

# **UR5FFR NWT-VNA 3.0**

Руководство пользователя

Version 3.0

## Введение

NWT 3.0 является универсальным прибором который может работать в качестве измерителя АЧХ, векторного анализатора, ГСС, функционального генератора и вольтметра переменного тока.

Основные характеристики:

### Измеритель АЧХ (NWT)

#### Канал 1

Диапазоны рабочих частот: 10Hz...5MHz

Динамический диапазон: > 70db

Форма сигнала: синус

Входное сопротивление: 1 kOm

Выходное сопротивление: 250 Om

Выходное напряжение: -8 dBm / 250 Om

#### Канал 2

Диапазоны рабочих частот: 100kHz...500MHz

Динамический диапазон:

> 80db (100kHz...30MHz)

> 75db (30MHz...100MHz)

> 50dB (100MHz...350MHz)

> 40dB (350MHz...500MHz)

Форма сигнала: прямоугольная

Входное сопротивление: 50 Om / 1.5 kOm

Выходное сопротивление: 50 Om

Выходное напряжение: -10 dBm / 50 Om

### Векторный анализатор (VNA)

Диапазоны рабочих частот: 100kHz...225MHz

Выходное сопротивление: 50 Om

Выходное напряжение: -10 dBm / 50 Om

### Генератор стандартных сигналов ГСС

Количество независимых генераторов: 2

Диапазоны рабочих частот: 100kHz...225MHz

Форма сигнала: прямоугольная

Выходное сопротивление: 50 Om

Уровень сигнала:

выход 1: -10dBm

выход 2: +8dBm

### Функциональный генератор

Диапазоны рабочих частот: 10Hz...5MHz

Форма сигнала: синус, треугольная, прямоугольная

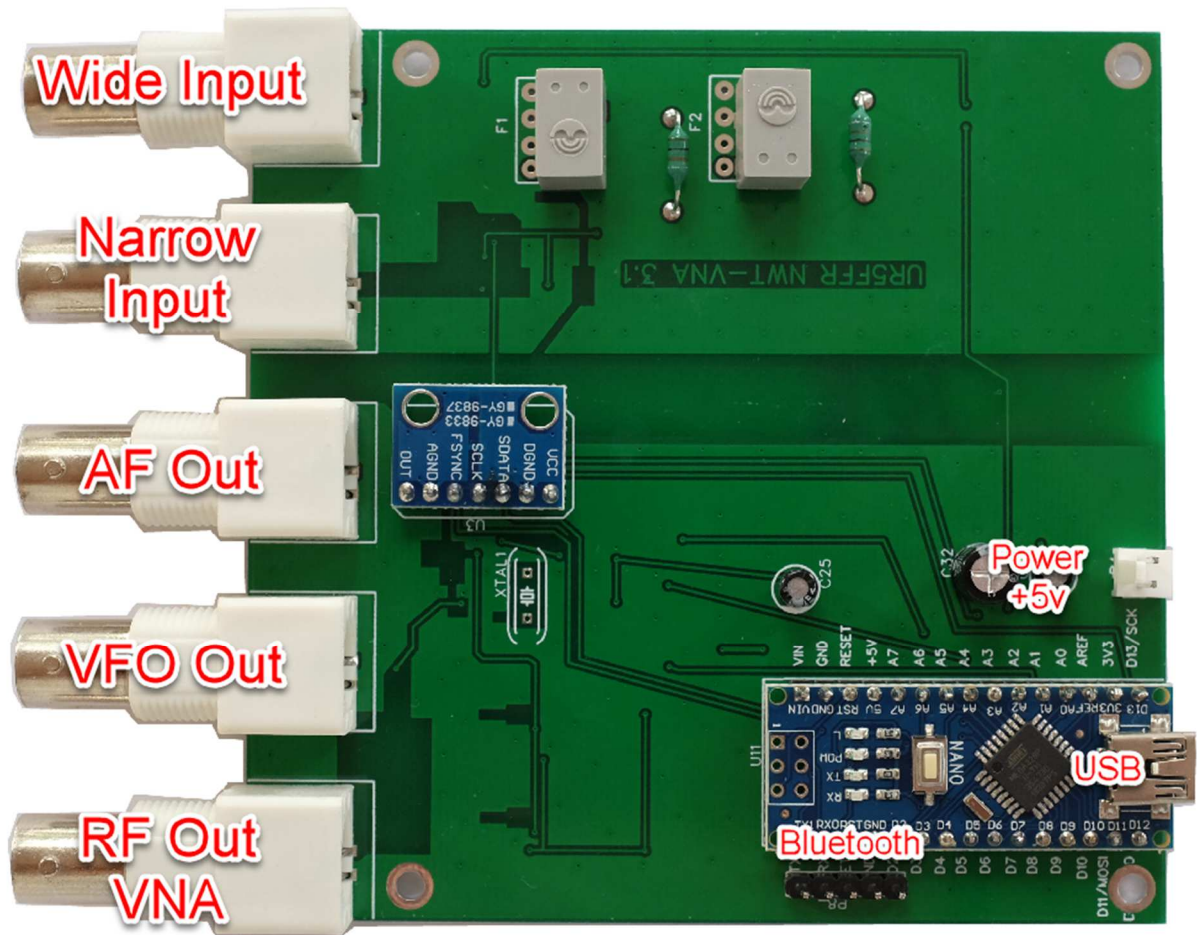
Выходное сопротивление: 250 Om

Уровень сигнала: -8 dBm / 250 Om

### Вольтметр

Диапазон рабочих частот: 10Hz...500MHz  
Динамический диапазон: -65dBm...+13dBm (78dB)

### Расположение и назначение выводов



1. **RF Out.** Основной выход анализатора. Выходное сопротивление 50 ом. Форма сигнала – прямоугольная. Диапазоны рабочих частот: 100kHz...500MHz  
Так же используется для измерения импеданса нагрузки в диапазоне 100kHz...225MHz
2. **VFO out.** Выход дополнительного гетеродина. Выходное сопротивление 50 ом. Форма сигнала – прямоугольная.
3. **AF Out.** Дополнительный низкочастотный выход функционального генератора. Форма сигнала – синусоидальная, треугольная, прямоугольная. Диапазоны рабочих частот: 10Hz...5MHz
4. **Narrow input.** Узкополосный ВЧ вход анализатора АЧХ.
5. **Wide input.** Широкополосный вход анализатора АЧХ. Вход вольтметра.

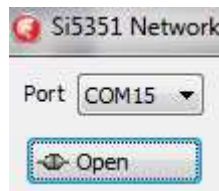
### Питание прибора

Возможны три варианта питания прибора:

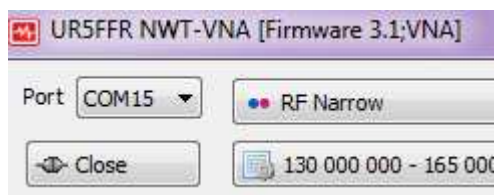
1. Через порт USB
2. От стабилизированного источника 5в

## Первое включение, калибровка

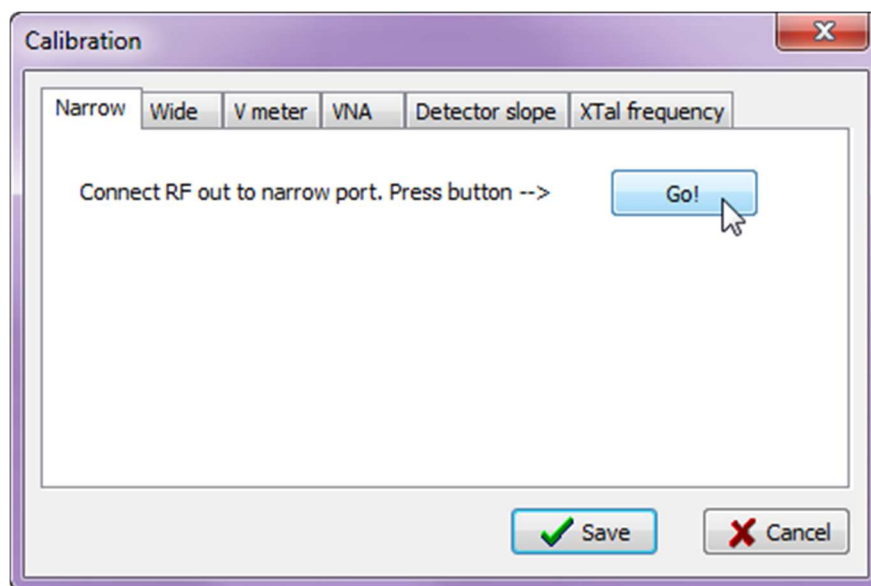
1. Ставим в системе драйвер CH340 (например тут можно скачать <https://sparks.gogo.co.nz/ch340.html>). Подключаем анализатор к компьютеру через USB. На компьютере должен определиться COM-порт.
2. Запускаем программу управления прибором Si5351NWT.exe. Выбираем COM-порт и нажимаем кнопку «Open».



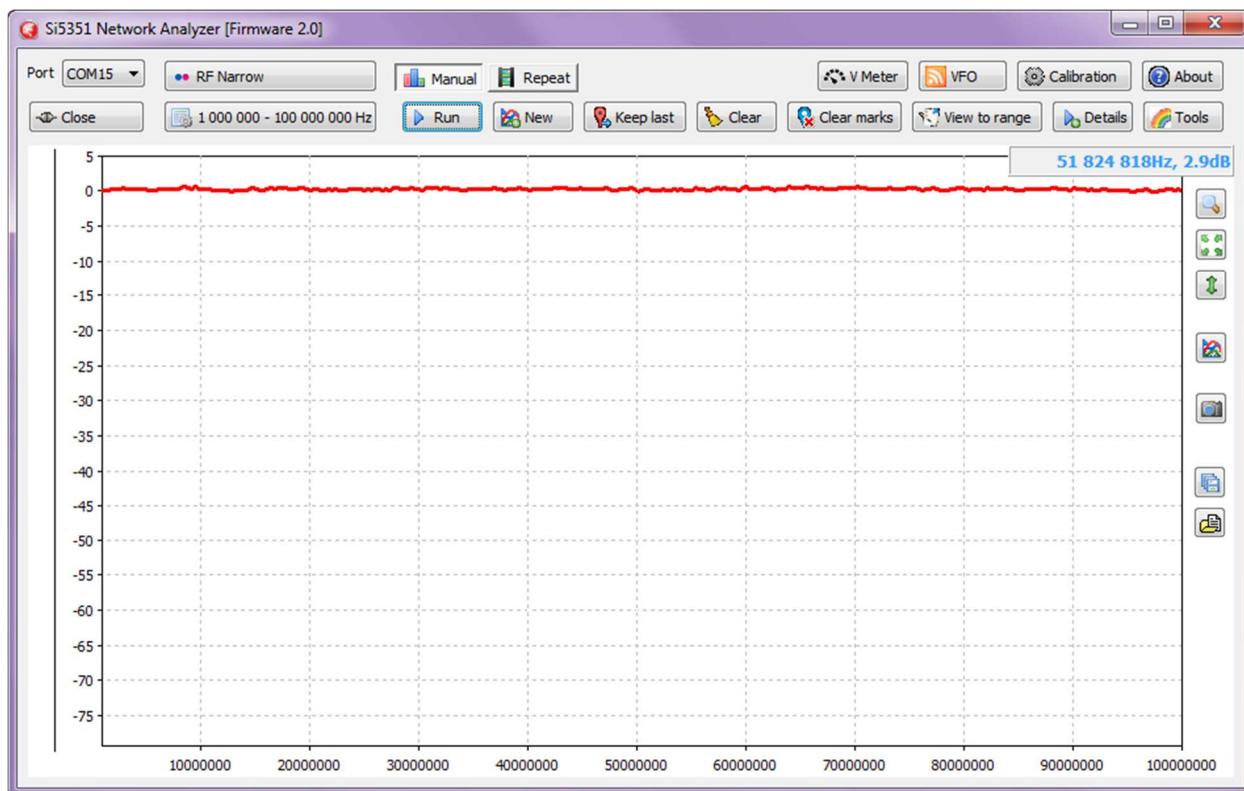
После этого в заголовке окна должна появиться надпись с версией прошивки



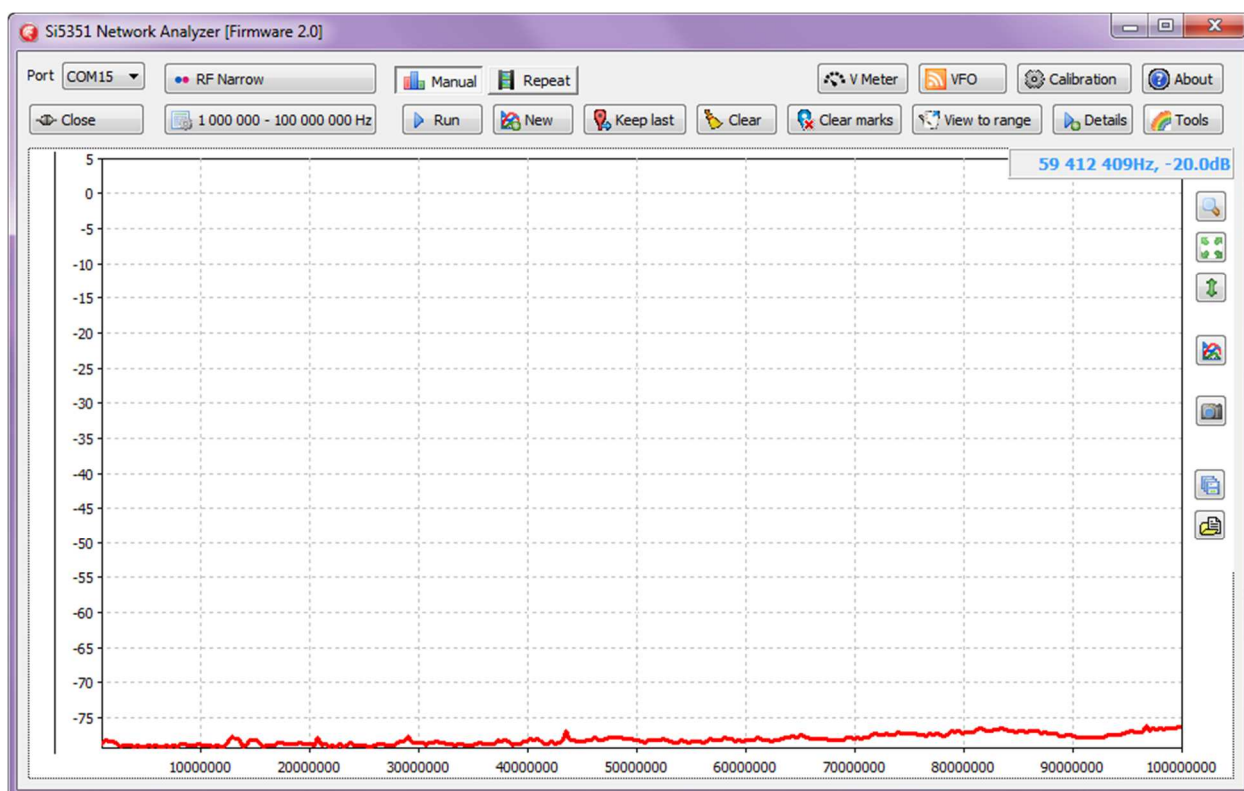
3. Соединяем «Narrow input» с «RF out» кабелем. Нажимаем кнопку «Calibration»



4. Нажимаем кнопку «Go!». Дожидаемся окончания калибровки
5. Проводим аналогичную процедуру на закладке «Wide» соединяя при этом «AF out» с входом прибора «Wide input».
6. Прибор поставляется с конфигурационным файлом который уже содержит параметры «Detector slope», «Xtal frequency» и калибровку вольтметра так что их калибровка не требуется (подробнее см. в разделе «Полная калибровка».
7. Нажимаем кнопку «Save» и выходим из окна калибровки с сохранением параметров
8. Проверяем калибровку. Соединяем «Narrow input» с «RF out». Нажимаем кнопку «Run». На экране должна быть ровная горизонтальная линия с уровнем 0 dB



Отключаем кабель и контролируем шумовую дорожку прибора (зависит от экранировки прибора и источника питания)

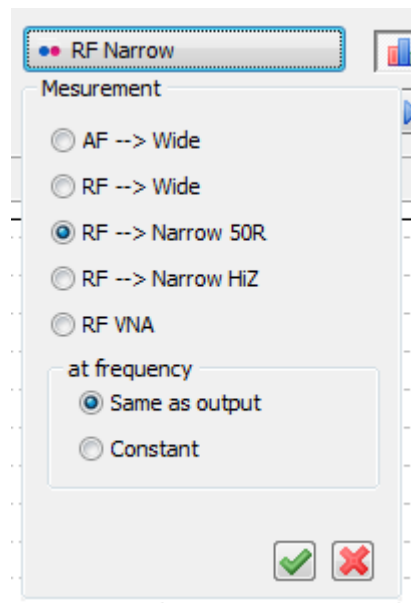


На шумовую дорожку могут сильно влиять наводки со стационарного компьютера. В случае ноутбука они незначительны. При наличии сильных всплесков рекомендуется экранирование и питание от отдельного источника +5в.

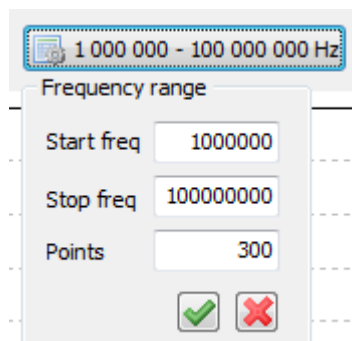
## Работа с прибором и программой

### Выбор входа и диапазона измерения

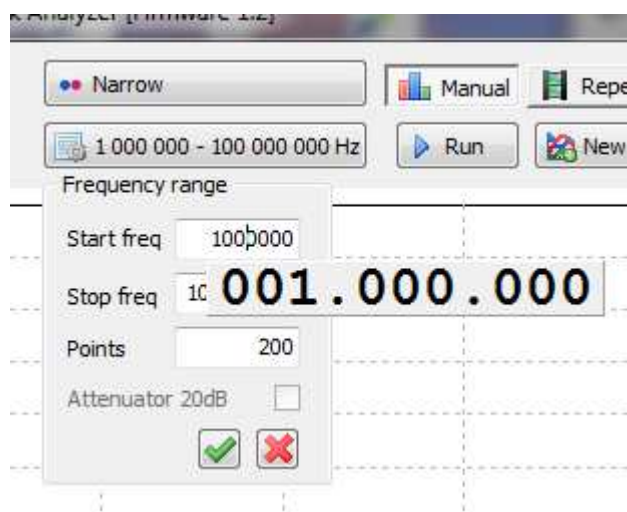
Нажимаем на кнопку выбора входа. В выпадающем окне выбираем используемый для измерения вход прибора.



Нажимаем на кнопку выбора диапазона измерения. Открывается окно



Становимся в поле Start freq



Частоту можно вводить непосредственно в поле с помощью клавиатуры либо с помощью мыши используя колесо прокрутки на больших цифрах частоты. Двойной клик мыши по цифре вызывает обнуление разрядов справа.

### Назначение кнопок в режиме Ручного измерения (Manual)

Программа позволяет отображать на графике несколько различных измерений и управлять ими.




1. **Run** выполняет однократное измерение. При этом последний график будет перезаписан
2. **New** выполняет измерение добавляя новый график
3. **Keep last** удаляет все графики за исключением самого последнего
4. **Clear** удаляет все графики
5. **Clear marks** удаляет все маркеры с графика
6. **View to range** устанавливает диапазон качания частоту равный текущему видимому диапазону на графике
7. **Details** производит измерение выбранной видимой области частот с более высоким разрешением
8. **Tools** вызывает дополнительные утилиты

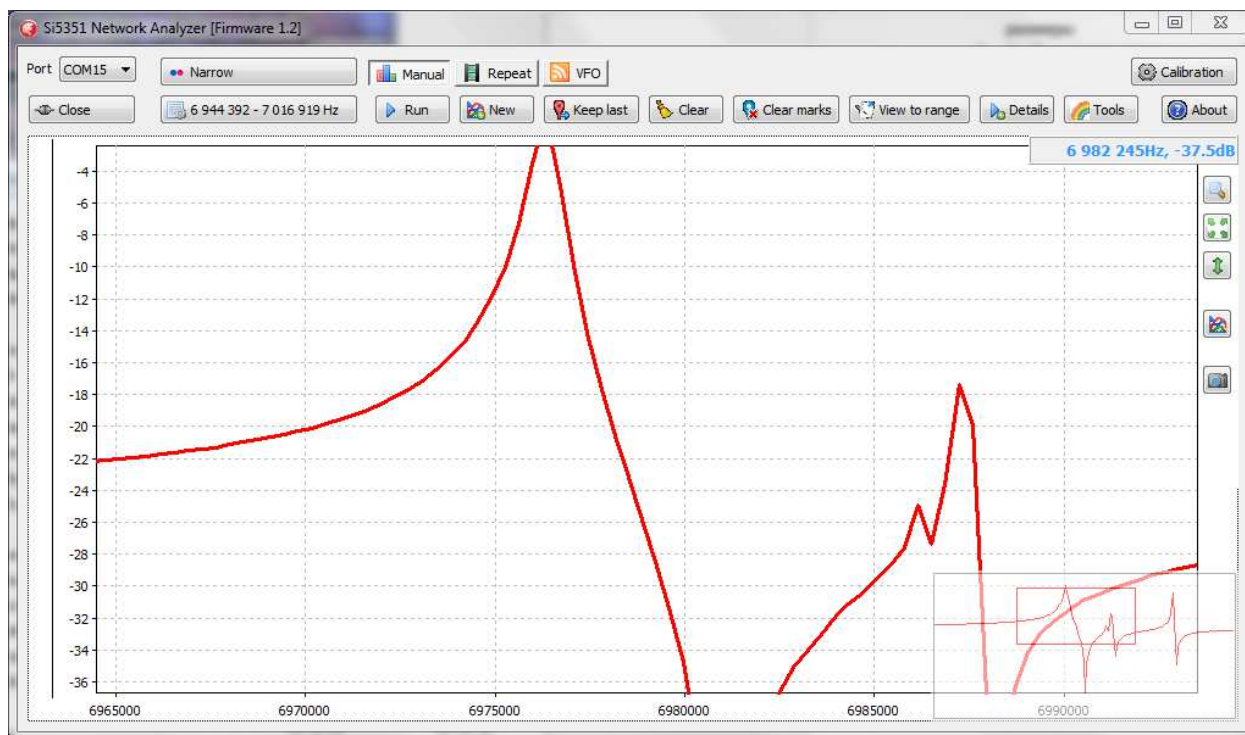
### Работа с графиками

При работе с графиками используются следующие управляющие комбинации

1. Колесо прокрутки мыши позволяет масштабировать график по горизонтали
2. Колесо прокрутки мыши с нажатой клавишей Shift масштабирует график по вертикали
3. Перемещение мыши с нажатой правой кнопкой – скролирование графика
4. Перемещение мыши с нажатой левой кнопкой – измерение диапазона уровней/частот. При этом на экране рисуется пунктирный прямоугольник и в правом верхнем углу его размеры
5. Чтобы вернуть первоначальный масштаб графика используйте кнопки восстановления масштаба на панели справа



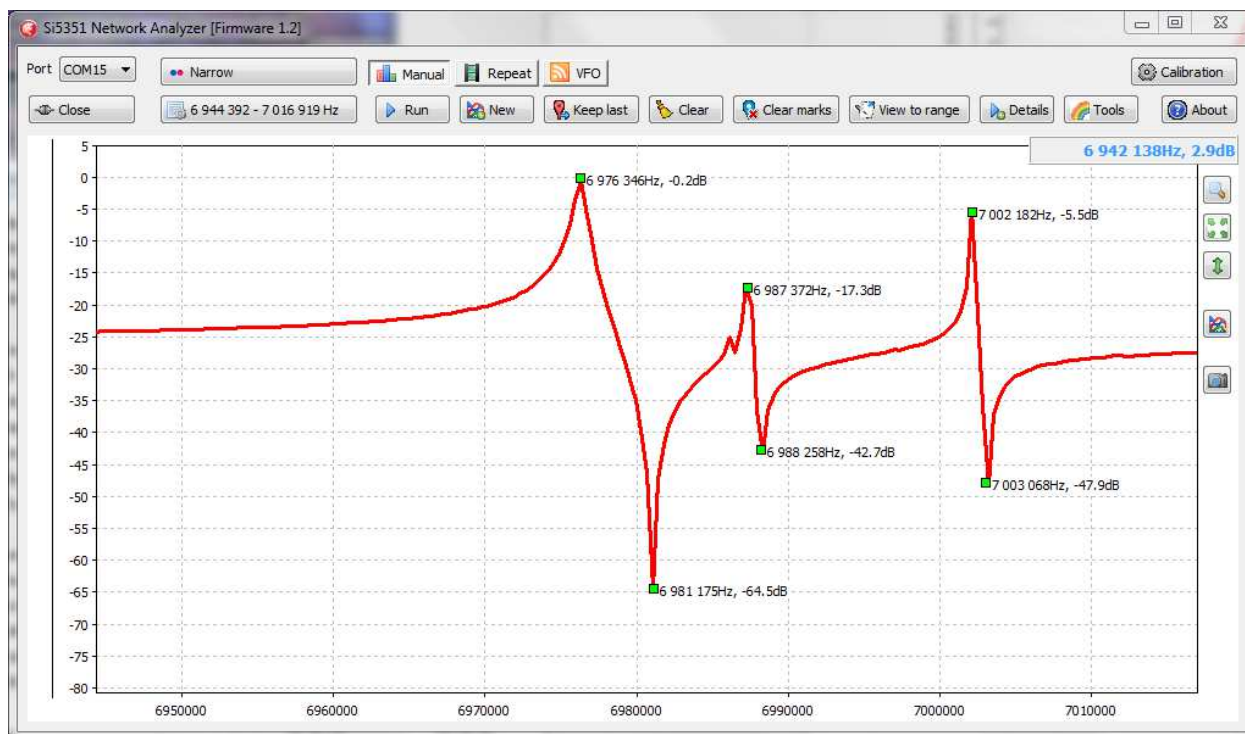
6. Для навигации по графику в режиме увеличения можно использовать навигатор который вызывается кнопкой на панели справа 



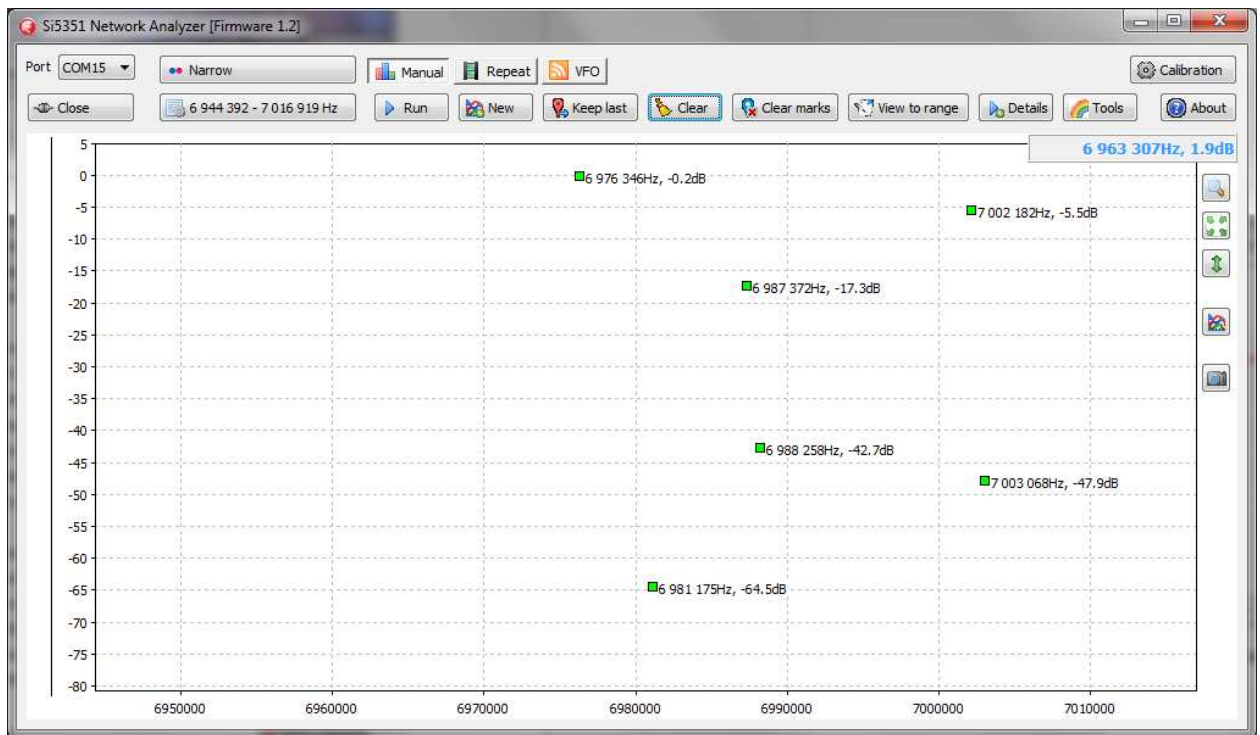
Кликав мышкой в окне навигатора (справа внизу) можно быстро позиционироваться на нужную часть графика.

### Работа с маркерами

Маркер – это точка на графике. Маркер в ручном режиме создается двойным кликом мышкой по полю графиков.



Маркеры существуют независимо от самих графиков. При нажатии кнопки «Clear» маркеры не удаляются




Чтобы удалить маркеры можно повторно кликнуть по маркеру мышью (даблклик) либо нажать кнопку «**Clear marks**»

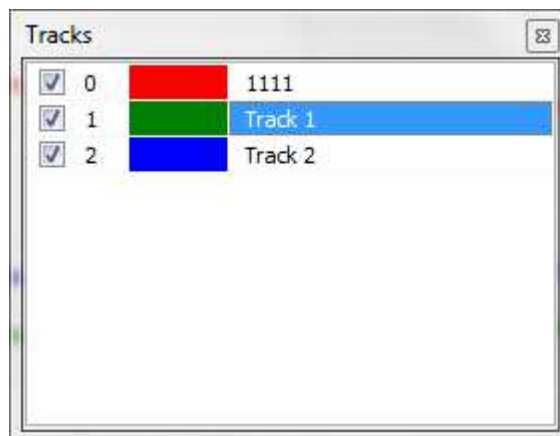
### Детализация

Часто при исследовании АЧХ необходимо детализировать какой-то диапазон измерения. Это можно сделать двумя способами. Увеличив масштаб и спозиционировав график на нужный участок можно нажать кнопку «**Details**» что приведет к детальному измерению АЧХ в выбранном диапазоне.

Если нажать кнопку «**View to range**» это приведет к тому, что диапазоны измерения будут изменены на текущие отображаемые. Для последующего измерения необходимо нажать кнопку **Run/New**

### Управление графиками

Нажимаем на правой панели кнопку управления графиками  Открывается окно



В данном окне можно управлять отображением графиков включая/выключая чекбокс слева, давать графикам уникальные имена. По правому клику мыши вызывается контекстное меню в котором можно удалять все или только выбранные графики.

Нажатие на правой панели кнопки



позволяет сохранить изображение графиков в файл в формате JPEG.

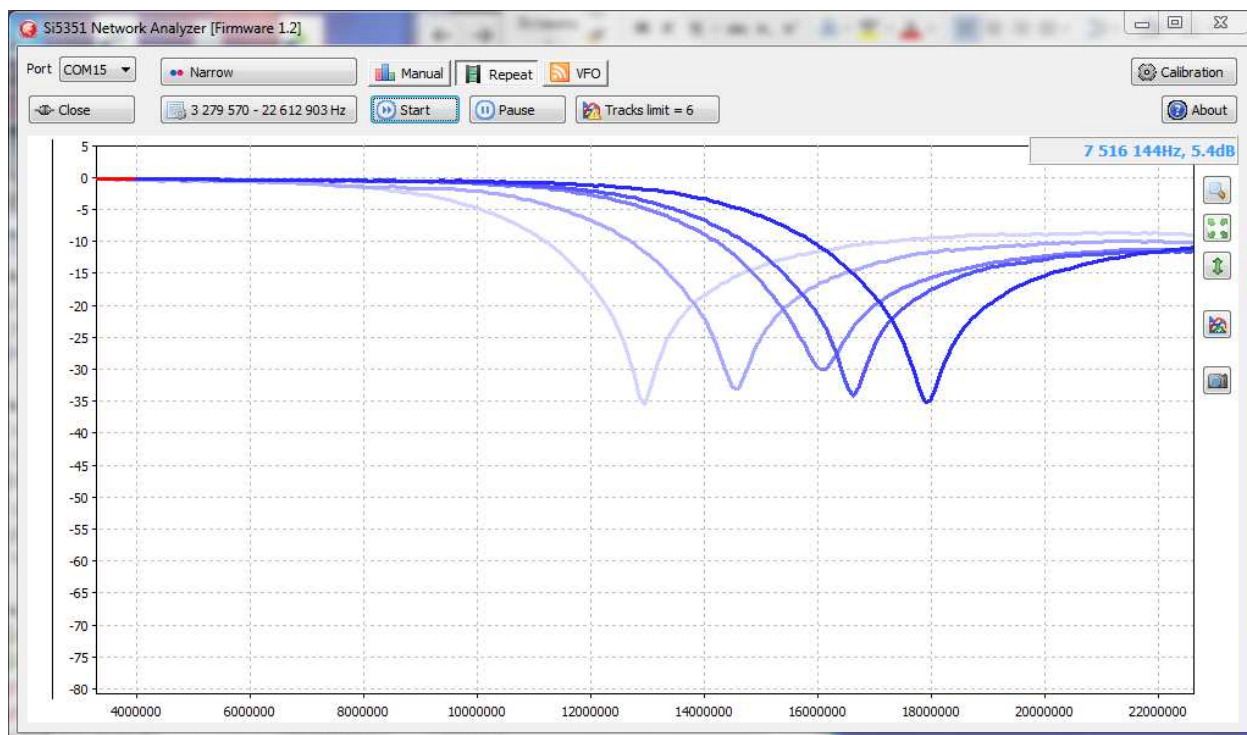
Графики автоматически сохраняются при завершении работы. При запуске программы восстанавливаются графики предыдущего сеанса работы.

Графики можно принудительно сохранить в файл и восстановить из него. Используем следующие кнопки на панели справа:



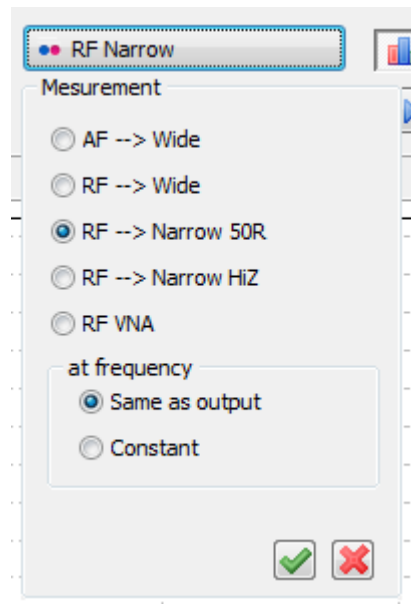
### Режим непрерывного измерения (Repeat)

Данный режим похож на работу ГКЧ – измерения производятся непрерывно, на экране отображается несколько последних графиков измерений. Количество отображаемых графиков выбирается при нажатии на кнопку Tracks limit. Управление работой осуществляется с помощью кнопок Start/Stop/Pause.



## Работа в режиме измерителя АЧХ

Прибор может работать в четырех режимах измерения АЧХ



В названиях режимов указывается порт выхода (RF out/AF out) и порт входа (Narrow/Wide) для подключения исследуемого устройства. Порт Narrow может быть запрограммирован на входное сопротивление 50ом либо 1кОм. Порт Wide имеет входное сопротивление 1кОм.

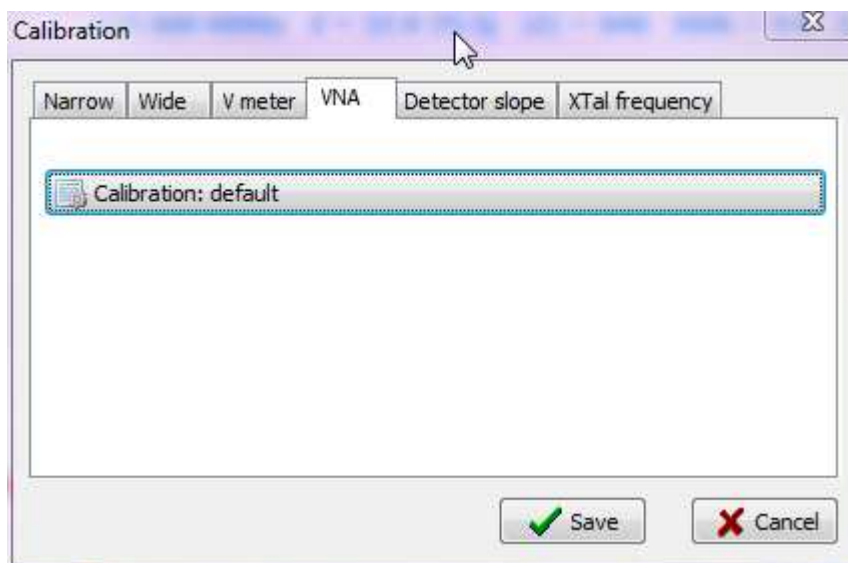
**RF → Narrow 50R/HiZ:** основной режим работы прибора для высокочастотных измерений в диапазоне 100kHz...500MHz. Форма сигнала прямоугольная. Детектор узкополосный селективный.

**AF → Wide:** режим предназначен для низкочастотных измерений в диапазоне 10Hz...5MHz. Форма сигнала – синусоидальная. Вход **Wide** широкополосный и высокоомный

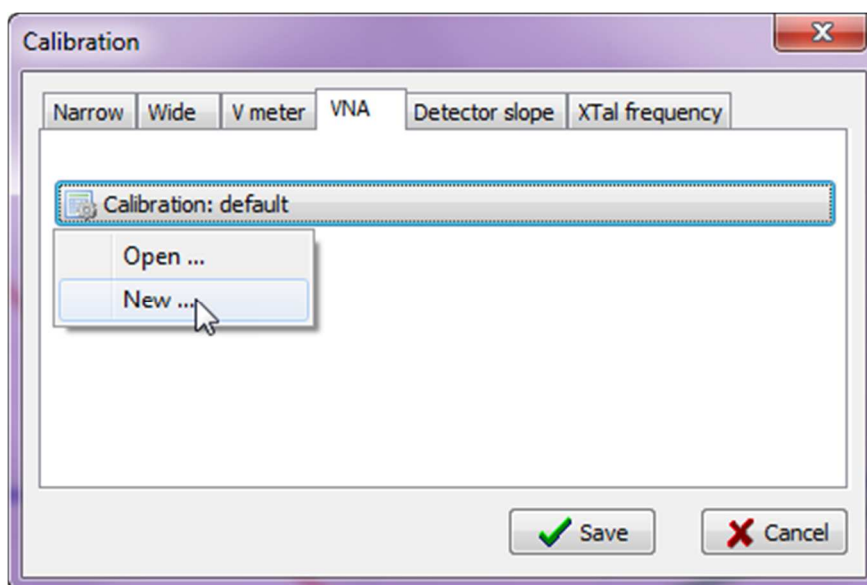
**RF → Wide:** в случае если в исследуемом устройстве частота входного сигнала преобразуется то измерения с узкополосным детектором невозможны. Для таких случаев используется широкополосный детектор со входа **Wide**

## Работа в режиме векторного анализатора

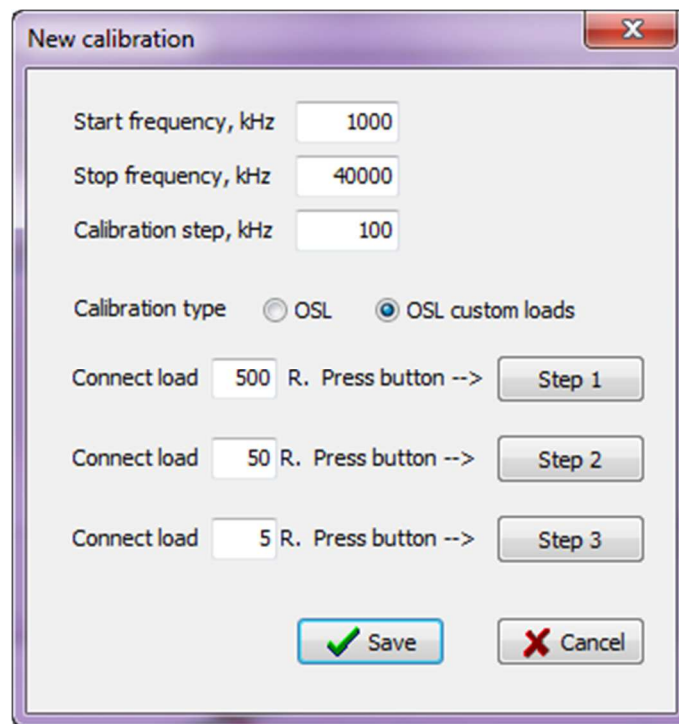
Перед проведением измерений убедитесь что в настройках выбран калибровочный файл VNA (поставляется с прибором):



В случае если он отсутствует то пройдите процедуру калибровки VNA выбрав в меню пункт New



В появившемся окне необходимо выбрать тип калибровки – по трем нагрузкам либо по нагрузке и открытому/замкнутому входе. Калибровка по трем нагрузкам более точная. При калибровке можно задать значения нагрузок на которых проводится калибровка. Процедура калибровки сводится к следующему – последовательно подключаем требуемые нагрузки и нажимаем кнопки Step1/2/3. По окончании каждого шага калибровки появится зеленая отметка на соответствующей нагрузке кнопке. Последовательность подключения нагрузок не принципиальна. После того как все три нагрузки были измерены необходимо нажать кнопку «Save» и сохранить созданную калибровку в файл.



**New calibration**

Start frequency, kHz: 1000

Stop frequency, kHz: 40000

Calibration step, kHz: 100

Calibration type: ☐ OSL ☒ OSL custom loads

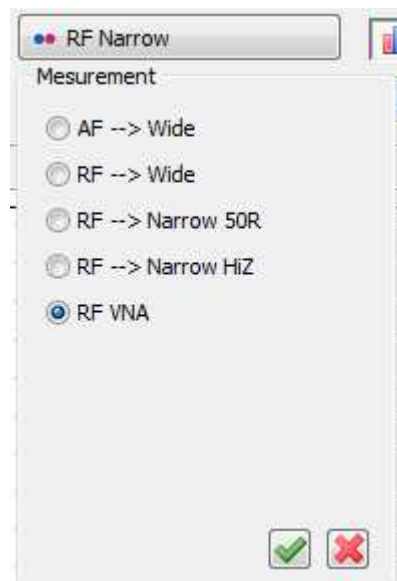
Connect load: 500 R. Press button --> **Step 1**

Connect load: 50 R. Press button --> **Step 2**

Connect load: 5 R. Press button --> **Step 3**

**Save** **Cancel**

Для проведения измерений выберите режим «RF VNA»



**RF Narrow**

Measurement

☐ AF --> Wide

☐ RF --> Wide

☐ RF --> Narrow 50R

☐ RF --> Narrow HiZ

☒ RF VNA

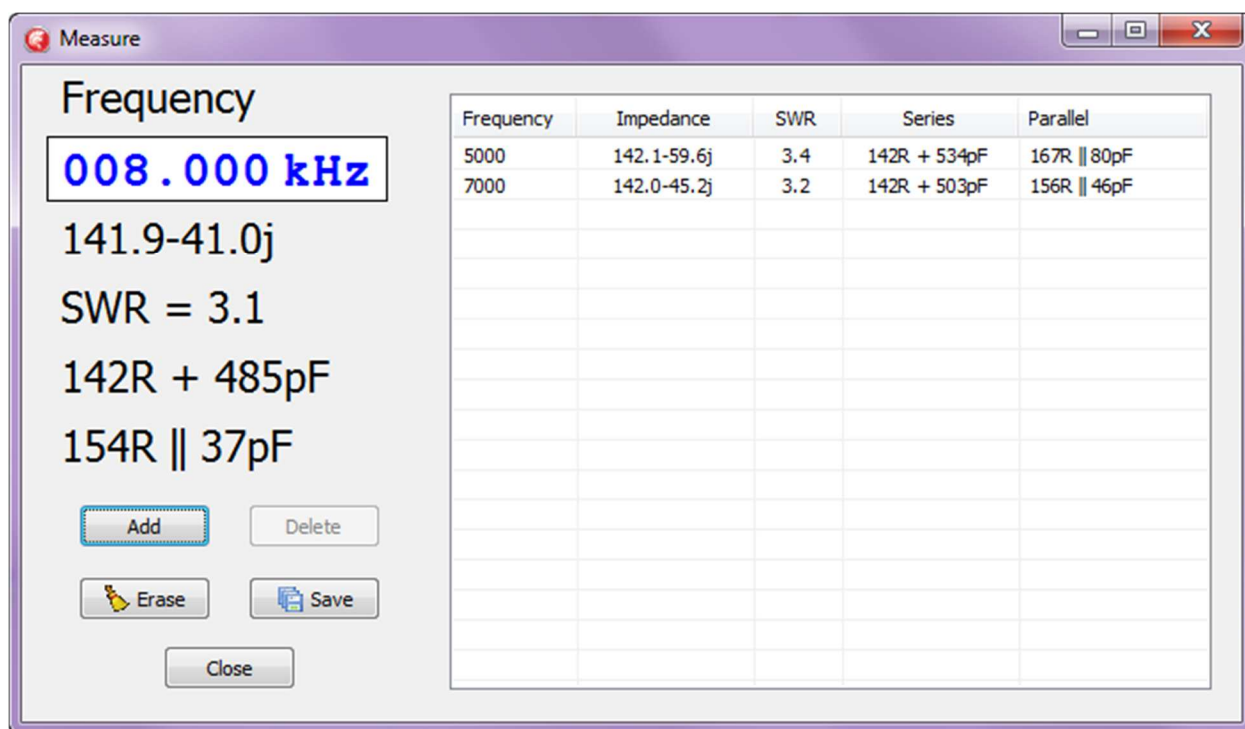
**OK** **Cancel**

Задайте требуемый диапазон частот и количество точек измерения. Нажмите кнопку «Run»



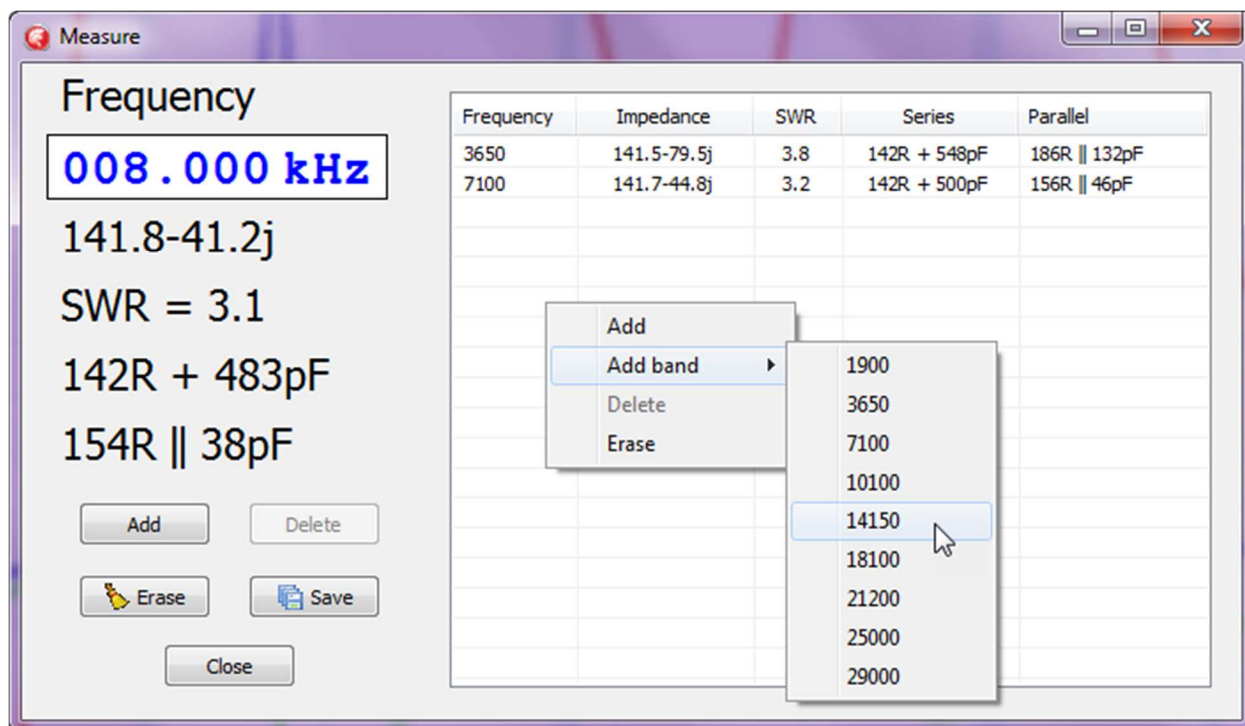
Дождитесь завершения измерений. Будут построены три графика: красный – КСВ (левая ось), синий – активное сопротивление и зеленый – реактивное (правая ось). Перемещая мышью над графиком можно считывать в строке статуса значения импеданса для текущей частоты.





Для удаления текущей строки из таблицы или ее полной очистки используйте кнопки «Delete» и «Erase». Результаты измерения могут быть сохранены в текстовый файл – для этого нажмите кнопку «Save» и в открывшемся диалоге выберите имя файла.

На таблице измерений можно вызвать контекстное меню правым кликом мыши. В нем продублированы основные действия, а так же возможен выбор частот соответствующих серединам любительских бендов

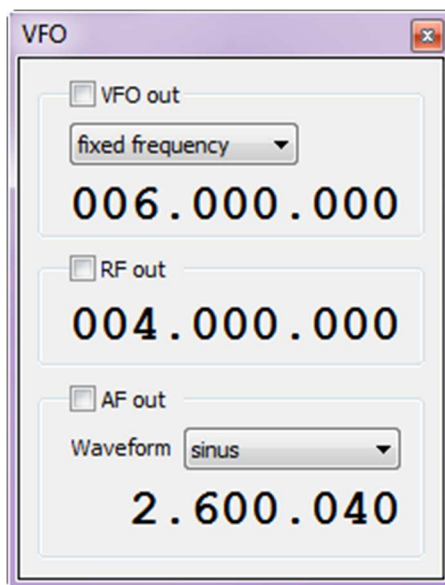


## Работа в качестве ГСС, функционального генератора

Прибор может генерировать до трех независимых частот. Нажмите кнопку



Откроется окно управления генераторами:



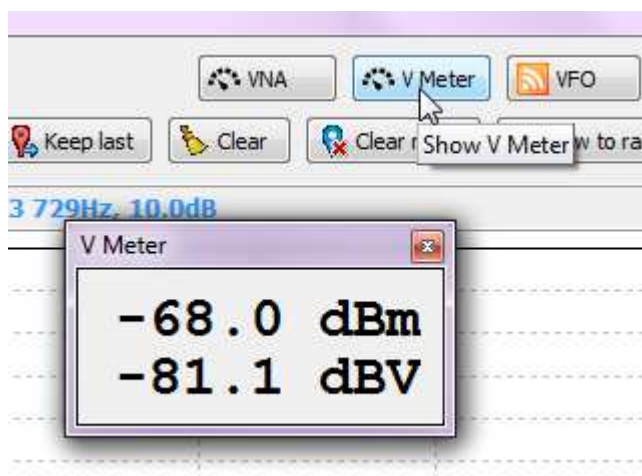
Чтобы включить генерацию на соответствующем выходе включите соответствующий checkbox и используя колесо прокрутки мыши задайте требуемую частоту генерации.

Дополнительно для низкочастотного выхода «**AF out**» можно задать форму выходного сигнала. Для выхода «**VFO Out**» можно установить режим слежения за частотой качания – частота на этом выходе будет выше или ниже текущей частоты качания на заданную разницу. Такой режим относительного задания частоты позволяет использовать VFO выход как гетеродин и строить АЧХ смесителей в диапазоне частот.

Основной выход RF out так же может быть запрограммирован на генерацию любой частоты. Режим качания частоты имеет приоритет над режимом генерации сигнала. При старте качания частоты соответствующий вывод будет переведен в режим качания частоты.

## ВЧ-вольтметр

При нажатии на кнопку «V Meter» появится окно ВЧ-вольтметра



Измеряемый сигнал необходимо подавать на вход «Wide». Вход не имеет защиты. Максимальный входной уровень +20dBm. Превышение может привести к повреждению прибора.

## Проведение измерений

### Максимальные уровни

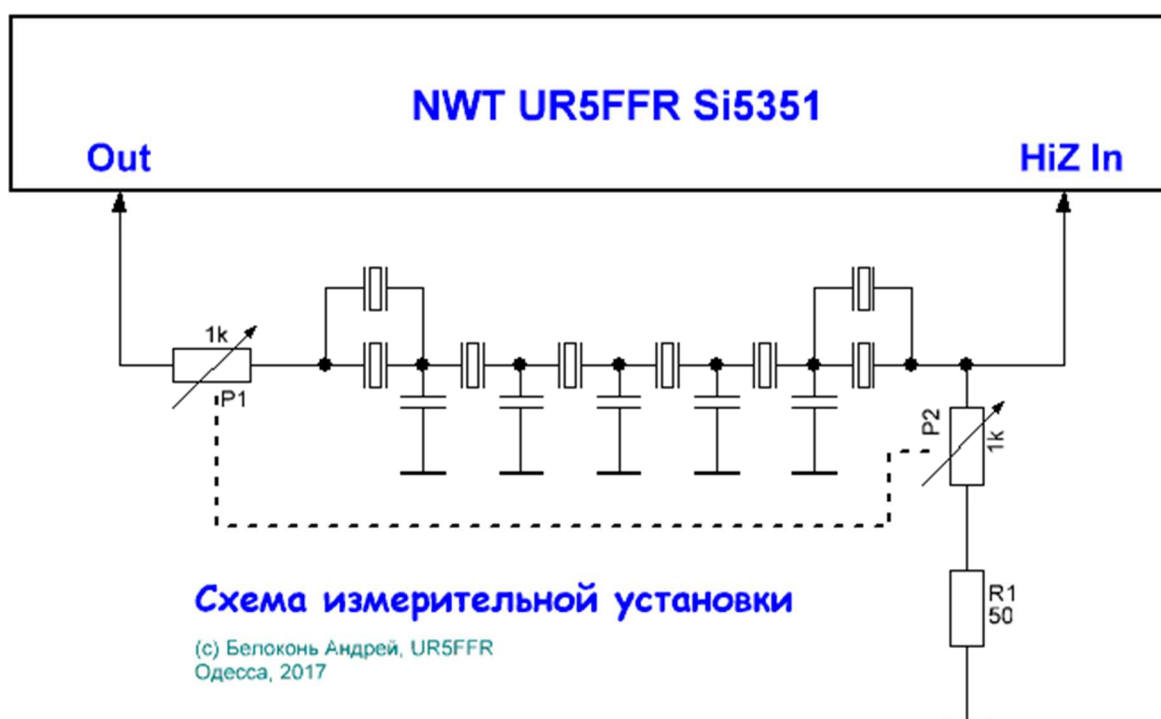
Входы прибора рассчитаны на максимальный входной уровень не более 0dBm узкополосные и +15dBm – широкополосный. Превышение этих уровней приводит к компрессии и неверным данным. Для приведения уровней к требуемым используйте аттенюаторы.

### Измерение сквозной АЧХ тракта приемника

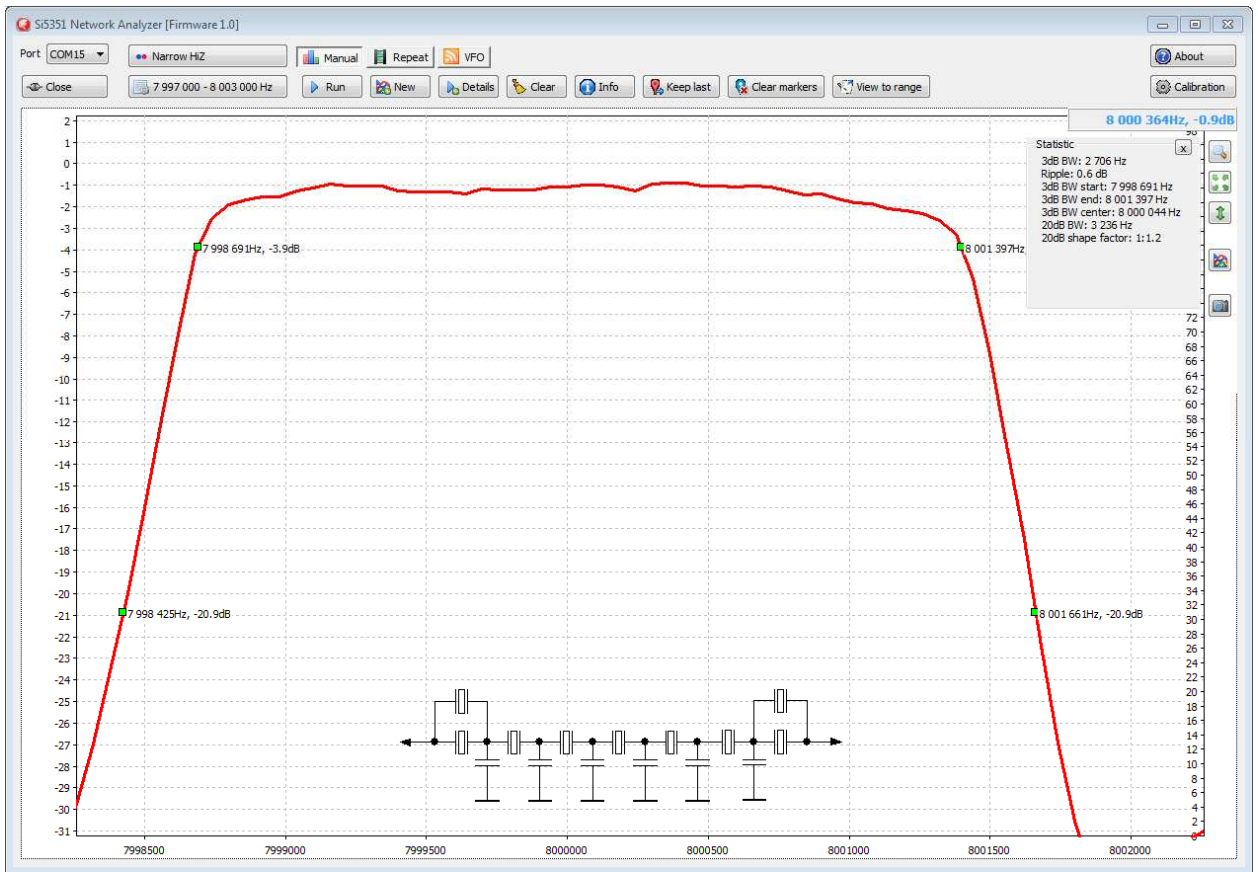
Подключаем выход «**RF Out**» прибора ко входу приемника через аттенюатор. Сигнал звуковой частоты с выхода приемника подаем на вход «**Wide**» прибора. Выбираем режим «RF → Wide»

### Измерение узкополосных кварцевых фильтров

Наличие у прибора высокоомного входа позволяет достаточно строить графики АЧХ для кварцевых фильтров. Схема измерительной установки и ее подключение к анализатору:

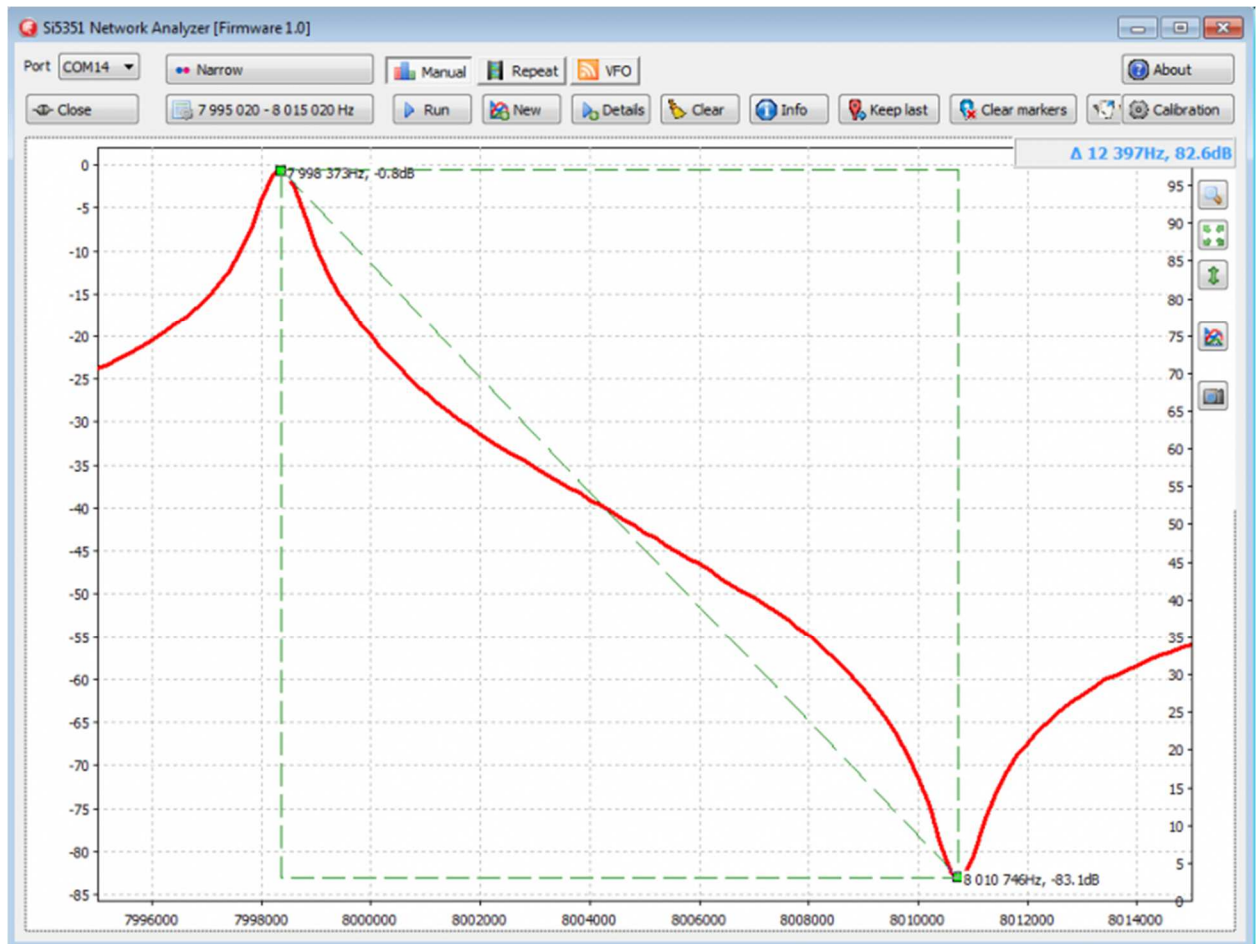


Фильтр подключается к портам «**RF Out**» и «**Narrow input**». В программе выбираем режим «RF → **Narrow HiZ**», требуемый диапазон частот и строим АЧХ



## Измерение и отбор кварцевых резонаторов

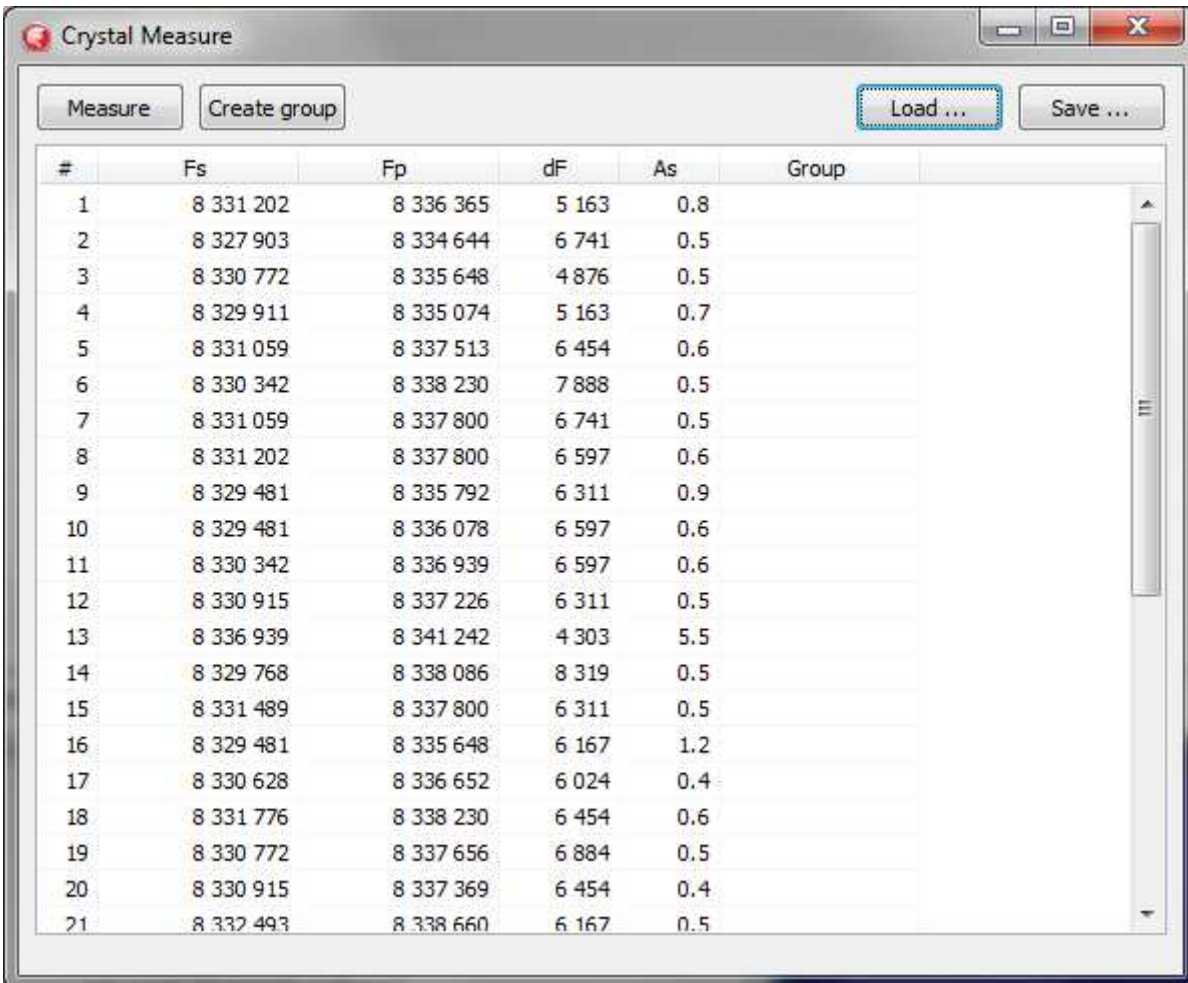
Подключаем кварцевый резонатор к портам «RF Out» и «Narrow input». Выбираем режим «RF → Narrow 50R». Проводим измерение. Видим частоты последовательного и параллельного резонансов, активность кварца, резонансный интервал, паразитные резонансы





Для отбора из группы кварцев с близкими параметрами в программе существует специальный инструментарий. Последовательность действий следующая:

1. Подключаем кварц между выходом и низкоомным входом
2. Выбираем диапазон чтобы видеть резонансный интервал кварца
3. Открываем окно для измерения параметров резонаторов (кнопка Tools ->Crystal Measure)
4. По очереди подключаем резонаторы и для каждого нажимаем кнопку "Measure". При этом добавляются строки в таблицу

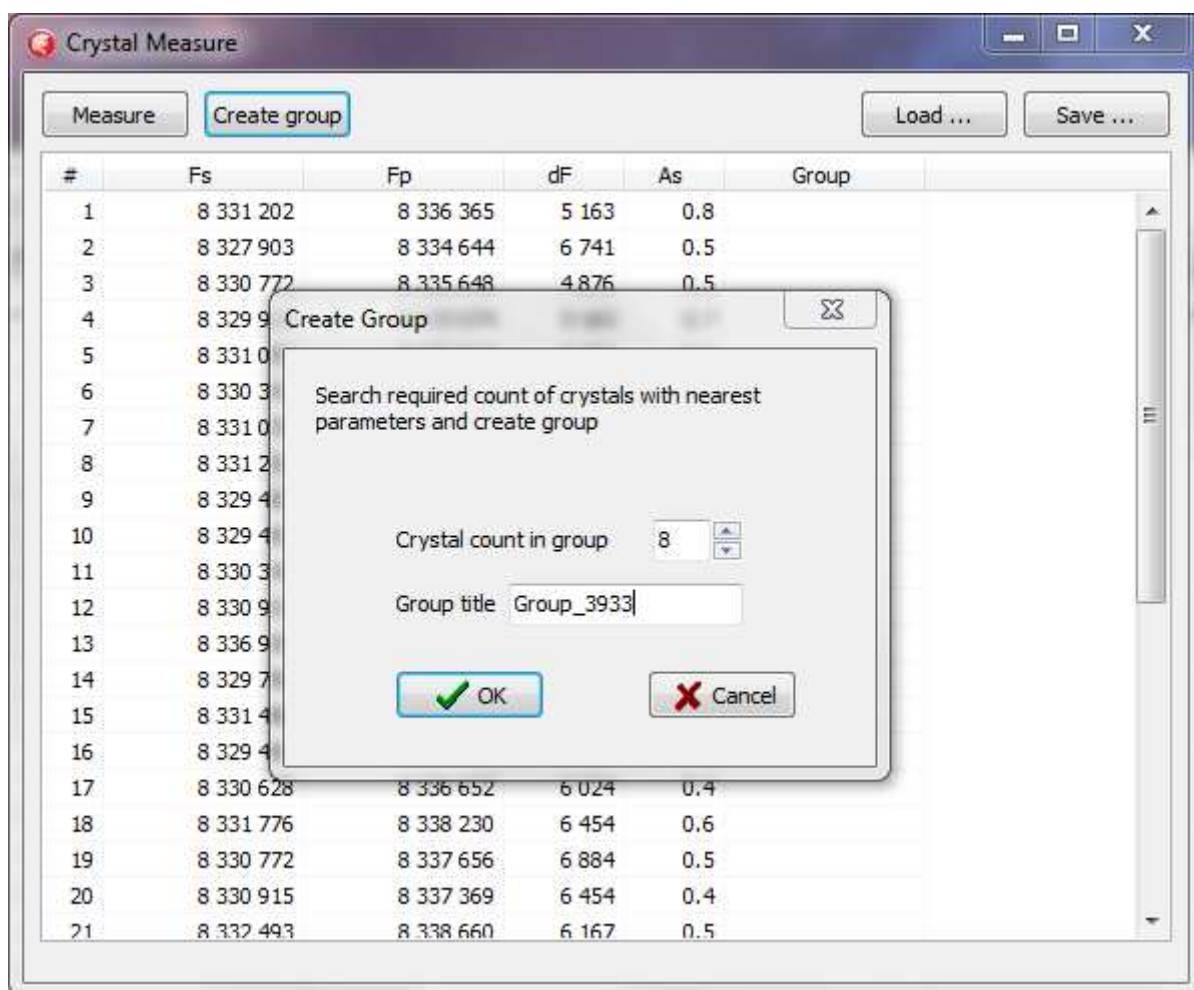


#	Fs	Fp	dF	As	Group
1	8 331 202	8 336 365	5 163	0.8	
2	8 327 903	8 334 644	6 741	0.5	
3	8 330 772	8 335 648	4 876	0.5	
4	8 329 911	8 335 074	5 163	0.7	
5	8 331 059	8 337 513	6 454	0.6	
6	8 330 342	8 338 230	7 888	0.5	
7	8 331 059	8 337 800	6 741	0.5	
8	8 331 202	8 337 800	6 597	0.6	
9	8 329 481	8 335 792	6 311	0.9	
10	8 329 481	8 336 078	6 597	0.6	
11	8 330 342	8 336 939	6 597	0.6	
12	8 330 915	8 337 226	6 311	0.5	
13	8 336 939	8 341 242	4 303	5.5	
14	8 329 768	8 338 086	8 319	0.5	
15	8 331 489	8 337 800	6 311	0.5	
16	8 329 481	8 335 648	6 167	1.2	
17	8 330 628	8 336 652	6 024	0.4	
18	8 331 776	8 338 230	6 454	0.6	
19	8 330 772	8 337 656	6 884	0.5	
20	8 330 915	8 337 369	6 454	0.4	
21	8 332 493	8 338 660	6 167	0.5	

Сохраняем результаты измерений на диск (кнопка "Save"). В дальнейшем можно работать с ними не проводя повторные измерения (можно даже вообще не подключать анализатор к компьютеру).

В таблице указываются частоты последовательного/параллельного резонансов, резонансный интервал и затухание на частоте последовательного резонанса.

Для отбора резонаторов по параметрам создаем группу (кнопка "Create group")



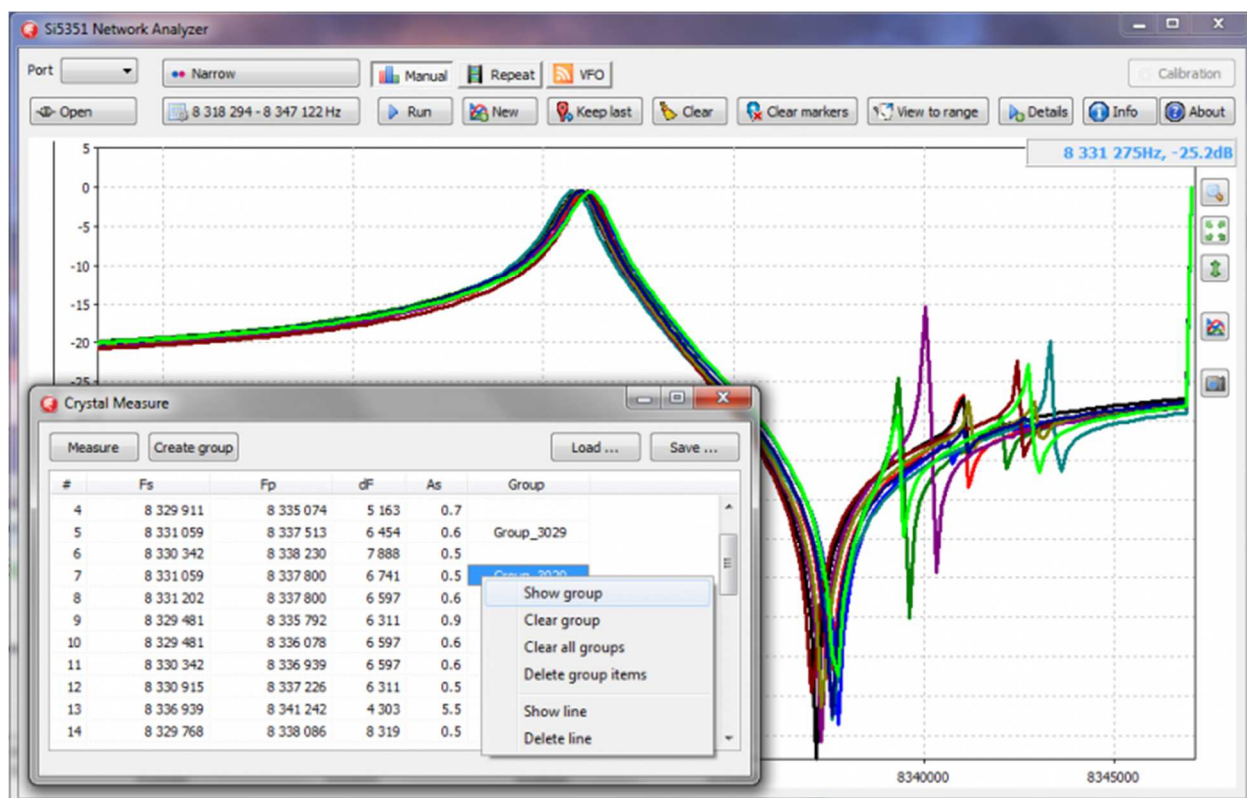
Указываем количество резонаторов в группе и наименование группы. Программа постарается выбрать из списка резонаторы не входящие в другие группы по принципу наименьшего отклонения АЧХ.

Crystal Measure

Measure Create group Load ... Save ...

#	Fs	Fp	dF	As	Group
4	8 329 911	8 335 074	5 163	0.7	
5	8 331 059	8 337 513	6 454	0.6	Group_3029
6	8 330 342	8 338 230	7 888	0.5	
7	8 331 059	8 337 800	6 741	0.5	Group_3029
8	8 331 202	8 337 800	6 597	0.6	Group_3029
9	8 329 481	8 335 792	6 311	0.9	
10	8 329 481	8 336 078	6 597	0.6	
11	8 330 342	8 336 939	6 597	0.6	
12	8 330 915	8 337 226	6 311	0.5	Group_3029
13	8 336 939	8 341 242	4 303	5.5	
14	8 329 768	8 338 086	8 319	0.5	
15	8 331 489	8 337 800	6 311	0.5	
16	8 329 481	8 335 648	6 167	1.2	
17	8 330 628	8 336 652	6 024	0.4	
18	8 331 776	8 338 230	6 454	0.6	
19	8 330 772	8 337 656	6 884	0.5	Group_3029
20	8 330 915	8 337 369	6 454	0.4	Group_3029
21	8 332 493	8 338 660	6 167	0.5	
22	8 331 202	8 337 082	5 880	0.5	Group_3029
23	8 327 760	8 334 501	6 741	0.5	

Правый клик мыши на таблице позволяет отобразить графики АЧХ резонаторов из выбранной группы и осуществить другие операции.



После различных операций можно сохранить данный в файл. При этом так же сохраняются имена групп.

При отборе резонаторов по параметрам производится полное сравнение их АЧХ, а не только частот последовательного/параллельного резонансов. Это позволяет выбраковывать резонаторы с большими паразитными резонансами.

## Полная калибровка

Для полной калибровки понадобится аттенюатор на 40дБ. Его можно выполнить из обычных выводных резисторов т.к. измерение для калибровки проводится на частоте 1МГц. В окне калибровки выбираем закладку Detector slope и следуем инструкциям.

Обычно калибровка угла наклона детектора требуется произвести однократно.

## Подключение модуля Bluetooth

Необходим модуль HC-05 (с кнопкой)



Предварительно модуль должен быть запрограммирован на скорость обмена 115200 (по умолчанию HC-05 работают на 9600 для данных и 38400 для режима ввода AT-команд). Для этого его надо подключить через переходник USB-COM к компу, войти в режим AT-команд нажав кнопку на модуле, и терминалом задать AT-командами скорость 115200. Он ее запомнит у себя в EEPROM и в дальнейшем будет работать на этой скорости.

Как это сделать можно почитать в статьях [часть 1](#) и [часть 2](#)

Подключение модуля HC-05 к прибору производится следующим образом:

