



Децибел. Основные понятия

Бел - это десятичный логарифм отношения величин двух мощностей. Если известны две мощности P_1 и P_2 , то их отношение, выраженное в белах, определяется формулой

$$N[B] = \lg(P_2/P_1).$$

На практике, чаще, чем основная единица – Бел, применяется Децибел.

Децибел - десятая часть бела, единицы, используемой для измерения отношения различных величин (энергетических - мощности и энергии, силовых — напряжения и тока) с использованием логарифмической шкалы. Русское обозначение единицы - **дБ**, международное - **dB**.

$$N[dB] = 10 \lg(P_2/P_1).$$

Децибел не является абсолютной физической величиной. Это - относительная величина, такая же как «разы», предназначенная для измерения отношения двух величин.

При применении децибел и производных единиц говорят об использовании логарифмических величин или логарифмических шкал. Использование системы обозначений дБ упрощает расчет мощности в системах связи:

Суммирование значения в дБ означает то же самое, что **умножение** при операциях с обычными числами. **Вычитание** значений дБ то же самое, что и **деление** на обычное число.

Если имеются **мощности** 1Вт, 10Вт, 100Вт, 1000Вт, то каждая мощность больше предыдущей на 10дБ.

Значения коэффициента передачи цепи по мощности $K(P)$, выраженные в дБ

Усиление мощности		Потери мощности	
0 дБ	$P_{вх} = P_{вх}$ (усиления не происходит)		
1 дБ	$P_{вых} = P_{вх} \times 1,259$	-1 дБ	$P_{вых} = 0,7943 P_{вх}$
3 дБ	$P_{вых} = P_{вх} \times 1,995$	-3 дБ	$P_{вых} = 0,5012 P_{вх}$
3,0103 дБ	$P_{вых} = P_{вх} \times 2$	-3,0103 дБ	$P_{вых} = 0,5 P_{вх} = P_{вх}/2$
6 дБ	$P_{вых} = P_{вх} \times 3,981$	-6 дБ	$P_{вых} = 0,2512 P_{вх}$
6,0206 дБ	$P_{вых} = P_{вх} \times 4$	-6,0206 дБ	$P_{вых} = 0,25 P_{вх} = P_{вх}/4$
10 дБ	$P_{вых} = P_{вх} \times 10$	-10 дБ	$P_{вых} = 0,1 P_{вх} = P_{вх}/10$
20 дБ	$P_{вых} = P_{вх} \times 100$	-20 дБ	$P_{вых} = P_{вх}/100$
30 дБ	$P_{вых} = P_{вх} \times 1000$	-30 дБ	$P_{вых} = P_{вх}/1000$
40 дБ	$P_{вых} = P_{вх} \times 10000$	-40 дБ	$P_{вых} = P_{вх}/10000$

Если имеются **напряжения** 1В, 10В, 100В, 1000В, то каждое напряжение больше предыдущего на 20дБ. **Пример: $K(U)=13$ дБ = 10 дБ + 3 дБ $\rightarrow 10 \cdot 2 = 20$ раз**

Значения коэффициента передачи цепи по напряжению $K(U)$, выраженные в дБ

Усиление напряжения		Потери напряжения	
0 дБ	$U_{вх} = U_{вх}$ (усиления не происходит)		
1 дБ	$U_{вых} = U_{вх} \times 1,122$	-1 дБ	$U_{вых} = 0,891 U_{вх}$
3 дБ	$U_{вых} = U_{вх} \times 1,413$	-3 дБ	$U_{вых} = 0,708 U_{вх}$
5 дБ	$U_{вых} = U_{вх} \times 1,778$	-5 дБ	$U_{вых} = 0,562 U_{вх}$
6 дБ	$U_{вых} = U_{вх} \times 1,995$	-6 дБ	$U_{вых} = 0,501 U_{вх}$
6,0206 дБ	$U_{вых} = U_{вх} \times 2$	-6,0206 дБ	$U_{вых} = 0,5 U_{вх} = U_{вх}/2$
10 дБ	$U_{вых} = U_{вх} \times 3,162$	-10 дБ	$U_{вых} = 0,316 U_{вх}$
20 дБ	$U_{вых} = U_{вх} \times 10$	-20 дБ	$U_{вых} = U_{вх}/10$
30 дБ	$U_{вых} = U_{вх} \times 31,6$	-30 дБ	$U_{вых} = 0,0316 U_{вх}$
40 дБ	$U_{вых} = U_{вх} \times 100$	-40 дБ	$U_{вых} = U_{вх}/100$

Измерение абсолютных значений мощности

Несмотря на то, что децибел служит для определения отношения двух величин, зачастую децибеллы используют и для измерения абсолютных значений. Для этого достаточно условиться, какой уровень измеряемой физической величины будет принят за **опорный уровень** (*reference*), соответствующий условному нулю. Далее производится оценка измеряемых уровней в децибелах относительно этого опорного уровня. Наиболее широкое употребление на практике распространены опорные уровни мощности, в частности - миллиВатт (мВт):

$$\text{дБм} = 10 \lg(P[\text{миллиВатт}]/1) .$$

Система обозначений **дБм** (dBm) представляет уровень мощности в децибелах относительно опорного сигнала с уровнем **1 мВт** (1mW). При обычно говорят коротко: "**децибел относительно милливатт**".

Другими словами, такое обозначение показывает, насколько больше (плюс перед величиной) или меньше (минус перед величиной) измеряемый сигнал, чем 1 мВт. Если сигнал имеет уровень мощности 3 дБм, это означает, что он в 2 раза больше, чем 1 мВт. Соответственно, уровень мощности сигнала равен 2 мВт.

Другие логарифмические единицы

- **дБВ (dBV)** - децибел относительно опорного напряжения 1В. "dBV" показывают отношение напряжения относительно одного вольта:

$$\text{дБВ} = 20 \lg(U[\text{Вольт}]/1) .$$

Заметьте, что, чтобы вычислять величины мощность оценивает от напряжения и наоборот, необходимо знать импеданс системы, по умолчанию обычно предполагается, что используется 50 Ом система.

- **дБмкВ (dBuV)** - децибел относительно опорного напряжения 1 микровольт. Часто используется для трактов приема, например, "чувствительность приемника составляет –6 дБмкВ"
- **дБн (dBc)** – децибел относительно опорного уровня несущей частоты или основной гармоники в спектре сигнала. Обычно говорят коротко: "децибел относительно несущей".

Техника преобразования логарифмических величин

Квалифицированные специалисты могут производить перевод этих величин в уме, используя простую математику и запомнив ряд соотношений в системе дБ:

- **0дБ** представляет собой отношение **1 к 1** (10^0 к 1) – **нулевая** степень десяти;
- **10 дБ** представляет отношение **10 к 1** (10^1 к 1) – **первая** степень десяти;
- **20 дБ** представляет отношение **100 к 1** (10^2 к 1);
- **30 дБ** представляет отношение **1000 к 1** (10^3 к 1).

3 дБ в логарифмической системе – это приблизительно те же самое, что и отношение **2 к 1** - изменение величины в **2 раза**. Таким образом, рост мощности на 3 дБ означает ее увеличение в 2 раза;

5 дБ - приблизительно те же самое, что и отношение **3 к 1** - рост мощности на 5 дБ означает ее увеличение в 3 раза. (Точно: в 3.1622776601683795 раз.)

Используя комбинации этих запоминаемых значений, можно легко осуществлять преобразования дБ:

- Изменение на 6 дБ = 3 дБ + 3 дБ = $2 \cdot 2$ = изменение в 4 раза;
- Изменение на 9 дБ = 3 дБ + 3 дБ + 3 дБ = $2 \cdot 2 \cdot 2$ = изменение в 8 раз;
- Изменение на 15 дБ = 10 дБ + 5 дБ = $10 \cdot 3$ = изменение в 30 раз;
- Изменение на 2 дБ = 5 дБ – 3дБ = $3/2$ = изменение в 1,5 раза.

Полезно запомнить и это: **1 дБ = 1,25 раза**. Кстати:

- Изменение на 1 дБ = 10 дБ – 3дБ – 3дБ – 3дБ = $10/2/2/2$ = изменение в 1,25 раз.