

# **Векторный анализатор радиоцепей**

## **NanoVNA-F V2**

**Инструкция по эксплуатации**

## Содержание

1 Введение.....	4
1.1 О NanoVNA-F V2.....	4
1.2 Характеристики .....	4
1.3 Основы ВАЦ (VNA).....	5
2 Внешний вид .....	5
3 Интерфейс пользователя.....	6
3.1 Основной экран.....	6
3.2 Главное меню .....	9
3.3 Виртуальная клавиатура.....	9
4 Меню .....	10
4.1 DISPLAY .....	10
4.1.1 TRACE (Трасса) .....	10
4.1.2 FORMAT (Формат).....	11
4.1.3 SCALE (Масштаб) .....	12
4.1.4 REF POS (Опорная позиция) .....	12
4.1.5 CHANNEL (Канал) .....	13
4.2 DISPLAY .....	13
4.2.1 SELECT (Выбор) .....	13
4.2.2 SEARCH (Поиск).....	15
4.2.3 OPERATIONS (Операции).....	15
4.2.4 DRAG ON (Перетаскивание) .....	16
4.3 STIMULUS (Стимул).....	16
4.3.1 START (Начало).....	16
4.3.2 STOP (Конец) .....	16
4.3.3 CENTER (Центр).....	16
4.3.4 SPAN (Полоса обзора) .....	16
4.3.5 CW PULSE (CW Испульс) .....	17
4.3.6 SIGNAL GENERATOR (Генератор сигналов).....	17
4.3.7 PAUSE SWEEP (Пауза сканирования).....	17
4.4 CAL (Калибровка) .....	18
4.4.1 APPLY (Применить) .....	18
4.4.2 RESET (Сброс).....	18

4.4.3 CALIBRATE (Калибровать).....	19
4.5 RECALL/SAVE (Вызов/сохранение) .....	22
4.5.1 RECALL (Вызов) .....	22
4.5.2 SAVE (Сохранение) .....	22
4.6 TDR (Рефлектометрия во временной области) .....	22
4.7 CONFIG (Конфигурация).....	24
4.7.1 ELECTRICAL DELAY (Электрическая задержка).....	24
4.7.2 L/C MATCH (L/C согласование) .....	25
4.7.3 SWEEP POINTS (Точки сканирования) .....	26
4.7.4 TOUCH TEST (Тест тачскрина).....	26
4.7.5 LANGSET (Язык).....	26
4.7.6 ABOUT (О приборе) .....	26
4.7.7 BRIGHTNESS (Яркость) .....	27

## 1 Введение

### 1.1 О NanoVNA-F V2

NanoVNA-F V2 это портативный векторный анализатор цепей, работающий на частотах до 3 ГГц. Он оснащен алюминиевым качественным корпусом и 4.3-дюймовым IPS LCD, встроенным Li-Ion аккумулятором 5000 mAh, обеспечивающим время непрерывной работы до 7 часов. Экран снабжен тачскрином.

Дизайн NanoVNA-F V2 основан на edy555 NanoVNA и OwOcomm SAA-V2, программное обеспечение и интерфейс пользователя тщательно проработаны и оптимизированы. Принцип работы NanoVNA-F V2 совместим с NanoVNA-F. Диапазон частот измерений NanoVNA-F V2 расширен до 3 ГГц, динамический диапазон также расширен, результаты измерений более точны, работать стало удобнее.

### 1.2 Характеристики

Параметр	Значение	Условия
Диапазон частот	50 кГц .. 3 ГГц	
Выходная мощность RF	-10dBm	50 кГц .. 140 МГц
	-9dBm	140 МГц .. 1 ГГц
	-12dBm	1 ГГц .. 2 ГГц
	-14dBm	2 ГГц .. 3 ГГц
Точность по частоте	< ±0.5ppm	
Динамический диапазон S21	70dB	50 кГц .. 1.5 ГГц
	60dB	1.5 ГГц .. 3 ГГц
Динамический диапазон S11	50dB	50 кГц .. 1.5 ГГц
	40dB	1.5 ГГц .. 3 ГГц
Точек сканирования (sweep points)	max 201	Конфигурируется в пределах 11 .. 201
Трассировок	max 4	
Маркеров	max 4	
Ячеек для настроек калибровки	max 7	
Время прохода сканирования	1.5 сек на 101 точек	
Экран	4.3 дюймов IPS LCD	Разрешение 800x480 точек
Тачскрин	RTP	
Встроенная батарея	Li 3.7V 5000mAh	
Порт данных и зарядки	USB Type-C	
Напряжение для зарядки	4.7V .. 5.5V, 2A	
Выход питания	USB Type A, 5V/1A	
Коннекторы RF	SMA мама	
Размеры	130x75x22 мм	
Корпус	Алюминий	
Рабочий диапазон температур	0°C .. 45°C	

### 1.3 Основы ВАЦ (VNA)

Векторный анализатор цепей (ВАЦ, VNA) — это наиболее часто используемый прибор в области ВЧ (высоких частот) и СВЧ (сверхвысоких частот). ВАЦ измеряет характеристики отражения и передачи исследуемого устройства (ИУ, DUT) в заданном диапазоне частот. ВАЦ обычно используется для измерения импеданса антенн, потерь в кабеле, фильтров, делителей мощности, ответвителей, дуплексеров, усилителей и т. д.

**Примечание:** Упоминаемый здесь термин «сеть» (network) не относится к компьютерным сетям. Когда много лет назад появилось название «network analyzer» (анализатор цепей), компьютерных сетей еще не существовало. В то время под «сетями» всегда подразумевались электрические цепи. Сегодня, когда мы говорим об объектах измерения анализаторов цепей, мы в основном имеем в виду устройства и радиоэлектронные компоненты.

NanoVNA-F V2 — это портативный двухпортовый векторный анализатор цепей, который можно использовать для измерения параметра  $S_{11}$  однопортовой цепи или параметров  $S_{11}$  и  $S_{21}$  двухпортовой цепи. Если вам необходимо измерить параметры  $S_{22}$  и  $S_{12}$  двухпортовой цепи, это можно сделать, поменяв местами подключение к измерительным portам.

Перед выполнением любых измерений ВАЦ должен быть откалиброван. Подробную информацию см. в разделе 4.4.

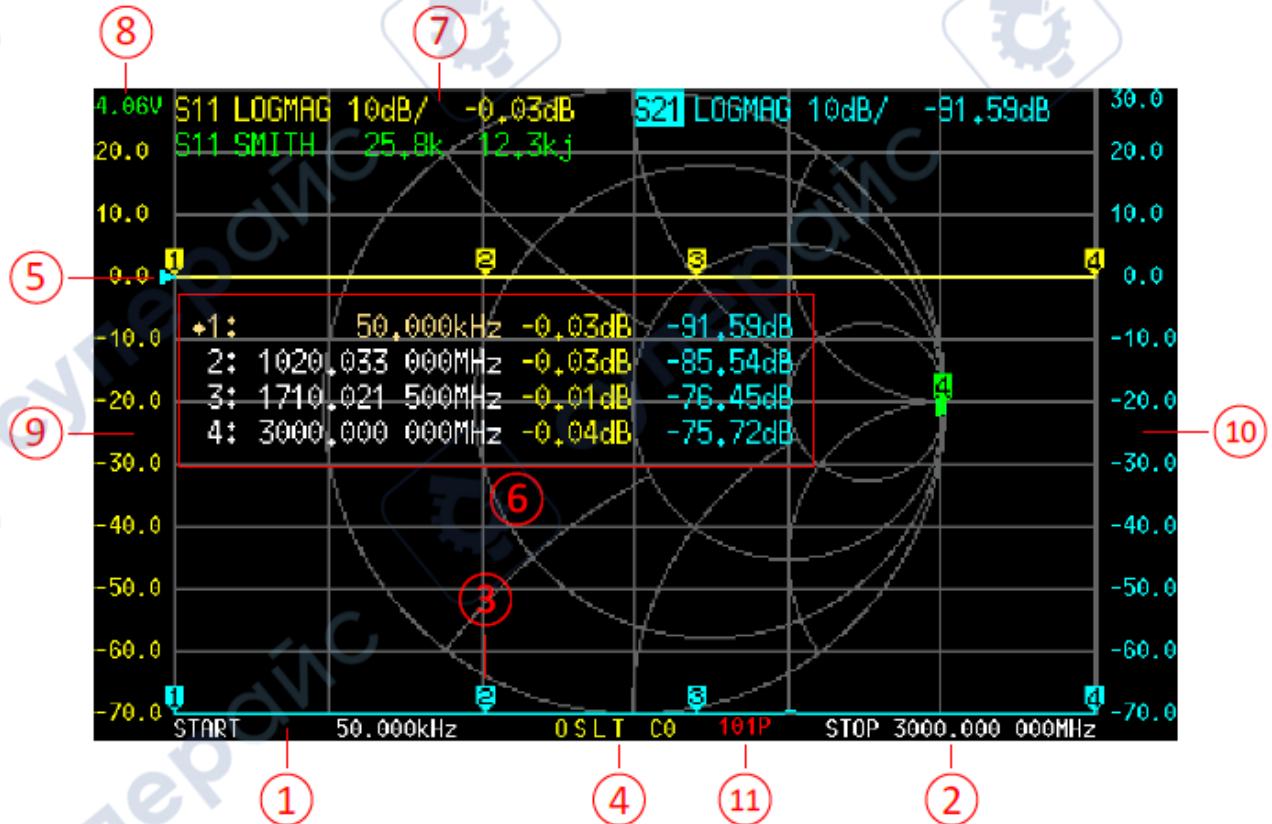
### 2 Внешний вид





### 3 Интерфейс пользователя

#### 3.1 Основной экран



## **① Начальная частота (START)**

В этой области отображается начальная частота (START).

## **② Конечная частота (STOP)**

В этой области отображается конечная частота (STOP).

## **③ Маркер, трасер.**

Одновременно может отображаться до 4 маркеров.

Активный маркер можно перемещать к любой из измеренных точек двумя способами:

- Нажатием кнопок UP (Вверх) или DOWN (Вниз).
- Перетаскиванием маркера по сенсорной панели (рекомендуется использовать стилус).

## **④ Статус калибровки**

O: Указывает, что выполнена калибровка OPEN (Холостой ход / Разрыв).

S: Указывает, что выполнена калибровка SHORT (Короткое замыкание).

L: Указывает, что выполнена калибровка LOAD (Согласованная нагрузка).

T: Указывает, что выполнена калибровка THROUGH (Сквозное соединение / Перемычка).

C: Указывает, что устройство откалибровано.

\*: Указывает, что данные калибровки не сохранены и будут потеряны при выключении питания.

c: Указывает, что используется интерполяция данных калибровки.

Cn: Указывает, что загружены соответствующие данные калибровки (7 наборов от 0 до 6).

## **⑤ Опорная позиция**

Опорная позиция соответствующей трассы. Позицию можно поменять через меню

**【DISPLAY】 → 【REF POS】**

## **⑥ Таблица маркеров**

Одновременно может отображаться до 4 наборов информации о маркерах; каждый набор включает частоту и 2 других параметра.

Ромбовидный значок перед таблицей указывает, какой маркер является активным.

Вы можете открыть, выбрать или закрыть маркер через меню:

**【MARKER】 → 【SELECT】 → 【MARKER n】**

Для быстрой активации маркера можно коснуться области значения частоты в соответствующей строке таблицы маркеров (рекомендуется использовать стилус).

Таблицу маркеров можно перемещать вверх и вниз через меню:

**【MARKER】 → 【SELECT】 → 【POSITION】**

Таблицу маркеров можно перетаскивать, коснувшись и удерживая область измеренных значений в таблице более 0,5 секунды.

Если вы хотите сохранить настройку положения таблицы маркеров, это можно сделать через меню:

**【RECALL/SAVE】 → 【SAVE】 → 【SAVE n】**

## **⑦ Окно статуса трассы**

Показывает состояние каждого формата трассировки и значение, соответствующее Здесь отображается статус формата каждой трассы и значение, соответствующее активному маркеру.

Например, если на дисплее отображается: **S21 LOGMAG 10dB / 0.03dB**, это следует читать так:

Голубая трасса является текущей активной.

Канал: PORT2 (передача).

Формат: LOGMAG (логарифмическая амплитуда).

Масштаб: 10 дБ/дел.

Значение S21 на текущей частоте составляет 0,03 дБ.

Касание любого набора в окне статуса трассы активирует соответствующую трассу.

Если трасса активна, касание определенной области окна статуса вызывает быстрые команды:

Касание области «канал» (например, S21) быстро переключает канал.

Касание области «формат» (например, LOGMAG) быстро открывает меню FORMAT.

Касание области «масштаб» (например, 10dB/) быстро открывает меню SCALE и REFERENCE POSITION.

**Область канала: нажмите сюда, чтобы быстро выбрать канал**

**Область формата: нажмите сюда, чтобы быстро открыть меню FORMAT**

**Область масштаба: ткните сюда, чтобы быстро открыть меню SCALE**



### ⑧ Напряжение батареи

Здесь отображается напряжение встроенной литиевой батареи. Если напряжение батареи ниже 3,3 В, пожалуйста, зарядите устройство.

### ⑨ Левая ось ординат

Левая ось ординат всегда показывает метки шкалы трассы 0. Коснитесь области левой оси ординат, чтобы быстро настроить масштаб трассы 0.

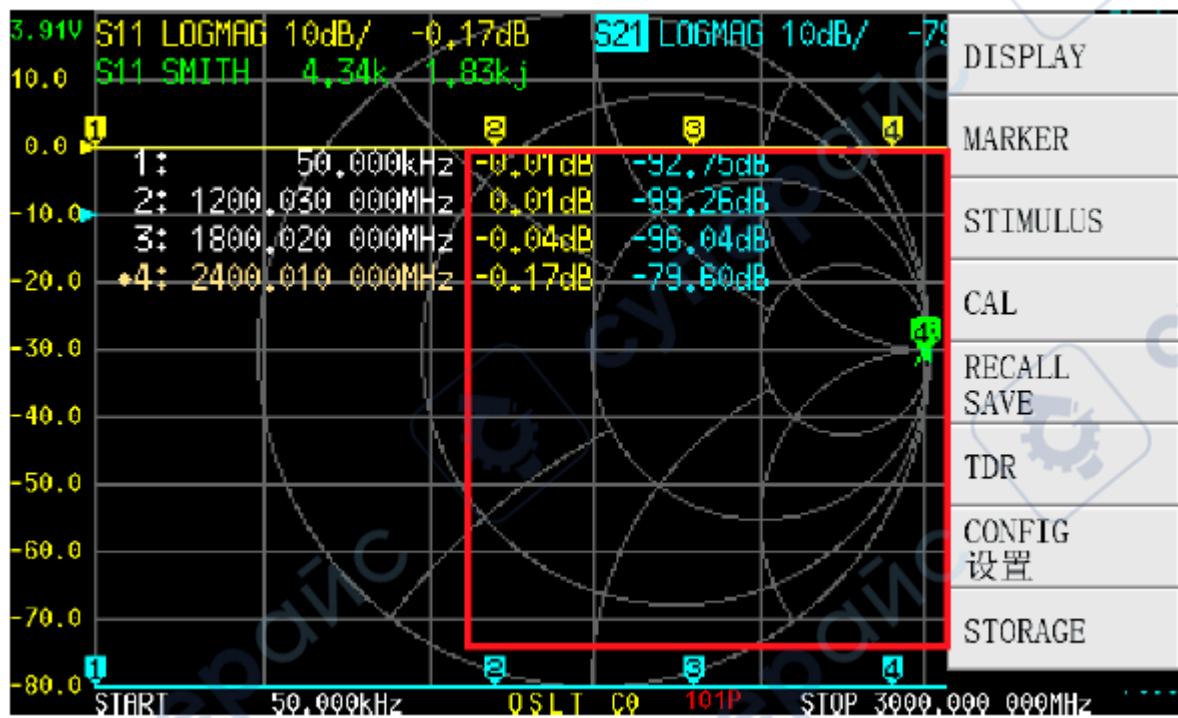
### ⑩ Правая ось ординат

Правая ось ординат всегда показывает метки шкалы текущей активной трассы. Коснитесь области правой оси ординат, чтобы быстро настроить масштаб текущей активной трассы.

### ⑪ Точки сканирования

Показывает количество точек сканирования.

### 3.2 Главное меню



Меню можно открыть следую операциям:

- Нажать на показанную красным область на картинке выше
- Нажать на среднюю кнопку

### 3.3 Виртуальная клавиатура



START

433 . 92

Виртуальная клавиатура включает в себя цифровые клавиши, клавишу удаления (Backspace), клавиши единиц измерения и клавишу подтверждения (Ok).

Клавиша Backspace используется для удаления одного символа. Если поле ввода пусто, нажатие на клавишу Backspace приведет к закрытию клавиатуры.

Клавиши единиц измерения (G, M, k) умножают текущее введенное значение на соответствующую единицу (ГГц, МГц и кГц соответственно) и немедленно завершают ввод.

Клавиша Ok соответствует множителю x1; при нажатии Ok введенное значение принимается без изменений.

#### Примеры ввода:

100 кГц: введите 100 + k или 100000 + Ok;

433.92 МГц: введите 433.92 + M;

2.4 ГГц: введите 2.4 + G.

## 4 Меню

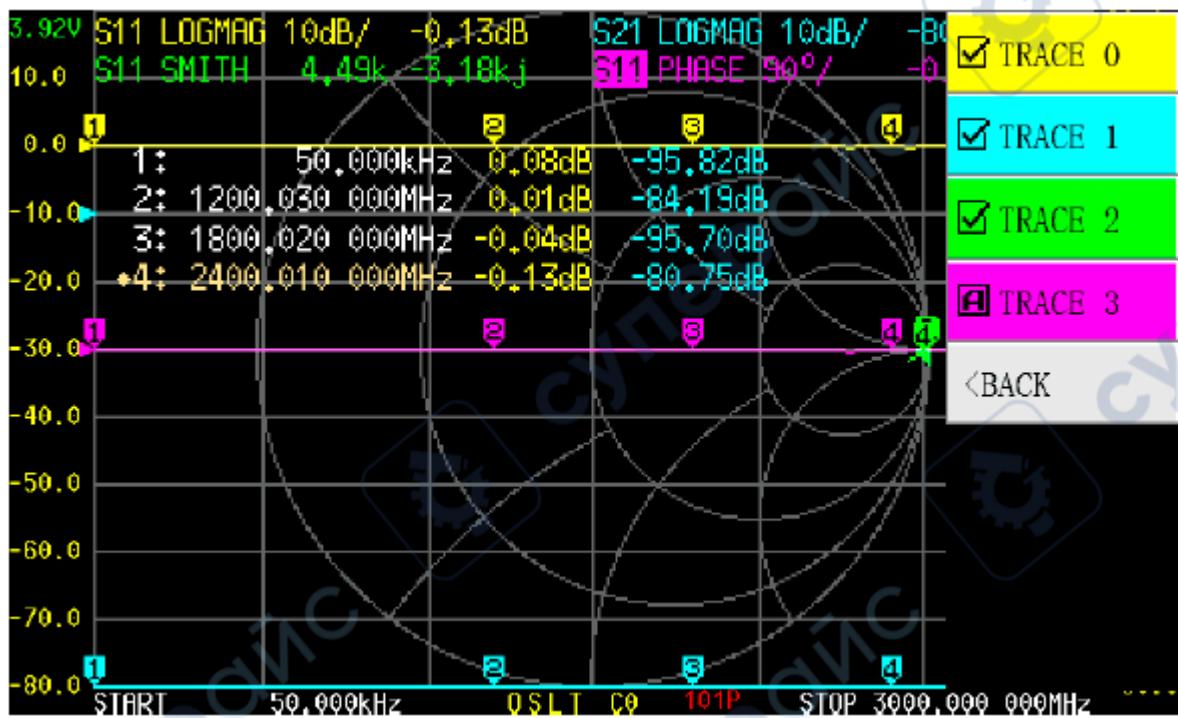
### 4.1 DISPLAY

Меню DISPLAY содержит пункты **【TRACE】**, **【FORMAT】**, **【SCALE】**, **【REF POS】**, **【CHANNEL】**



#### 4.1.1 TRACE (Трасса)

Меню TRACE содержит **【TRACE 0】**, **【TRACE 1】**, **【TRACE 2】**, **【TRACE 3】**.



Нажатие на **【TRACE n】** (например, **【TRACE 2】**) откроет и активирует Трассу 2, при этом перед названием «TRACE 2» появится маркер **A**.

Нажатие на другой пункт меню (например, **【TRACE 3】**) откроет и активирует Трассу 3. В этот момент маркер **A** появится перед «TRACE 3», а маркер перед «TRACE 2» сменится на **✓**. Это означает, что открыты (отображаются) Трасса 2, и Трасса 3, но текущей активной является Трасса 3.

Когда трасса активна, область канала этой трассы в окне статуса подсвечивается (как показано на рисунке выше, где подсвечен **S11**).

Нажатие на пункт меню с маркером **A** закроет соответствующую трассу.

#### 4.1.2 FORMAT (Формат)

Меню **【FORMAT】** используется для настройки формата отображения трасс. Доступны следующие форматы: LOGMAG, PHASE, DELAY, SMITH R+jX, SMITH R+L/C, SWR, Q FACTOR, POLAR, LINEAR, REAL, IMAG, RESISTANCE, REACTANCE.

- **LOGMAG (Логарифмическая амплитуда):** по оси ординат откладывается логарифмическая амплитуда, по оси абсцисс — частота.
- **PHASE (Фаза):** по оси ординат откладывается фаза, по оси абсцисс — частота.
- **DELAY (Групповая задержка):** по оси ординат откладывается групповая задержка, по оси абсцисс — частота. Имеет смысл только для **S21**.
- **SMITH R+jX:** отображение импеданса на диаграмме Смита. Импеданс отображается в форме R+jX. Имеет смысл только для **S11**.
- **SMITH R+L/C:** отображение импеданса на диаграмме Смита. Импеданс отображается в форме R+L/C, где RR — активное сопротивление, а L/C — значение эквивалентной индуктивности или емкости. Имеет смысл только для **S11**.
- **SWR (KCB):** по оси ординат откладывается коэффициент стоячей волны (VSWR), по оси абсцисс — частота. Имеет смысл только для **S11**.

- **Q FACTOR (Добротность):** по оси ординат откладывается добротность, по оси абсцисс — частота.
- **POLAR (Полярные координаты):** отображение импеданса в полярных координатах. Имеет смысл только для S11.
- **LINEAR (Линейная амплитуда):** по оси ординат откладывается линейная амплитуда, по оси абсцисс — частота.
- **REAL (Действительная часть):** по оси ординат откладывается действительная часть S-параметра, по оси абсцисс — частота.
- **IMAG (Мнимая часть):** по оси ординат откладывается мнимая часть S-параметра, по оси абсцисс — частота.
- **RESISTANCE (Активное сопротивление):** по оси ординат откладывается активное сопротивление, по оси абсцисс — частота.
- **REACTANCE (Реактивное сопротивление):** по оси ординат откладывается реактивное сопротивление, по оси абсцисс — частота.

Существует 3 способа активировать трассу:

1. Через меню: **【DISPLAY】 → 【TRACE】 → 【TRACE n】**.
2. Коснуться области формата соответствующей трассы в окне статуса трассы.
3. Коснуться любого маркера того же цвета, что и трасса.



#### 4.1.3 SCALE (Масштаб)

Меню **【SCALE】** используется для настройки масштаба оси ординат (не применяется для форматов SMITH и POLAR).

#### 4.1.4 REF POS (Опорная позиция)

Меню **【REF POS】** используется для установки опорной позиции трассы (не применяется для форматов SMITH и POLAR). По умолчанию значение опорной позиции

установлено на 7, что соответствует 7-й горизонтальной оси, если считать снизу вверх (0 соответствует нижней горизонтальной оси). Опорную позицию можно установить на любое целое число.

#### 4.1.5 CHANNEL (Канал)

Нажмите **【CHANNEL】**, чтобы переключить канал для текущей активной трассы.

### 4.2 DISPLAY

Меню **【MARKER】** содержит следующие разделы: **【SELECT】**, **【SEARCH】**, **【OPERATIONS】**, **【DRAG ON】**.



#### 4.2.1 SELECT (Выбор)

Меню **【SELECT】** содержит пункты: **【MARKER 1】**, **【MARKER 2】**, **【MARKER 3】**, **【MARKER 4】**, **【ALL OFF】**, **【POSITION】**.



Нажатие на **【MARKER n】** (например, **【MARKER 2】**) открывает и активирует МАРКЕР 2, при этом перед названием «MARKER 2» появляется значок .

Нажатие на другой пункт меню (например, **【MARKER 3】**) открывает и активирует МАРКЕР 3. В этот момент перед названием «MARKER 3» появляется значок  а значок перед «MARKER 2» меняется на  . Это означает, что открыты (отображаются) оба маркера, но текущим активным является МАРКЕР 3.

Нажатие на пункт меню, отмеченный значком , закрывает соответствующий маркер.

Перемещение маркера с помощью кнопок возможно только в том случае, если он активен.

**Существует два способа быстрой активации маркера:**

1. Коснуться непосредственно самого маркера на графике, как показано красной стрелкой на рисунке выше (рекомендуется использовать стилус).

2. Коснуться области значения частоты соответствующего маркера в таблице маркеров, как показано в красной рамке на рисунке выше (рекомендуется использовать стилус).

**【ALL OFF】** : используется для одновременного отключения всех маркеров.

**【POSITION】** : используется для настройки положения таблицы маркеров на экране. Таблицу можно перемещать вверх и вниз, чтобы она не перекрывала трассы (графики) и маркеры.

Также возможно перемещение таблицы маркеров перетаскиванием: убедитесь, что функция **【DRAG ON】** включена, затем коснитесь области значений маркера (как показано в зеленой рамке на рисунке выше) и удерживайте нажатие более 1 секунды. После этого вы сможете свободно перетаскивать таблицу (рекомендуется использовать стилус).

#### 4.2.2 SEARCH (Поиск)

Меню **[SEARCH]** содержит функции: **[MAXIMUM]**, **[MINIMUM]**, **[SEARCH < LEFT]**, **[SEARCH > RIGHT]**, **[TRACKING]**. Все функции применяются к текущему активному маркеру.



**[TRACKING]** (Отслеживание) используется для автоматического отслеживания максимального или минимального значения на трассе.

Пример: Если необходимо, чтобы МАРКЕР 2 автоматически отслеживал минимальное значение трассы S11 LOGMAG:

1. Активируйте МАРКЕР 2.
2. Нажмите **[MINIMUM]**.
3. Включите **[TRACKING]**.

После этих действий МАРКЕР 2 будет автоматически перемещаться в точку минимума трассы S11 LOGMAG после каждого цикла сканирования.

#### 4.2.3 OPERATIONS (Операции)

Меню **[OPERATIONS]** содержит функции: **[>START]**, **[>STOP]**, **[>CENTER]**, **[>SPAN]**.

- **[>START]** : Устанавливает частоту текущего активного маркера в качестве начальной частоты (Start frequency).
- **[>STOP]** : Устанавливает частоту текущего активного маркера в качестве конечной частоты (Stop frequency).
- **[>CENTER]** : Устанавливает частоту текущего активного маркера в качестве центральной частоты (Center frequency).

- **【>SPAN】** : Устанавливает частотный диапазон между текущим активным маркером и следующим маркером в качестве полосы обзора (Span). Если за текущим активным маркером нет других маркеров, полоса обзора будет установлена в ноль.

#### 4.2.4 DRAG ON (Перетаскивание)

Включает или отключает возможность перетаскивания таблицы маркеров.

#### 4.3 STIMULUS (Стимул)

Меню **【STIMULUS】** содержит пункты: **【START】** (Начало), **【STOP】** (Конец), **【CENTER】** (Центр), **【SPAN】** (Полоса/Обзор), **【CW PULSE】** (CW Импульс), **【SIGNAL GENERATOR】** (Генератор сигналов), **【PAUSE SWEEP】** (Пауза сканирования).



##### 4.3.1 START (Начало)

Нажмите **【START】**, чтобы установить начальную частоту.

Вы также можете коснуться области, выделенной красной рамке на рисунке выше, для быстрой установки начальной частоты.

##### 4.3.2 STOP (Конец)

Нажмите **【STOP】**, чтобы установить конечную частоту.

Вы также можете коснуться области, выделенной желтой рамке на рисунке выше, для быстрой установки конечной частоты.

##### 4.3.3 CENTER (Центр)

Нажмите **【CENTER】**, чтобы установить центральную частоту.

Вы также можете коснуться области, выделенной красной рамке на рисунке выше, для быстрой установки центральной частоты.

##### 4.3.4 SPAN (Полоса обзора)

Нажмите **【SPAN】**, чтобы установить полосу обзора частот.

Вы также можете коснуться области, выделенной желтой рамке на рисунке выше, для быстрой установки полосы обзора.

#### 4.3.5 CW PULSE (CW Испульс)

Нажмите **CW PULSE**, чтобы установить частоту в режиме CW pulse.

Вы также можете коснуться области, выделенной красной рамке на рисунке выше, для быстрой установки этой частоты.

*Обратите внимание: в этом режиме выходной сигнал на ПОРТУ 1 является импульсным, а не непрерывным (CW).*

#### 4.3.6 SIGNAL GENERATOR (Генератор сигналов)



Пункт **SIGNAL GENERATOR**. NanoVNA-F V2 поддерживает функцию простого генератора сигналов, который может быть настроен как генератор непрерывной волны (CW) фиксированной частоты в диапазоне от 50 кГц до 4400 МГц. ВЧ-мощность регулируется в диапазоне выше 135 МГц.

- **RF OUT** : Включение/выключение ВЧ-выхода.
- **FREQ** : Установка частоты.
- **0dB** : Выходная мощность без ослабления (0 дБ).
- **-3dB** : Выходная мощность ослаблена на 3 дБ.
- **-6dB** : Выходная мощность ослаблена на 6 дБ.
- **-9dB** : Выходная мощность ослаблена на 9 дБ.

#### 4.3.7 PAUSE SWEEP (Пауза сканирования)

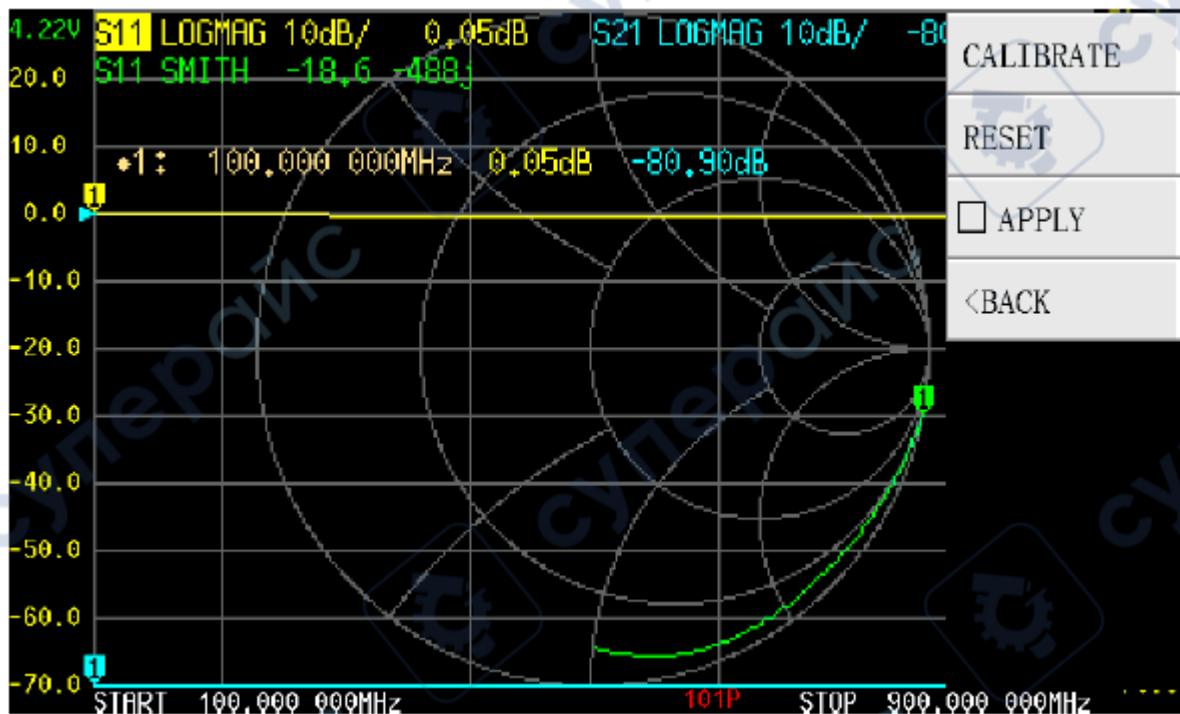
Нажмите **PAUSE SWEEP**, чтобы приостановить сканирование. Нажмите повторно, чтобы возобновить сканирование.

## 4.4 CAL (Калибровка)

Меню **【CAL】** содержит пункты: **【CALIBRATE】** (Калибровать), **【RESET】** (Сброс), **【APPLY】** (Применить).

### 4.4.1 APPLY (Применить)

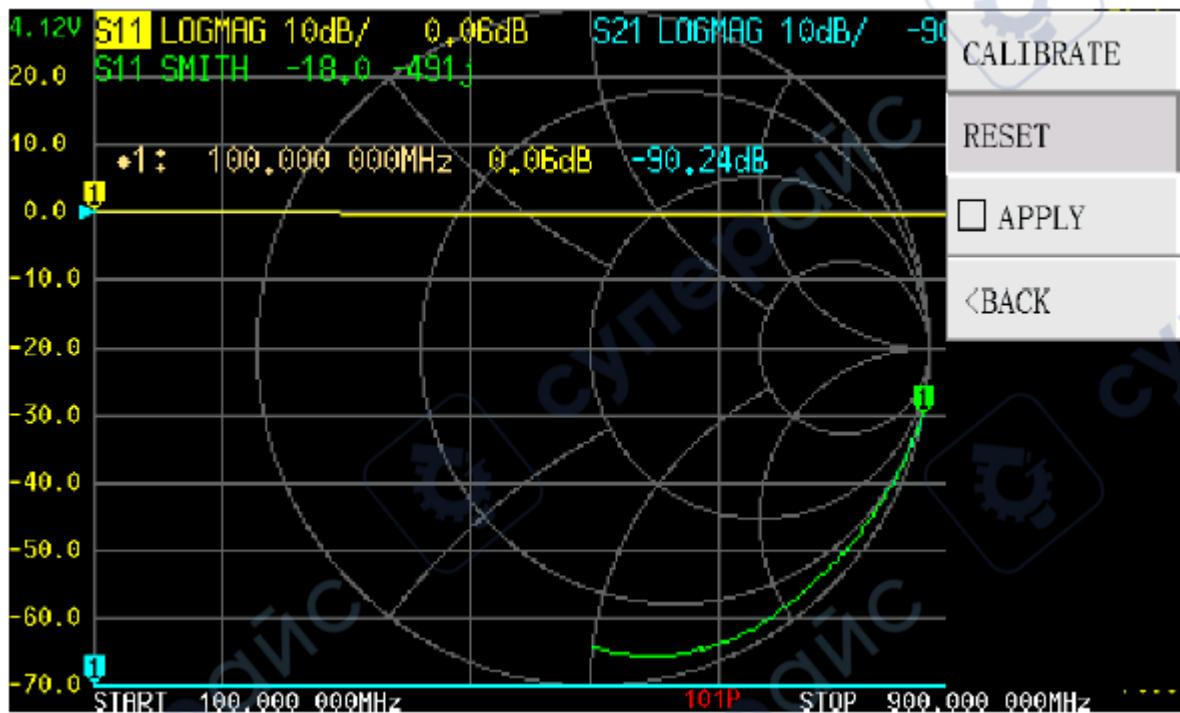
Функция **【APPLY】** включена по умолчанию, указывая на то, что данные калибровки применяются. Нажмите **【APPLY】**, чтобы отключить её. После этого статус калибровки **Cn** в нижней части главного экрана исчезнет, что означает, что результаты измерений отображаются без коррекции.



### 4.4.2 RESET (Сброс)

Нажмите **【RESET】**, чтобы очистить данные калибровки в оперативной памяти. После этого статус калибровки **OSLT Cn** в нижней части главного экрана исчезнет, однако данные калибровки, сохраненные во внутренней флэш-памяти (FLASH), удалены не будут. Вы можете снова вызвать (загрузить) данные калибровки в память через меню:

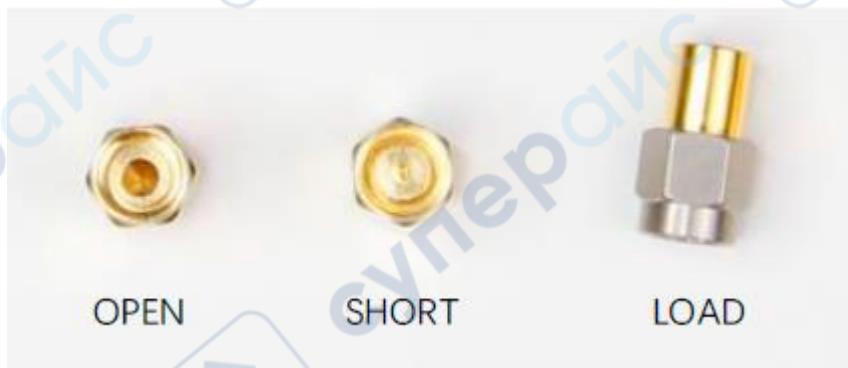
**【RECALL/SAVE】 → 【RECALL】 → 【RECALL n】**



#### 4.4.3 CALIBRATE (Калибровать)

Нажмите **【CALIBRATE】** для выполнения процедуры калибровки. Перед калибровкой необходимо подготовить следующие принадлежности:

1. Калибровочный стандарт **SMA OPEN** (Разрыв / Холостой ход);
2. Калибровочный стандарт **SMA SHORT** (Короткое замыкание);
3. Калибровочный стандарт **SMA LOAD** (Согласованная нагрузка 50 Ом);
4. Кабель **SMA-JJ RG405**;
5. Прямой переходник SMA (проходной адаптер) — опционально.

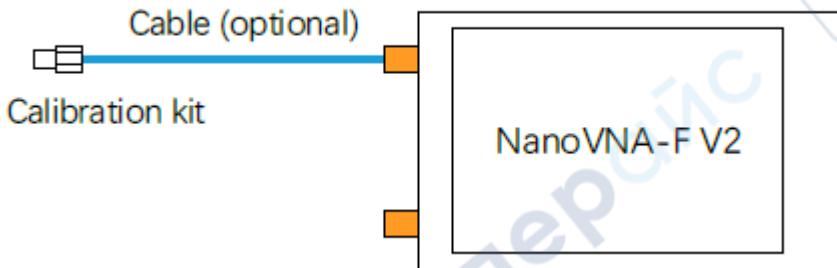


Сначала необходимо установить соответствующий частотный диапазон (см. раздел 4.3).

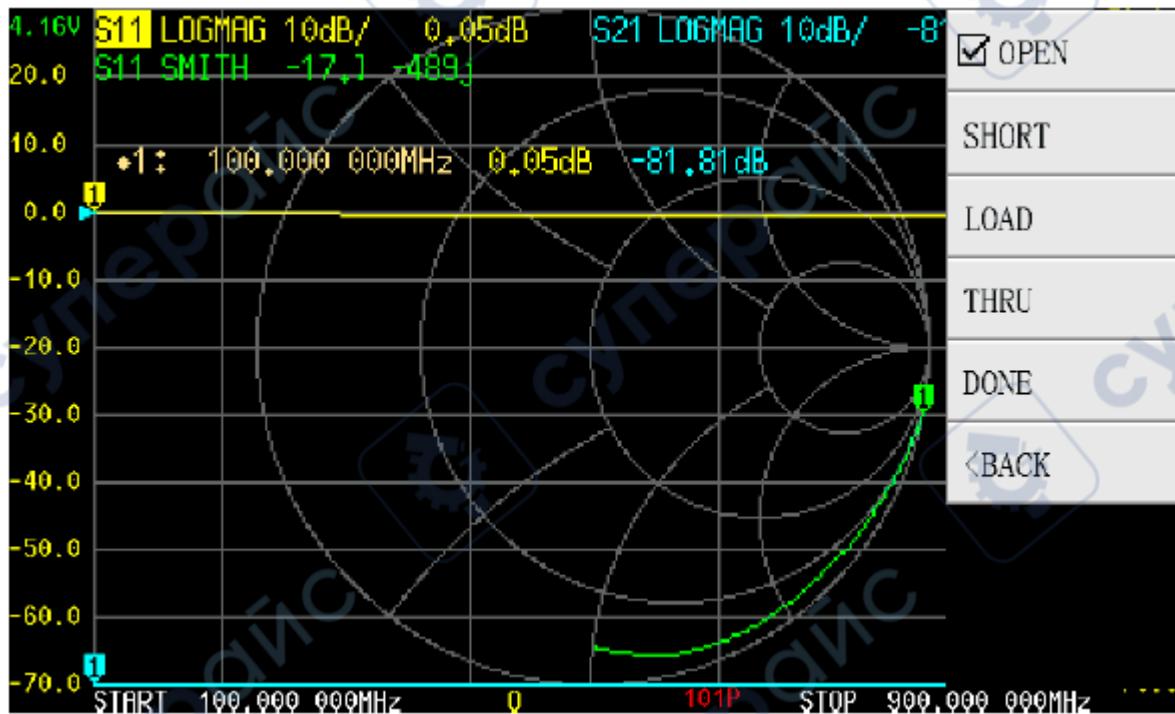
Нажмите **【CALIBRATE】** для входа в интерфейс калибровки и выполните калибровку в соответствии со следующими шагами:

##### ШАГ ①

Подключите стандарт **OPEN** (Разрыв) к порту **POR1** или к концу кабеля, подключенного к **POR1**, как показано на рисунке ниже.



Нажмите **【OPEN】**. Устройство издаст звуковой сигнал, меню станет серым (неактивным). Подождите 2–3 секунды, устройство снова издаст сигнал, перед пунктом «OPEN» появится маркер **A**, а в нижней части экрана появится буква «**O**», указывающая на завершение калибровки холостого хода.



**ПРИМЕЧАНИЕ:** Обычно для подключения исследуемого устройства (*DUT*) к ВАЦ используются кабели. В этом случае кабель становится частью измерительной системы, и при калибровке конец кабеля следует рассматривать как порт ВАЦ (плоскость калибровки).

### ШАГ ②

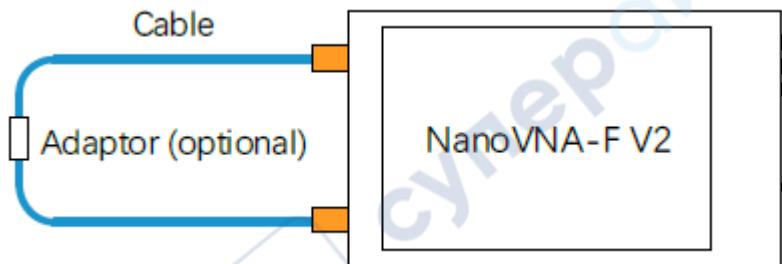
Подключите стандарт **SHORT** (Короткое замыкание) к порту **PORT1** или к концу кабеля, подключенного к **PORT1**. Нажмите **【SHORT】**, чтобы завершить калибровку короткого замыкания.

### ШАГ ③

Подключите стандарт **LOAD** (Нагрузка) к порту **PORT1** или к концу кабеля, подключенного к **PORT1**. Нажмите **【LOAD】**, чтобы завершить калибровку согласованной нагрузки.

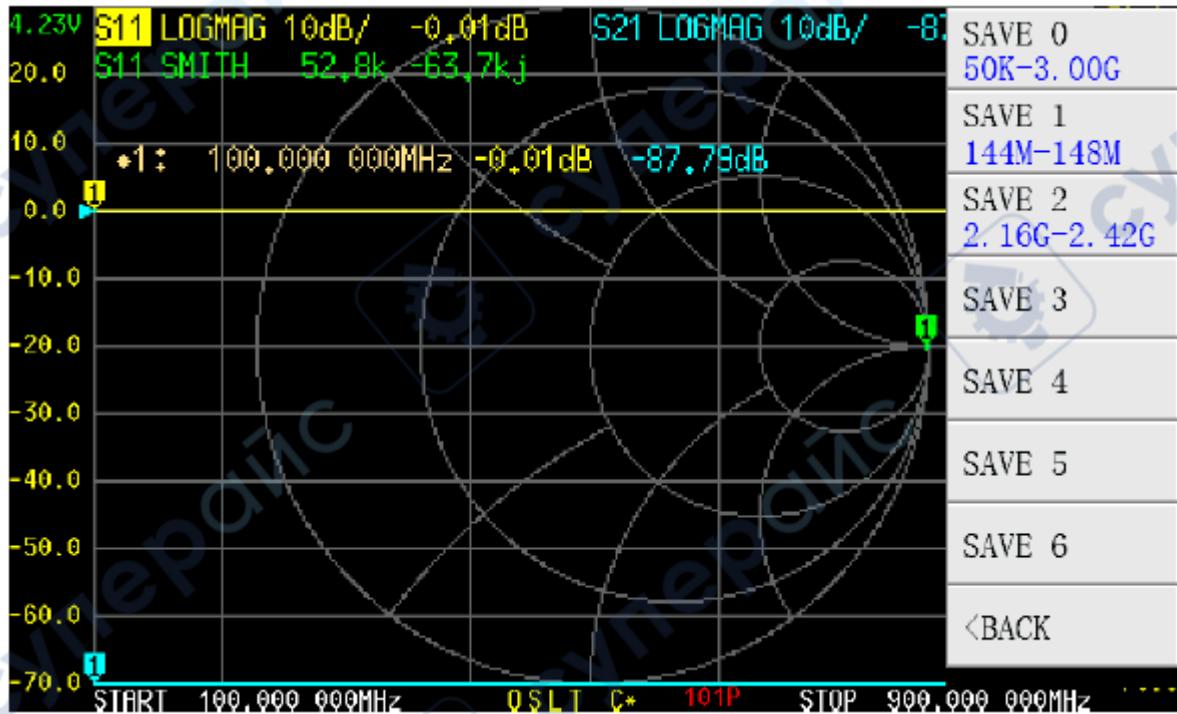
#### ШАГ ④

Соедините **PORT1** и **PORT2** с помощью кабеля и адаптера (если требуется), как показано на рисунке ниже. Затем нажмите **【THROUGH】** (Сквозное соединение), чтобы завершить сквозную калибровку.



#### ШАГ ⑤

Нажмите **【DONE】**. В нижней части экрана появится надпись **OSLT C\***, указывающая на то, что данные калибровки сгенерированы, но еще не сохранены. Одновременно в правой части экрана появится меню сохранения. Нажмите **【SAVE n】** для сохранения данных калибровки (диапазон частот данных калибровки будет отображаться на кнопке меню).



1. Когда PORT1 разомкнут (Open), трасса S11 на диаграмме Смита сходится в крайней правой части круга, трасса S11 LOGMAG находится около 0 дБ. Для трассы S21 LOGMAG — чем ниже значение, тем лучше.
2. Когда PORT1 короткозамкнут (Short), трасса S11 на диаграмме Смита сходится в крайней левой части круга, трасса S11 LOGMAG находится около 0 дБ. Для трассы S21 LOGMAG — чем ниже значение, тем лучше.
3. Когда к PORT1 подключена нагрузка 50 Ом (Load), трассы S11 на диаграмме Смита сходятся в центре круга. Чем ниже трассы S11 и S21 LOGMAG, тем лучше.

4. Когда PORT1 и PORT2 соединены кабелем (Through), трасса S11 на диаграмме Смита находится рядом с центром круга, а трасса S21 LOGMAG — около 0 дБ. Для трассы S11 LOGMAG — чем ниже значение, тем лучше.

#### 4.5 RECALL/SAVE (Вызов/сохранение)

Меню **【RECALL/SAVE】** содержит пункты **【RECALL】** (Вызов) и **【SAVE】** (Сохранение).

##### 4.5.1 RECALL (Вызов)

Нажмите **【RECALL n】**, чтобы вызвать (загрузить) данные калибровки и настройки, сохраненные в ячейке n. Маркер  указывает на то, какие именно данные калибровки были вызваны.

##### 4.5.2 SAVE (Сохранение)

Нажмите **【SAVE n】**, чтобы сохранить данные калибровки и настройки в одну из 7 ячеек памяти.

#### 4.6 TDR (Рефлектометрия во временной области)

NanoVNA-F V2 может использоваться в качестве рефлектометра во временной области (TDR), что имеет смысл только для параметра **S11**.

Меню **【TDR】** содержит пункты: **【TDR ON】**, **【LOW PASS IMPULSE】**, **【LOW PASS STEP】**, **【BANDPASS】**, **【WINDOW】**, **【VELOCITY FACTOR】**.

Нажмите **【TDR ON】**, чтобы включить режим TDR. Нажмите повторно, чтобы отключить.

*Взаимосвязь между временной и частотной областями выглядит следующим образом:*

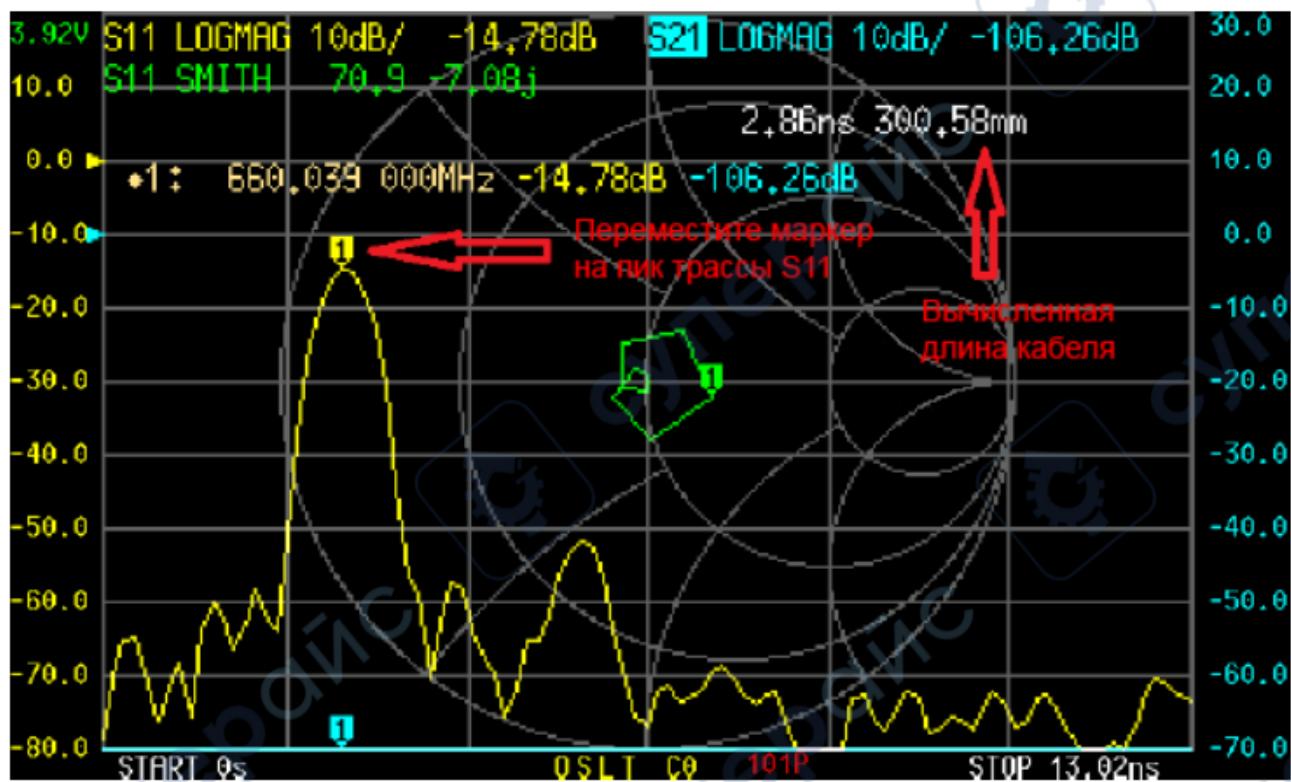
- Увеличение максимальной частоты повышает временное разрешение.
- Чем короче интервал частот измерения (например, чем ниже максимальная частота), тем больше максимальная длительность (длина) измерения.

По этой причине максимальная длительность (время) и временное разрешение находятся в компромиссной зависимости (обратно пропорциональны). Другими словами, время соответствует расстоянию.

- Если вы хотите увеличить **максимальное измеряемое расстояние**, необходимо уменьшить частотный шаг (полоса обзора / количество точек сканирования).
- Если вы хотите **точно измерить расстояние**, необходимо увеличить полосу обзора (Span).

##### Порядок измерения:

Подключите кабель к порту **PORT1**, оставьте другой конец кабеля разомкнутым или короткозамкнутым. Переместите маркер на пик трассы **S11**, и на экране отобразится расчетная длина кабеля.



Доступно 3 режима цифровой обработки:

**【LOW PASS IMPULSE】** (НЧ импульс), **【LOW PASS STEP】** (НЧ ступень), **【BANDPASS】** (Полосовой). Настройка по умолчанию — **【BANDPASS】**.

Измеряемый диапазон ограничен конечным набором данных, существуют минимальная и максимальная частоты. Для сглаживания этих прерывистых данных измерений и уменьшения «звона» (побочных колебаний) используется оконная функция (Window).

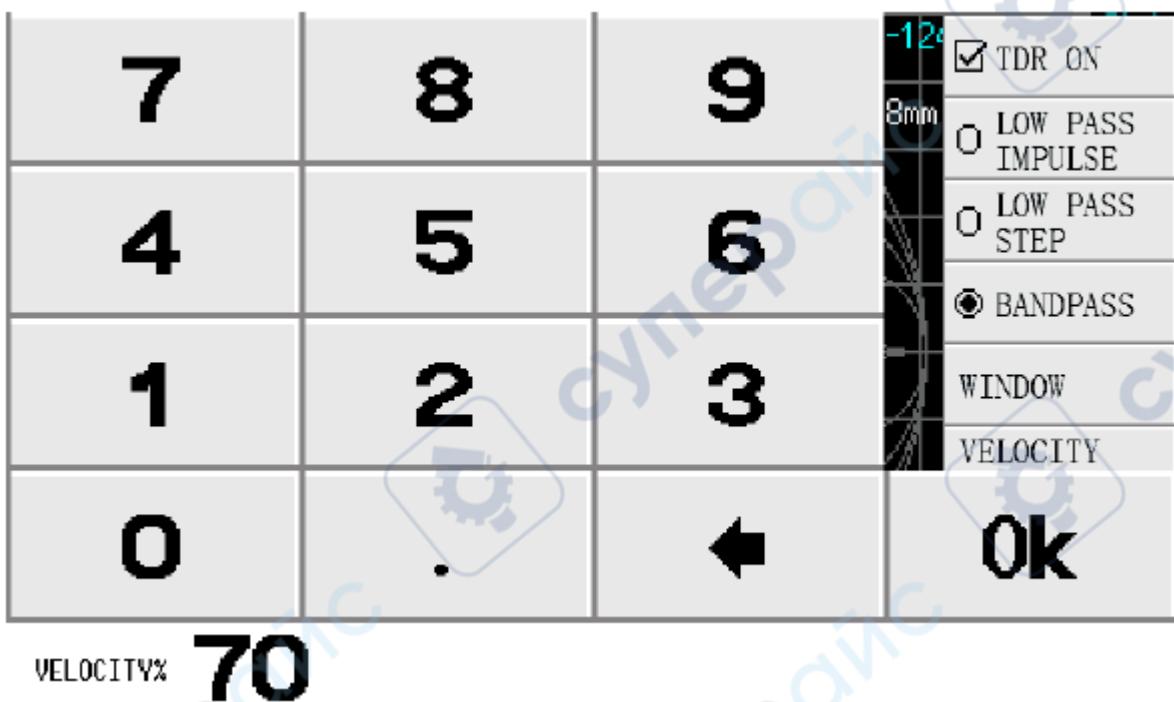
Существует три уровня оконной функции: **【MINIMUM】**, **【NORMAL】**, **【MAXIMUM】**. Настройка по умолчанию — **【NORMAL】**.

**Коэффициент скорости (Velocity Factor)**

Определяется как отношение скорости распространения электромагнитных волн в линии передачи к скорости распространения электромагнитных волн в вакууме.

Нажмите **【VELOCITY FACTOR】**, чтобы установить коэффициент скорости.

**Пример:** Типичный коэффициент скорости для кабеля **RG405** составляет **0,7**. Вам следует ввести **70** с помощью виртуальной клавиатуры и подтвердить ввод кнопкой **Ok**. После этого коэффициент скорости будет установлен на **70%**.



**ПРИМЕЧАНИЕ:** Используйте более низкие частоты для измерения длинных кабелей и более высокие частоты для коротких. Корректируйте параметры соответствующим образом для получения точных результатов.

#### 4.7 CONFIG (Конфигурация)

Меню **【CONFIG】** содержит следующие пункты: **【ELECTRICAL DELAY】** (Электрическая задержка), **【L/C MATCH】** (L/C Согласование), **【SWEEP POINTS】** (Точки сканирования), **【TOUCH TEST】** (Тест тачскрина), **【LANGSET】** (Язык), **【ABOUT】** (О приборе), **【BRIGHTNESS】** (Яркость).

##### 4.7.1 ELECTRICAL DELAY (Электрическая задержка)

Функция **【ELECTRICAL DELAY】** используется для установки времени задержки в наносекундах (нс) или пикосекундах (пс) с целью компенсации задержки, вносимой разъемами или кабелями.

7	8	9	-85 ELECTRICAL DELAY
4	5	6	n
1	2	3	p
0	.	◀	-

EDELAY

#### 4.7.2 L/C MATCH (L/C согласование)

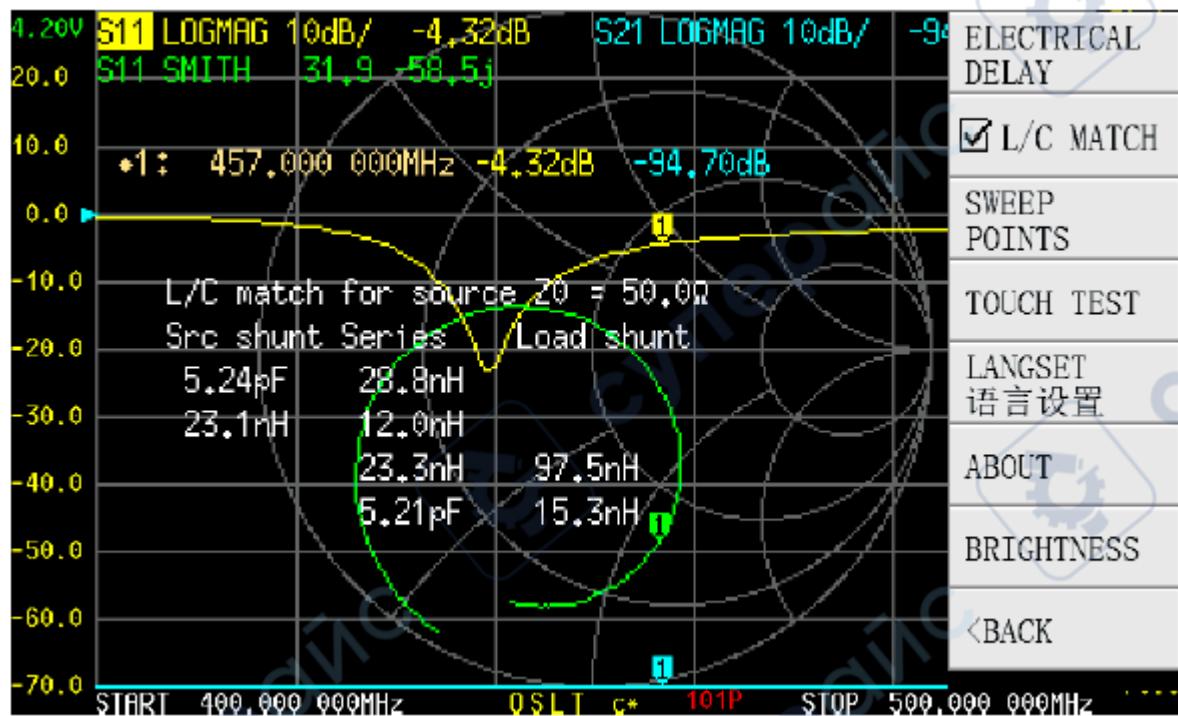
NanoVNA-F V2 поддерживает автоматический расчет параметров L/C согласования, позволяя согласовать импеданс нагрузки с импедансом источника 50 Ом. Структура цепи согласования L/C показана на рисунке ниже.



**Пример:**

Измеренный импеданс нагрузки составляет  $31.9 - 58.5j$ . ВАЦ автоматически генерирует четыре группы доступных параметров согласования:

1. Конденсатор 5.24 пФ параллельно источнику (source shunt) и индуктивность 28.8 нГн последовательно.
2. Индуктивность 23.1 нГн параллельно источнику и индуктивность 12 нГн последовательно.
3. Индуктивность 97.5 нГн параллельно нагрузке (load shunt) и индуктивность 23.3 нГн последовательно.
4. Индуктивность 15.3 нГн параллельно нагрузке и конденсатор 5.21 пФ последовательно.



#### 4.7.3 SWEEP POINTS (Точки сканирования)

Количество точек сканирования настраивается в диапазоне от **11** до **201**.

#### 4.7.4 TOUCH TEST (Тест тачскрина)

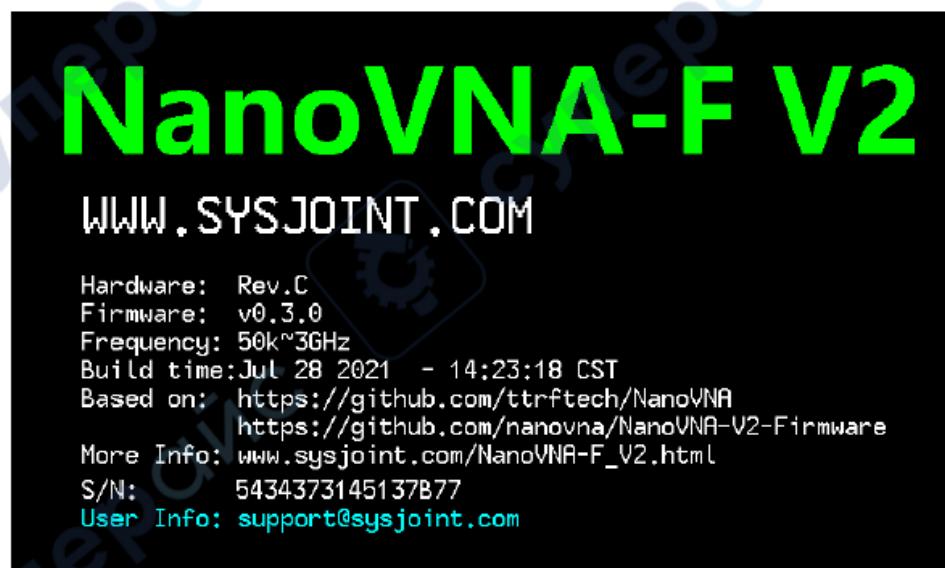
Функция **【TOUCH TEST】** используется для проверки нормальной работы сенсорного экрана. Нажмите любую кнопку для выхода из режима тестирования.

#### 4.7.5 LANGSET (Язык)

Установка языка интерфейса: Китайский или Английский.

#### 4.7.6 ABOUT (О приборе)

Здесь вы можете проверить версию аппаратного обеспечения, версию прошивки, серийный номер и вспомогательную информацию.



Каждое устройство NanoVNA-F V2 имеет уникальный серийный номер. Компания SYSJOINT предоставляет послепродажное обслуживание клиентам на основании этого серийного номера.

#### 4.7.7 BRIGHTNESS (Яркость)

Яркость подсветки регулируется и имеет пять уровней: 100%, 80%, 60%, 40%, 20%.