся ссылки, являются обязательными для применения настоящего стандарта. В отношении датированных ссылок действительно только указанное издание. В отношении недатированных ссылок действительно последнее издание публикации (включая любые изменения), на которую дается ссылка:

IEC 60027-2:2000, Letter symbols to be used in electrical technology — Part 2: Telecommunications and electronics (Обозначения буквенные, применяемые в электротехнике. Часть 2. Электросвязь и электроника)[1]

ISO 31-0:1992, Quantities and units — Part 0: General principles (Величины и единицы измерения. Часть 0. Общие принципы)[2]

ISO 31-2:1992, Quantities and units — Part 2: Periodic and related phenomena (Величины и единицы измерения. Часть 2. Периодические и связанные с ними величины)[3]

ISO 31-7:1992, Quantities and units — Part 7: Acoustics (Величины и единицы измерения. Часть 7. Акустика)[4]

ISO 31-11:1992, Quantities and units — Part 11: Mathematical signs and symbols for use in the physical sciences and technology (Величины и единицы измерения. Часть 11. Математические знаки и обозначения, используемые в физике и технических науках)[5]

[1] Заменен на IEC 80000-13.2008, Quantities and units — Part 13: Information science and technology (Величины и единицы. Часть 13. Информатика и информационные технологии) в части пп. 3.8 и 3.9.

[2] Заменен на ISO 80000-1:2009, Quantities and units — Part 1: General (Величины и единицы. Часть 1. Общие положения).

[3] Заменен на ISO 80000-3:2006, Quantities and units — Part 3: Space and time (Величины и единицы. Часть 3. Пространство и время).

[4] Заменен на ISO 80000-8:2007, Quantities and units — Part 8: Acoustics (Величины и единицы. Часть 8. Акустика).

[5] Заменен на ISO 80000-2:2009, Quantities and units — Part 2: Mathematical signs and symbols to be used in the natural sciences and technology (Величины и единицы. Часть 2. Математические знаки и обозначения, используемые в физике и науках).

Издание официальное

ISO/IEC 2382-16:1996, Information technology — Vocabulary — Part 16: Information theory (Информационная технология. Словарь. Часть 16. Теория информации)

3 Логарифмические величины

Логарифмические величины — величины, определяемые посредством логарифмических функций. Для однозначности при обозначении логарифмических величин должно четко указываться основание логарифма.

В зависимости от вида логарифмируемого аргумента логарифмические величины классифицируются следующим образом:

а) *Логарифмические величины*, определяемые логарифмом отношения двух силовых величин одного вида или двух энергетических величин одного вида. Например, затухание и усиление в электросвязи, где аргументом является отношение двух электрических токов или напряжений, или уровни в акустике, когда аргументом являются отношения звукового давления или звуковой энергии к величинам того же вида;

b) Логарифмические величины, в которых аргумент задается в виде числа (величины с размерностью единица). Например, *логарифмические величины в теории информации*, такие, как логарифм числа возможных событий, когда аргумент — число взаимоисключающих событий или количество информации, когда аргумент представляет собой величину, обратную вероятности события.

с) *Другие логарифмические величины*

В числе логарифмических и сопутствующих им величин имеются также величины, которые являются линейной комбинацией логарифмируемых величин или произведениями логарифмируемых величин, или частного логарифмируемых величины и других величин, например, коэффициент затухания.

Логарифм аргумента при любом основании несет ту же информацию, что и непосредственно аргумент.

Величины, полученные логарифмированием при различных основаниях, пропорциональны друг другу, но имеют различные значения и, таким образом, это различные величины. В конкретных областях при определении логарифмических величин должны применяться логарифмы только с одним основанием. Из-за пропорциональности между логарифмами при использовании различных оснований допускается выражать численные значения логарифма с указанием единиц. Чтобы избежать неоднозначностей в приложениях, единица должна указываться явно после численного значения логарифмической величины.

Примечание 1 — В настоящем стандарте комплексные величины отмечены подчеркиванием их обозначений. Однако, это не обязательное правило (см. IEC 60027-1).

4 Логарифмы отношений силовых и энергетических величин

4.1 Логарифмы отношений силовых величин

Величины, квадрату которых пропорциональна энергия в линейных системах, в настоящем стандарте называются *силовыми величинами* и обозначаются символом F.

Примеры — Силовые величины: электрический ток, напряжение, напряженность электрического поля, звуковое давление, скорость частиц и сила.

Для синусоидально изменяющихся во времени силовых величин аргументами логарифма являются отношения амплитуд или их среднеквадратических значений.

Для несинусоидальных силовых величин используются среднеквадратичные значения по соответствующему временному интервалу. Для периодических величин соответствующий временной интервал — период.

Для логарифмических единиц отношения силовых величин используются логарифмы с двумя различными значениями основания:

- натуральный логарифм, обозначение ln (или $\log_e$),
- десятичный логарифм, обозначение lg (или $\log_{10}$).

Для отношений действительных значений силовых величин F_1/F_2 справедливы следующие общие соотношения для логарифмических значений $Q_{(F)}$, выраженных в различных единицах:

$$Q_{(F)} = \left(\ln\frac{F_1}{F_2}\right)\text{Нп} = 2\left(\lg\frac{F_1}{F_2}\right)\text{Б} = 20\left(\lg\frac{F_1}{F_2}\right)\text{дБ}, \qquad (1)$$

где непер, обозначение Нп[1)], равен $Q_{(F)}$, когда $F_1/F_2 = \mathrm{e}$;

бел, обозначение Б[2)], равен $Q_{(F)}$, когда $F_1/F_2 = \sqrt{10}$;

децибел, обозначение дБ[3)], равен 1 дБ = (1/10) Б.

Следовательно,

$$1\ \text{Нп} = (\ln \mathrm{e})\ \text{Нп} = 2\ (\lg \mathrm{e})\ \text{Б} = 20\ (\lg \mathrm{e})\ \text{дБ} \approx 8{,}685889\ \text{дБ}, \qquad (2)$$

$$1\ \text{Б} = 2\ (\lg\sqrt{10})\ \text{Б} = 10\ \text{дБ} = (\ln\sqrt{10})\ \text{Нп} \approx 1{,}151292\ \text{Нп}, \qquad (3)$$

$$1\ \text{дБ} = \frac{1}{10}\ \text{Б} = \frac{1}{10}(\ln\sqrt{10})\ \text{Нп} \approx 0{,}1151292\ \text{Нп}. \qquad (4)$$

Множитель 2 в численном значении $Q_{(F)}$, выражаемом в белах, в уравнении (1), имеет исторические причины и объясняется в п. 4.2.

Комплексные числа часто используются для выражения силовых величин, например, в связи и акустике. Взятие логарифмов отношений комплексных величин следует выполнять только с применением натуральных (неперовых) логарифмов. Многие другие математические операции будут более простыми, если используются только натуральные логарифмы. Это следует из того факта, что натуральный логарифм функции x_2/x_1 может быть представлен как интеграл

$$\ln\frac{x_2}{x_1} = \int_{x_1}^{x_2}\frac{dx}{x}$$

без каких-либо числовых множителей, как это имеет место при других основаниях логарифма.

Именно поэтому в системе величин, на которой основана международная система единиц (СИ), т. е. международной системы величин (ISQ), используются натуральные логарифмы.

Примечание 2 — На пленарном заседании ИСО/ТК 12 «Величины, единицы, обозначения, переводные коэффициенты и таблицы» в Вашингтоне, Округ Колумбия, США, в 1973 г. — с участием Председателя и Секретаря МЭК/ТК 25 — было единодушное соглашение включить натуральный логарифм в систему величин, на которых основана СИ, то есть рассматривать единицу непер, обозначение Нп, как когерентную единицу СИ. Это решение позже было принято Международным комитетом мер и весов (МКМВ), и Международной организацией законодательной метрологии (МОЗМ).

Для размера величины $Q_{(F)}$, определяемой как натуральный логарифм, то есть

$$Q_{(F)} = \ln(F_1/F_2), \qquad (5)$$

по соглашению принята когерентная единица — непер (обозначение Нп) с размерностью единица (обозначение 1), (см. ИСО 31-2, 2-9).

Примечание 3 — Вообще, наименование обозначений величины следует делать перед введением соответствующих единиц. Однако по историческим традициям здесь сохранен принятый в стандартах серии МЭК 60027 порядок изложения.

Для практических приложений, в основном, в электросвязи и акустике, используется дольная часть бела (Б) — децибел (дБ), определяемый десятичным логарифмом.

Примечание 4 — Практика применения единицы децибела (дБ) стала международной начиная с решения Международного союза электросвязи (МСЭ) в 1968 г. — использовать только децибел. Это аналогично тому факту, что единица угловой градус (... °) обычно используется практически вместо когерентной единицы СИ радиана (рад[4)]) для плоского угла.

В теоретических вычислениях единица непер (Нп) для амплитуды вместе с единицей радиан (рад) для фазового угла вытекают из комплексной системы представления величин и применения натуральных логарифмов. Например, для отношения двух комплексных величин $\underline{F_1}$ и $\underline{F_2}$ имеем:

$$\frac{\underline{F_1}}{\underline{F_2}} = \frac{|\underline{F_1}|\mathrm{e}^{\mathrm{j}\vartheta_1}}{|\underline{F_2}|\mathrm{e}^{\mathrm{j}\vartheta_2}} = \frac{|\underline{F_1}|}{|\underline{F_2}|}\mathrm{e}^{\mathrm{j}(\vartheta_1-\vartheta_2)} \qquad (6)$$

[1)] Международное обозначение Np.

[2)] Международное обозначение B.

[3)] Международное обозначение dB.

[4)] Международное обозначение rad.

$$Q_{(F)} = \ln \frac{F_1}{F_2} = \ln \frac{|F_1|}{|F_2|} + j\,(\vartheta_1 - \vartheta_2) \quad (7)$$

Пример[1] — Для отношения напряжений $\underline{U}_1 = 30\,e^{j\pi/2}\,V$ ***и*** $\underline{U}_2 = 3\,e^{j\pi/3}\,V$ ***получим:***

$$\underline{Q}_U = \ln \frac{\underline{U}_1}{\underline{U}_2} = \frac{30\,e^{j\pi/2}\,V}{3\,e^{j\pi/3}\,V} = \ln(10e^{j\pi/6}) = (\ln 10)\,\text{Нп} + j\pi/6\ \text{рад} \approx 2{,}303\ \text{Нп} + j\,0{,}524\ \text{рад}.$$

4.2 Логарифмы отношений энергетических величин

Величины, которые пропорциональны мощности (энергии), названы энергетическими величинами и обозначены символом P. В этом контексте, во многих случаях, связанные с энергией величины названы энергетическими величинами.

Пример — Энергетическими величинами являются: активная мощность (энергия), реактивная мощность (энергия), и кажущаяся мощность (энергия) в электротехнике, акустическая и электромагнитная мощности (энергии), и соответствующие плотности мощности (энергии).

Так как энергетические величины связаны с силовыми величинами, то для нахождения их числовых значений также используются натуральные и десятичные логарифмы. Следовательно, справедливы общие соотношения для значений логарифмических величин $Q_{(P)}$, отношения двух значений P_1 и P_2, выраженных в различных единицах:

$$Q_{(P)} = \frac{1}{2}\left(\ln \frac{P_1}{P_2}\right)\,\text{Нп} = \left(\lg \frac{P_1}{P_2}\right)\,\text{Б} = 10\left(\lg \frac{P_1}{P_2}\right)\,\text{дБ}. \quad (8)$$

Здесь значение $Q_{(P)}$ равно 1 Нп, когда $P_1/P_2 = e^2$; и значение $Q_{(P)}$ равно 1 Б, когда $P_1/P_2 = 10$, а 1 дБ = (1/10) Б.

Следовательно,

$$1\ \text{Нп} = \frac{1}{2}(\ln e^2)\ \text{Нп} = (\lg e^2)\ \text{Б} = 10(\lg e^2)\ \text{дБ} \approx 8{,}685889\ \text{дБ}, \quad (9)$$

$$1\ \text{Б} = (\lg 10)\ \text{Б} = 10\ \text{дБ} = \frac{1}{2}(\ln 10)\ \text{Нп} \approx 1{,}151292\ \text{Нп}, \quad (10)$$

$$1\ \text{дБ} = \frac{1}{10}\ \text{Б} = \frac{1}{20}(\ln 10)\ \text{Нп} \approx 0{,}1151292\ \text{Нп}. \quad (11)$$

Переводные коэффициенты здесь имеют те же значения, что и коэффициенты в формулах (2)—(4) в 4.1.

Если величина $Q_{(P)}$, определяемая по соглашению натуральным логарифмом

$$Q_{(P)} = (1/2)\ln(P_1/P_2), \quad (12)$$

выражается в неперах (Нп), то она является когерентной единицей СИ, которая может быть заменена на единицу, символ 1 (см. ИСО 31-2, 2-10).

Энергетические величины выражаются через силовые величины:

$$P_1 = k_1 F_1^2 \quad (13)$$

$$P_2 = k_2 F_2^2. \quad (14)$$

Следовательно,

$$Q_{(P)} = \frac{1}{2}\ln \frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{2}\ln \frac{k_1 F_1^2}{k_2 F_2^2} = \ln \frac{F_1}{F_2} + \frac{1}{2}\ln \frac{k_1}{k_2} = Q_{(F)} + \frac{1}{2}\ln \frac{k_1}{k_2}. \quad (15)$$

В общем случае соотношение между величиной $Q_{(P)}$ и $Q_{(F)}$ зависит от отношения k_1/k_2. В частном случае, когда $k_1 = k_2$ имеем $Q_{(P)} = Q_{(F)}$.

Это объясняет, почему множитель 1/2 появляется в уравнении (12) и множители 2, 20 и 1/2 появляются в численных значениях в уравнениях (1) и (8), соответственно.

[1] Для сохранения идентичности с международным стандартом в примерах настоящего стандарта для формул не использовано выделение полужирным курсивом.

В электротехнике отношение k_1/k_2 соответствует отношениям полной проводимости или полного сопротивления. Следовательно, сравнение значений логарифма отношений, содержащих возведенные в степень силовые величины, без адекватной информации относительно полного сопротивления или полной проводимости может быть бессмысленно или вводить в заблуждение.

Пример — Рассмотрим комплексные мощности $\underline{S}_1$ и $\underline{S}_2$, соответственно на входе (1) и выходе (2), получим:

$$\underline{S}_i = \underline{U}_i \underline{I}_i^* = \frac{\underline{U}_i \underline{U}_i^*}{\underline{Z}_i^*} = \frac{|\underline{U}_i|^2}{\underline{Z}_i^*} = \underline{I}_i \underline{I}_i^* \underline{Z}_i = |\underline{I}_i|^2 \underline{Z}_i \qquad i = 1, 2,$$

где $\underline{U}_i$ — вектор напряжения;

$\underline{I}_i$ — вектор тока;

$\underline{Z}_i = \dfrac{\underline{U}_i}{\underline{I}_i}$ — полное сопротивление;

**** обозначает сопряженную комплексную величину.***

Таким образом, результат для комплексного значения мощности (энергии) $\underline{\Gamma}_S$ с действительной и мнимой частями As и Bs , соответственно, становится:

$$\underline{\Gamma}_S = A_S + jB_S = \frac{1}{2}\ln\frac{\underline{S}_1}{\underline{S}_2} = \ln\frac{|\underline{U}_1|}{|\underline{U}_2|} - \frac{1}{2}\ln\frac{\underline{Z}_1^*}{\underline{Z}_2^*} = \ln\frac{|\underline{I}_1|}{|\underline{I}_2|} + \frac{1}{2}\ln\frac{\underline{Z}_1}{\underline{Z}_2}.$$

Коэффициент передачи для напряжения и затухания напряжения, соответственно:

$$\underline{\Gamma}_U = \ln\frac{\underline{U}_1}{\underline{U}_2} \quad и \quad A_U = \mathrm{Re}\,\underline{\Gamma}_U = \ln\frac{|\underline{U}_1|}{|\underline{U}_2|}.$$

Коэффициент передачи для электрического тока и затухания электрического тока, соответственно:

$$\underline{\Gamma}_I = \ln\frac{\underline{I}_1}{\underline{I}_2} \quad и \quad A_I = \mathrm{Re}\,\underline{\Gamma}_I = \ln\frac{|\underline{I}_1|}{|\underline{I}_2|}.$$

Следовательно, $\underline{\Gamma}_S = A_U - \dfrac{1}{2}\ln\dfrac{\underline{Z}_1^*}{\underline{Z}_2^*} = A_I + \dfrac{1}{2}\ln\dfrac{\underline{Z}_1}{\underline{Z}_2}$.

Таким образом, получаем $A_S = A_U = A_I$, только если $|\underline{Z}_1| = |\underline{Z}_2|$ и $\underline{\Gamma}_S = A_U = A_I$, только если $\underline{Z}_1 = \underline{Z}_2$.

4.3 Уровни

Уровень, обозначение L, является логарифмом отношения двух силовых величин или двух энергетических величин, где в знаменателе исходная величина того же вида, как и величина в числителе.

Комплексные уровни не применяются. Обычно уровни выражаются в децибелах.

Разность двух уровней, определенных с одинаковыми исходными значениями логарифма не зависит от выбора исходного значения.

Пример — Для разности уровней мощности (энергии) получаем

$$\Delta L_P = 10\left(\lg\frac{P_2}{P_{ref}}\right)\text{ дБ} - 10\left(\lg\frac{P_1}{P_{ref}}\right)\text{ дБ} = 10\left(\lg\frac{P_2}{P_1}\right)\text{ дБ},$$

где P_{ref} — произвольное исходное значение.

4.4 Дополнительная информация о логарифмах отношений силовых величин и величин мощности (энергии)

В соответствии с основными принципами математического анализа, считается нежелательным любое добавление к наименованиям единицы или к их обозначениям с целью представления дополнительной информации о природе величины или способа измерения (см. ИСО 31-0, 3.2.1). Однако такие добавления все же используются для уровней в электросвязи и в акустике. Такую дополнительную информацию добавляют к величинам, но не к единицам.

Пример — Исходные величины для уровней в электросвязи и акустике должны записывать способом, показанным ниже:

LI (исх. 1 А) = –10 Нп или LI/1 А = –10 Нп
LP (исх. 1 мВт) = 7 дБ или LP/1 мВт = 7 дБ
LP (исх. 1 Вт) = 6 дБ или LP/1 Вт = 6 дБ
LE (исх. 1 мкВ/м) = 5 Нп или LE/1 мкВ/м = 5 Нп
LE (исх. 1 мкВ/м) = 5 Нп или LE/1 мкВ/м = 5 Нп
Lp (исх. 20 мкПа) = 15 дБ или Lp/20 мкПа = 15 дБ.

Указание о применяемых исходных взвешивающих шкалах в акустике, например шкалы А, следует записывать:

LA(исх. 20 мкПа) = 60 дБ или LA = 60 дБ.

Если численное значение величины после «исх.» в добавлении к обозначению или после косой черты в нижнем индексе определено равным 1, оно может быть опущено, например L_p (исх. мВт) = 7 дБ или $L_{p/\text{мВт}}$ = 7 дБ.

Примечание 5 — На практике часто используется краткая форма записи с пробелом между обозначением единицы и дополнительной информацией, обозначающей, например исходные значения или взвешивающие шкалы:

–10 Нп (1 А),
7 дБ (1 мВт),
6 дБ (1 Вт),
5 Нп (1 мкВ/м),
15 дБ (20 мкПа),
60 дБ (А).

Когда используется краткая форма обозначений, не следует опускать равное 1 численное значение в круглых скобках, чтобы избежать неопределенности. Это не относится к обозначению взвешивающих шкал в акустике.

Примечание 6 — Не следует использовать приведенные ниже варианты записи (без пробела и скобок), т. к. при этом дополнительная информация приписывается единицам измерений, а не измеряемым величинам:

–10 Нп (1 А),
7 дБ (1 мВт) или 7 дБм,
6 дБ (1 Вт) или 6 дБВт,
5 Нп (1 мкВ/м) или 5 Нпмк,
15 дБ (20 мкПа),
60 дБ (А) или 60 дБА.

На графиках, в столбцах таблиц и на измерительных приборах рекомендуется обозначить численное значение, как частное величины к единице, в которой она выражена.

Пример — $\dfrac{L_A(\text{исх. 20 мкПа})}{\text{дБ}}$.

5 Логарифмические величины в теории информации

В теории информации используются логарифмы с тремя различными численными значениями оснований. Эти логарифмы:

- двоичный логарифм, обозначение lb (или $\log_2$),
- натуральный логарифм, обозначение ln (или $\log_e$),
- десятичный логарифм, обозначение lg (или $\log_{10}$).

В теории информации используют следующие общие выражения для логарифмических величин Q, выраженных в различных единицах:

$$Q = (\mathrm{lb}\, x)\ \mathrm{Sh} = (\ln\, x)\ \mathrm{nat} = (\lg x)\ \mathrm{Hart}, \tag{16}$$

где x — действительное число;

шеннон, обозначение Sh, есть значение Q, когда аргумент x = 2;
натуральная единица информации, обозначение nat, есть значение Q, когда x = e;
хартли, обозначение Hart, есть значение Q, когда x = 10.

Следовательно:

$$1\ \mathrm{Sh} = (\mathrm{lb}\ 2)\ \mathrm{Sh} = (\ln 2)\ \mathrm{nat} = (\lg 2)\ \mathrm{Hart} \approx 0{,}693147\ \mathrm{nat} \approx 0{,}301030\ \mathrm{Hart}, \tag{17}$$

$$1\ \text{nat} = (\ln e)\ \text{nat} = (\lg e)\ \text{Hart} = (\text{lb}\ e)\ \text{Sh} \approx 0{,}434294\ \text{Hart} \approx 1{,}442695\ \text{Sh}, \tag{18}$$

$$1\ \text{Hart} = (\lg 10)\ \text{Hart} = (\text{lb}\ 10)\ \text{Sh} = (\ln 10)\ \text{nat} \approx 3{,}321928\ \text{Sh} \approx 2{,}302585\ \text{nat}. \tag{19}$$

Комплексные выражения не используются в теории информации. Ни Международная система величин (International System of Quantities, ISQ), положенная в основу СИ, ни непосредственно СИ, не применяются в теории информации. По техническим причинам в информационных технологиях используется двоичная система счисления. Поэтому, именно двоичные логарифмы, а не неперовы, используются обычно в уравнениях, которые определяют систему величин, используемых в теории информации. Следует отметить, что в общей теории информации, когда нет необходимости определять количественные значения, используют обозначение log без указания основания логарифма (см. ИСО 31-11, 11-8.4).

Для размера величины $Q_{(F)}$, определяемой, как двоичный логарифм, то есть:

$$Q = \text{lb}\ x \tag{20}$$

по соглашению принята когерентная единица — шеннон (обозначение Sh) с размерностью единица (обозначение 1).

Для события с вероятностью p = 1/3, объем информации I есть

$$I = \begin{cases} (\text{lb}\ 3)\ \text{Sh} \approx 1{,}585\ \text{Sh} \\ (\ln 3)\ \text{nat} \approx 1{,}098\ \text{nat} \\ (\lg 3)\ \text{Hart} \approx 0{,}477\ \text{Hart} \end{cases}$$

6 Другие логарифмические величины

6.1 Общие замечания

Используются и другие логарифмические величины, отличные от логарифмов отношения силовых или энергетических величин, и логарифмических величин, используемых в теории информации.

Пример — Логарифмические интервалы частоты, оптическая плотность, pH.

Единицы непер (Нп) и бел (Б), или децибел (дБ), не должны использоваться, когда соотношение между рассматриваемыми величинами и силовыми или энергетическими величинами не существует.

Единица шеннон (Sh), естественная единица информации (nat) и единица хартли (Hart), должны использоваться только в теории информации.

6.2 Логарифмические интервалы частот

Для определения логарифмических интервалов частот используются логарифмы с двумя различными основаниями:

- двоичный логарифм, обозначение lb (или $\log_2$),
- десятичный логарифм, обозначение lg (или $\log_{10}$).

Для логарифмических интервалов частоты, выражаемых в различных единицах справедливы следующие общие выражения:

$$G = \left(\text{lb}\frac{f_2}{f_1}\right)\text{окт} = \left(\lg\frac{f_2}{f_1}\right)\ \text{дек}, \tag{21}$$

где f_1 или $f_2 \geq f_1$ две частоты;

октава (обозначение окт[1]) есть значение G, когда аргумент f_2/f_1 = 2; и

декада (обозначение дек[2]) есть значение G, когда f_2/f_1 = 10.

Следовательно,

$$1\ \text{окт} = (\text{lb}\ 2)\ \text{окт} = (\lg 2)\ \text{дек} \approx 0{,}301\ 030\ \text{дек}, \tag{22}$$

$$1\ \text{дек} = (\lg 10)\ \text{дек} = (\text{lb}\ 10)\ \text{окт} \approx 3{,}321\ 928\ \text{окт}. \tag{23}$$

П р и м е ч а н и е 7 — Дольная единица декады — савар[3], 1 савар равен 0,001 декады.

---

[1] Международное обозначение oct.

[2] Международное обозначение dec.

[3] Международное обозначение savart.

Для размера величины G, применяемой в акустике и определяемой двоичным логарифмом, то есть:

$$G = \mathrm{lb}\,(f_2/f_1) \tag{24}$$

по соглашению принята когерентная единица — октава (обозначение окт[1]) с размерностью единица, обозначение 1 (см. ИСО 31-7, 7-3).

7 Наименования, символы и обозначения

Наименования, символы и обозначения логарифмических величин, и их единиц, применяемых в электротехнике, приведены и в других частях комплекса стандартов МЭК 60027, в основном в части 2. Наименования, символы и обозначения логарифмических величин и их единиц в теории информации даны в ИСО/МЭК 2382-16.

[1] Международное обозначение oct.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
IEC 60027-2:2000	—	*
ISO 31-0:1992	—	*
ISO 31-2:1992	—	*
ISO 31-7:1992	—	*
ISO 31-11:1992	—	*
ISO/IEC 2382-16:1996	—	*
* Соответствующий национальный стандарт отсутствует.		

УДК 53.081:006.354 ОКС 17.020
01.040.35

Ключевые слова: логарифмы, относительные величины, единицы измерений, обозначения логарифмических и относительных единиц

Редактор *Л.В. Коплакова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Ю.М. Прокофьева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 09.01.2017. Подписано в печать 26.01.2017. Формат 60 × 84 $\frac{1}{8}$. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,28. Тираж 33 экз. Зак. 236.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru