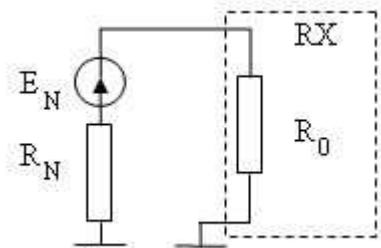


Простой способ оценки коэффициента шума приемника.

Способ не требует наличия недорогих приборов или изготовления специальных генераторов шума и их калибровки. Идея метода в том, что при фиксированной температуре (например, комнатной), ЭДС шума E_N от резисторов разных сопротивлений разная (и известная), а мощность шума на входе приемника с входным сопротивлением R_0 зависит от согласования с сопротивлением, генерирующим шум. Максимальная мощность шума на входе приемника с входным сопротивлением $R_0 = 50$ Ом получается от резистора с сопротивлением $R_N = 50$ Ом, для резисторов других номиналов она меньше, даже несмотря на то, что величины генерируемых ими ЭДС шума отличаются в большую или меньшую сторону. Эквивалентная схема входной цепи приемника при подключении генерирующего шум резистора показана на рисунке.



Действующая ЭДС шума сопротивления R_N дается формулой Найквиста

$$E_N = \sqrt{4 R_N k T_0 \Delta_F}$$

в полосе частот Δ_F (полосе пропускания приемника) при температуре T_0 , k - постоянная Больцмана. При согласовании этого сопротивления с входом приемника, $R_N = R_0$, она дает мощность шума на входе

$$P_N = k T_0 \Delta_F,$$

а при рассогласовании

$$P_N = \frac{4 R_0 R_N}{(R_0 + R_N)^2} k T_0 \Delta_F.$$

Таким образом, подключение ко входу приемника рассогласованного сопротивления, генерирующего шум, эквивалентно подключению согласованного, но при меньшей температуре $T_N = \frac{4 R_0 R_N}{(R_0 + R_N)^2} T_0$.

$$P_N = k T_N \Delta_F.$$

Практическая сторона вопроса состоит в подключении ко входу RX или МШУ двух сопротивлений разного номинала и измерении отношения мощностей шума на выходе для каждого из них. Лучше взять одно сопротивление согласованное (50 Ом), а второе около 300 Ом. При этом отношение мощностей шума на входе приемника будет около $\frac{1}{2}$ или 3 dB. Измерение мощностей шума на выходе можно сделать с помощью программы NoiseMeter, <http://www.vhfdx.ru/faylyi/view-details/radiolyubitelskie-rascheti/noisemeter-zip>. Шумовая температура входа приемника вычисляется по формуле метода hot-cold:

$$T_{RX} = \frac{T_0 - Y T_N}{Y - 1}.$$

В формуле $T_0 = 290$ град - это обычная температура, $T_N = 1/2 T_0$ «холодная» температура для резисторов 50 и 300 Ом (в общем случае $T_N = \frac{4 R_0 R_N}{(R_0 + R_N)^2} T_0$), а Y - это отношение уровней шума на выходе. Программа NoiseMeter дает это отношение в dB, если пользоваться ей, то $Y = 10^{(Y_{dB}/10)}$, где Y_{dB} - это отношение мощностей на выходе RX в dB. При известной шумовой температуре входа приемника коэффициент шума вычисляется по формуле

$$NF = 10 \log_{10} \left(\frac{T_0 + T_{RX}}{T_0} \right).$$

Может быть много вычислений, но калькулятор всегда под рукой, а метод не требует ничего, кроме аккуратно припаянных двух резисторов (50 и 300 Ом) на коротком куске кабеля (и при обычной температуре) с возможностью подключения ко входу RX на подходящем разъеме, а также уверенности в том, что входное сопротивление приемника 50 Ом.

Для среднего УКВ трансивера отношение мощностей шума на выходе для резисторов 50-300 Ом получается около 1 dB, это $NF \sim 4$ dB. Для хорошего МШУ он будет в районе 2.5 dB $NF \sim 0.5$ dB. В паре с резистором 50 Ом можно использовать резистор меньшего номинала (около 8-9 Ом), тогда отношение входных мощностей шума будет также $\frac{1}{2}$, поскольку такой резистор шумит меньше, плюс рассогласование. Для измерений АРУ RX лучше отключить.