

USB Power Meter

Разработан RA3WDK в 2011 году.

<http://ra3wdk.qrz.ru/>

USB Power Meter (далее измеритель) предназначен для измерения СВЧ мощности в 50 Омных трактах, состоит из аналоговой и цифровой части (два корпуса, соединенных экранированным неразъемным кабелем) и программного обеспечения (ПО) под OS Windows XP и Windows 7.

Максимальная подводимая мощность на измеритель не должна превышать +20 дБм !



Необходимо применять меры защиты измерителя от статического напряжения !

Запрещается измерять мощность при наличии потенциала постоянного напряжения на входе измерителя !

Частотный диапазон измерения мощности - от 10 МГц до 11750 МГц

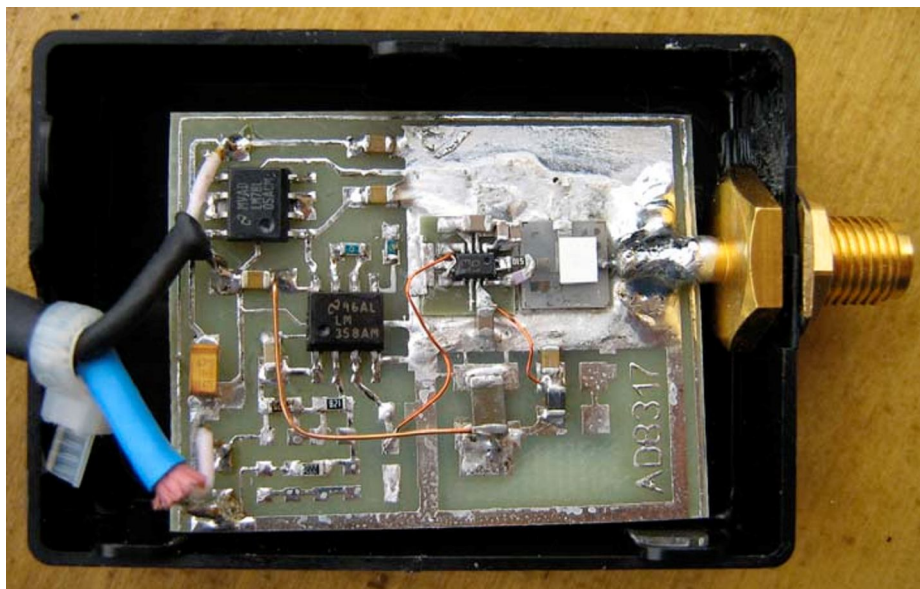
(Возможно измерение мощности с частотой, выходящей за пределы указанного диапазона на значение не более 5%, при этом возможно увеличение штатной погрешности).

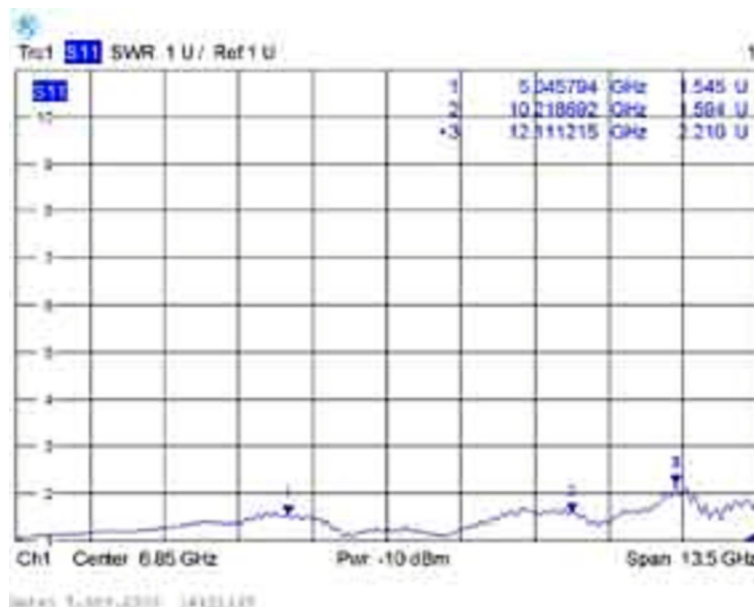
Динамический диапазон измерения от -50 дБм до +10 дБм

Погрешность измерения не более 0,5 дБм. В участках динамического диапазона, где погрешность больше 0,5 дБм, – программа индицирует возможное превышение погрешности измерения (тип. менее 1 дБ).

Сенсор USB Power Meter размещен в корпусе, оснащен разъемом SMA (female). Сердцем измерителя является логарифмический детектор AD8317 фирмы Analog Device.

Разработана модификация USB Power Meter с логарифмическим детектором AD8307 (частотный диапазон от 1 до 600 МГц, динамический диапазон -60 дБм +10 дБм)





(график КСВН, КСВН не превышает 1,55 в рабочем диапазоне)

Применение СВЧ аттенюатора 10 дБ и оптимальное согласование логарифмического детектора позволили получить приемлимое согласование во всей рабочей полосе частот USB Power Meter.



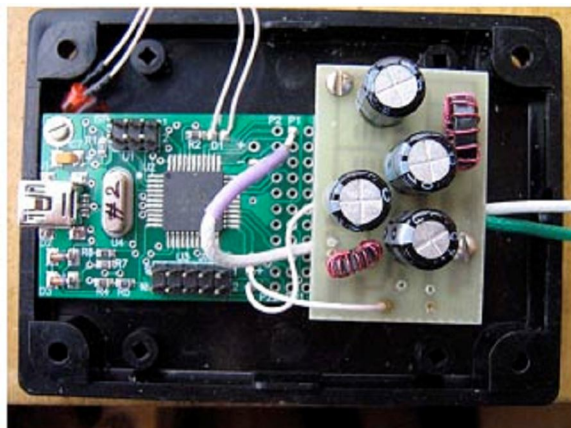
Калибровка с переменным шагом от 10 МГц до 250 МГц и оптимальный алгоритм, аппроксимирующий значение измеряемой мощности, позволили добиться низкой погрешности измерения и уменьшить влияние нестабильности частоты измеряемого сигнала на погрешность измерения.

На фото видно, что точность прибора сохраняется в широком динамическом диапазоне измеряемой мощности. Для примера показаны тестовые измерения на 5,7 и 10 ГГц, Ham SHF band.

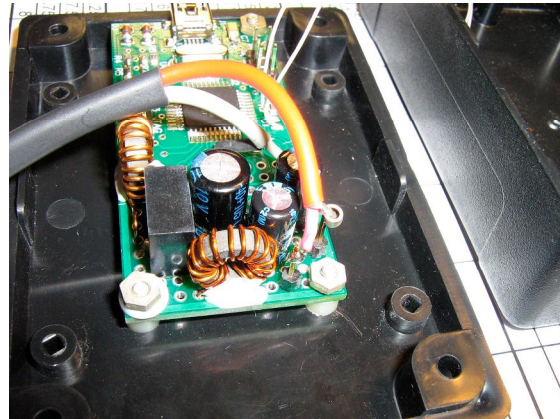


Цифровая часть состоит из контроллера AVR Atmega . Используется 10 разрядный АЦП на борту МК Atmega32A с внешним ИОН фирмы Texas Instruments LM4040xxxx. Для фильтрации питания от USB и обеспечения работы сенсора используется маломощный DC/DC преобразователь.

Модификация 1



Модификация 2



Установка ПО для измерителя мощности (Power meter v1.0)

1. Установка драйвера USBasp.

Перед началом установки необходимо скопировать папку Driver_Power_meter на диск c:\.

Далее, необходимо подключить с помощью кабеля USB-miniUSB USB Power Meter к компьютеру. При подключении устройства USB Power meter к порту USB, мастер нового оборудования отобразит диалоговое окно в соответствии с рисунком 1.

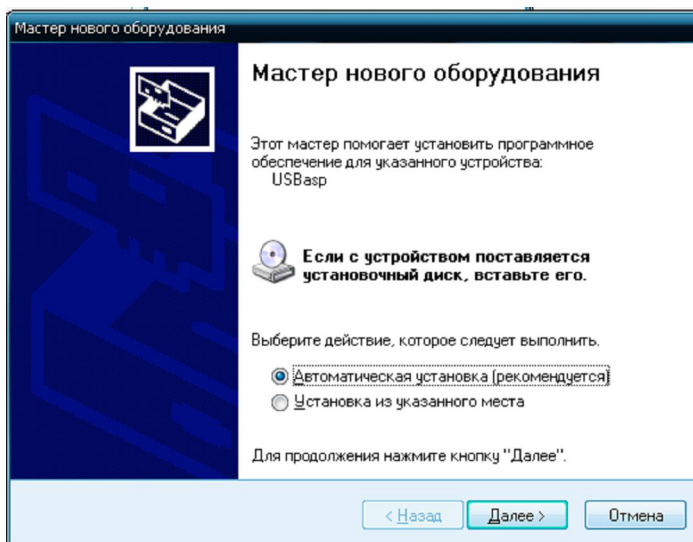


Рисунок 1

Необходимо выбрать «Установка из указанного места» и нажать кнопку **Далее>**. В соответствии с рисунком 2 требуется указать путь c:\Driver_Power_meter и нажать кнопку **Далее>**.

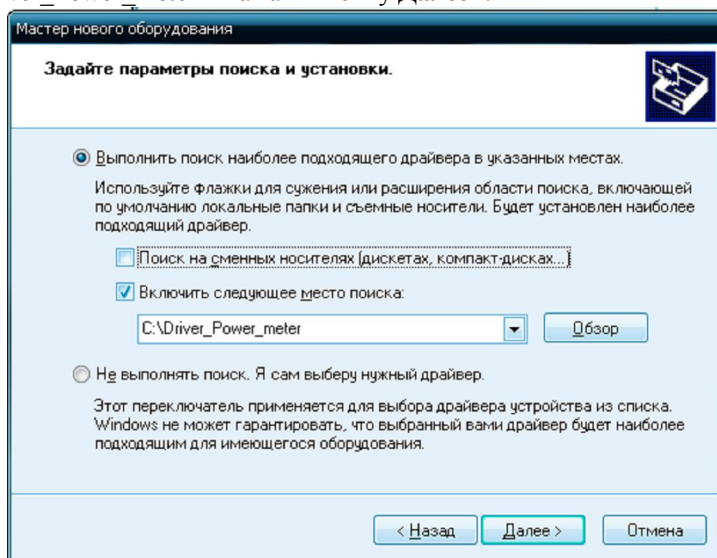


Рисунок 2

В процессе инсталляции на запрос файла libusb0.sys, в соответствии с рисунком 3 выбрать путь C:\Driver_Power_meter\x86 и нажать кнопку **ОК**.

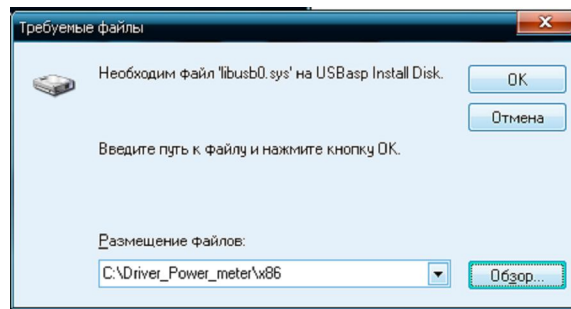


Рисунок 3

По завершении работы мастера нового оборудования будет выдано сообщение в соответствии с рисунком 4, нажать кнопку **Готово**.

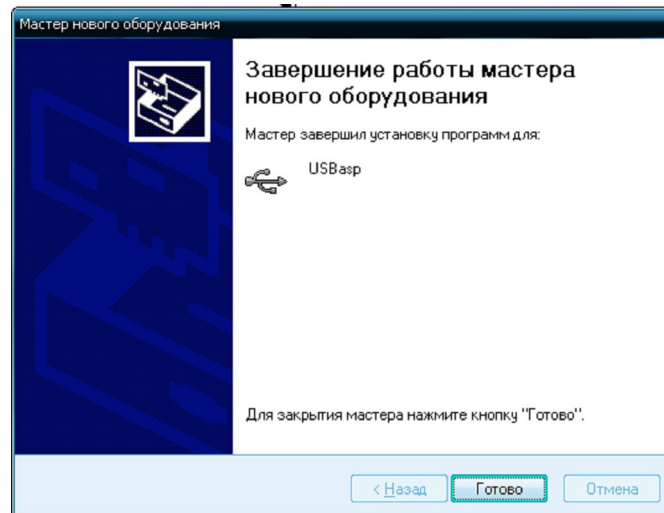


Рисунок 4.

В диспетчере устройств в соответствии с рисунком 5 должно отображаться новое устройство USBasp.

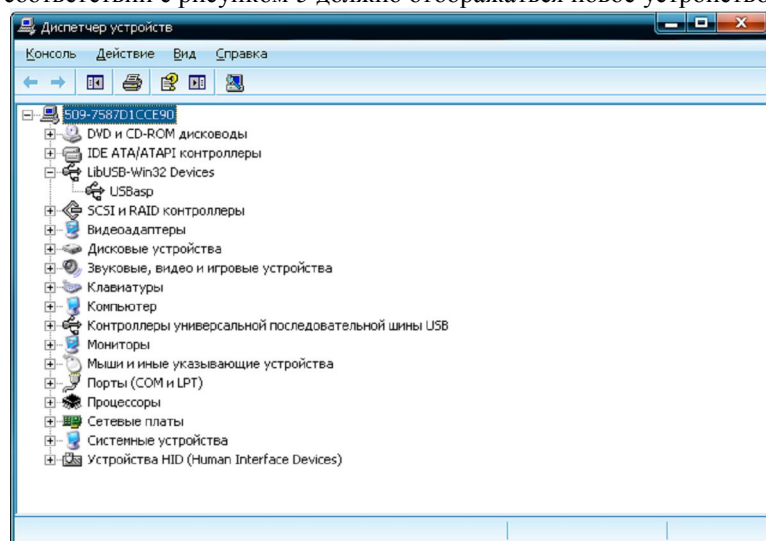


Рисунок 5

2. Установка Microsoft .NET Framework 3.5 SP1.

Дистрибутивный пакет платформы Microsoft® .NET Framework версии 3.X устанавливает среду CLR и связанные файлы, необходимые для работы приложений, разработанных для платформы .NET Framework 3.X.

Для корректной работы программы **AD8317XXX.exe** (где XXX – порядковый номер) необходимо установить Microsoft .NET Framework. Запустить файл установки dotnetfx35.exe. По окончании инсталляции в папке Панель управления\Установка и удаление программ можно увидеть установленный Framework в соответствии с рисунком 6. Так же можно воспользоваться официальным сайтом, для установки Microsoft .NET Framework :

<http://www.microsoft.com/downloads/ru-ru/details.aspx?FamilyID=10cc340b-f857-4a14-83f5-25634c3bf043>

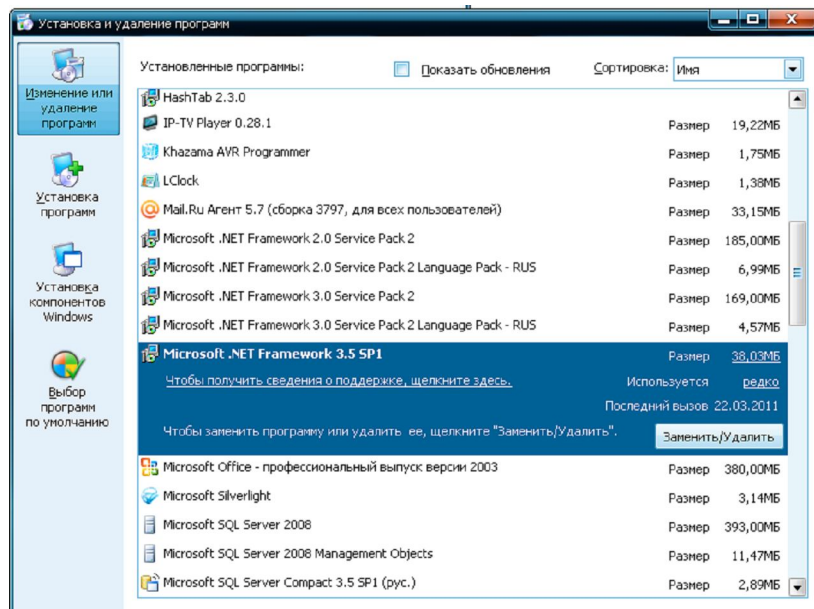


Рисунок 6

Работа с ПО и измерителем мощности USB Power Meter

Для корректной работы измерителя (измерение мощности с минимальной погрешностью) необходимо соблюдение нескольких условий:

- применение СВЧ соединителей и переходов высокого качества с нормируемыми характеристиками на частотах измерения;
- применение СВЧ аттенуаторов с низким КСВН (не более 1,5) и нормируемым коэффициентом ослабления на частотах измерения;
- наличие гармонических составляющих измеряемого сигнала, подавленных не менее чем на 10-15дБ.

Пример качественных переходов Female SMA и Male SMA



(Рекомендуется на входе измерителя установить качественный переход Female-Female SMA для исключения износа разъема измерителя при частом использовании)

Для измерения мощности источника, если предположительно неизвестна подводимая мощность, необходимо установить между источником и измерителем аттенюатор 20-30 дБ (если источником является усилитель мощности, то необходимо пользоваться специальными аттенюаторами, позволяющими отводить выделяемое тепло на нагрузку).

- Необходимо загрузить ПО (номер программы должен совпадать с номером сенсора !).
- Подключить измеритель USB Power Meter к USB порту (кабель USB-miniUSB).
- Ввести частоту измерения, запустить процесс измерения кнопкой "Start".
При этом загорится красный индикатор на цифровом блоке измерителя.

Внешний вид окна ПО показан на рисунке 7

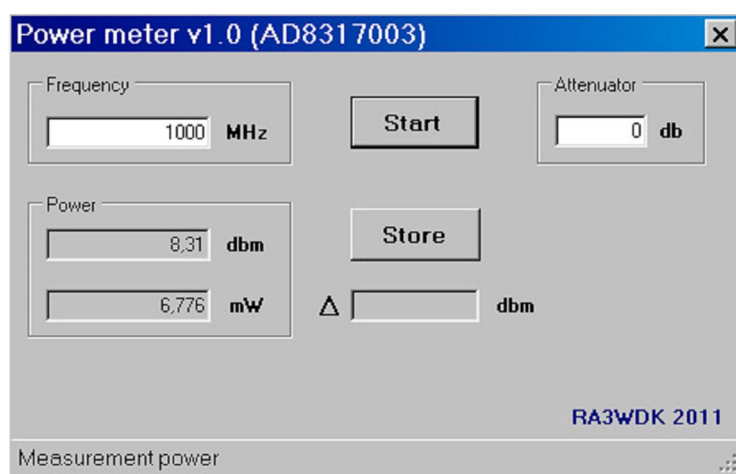


Рисунок 7

На рисунке 7 видно, что измеренная мощность равна 8,31дБм (6,776 мВт)

А вот на следующем рисунке видно, что погрешность измерения возросла, о чем сигнализирует красная надпись в левом нижнем углу окна.

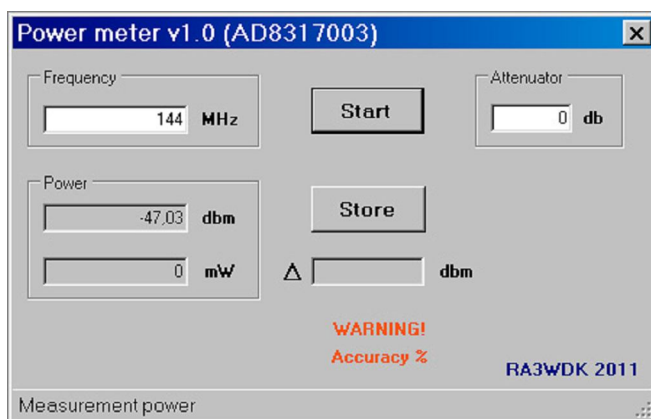


Рисунок 8

На рисунке 9 видно, что подводимая мощность превышает + 10 дБм.

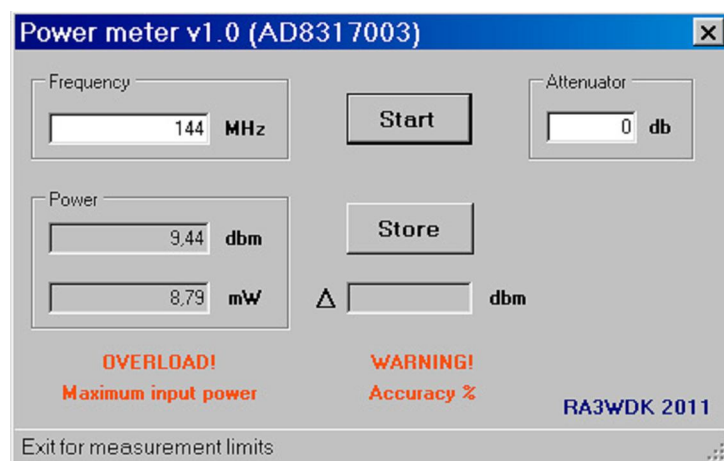


Рисунок 9

На рисунке 10 показан режим измерения с аттенюатором, для этого необходимо ввести затухание применяемого аттенюатора в соответствующее окошко.

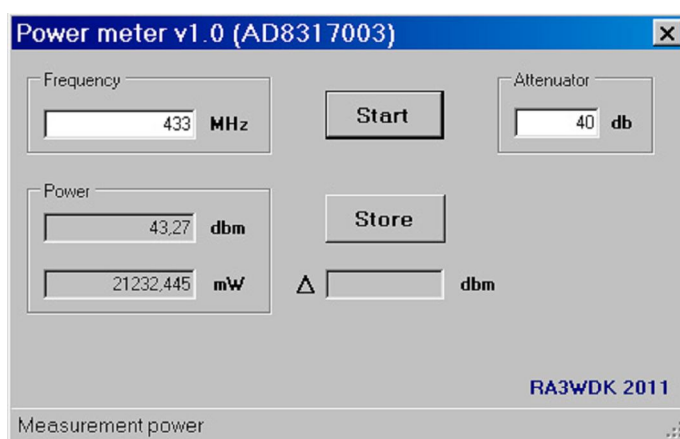


Рисунок 10

На следующем рисунке показан режим измерения с функцией Store, для этого необходимо нажать кнопку “Store”, при этом текущее значение сохраняется, а изменение уровня отображается в соответствующем окошке с Δ – значком.

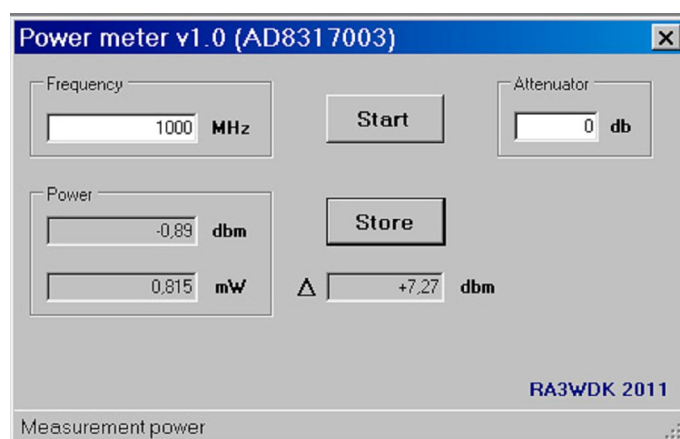


Рисунок 10

Использование USB Power meter для измерения КСВН.

Для измерения КСВН необходимо собрать следующую схему, показанную на рисунке 11.

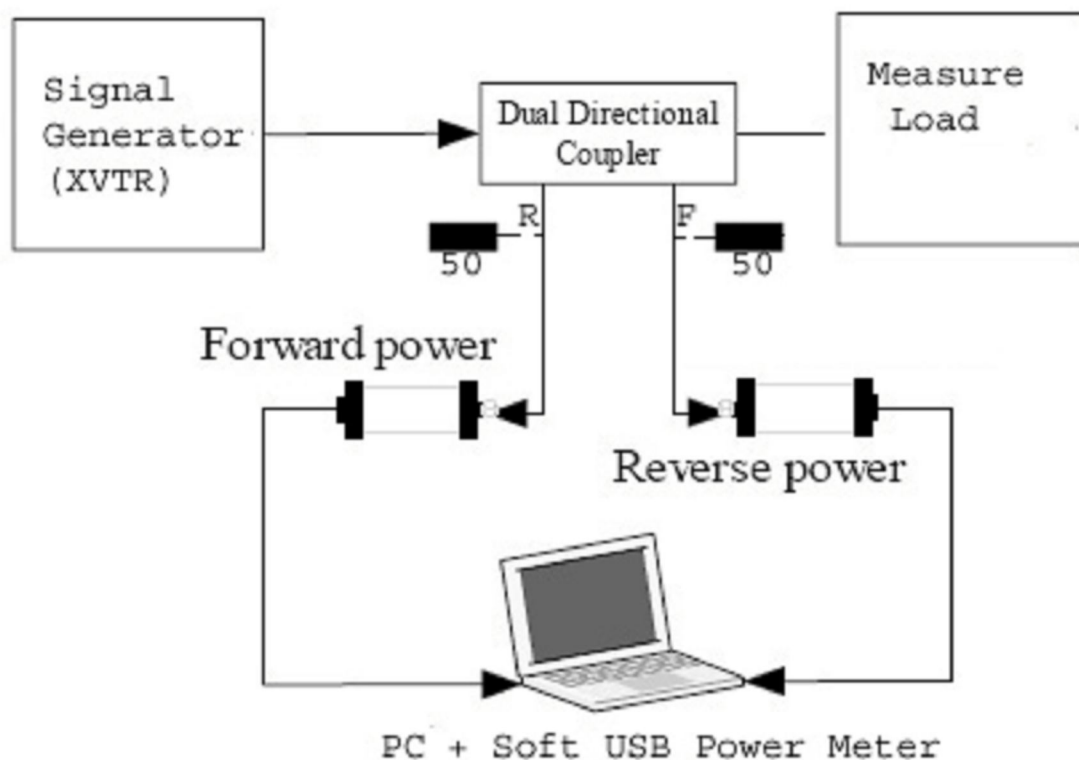


Рисунок 11

Поочередно измеряется мощность “Forward” (падающая) и “Reverse” (отраженная), с помощью функции “Story” можно автоматически находить разницу между падающей и отраженной мощностью.

Перед измерением желательно проверить равенство коэффициента направленности двунаправленного направленного ответвителя (Dual Direction Coupler) в двух направлений. Для получения приемлимой точности измерения необходимо использовать нагрузки (50 Ом) высокого качества с нормируемыми характеристиками на частотах измерения.

Для измерения КСВН можно применить и однонаправленный ответвитель, при этом необходимо менять порты падающей мощности от генератора и измерительного выхода местами при измерении мощности “Forward” (падающей) и “Reverse” (отраженной).

По таблице 1 можно определить КСВН по разности между падающей и отраженной мощности.

Таблица 1

30 дБ	25 дБ	20 дБ	15дБ	10 дБ	5дБ
КСВН= 1.07	КСВН= 1.12	КСВН= 1.22	КСВН= 1.43	КСВН= 1.92	КСВН= 3.57

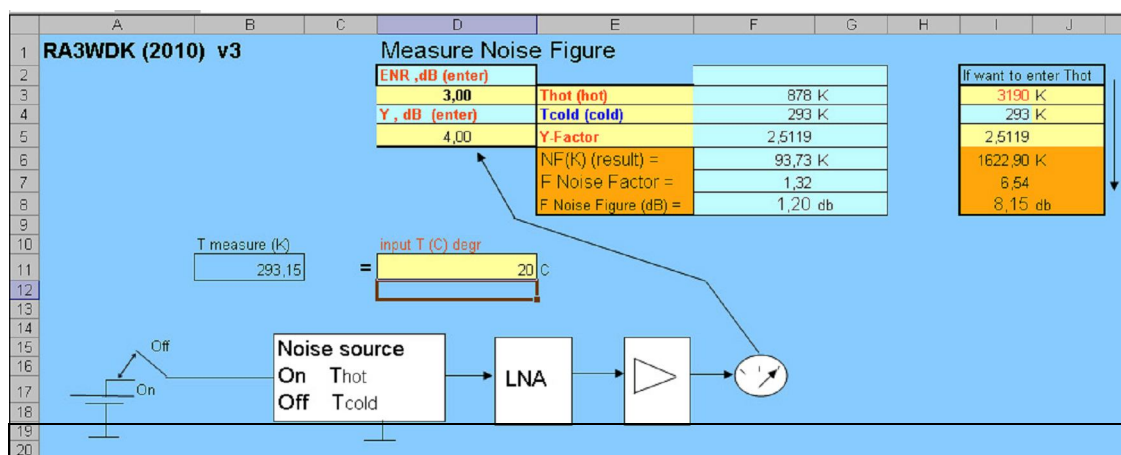
Использование USB Power meter для измерения КШ.

С помощью USB Power Meter можно оценить КШ приемного устройства. Для этого необходимо подключить генератор шума (ГШ) с известным ENR ко входу измеряемого устройства, а USB Power Meter подключить к выходу приемного устройства или к выходу ПЧ этого устройства (необходимо учитывать коэффициент усиления и преобразования тракта между точкой подключения ГШ и точкой измерения мощности шумов).

Пользуясь функцией ПО “Story” необходимо найти разность в уровне шума (в дБ) при включении и выключении питания ГШ.

Далее, по найденной разности в измеренной мощности шумов с выхода приемного устройства по известным методикам найти КШ измеряемого устройства.

Для удобства можно воспользоваться простым калькулятором, найденную разницу в дБ необходимо ввести в ячейку **Y, dB (enter)** ENR ГШ ввести в ячейку **ENR, dB (enter)**



Файл [NoiseFigure_v3.xls](#) находится на установочном CD в комплекте к USB Power Meter

Рекомендации по использованию USB Power Meter с ноутбуками (нетбуками).

Несмотря на то что при разработке была применена многоступенчатая фильтрация питающего напряжения сенсора, при работе с некоторыми типами ноутбуков при одновременном питании их от зарядных устройств было замечено появление погрешности, не превышающей 1-1,5 дБ (в большую сторону), при измерении во всем динамическом диапазоне сенсора. **Рекомендуется** при измерении абсолютных значений мощности отключать зарядное устройство ноутбука, при работе с относительными измерениями (настройка трактов, измерение КСВН) зарядное устройство ноутбука можно не отключать от сети.