

# **Программа для работы с векторными анализаторами**

## **VNA Mouse и NanoVNA V2**

Руководство пользователя

Версия 1.0

UR5FFR, Одесса 2019-2021

## Быстрый старт

### Подключение к прибору и калибровка

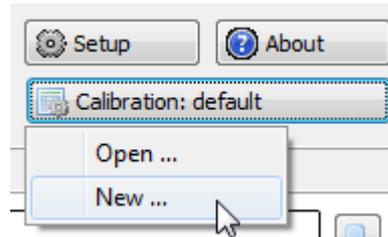
Запустите `vna.exe`. Подключите векторный анализатор к компьютеру и выберите COM-порт в выпадающем списке. Нажмите кнопку «Open».



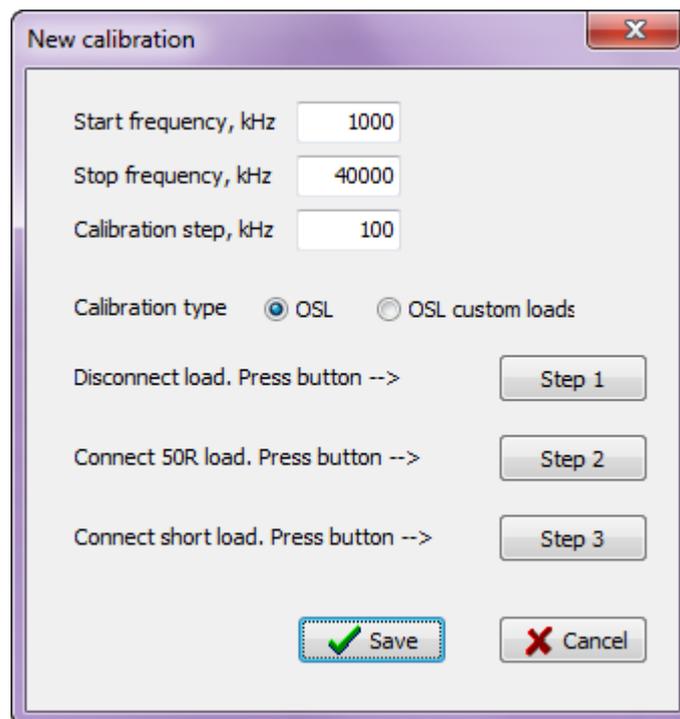
Если связь с прибором установлена, то в заголовке окна будет отображена его версия и название.

Перед началом измерений необходимо провести калибровку. Калибровка позволяет проводить измерения через кабель с произвольными параметрами. Программа сохраняет калибровку в файл на компьютере и позволяет оперативно переключаться между различными калибровками.

Для создания новой калибровки нажмите кнопку «Calibration» и выберите «New»



Откроется окно калибровки



Каждая калибровка создается для некоторого диапазона частот в котором, впоследствии, можно проводить измерения с этой калибровкой. Кроме этого калибровка задается на сетке частот с заданным шагом. По умолчанию используется шаг в 100кГц. Для точных узкополосных измерений значение шага может быть уменьшено вплоть до 1кГц.

Для калибровки нам потребуется набор образцовых нагрузок. В самом простом случае калибровка проводится на нагрузке 50ом, короткозамкнутой нагрузке и без нагрузки. Выберите требуемый набор нагрузок «Calibration type».

В случае «OSL custom loads» вы можете задать точные сопротивления нагрузок:

New calibration

Start frequency, kHz

Stop frequency, kHz

Calibration step, kHz

Calibration type  OSL  OSL custom loads

Connect load  R. Press button -->

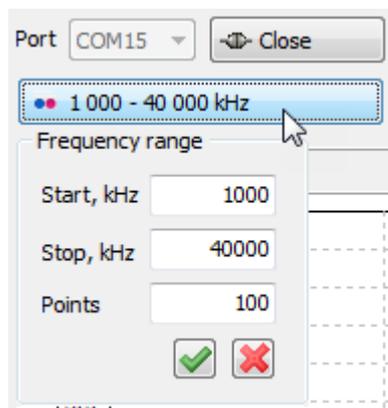
Connect load  R. Press button -->

Connect load  R. Press button -->

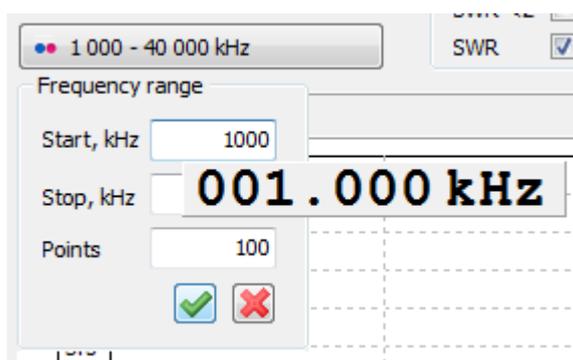
Последовательно подключая нагрузки нажимайте соответствующие кнопки. По окончании каждого шага калибровки появится зеленая отметка на соответствующей нагрузке кнопке. После калибровки на всех трех нагрузках нажмите кнопку «Save» и укажите имя файла для сохранения калибровки

## Выбор диапазона измерения

Нажимаем на кнопку выбора диапазона измерения. Открывается окно



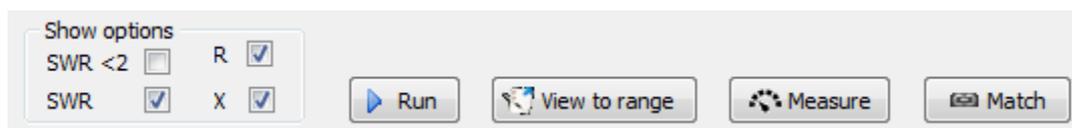
Становимся в поле Start freq



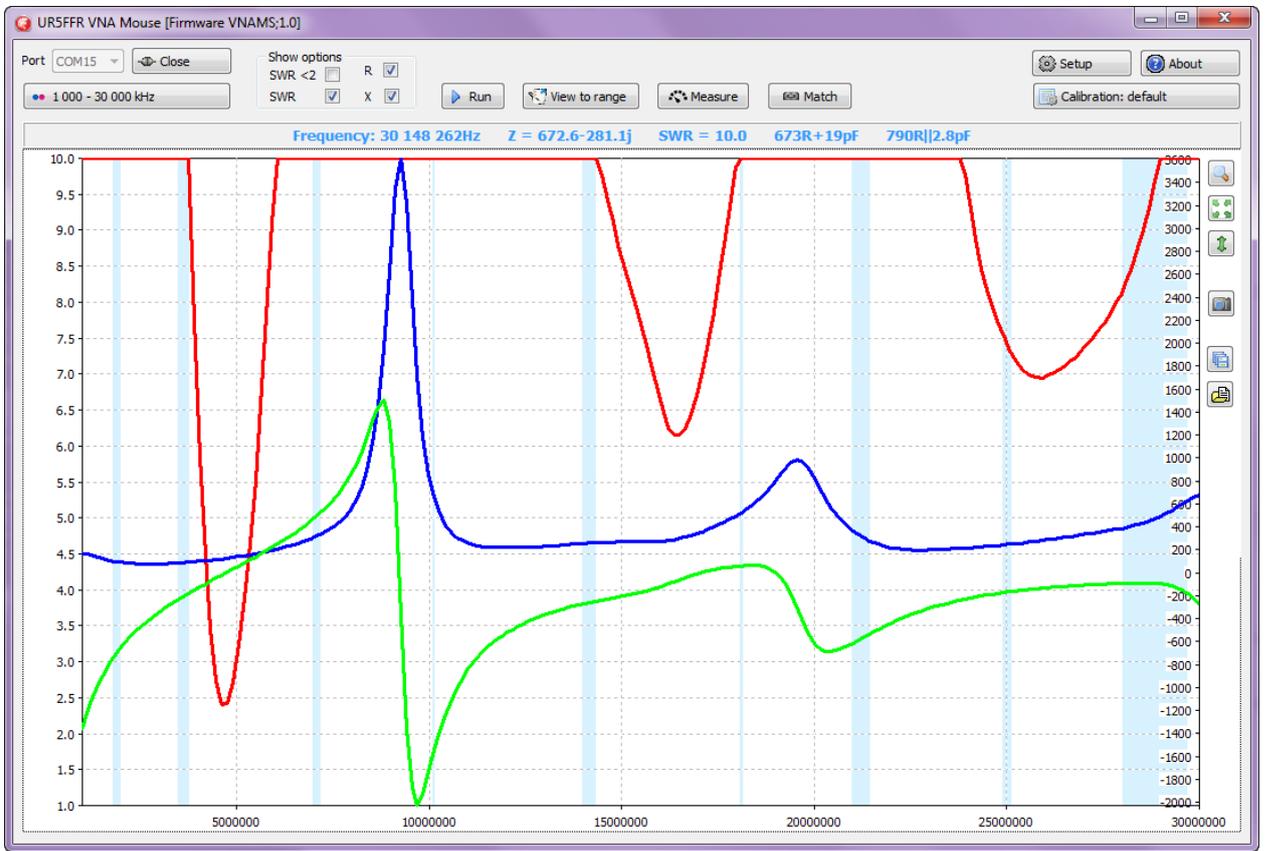
Частоту можно вводить непосредственно в поле с помощью клавиатуры либо с помощью мыши используя колесо прокрутки на больших цифрах частоты. Двойной клик мыши по цифре вызывает обнуление разрядов справа.

Поле **Points** определяет количество точек в которых будет проводиться измерение. Увеличьте этот параметр для получения более плавных графиков.

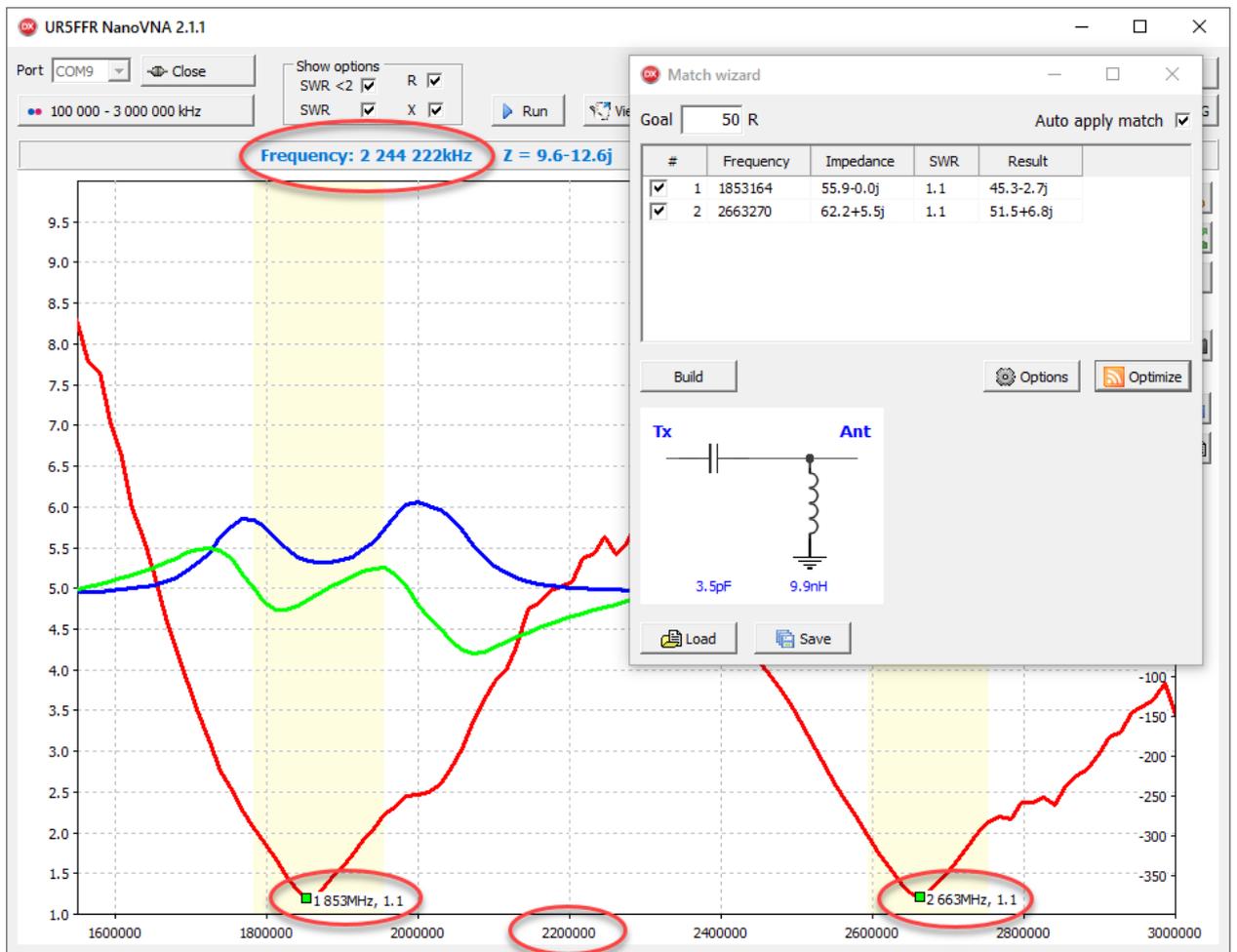
## Панорамное сканирование



После задания требуемого диапазона частот нажмите кнопку «Run». Будет запущено сканирование и отображен график КСВ и импеданса в диапазоне частот. Выбирая различные «Show options» можно управлять отображением графиков на диаграмме.



В случае если диапазон сканирования лежит выше 100МГц то ось частот и маркеры отображаются в МГц.



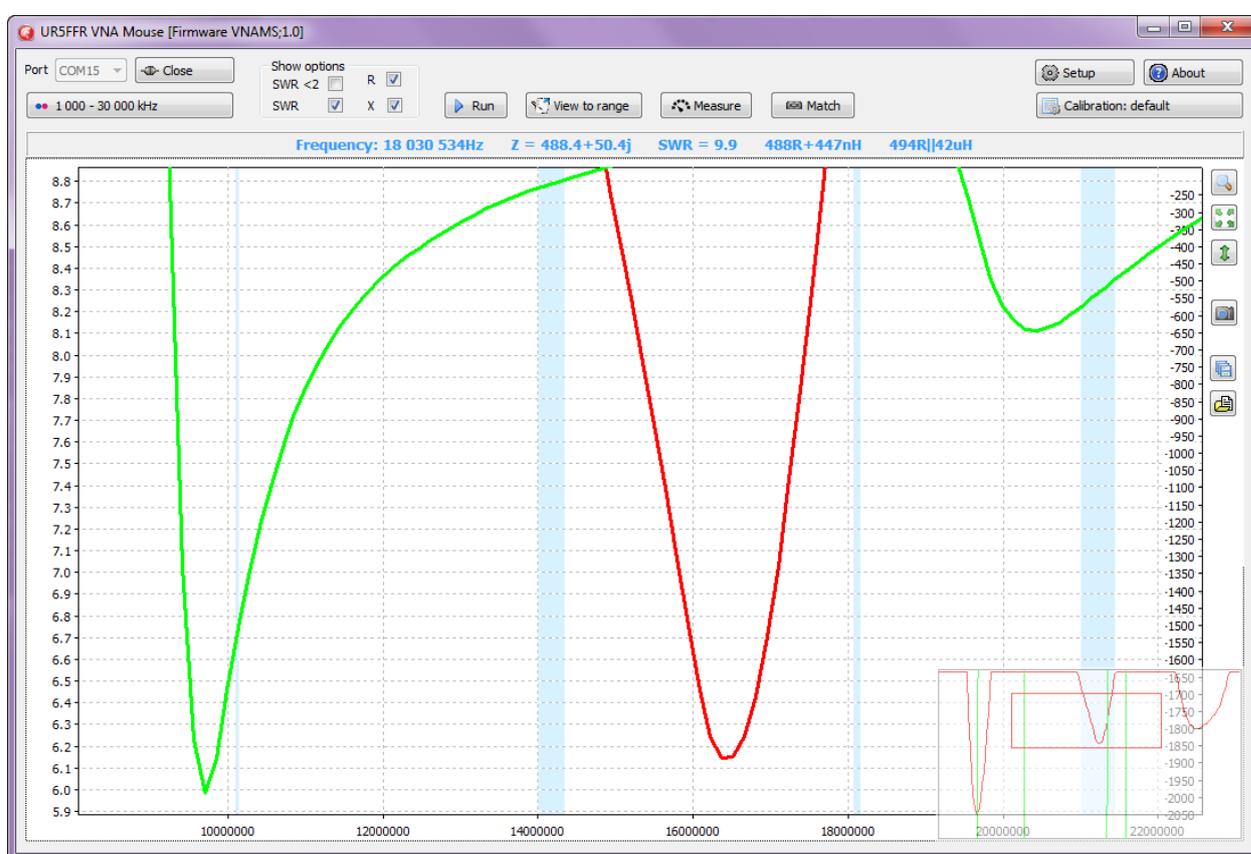
## Работа с графиками

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 – прокрутка графика
4. Перемещение мыши с нажатой левой кнопкой – измерение диапазона уровней/частот.  
При этом на экране рисуется пунктирный прямоугольник и в строке состояния 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 



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

### Детализация

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**

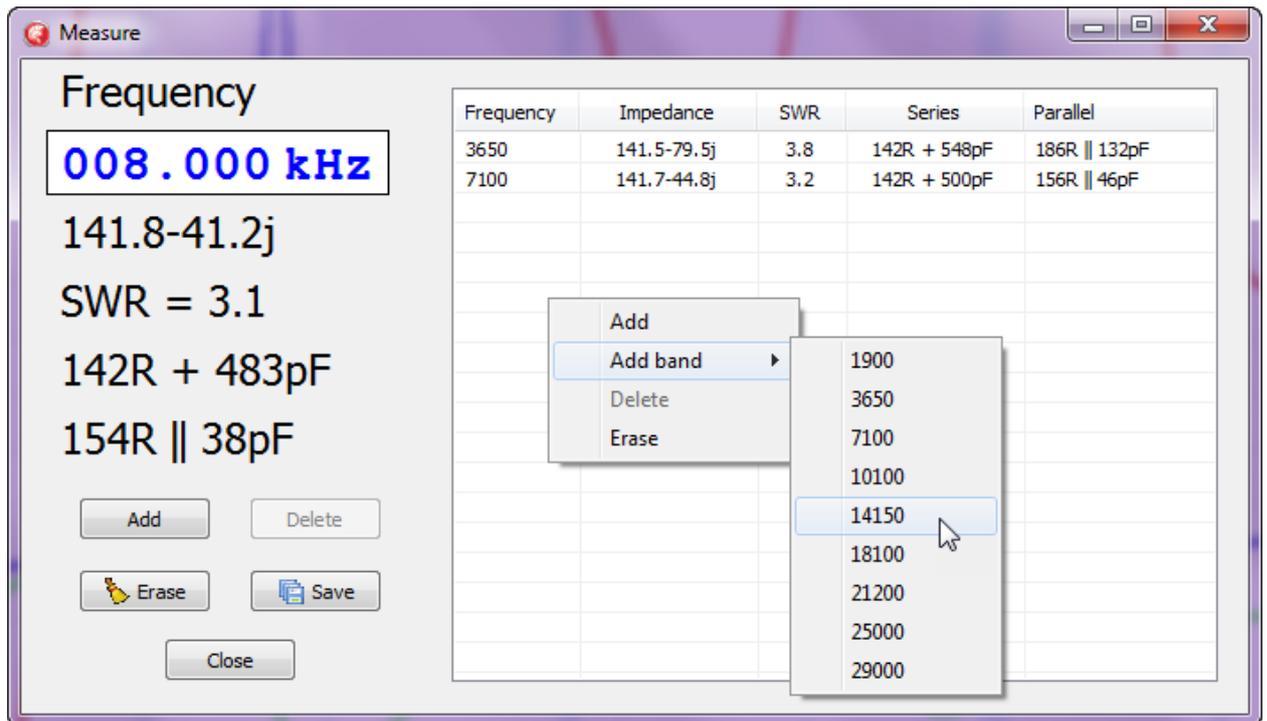
### Управление графиками

Нажатие на правой панели кнопки  позволяет сохранить изображение графиков в файл в формате JPEG.

Используя кнопки сохранения  и загрузки  можно сохранять измерения на диске для дальнейшего анализа.



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

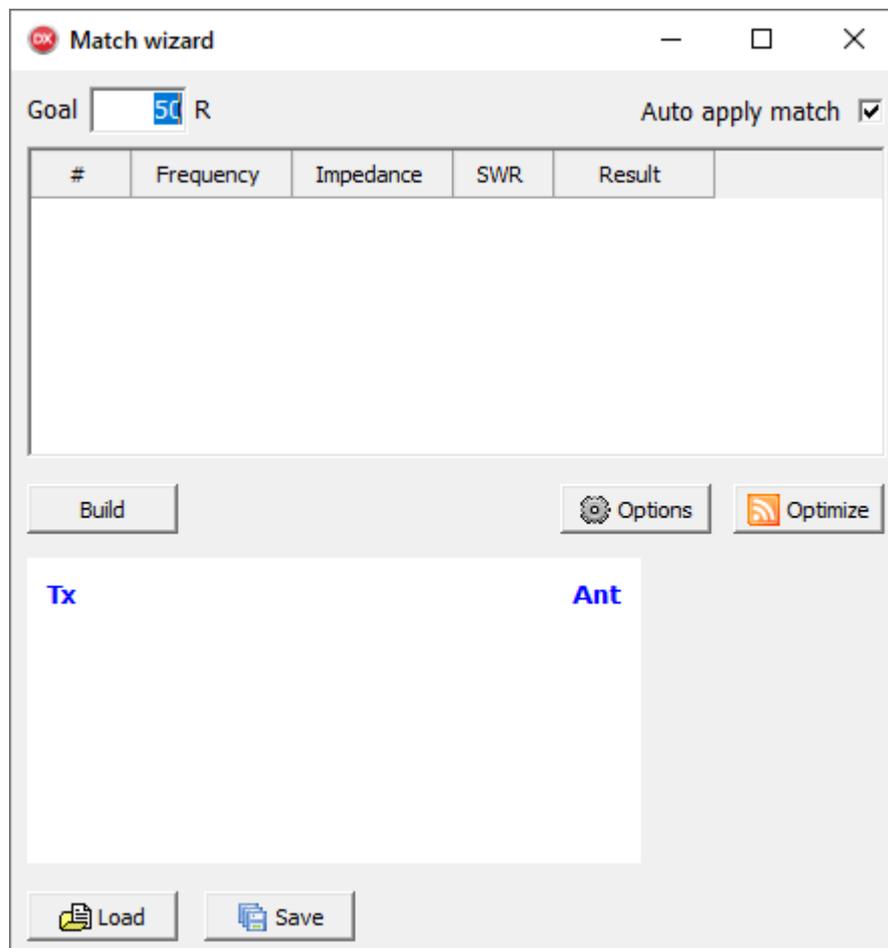


## Расчёт цепей согласования

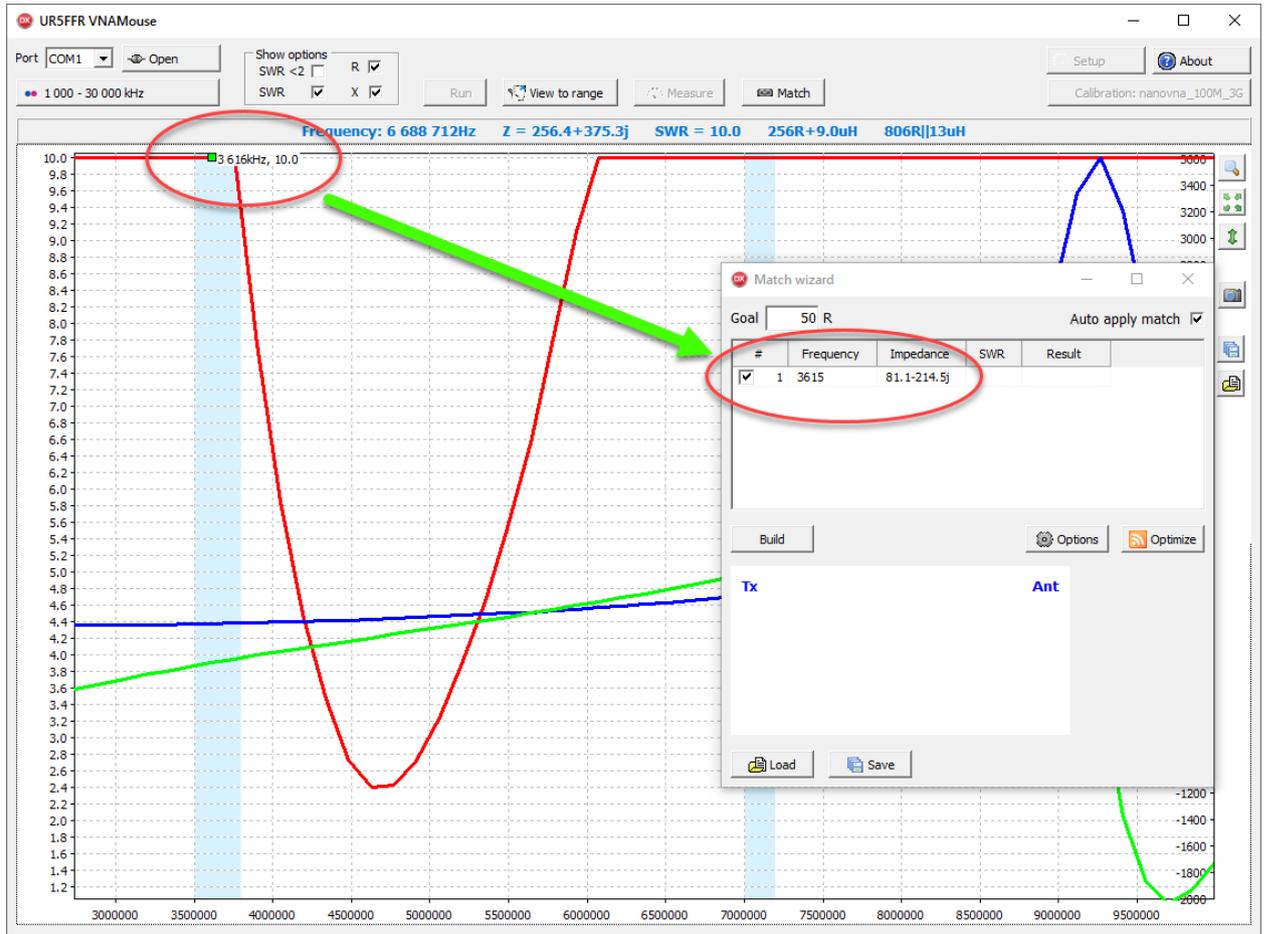
Нажмите кнопку «Match» в главном окне



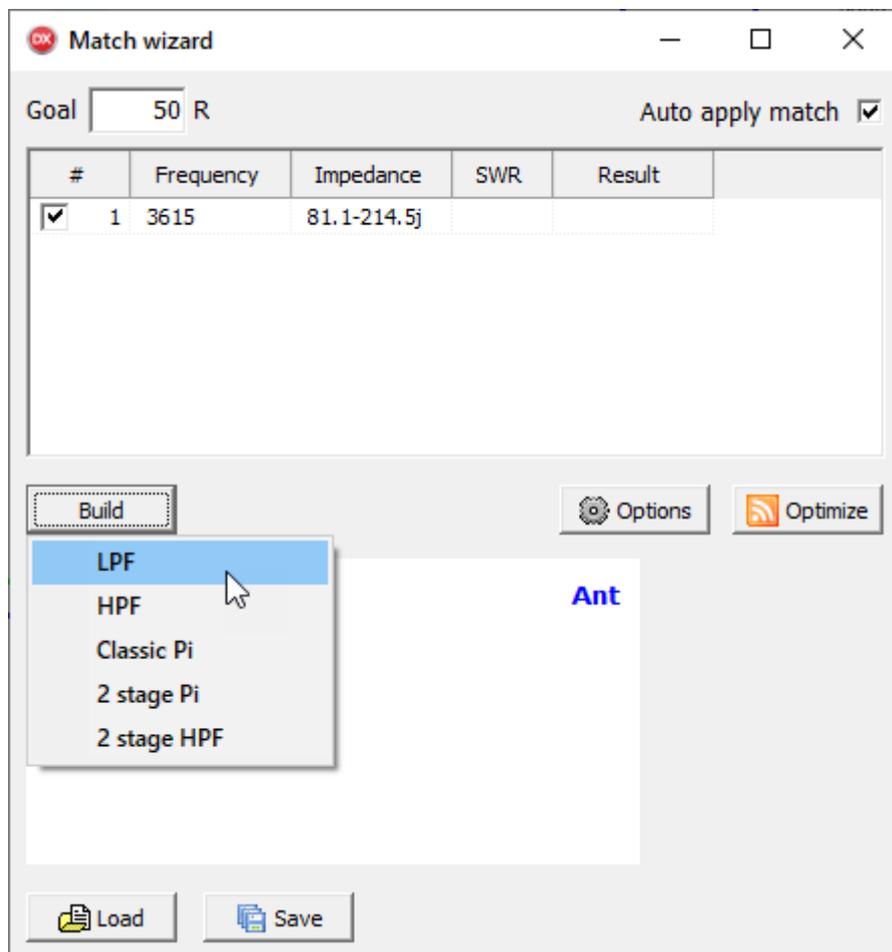
Откроется окно расчёта цепи согласования комплексного импеданса



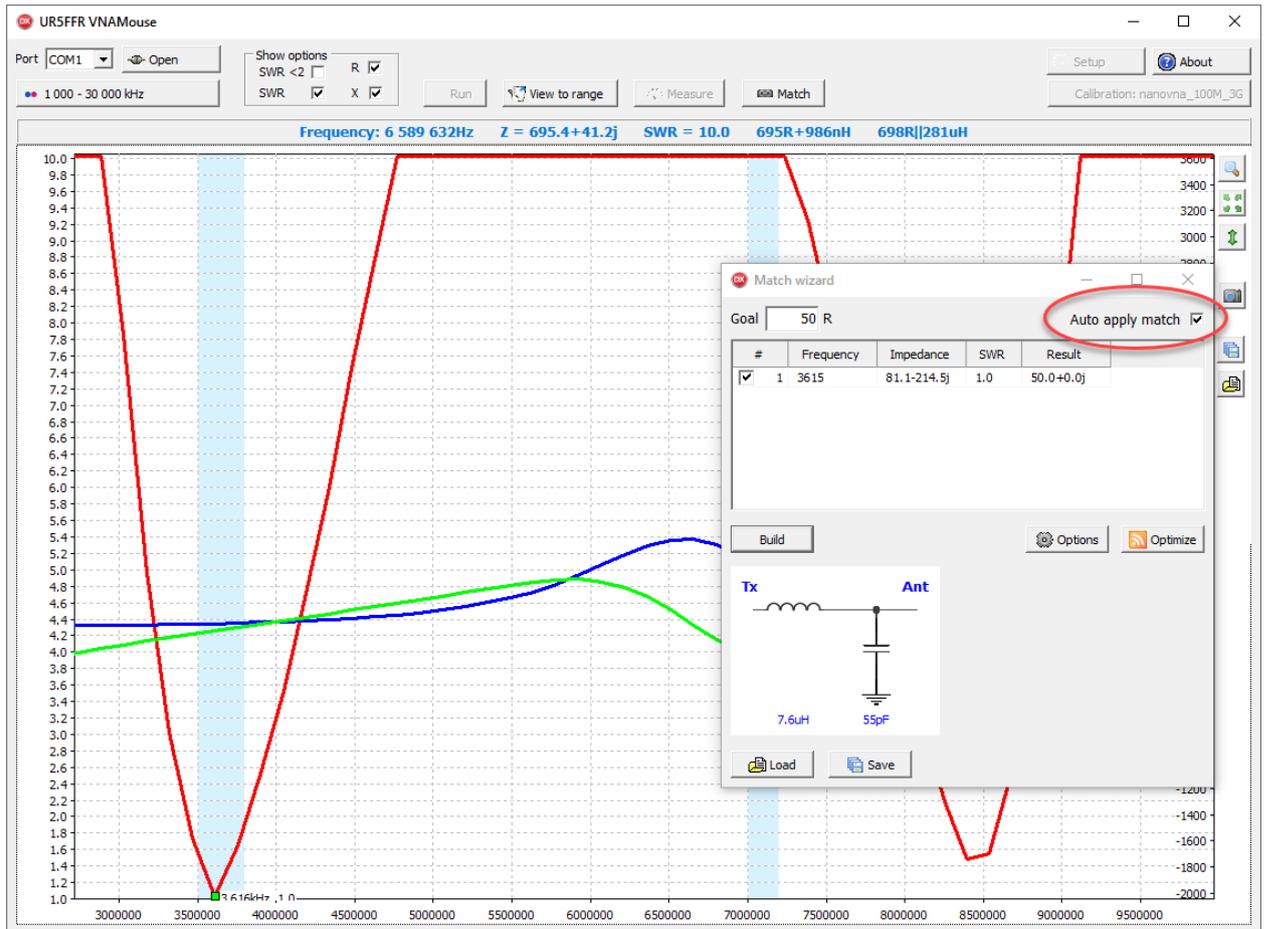
Для задания частоты (одной или нескольких) на которых необходимо рассчитать цепь согласования поставьте маркер на графике измерений двойным кликом левой кнопки мыши



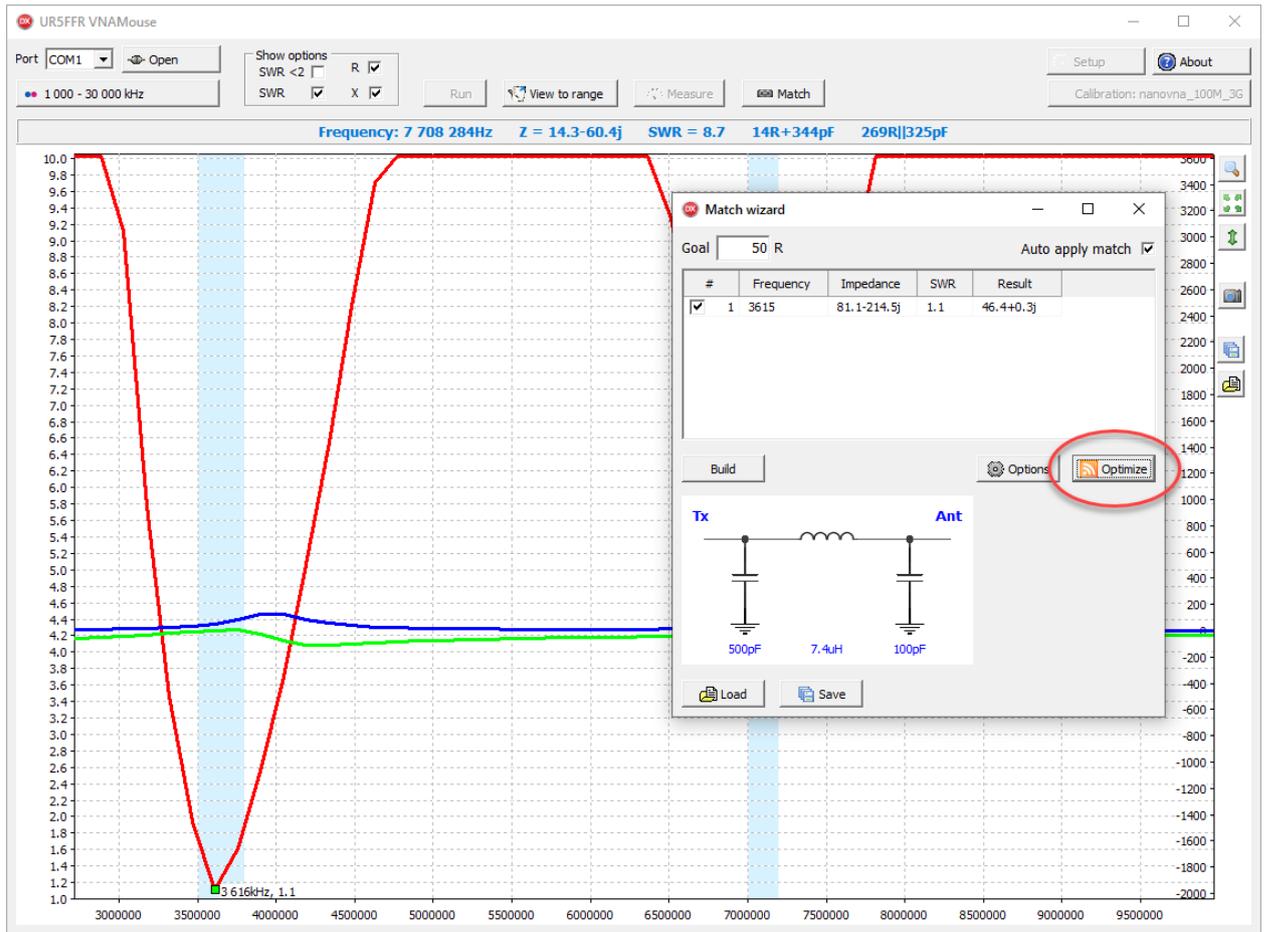
Далее нажмите кнопку «Build» и выберите требуемую топологию цепи согласования



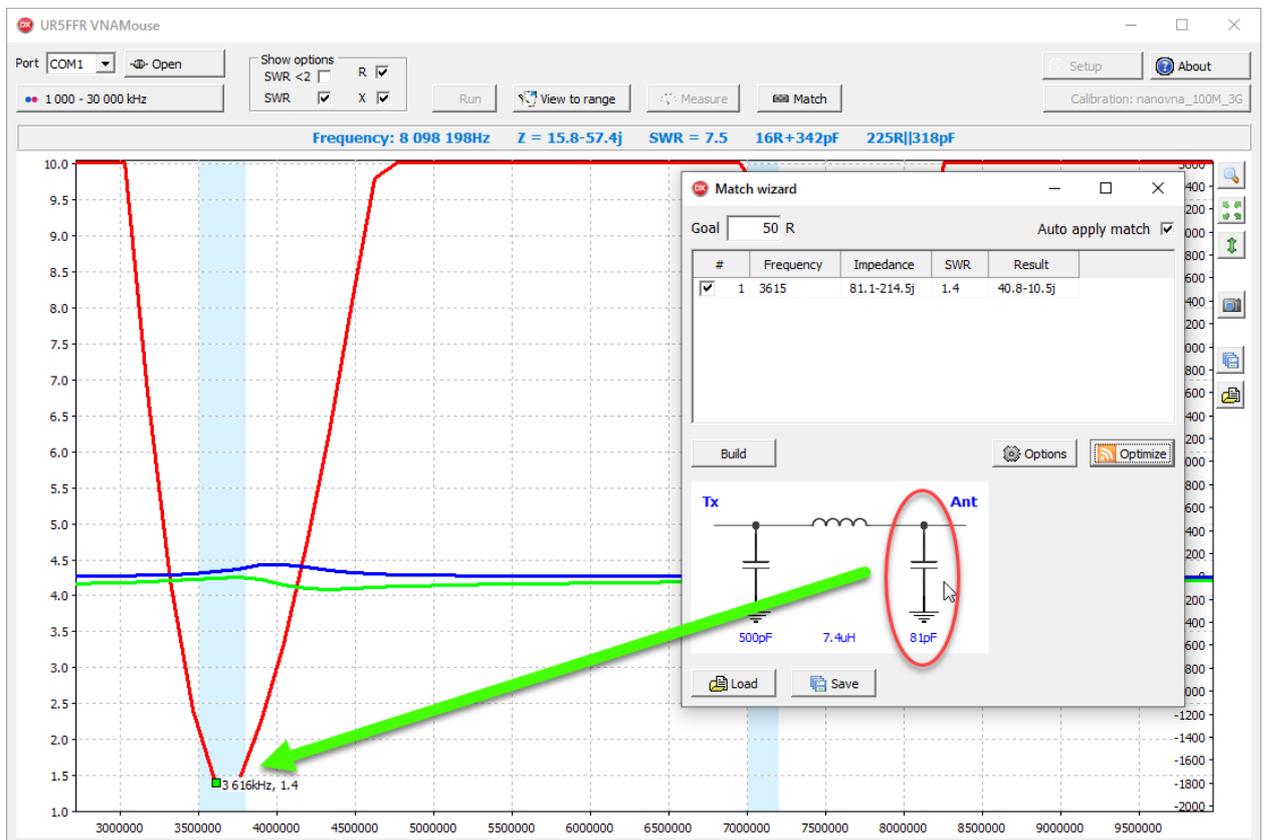
Будет построена цепь согласования и в основном окне отображены результаты ее применения.  
Для автоматического отображения результатов изменения цепи согласования на панораме  
должен быть включено «Auto apply match»



Автоматический расчет цепи при ее построении производится только для простых цепей вида LPF/HPF. Для более сложных цепей необходимо нажать кнопку «Optimize» чтобы программа оптимизировала параметры цепи согласования.

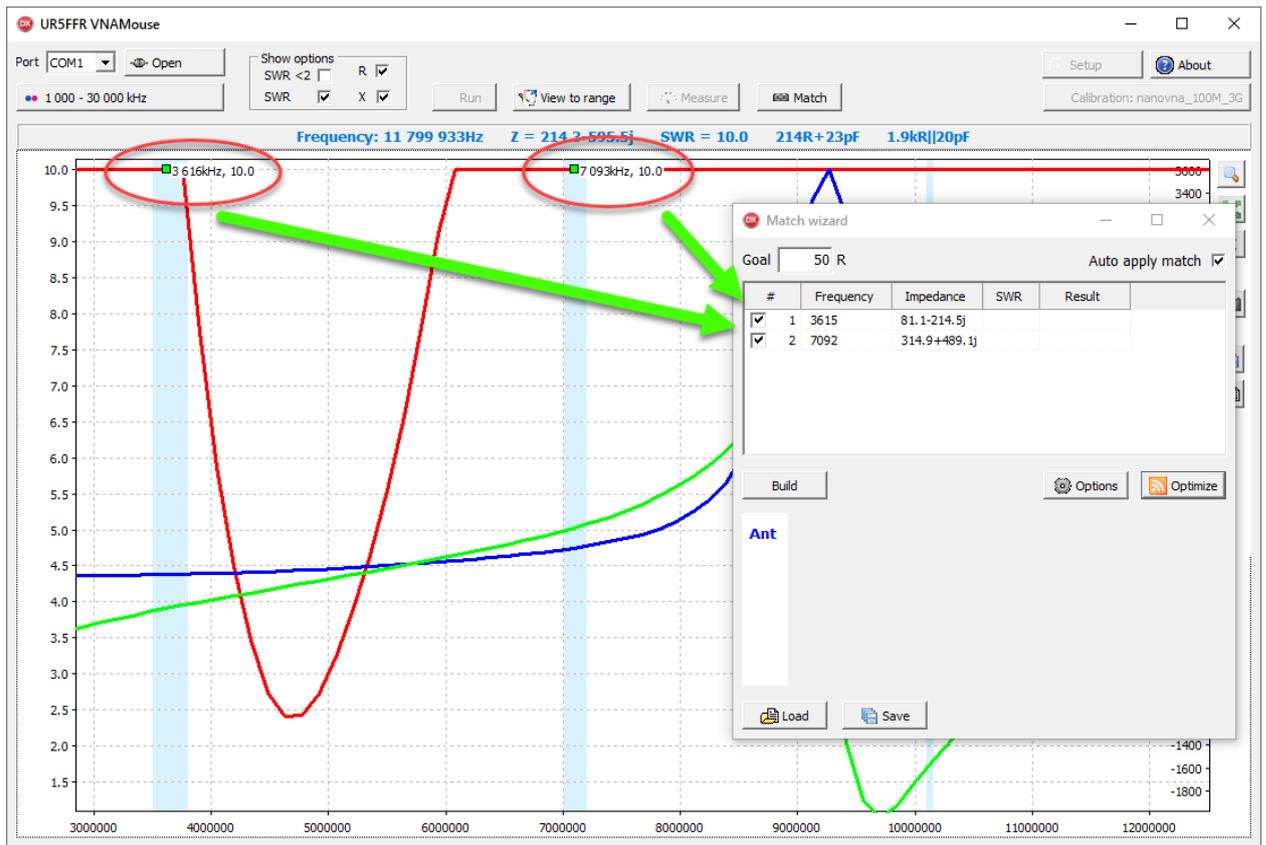


Используя колесо прокрутки мыши на элементах схемы цепи согласования можно изменять их значения и сразу же смотреть как изменится согласование на панораме

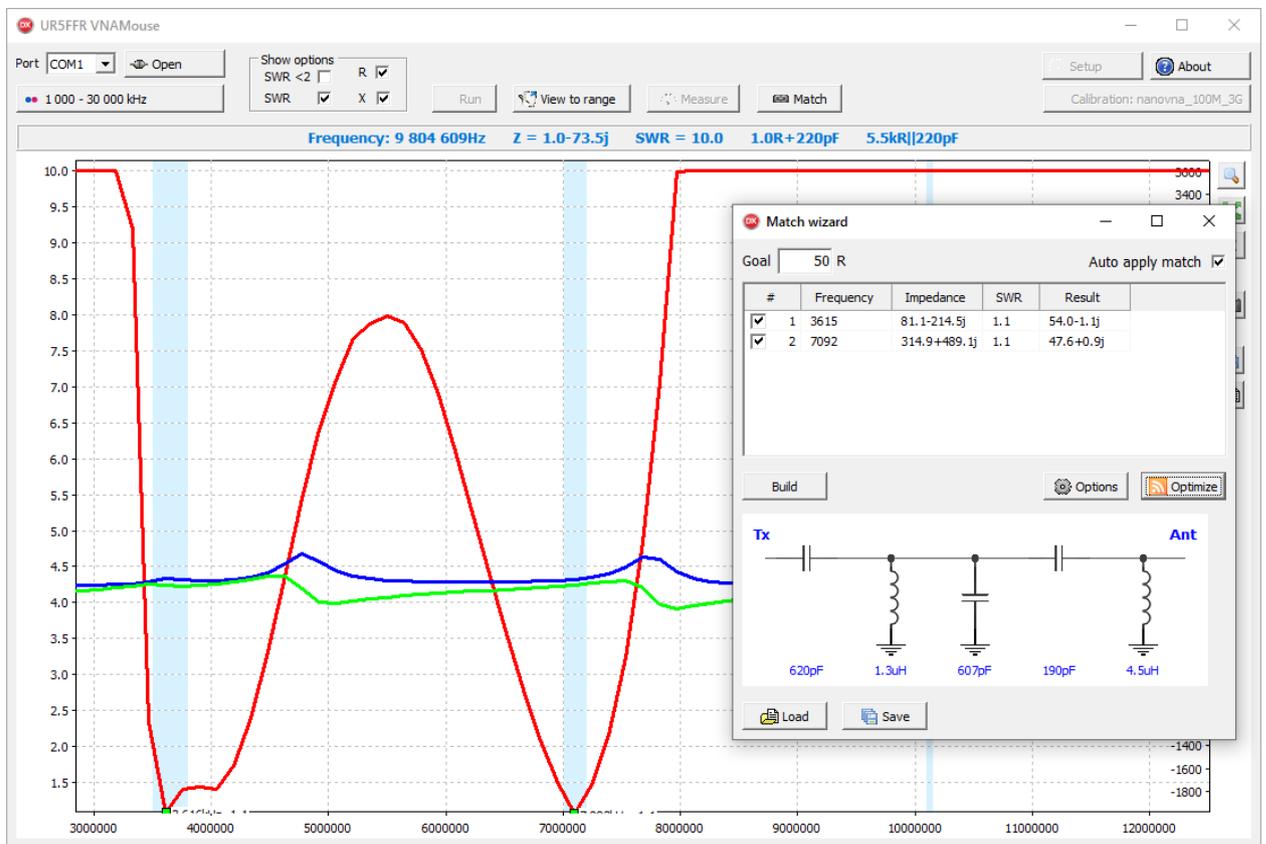


## Расчёт цепей согласования для нескольких частот

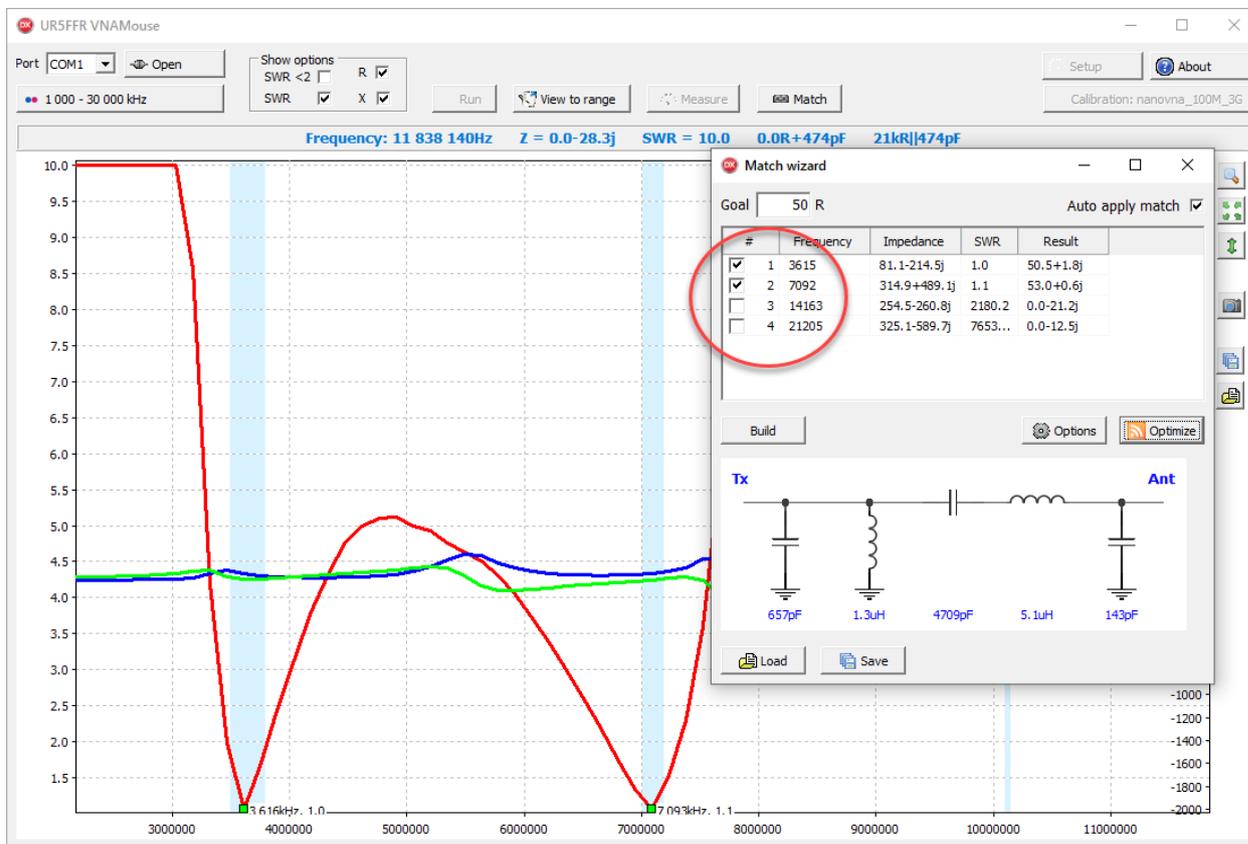
Используя двойной клик мыши поставьте маркеры на интересующих вас частотах – они добавятся в список частот в окне расчета согласования



Нажмите кнопку «Build» и выберите сложную цепь согласования, например, «2 stage Pi». Нажмите кнопку «Optimize» чтобы программа оптимизировала цепь согласования



Можно добавить много частот, но рассчитывать цепь согласования только для выбранных. Например, расчет согласования для 20м и 15м



## Настройки расчета

Нажмите кнопку «Options». Откроется окна с настройками расчета согласование

**Matching options**

Min capacitance: [ ] pF  
 Max capacitance: 10000 pF  
 Min inductance: 10 nH  
 Max inductance: 30000 nH

Allow change series/parallel:   
 Allow change L/C:   
 Max count of inductance: 0

Inductor physical model  
 Inductor Q: 200  
 At frequency: [ ] MHz

Capacitor physical mode  
 Capacitor Q: 500  
 At frequency: [ ] MHz

OK Cancel

Параметры min/max capacitance/inductance задают пределы в которых оптимизатор может варьировать номиналы цепи согласования.

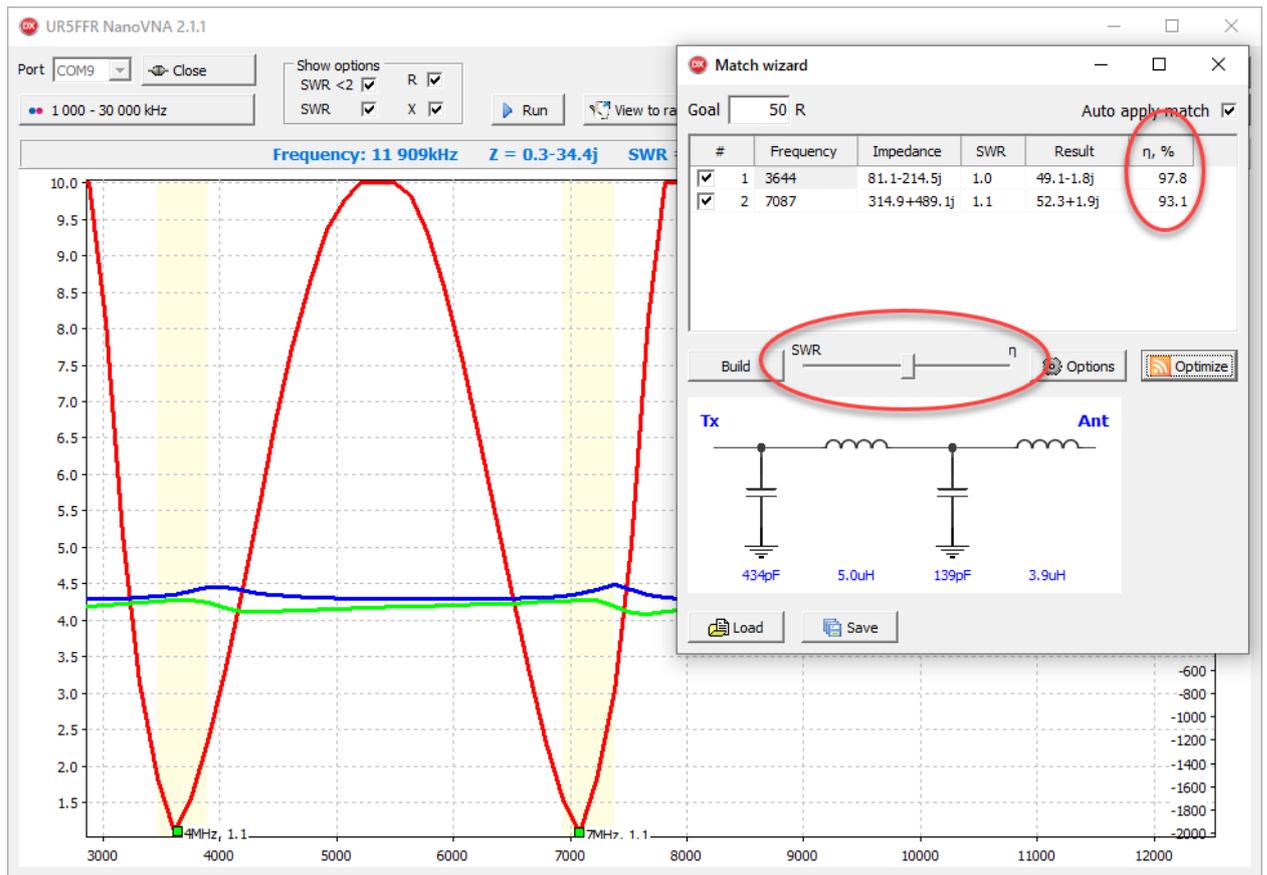
Allow change series/parallel разрешает оптимизатору менять топологию схемы используя параллельное и последовательное включение элементов.

Allow change L/C позволяет оптимизатору заменять в схеме конденсаторы на индуктивности и обратно.

Max count of inductance задает максимальное количество индуктивностей. Это ограничение имеет смысл если оптимизатору разрешено самостоятельно выбирать типы элементов цепи. Значение 0 говорит об отсутствии ограничений.

Программа позволяет учитывать физические свойства элементов цепи согласования. Для этого задаются добротности элементов.

При расчете с учетом физических свойств в таблице появляется дополнительная колонка, отображающая КПД. Кроме этого отображается ползунок который позволяет задавать баланс между КСВ и КПД при оптимизации цепи согласования.



## Расчёт цепей согласования заданной топологии

Если нужно рассчитать цепь согласования фиксированной топологии необходимо запретить оптимизатору изменять ее. Укажем это в опциях

Matching options

Min capacitance: 1 pF  
 Max capacitance: 10000 pF  
 Min inductance: 10 nH  
 Max inductance: 30000 nH

Inductor physical model  
 Inductor Q: 200  
 At frequency: \_\_\_\_\_ MHz

Capacitor physical mode  
 Capacitor Q: 500  
 At frequency: \_\_\_\_\_ MHz

Allow change series/parallel:   
 Allow change L/C:   
 Max count of inductance: 0

OK Cancel

Теперь нажмем кнопку «Build» и выберем «2 stage Pi». Нажмем кнопку «Optimize»

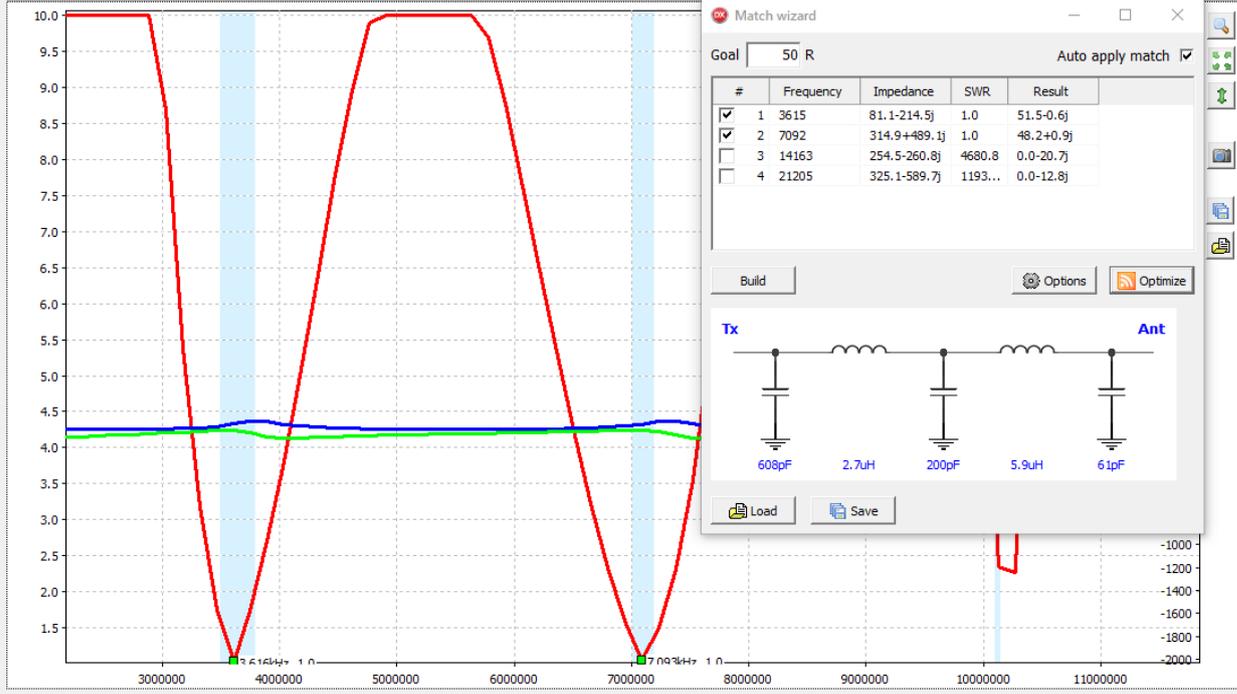
Port COM1 Open

Show options  
SWR < 2 R X  
SWR X X

Run View to range Measure Match

Setup About  
Calibration: nanovna\_100M\_3G

Frequency: 8 234 934Hz Z = 5.3-47.8j SWR = 10.0 5.3R+403pF 438R|[398pF



Match wizard

Goal 50 R Auto apply match

#	Frequency	Impedance	SWR	Result
<input checked="" type="checkbox"/>	1 3615	81.1-214.5j	1.0	51.5-0.6j
<input checked="" type="checkbox"/>	2 7092	314.9+489.1j	1.0	48.2+0.9j
<input type="checkbox"/>	3 14163	254.5-260.8j	4680.8	0.0-20.7j
<input type="checkbox"/>	4 21205	325.1-589.7j	1193...	0.0-12.8j

Build Options Optimize

Tx Ant

608pF 2.7uH 200pF 5.9uH 61pF

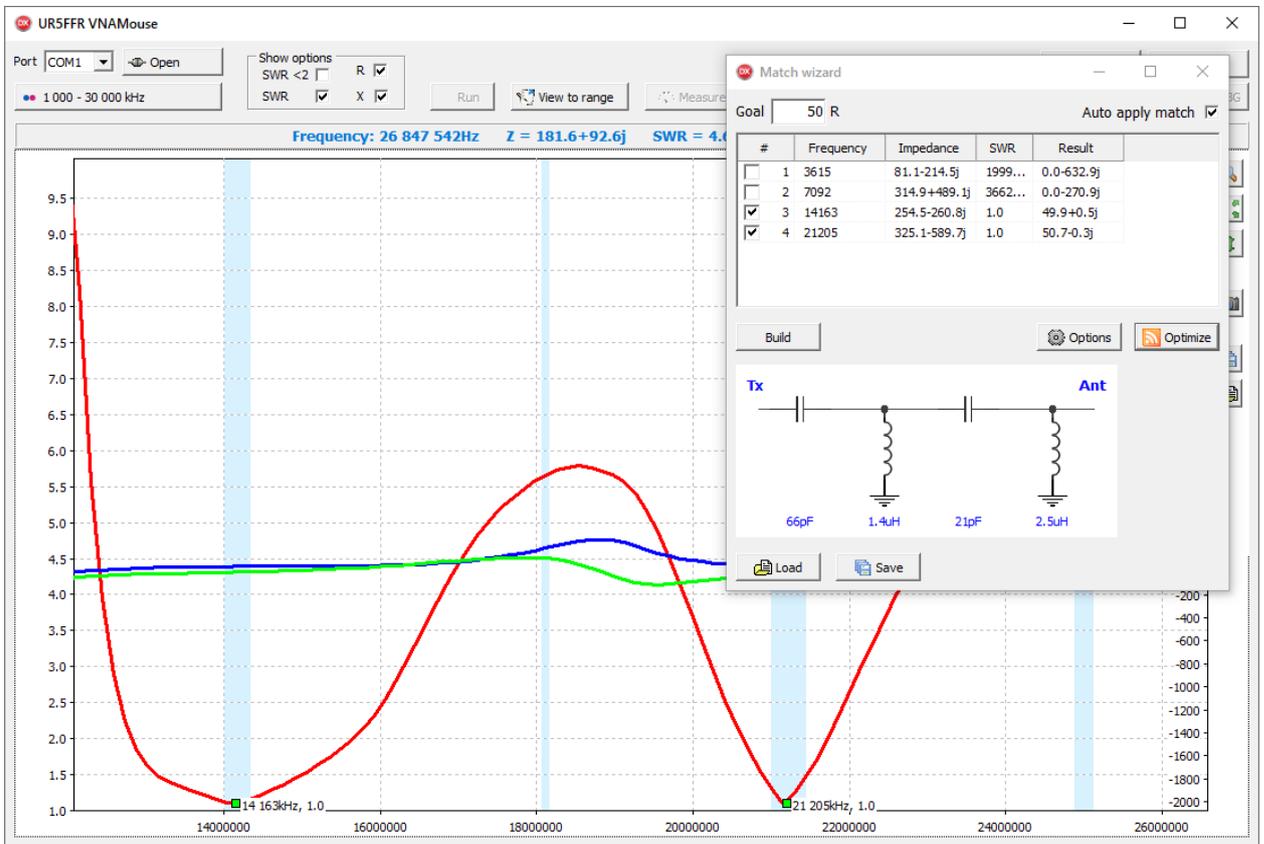
Load Save

## Расчёт цепей согласования произвольной топологии

Правым кликом мыши на схеме цепи согласования вызовите контекстное меню

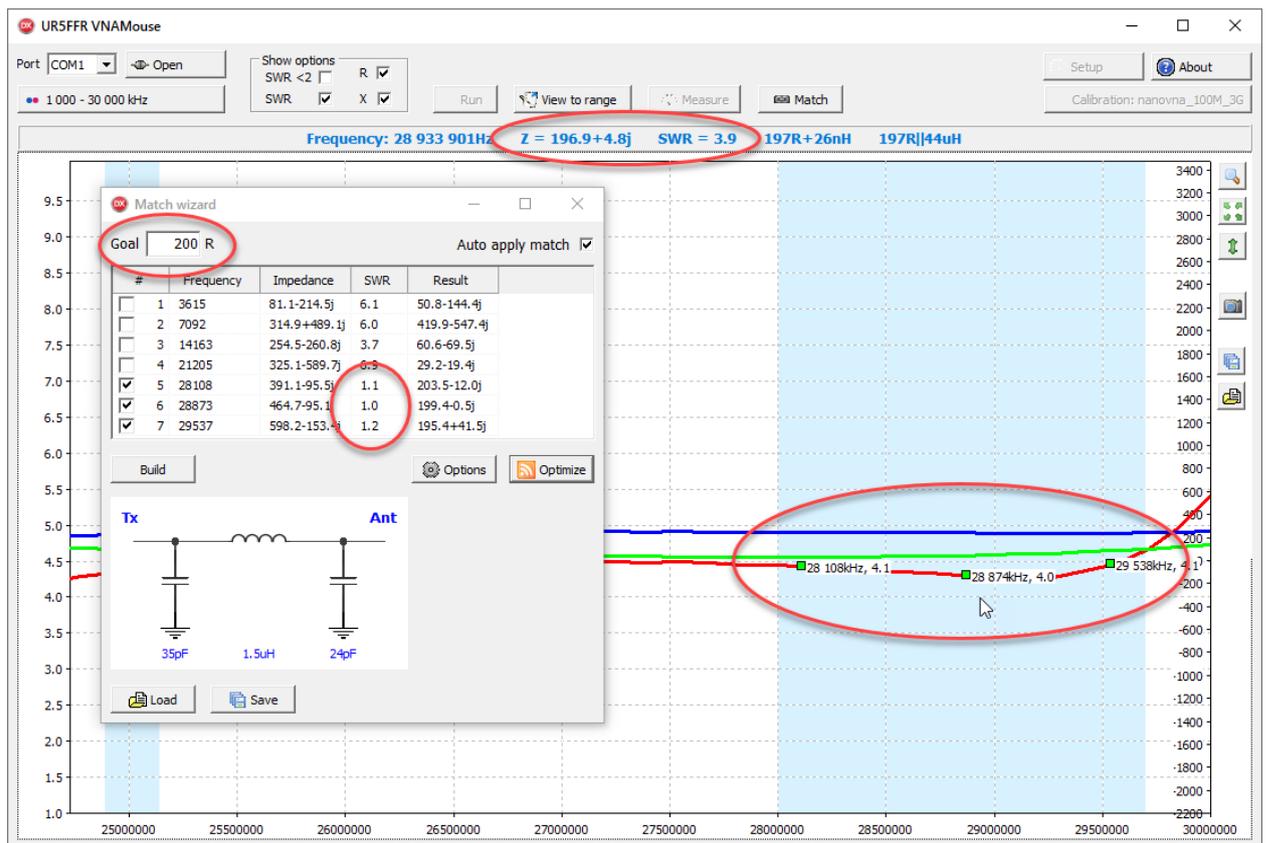
#	Frequency	Impedance	SWR	Result	
<input checked="" type="checkbox"/>	1	3615	81.1-214.5j	1.0	51.5-0.6j
<input checked="" type="checkbox"/>	2	7092	314.9+489.1j	1.0	48.2+0.9j
<input type="checkbox"/>	3	14163	254.5-260.8j	4680.8	0.0-20.7j
<input type="checkbox"/>	4	21205	325.1-589.7j	1193...	0.0-12.8j

В нем возможно добавлять/удалять элементы, изменять их тип и включение. Двойным кликом мыши по элементу на схеме можно изменять его включение с параллельного на последовательное и обратно. После задания топологии цепи согласования нажмите кнопку «Optimize»



Программа прекращает поиск вариантов согласования если во всех точках достигнут КСВ не хуже 1.1 либо если поиск продолжается более 10 минут. В некоторых случаях программа не может найти оптимальное значение параметров цепи согласования. Обычно это происходит если цепь содержит слишком мало узлов а количество точек согласования велико. Чтобы остановить поиск нажмите кнопку «Abort» в окне оптимизатора, увеличьте количество узлов в цепи либо измените ее топологию, или уменьшите количество выбранных точек (частот) для построения цепи согласования.

Согласование можно рассчитать для получения результирующего импеданса отличного от 50ом. Введите требуемый импеданс в поле «Goal» и нажмите кнопку «Optimize». Ниже пример расчета цепи согласования для 10м диапазона и целевым импедансом 200ом



Цепь согласования можно сохранить либо загрузить из файла используя кнопки «Load» и «Save» внизу окна.

The screenshot shows the 'Match wizard' window with the following components:

- Goal:** 50 R
- Auto apply match:**
- Table:**

#	Frequency	Impedance	SWR	Result	$\eta$ , %
<input checked="" type="checkbox"/> 1	3644	81.1-214.5j	1.0	49.1-1.8j	97.8
<input checked="" type="checkbox"/> 2	7087	314.9+489.1j	1.1	52.3+1.9j	93.1

Below the table are controls for 'Build', 'SWR', and  $\eta$ , along with 'Options' and 'Optimize' buttons.

The circuit diagram shows a transmission line between 'Tx' and 'Ant' with the following components:

- Capacitor: 434pF
- Inductor: 5.0uH
- Capacitor: 139pF
- Inductor: 3.9uH

At the bottom, the 'Load' and 'Save' buttons are circled in red.