

## Формирование и измерение уровня в "дБм0"

*техническая справка*

Вольтметры переменного тока измеряют действующий уровень напряжения

$$U, V = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt} \quad (1)$$

где:

$u(t)$  - текущее значение напряжения в Вольтах как функция времени  $t$ ,  
 $T$  - интервал усреднения (интегрирования).

Уровень напряжения как результат измерений, представляемый вольтметром, выражается либо в Вольтах ( $U, V$  - русское обозначение "В"), либо в Децибелах ( $U, dB$  - русское обозначение "дБ"). При выражении уровня напряжения в "дБ" используется формула:

$$U, dB = 20 \lg \left( \frac{U, V}{0.775V} \right) \quad (2)$$

Уровень мощности  $P, mW$  (русское обозначение "мВт") может быть определен по уровню напряжения  $U, V$  на известной нагрузке  $R, kOhm$  (русское обозначение "кОм")

$$P, mW = \frac{U, V \times U, V}{R, kOhm} \quad (3)$$

Уровень мощности выражается либо в Милливаттах ( $P, mW$ ), либо в Децибелах относительно уровня мощности равного  $1mW$  ( $P, dBm$  - русское обозначение "дБм") с применением формулы

$$P, dBm = 10 \lg \left( \frac{P, mW}{1mW} \right) = 10 \lg \left( \frac{U, V \times U, V}{R, kOhm \times 1mW} \right) \quad (4)$$

Следует заметить, что для уровня мощности равного  $P, dBm = 0dBm$  из (4) может быть получена зависимость уровня напряжения от сопротивления нагрузки:

$$10 \lg \left( \frac{U, V \times U, V}{R, kOhm \times 1mW} \right) = 0dBm$$

$$\frac{U, V \times U, V}{R, kOhm \times 1mW} = 1$$

$$U, V = \sqrt{R, kOhm \times 1mW} \quad (5)$$

Из (5) следует, что при  $R, kOhm = 0.600kOhm$   $U, V = \sqrt{0.600kOhm \times 1mW} = 0.775V$ . То есть для того, чтобы на нагрузке  $R, kOhm = 0.600kOhm$ , численно соответствующей типовому импедансу телефонных нагрузок, выделялась тепловая мощность равная  $1mW$  уровень напряжения должен быть равен  $0.775V$ .

Из (4) и (5) следует, что в зависимости от нагрузки  $R, kOhm$  и для постоянного уровня напряжения равного  $U, V = 0.775V$  могут быть получены следующие значения опорного уровня ( $P_r, dBmr$  - русское обозначение "дБмо")

$$P_r, dBmr = 10 \lg \left( \frac{0.775V \times 0.775V}{R, kOhm \times 1mW} \right) = 10 \lg \left( \frac{0.600kOhm}{R, kOhm} \right) \quad (6)$$

$$R, kOhm = 0.075kOhm : \quad P_r, dBmr = 10 \lg \left( \frac{0.600kOhm}{0.075kOhm} \right) = 9.03dBmo \quad (7)$$

$$R, kOhm = 0.100kOhm : \quad P_r, dBmr = 10 \lg \left( \frac{0.600kOhm}{0.100kOhm} \right) = 7.78dBmo \quad (8)$$

$$R, kOhm = 0.120kOhm : \quad P_r, dBmr = 10 \lg \left( \frac{0.600kOhm}{0.120kOhm} \right) = 6.99dBmo \quad (9)$$

$$R, kOhm = 0.135kOhm : \quad P_r, dBmr = 10 \lg \left( \frac{0.600kOhm}{0.135kOhm} \right) = 6.48dBmo \quad (10)$$

$$R, kOhm = 0.150kOhm : \quad P_r, dBmr = 10 \lg \left( \frac{0.600kOhm}{0.150kOhm} \right) = 6.02dBmo \quad (11)$$

Анализатор AnCom A-7 генерирует измерительные сигналы с заданным уровнем мощности и измеряет уровни мощности сигналов и помех  $P, dBm0$  (русское обозначение - "дБм0" – уровень мощности в Децибелах относительно точки относительного нулевого уровня - ТОНУ), для чего уровень измеряется по формуле (4) и отсчитывается относительно ТОНУ:

$$P, dBm0 = 10 \lg \left( \frac{U, V \times U, V}{R, kOhm \times 1mW} \right) - P_r, dBmr \quad (12)$$

При задании опоры  $P_r = 0dBmo$  значения уровня мощности выдаются анализатором в Децибелах относительно уровня 1 мВт, то есть при  $P_r = 0dBmo$   $P, dBm0 = P, dBm$ .

Для того, чтобы вместо отчета уровня мощности  $P, dBm0$  получать отчет уровня напряжения  $P, dB$  следует задать значения опорного уровня генератора и измерителя в соответствии с (6). Для стандартных нагрузок численные значения представлены формулами (7)-(11).

Например, при нагрузке 75 Ом следует установить опорный уровень равным 9.03 дБм0.

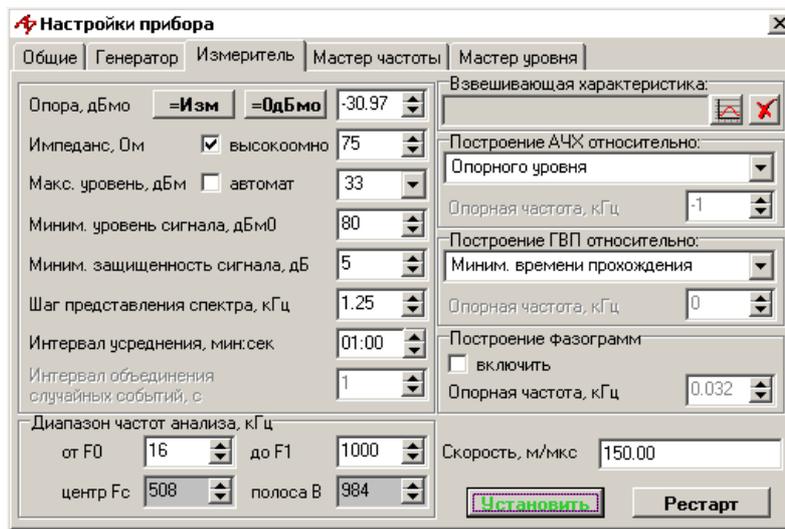
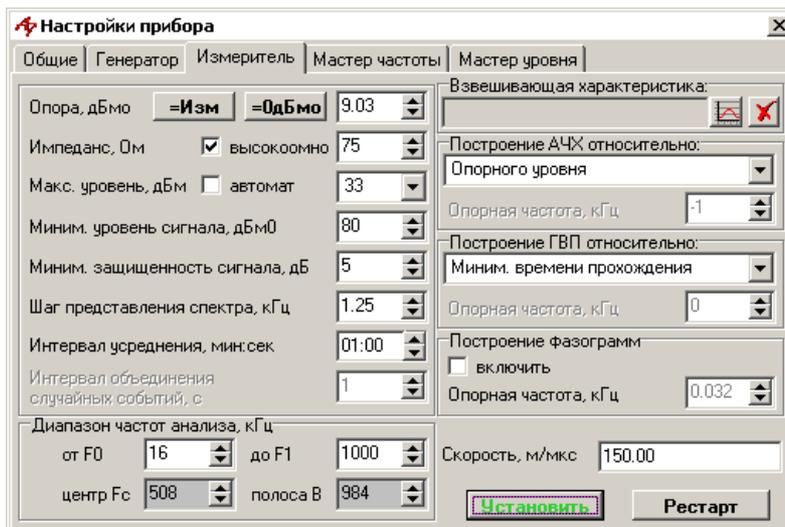
Если же между объектом измерений и входом анализатора включен аттенуатор, обеспечивающий дополнительное ослабление сигнала, например, на 40 дБ<sup>1</sup>, то при установке опорного уровня следует учесть это ослабление, «возвратив» минус 40 дБ, а так как представляет интерес измерение уровня напряжения в "дБ", то следует установить опорный уровень равным  $9.03-40.00=-30.97$  дБм0.

Если уровень сигнала должен исчисляться в Неперах<sup>2</sup> "Нп", но тоже относительно уровня напряжения равного 0.775 В, то полученное в "дБ" значение уровня напряжения следует разделить на

$$\frac{20 \lg\left(\frac{U, B}{0.775, V}\right)}{\ln\left(\frac{U, B}{0.775, V}\right)} = \frac{20 \ln\left(\frac{U, B}{0.775, V}\right)}{\ln(10) \ln\left(\frac{U, B}{0.775, V}\right)} = \frac{20}{\ln(10)} = 8.686:$$

то есть

$$U, Np = \frac{U, dB}{8.686} \tag{13}$$



<sup>1</sup> Средствами блока коммутации AnCom А-7-БК обеспечивается внесение затухания равного 40 дБ.

<sup>2</sup> В Интернете есть статьи о Децибелах - <http://ru.wikipedia.org/wiki/ДБс#дБс>, о Неперах - <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BF%D0%B5%D1%80>, о Александре Белле и Джоне Непере.