

SARK-110

Векторный измеритель импеданса – Антенный анализатор

Руководство пользователя

Версия руководства 1.1.5

Updated to Firmware Version 0.8.x



This document is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License.

© Melchor Varela – EA4FRB 2011-2014

Содержание

1	ВВЕДЕНИЕ	4
2	ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	5
3	ОБЗОР ФУНКЦИЙ	6
4	РАБОТА С SARK-110	7
4.1	ИНФОРМАЦИЯ НА ЭКРАНЕ	7
4.2	ЗНАЧЕНИЕ СИМВОЛОВ СТАТУСА	8
4.3	СРЕДСТВА ВВОДА	8
4.4	УСТАНОВКА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ	9
4.5	УСТАНОВКА ПОЛОСЫ КАЧАНИЯ	10
4.6	ПРЕДУСТАНОВКИ ДИАПАЗОНОВ	10
4.7	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАРКЕРОВ	11
4.8	ВЫБОР ПАРАМЕТРА, ОТОБРАЖАЕМОГО ПО ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСИ	13
4.9	СОХРАНЕНИЕ И ВЫЗОВ ИЗМЕРЕНИЙ	14
4.10	СНИМКИ ЭКРАНА	17
4.11	ВЫБОР ВИДА РАБОТЫ	17
4.12	УСТАНОВКИ	18
5	РЕЖИМ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ГРАФИКОВ (SCALAR CHART)	27
6	КРУГОВАЯ ДИАГРАММА СМИТА (SMITH CHART)	29
7	ОДНОЧАСТОТНЫЙ РЕЖИМ (SINGLE FREQUENCY).....	31
8	РЕЖИМ ИЗМЕРЕНИЯ КАБЕЛЯ (CABLE TEST).....	33
9	ПОЛЕВОЙ РЕЖИМ (FIELD MODE).....	36
10	MULTI-BAND MODE	37
11	ГЕНЕРАТОР ВЧ (SIGNAL GENERATOR).....	39
12	СОЕДИНЕНИЕ С КОМПЬЮТЕРОМ (COMPUTER CONTROL MODE)	43
13	ВЫЧИТАНИЕ ДОБАВЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ.....	45

14	СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	48
15	ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЯ.....	52
16	БЛАГОДАРНОСТИ.....	53
	ПРИЛОЖЕНИЕ А. ТЕОРИЯ РАБОТЫ.....	54
	ПРИЛОЖЕНИЕ В. ИЗМЕРЯЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ	56
	ПРИЛОЖЕНИЕ С. UPDATE ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	58
	ПРИЛОЖЕНИЕ D. OSL КАЛИБРОВКА	59
	ПРИЛОЖЕНИЕ Е. КАЛИБРОВКА ЧАСТОТЫ	62
	ПРИЛОЖЕНИЕ F. КАЛИБРОВКА ДЕТЕКТОРОВ	63
	ПРИЛОЖЕНИЕ G. ФАЙЛ ПРЕДУСТАНОВОК ЧАСТОТ	66
	ПРИЛОЖЕНИЕ H. УСТАНОВКИ ШКАЛ	67
	ПРИЛОЖЕНИЕ I. УСТАНОВКИ КАБЕЛЕЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ.....	69

1 Введение

Антенный анализатор SARK-110 – карманный инструмент, обеспечивающий измерение с высокой точностью вектора импеданса, KCB, векторного коэффициента отражения, возвратных потерь и R-L-C (в последовательном и параллельном эквивалентах). Анализатор может измерять расстояние до неоднородности в линии передачи, а также работать в качестве ВЧ генератора.

Анализатор может работать как полностью автономно, так и в соединении с компьютером в комбинации с программой SARK Plots client (под Windows).

Типичное применение: настройка и проверка антенн, согласующих устройств, тестирование пассивных компонентов, поиск неисправностей в коаксиальном кабеле, точное измерение электрической длины кабеля, использование как ВЧ генератора.

Особенность SARK-110 – применение цифрового синтезатора частоты (DDS) с диапазоном от 0,1 до 230 МГц и шагом перестройки 1 Гц. SARK-110 – это векторный измеритель импеданса с хорошей точностью измерения резистивной, емкостной и индуктивной составляющих импеданса нагрузки. Точка измерения может находиться не только на входе прибора, но и на конце используемого кабеля. Чтобы устранить влияние этого кабеля на измерения используется OSL (Open/Short/Load) калибровка, которая является стандартом для подобных измерений. Также прибор может программно вычитать/добавлять влияние длинной линии, что позволяет, например, измерять параметры антенны внизу линии питания так, как если бы измерения проводились непосредственно на зажимах антенны.

Прибор имеет трехдюймовый цветной дисплей, на котором отображаются интуитивно понятные результаты измерений в виде графиков и схем. Это обеспечивает быстрый обзор характеристик антенны в заданной полосе частот. В прямоугольных координатах строятся одновременно два графика по выбору пользователя, в круговой диаграмме Смита выводится комплексный коэффициент отражения. Два маркера позиционируются вручную или автоматически, повышая скорость измерений.

В режиме измерения на одной частоте выводятся все возможные параметры сразу и схемы эквивалентных цепей.

В многодиапазонном режиме (уникальная особенность SARK-110) одновременно отображаются четыре графика на разных диапазонах, что существенно облегчает настройку многодиапазонных антенн.

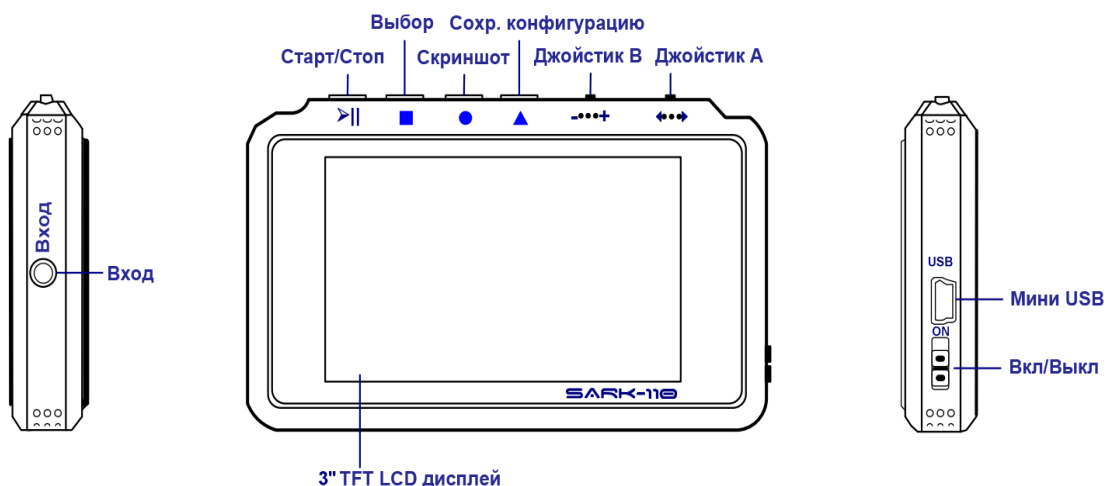
Анализатор имеет 2 МВ встроенной памяти, используемой для хранения, вызова и переноса на PC результатов измерений, скриншотов, конфигураций и файлов новых прошивок прибора. При подключении к компьютеру эта область памяти определяемa как обычный внешний USB диск.

Пожалуйста, присылайте ваши предложения через страницу <http://www.sark110.com/>, автор охотно откликается на предложения по расширению функциональности прибора.

2 Основные характеристики

- Карманный размер и малый вес
- Прочный алюминиевый корпус
- Интуитивно понятное применение
- Пять видов работы: прямоугольные графики, круговая диаграмма Смита, работа на одной частоте, измерения кабеля, полевой режим, многодиапазонный режим, режим генератора ВЧ, работа под управлением компьютера.
- Хорошая точность в широком диапазоне импедансов
- Определение знака импеданса
- Ручное и автоматическое позиционирование маркеров
- Внутренний 2MB USB диск для сохранения измерений, скриншотов, конфигурации и файлов прошивки для upgrade
- Экспорт файлов в формате csv ZPLOTS для дальнейшего анализа на PC
- Программа SARK Plots для Windows
- Пожизненно бесплатное обновление программного обеспечения
- Реализация запросов пользователей в новых версиях
- Открытые исходные коды (Software Development Kit), включающие симулятор прибора для собственных приложений пользователя

3 Обзор функций



Устройство имеет порт Test расположенный на левой стороне для подключения к тестируемому устройству. Это гнездо принимает прямые типы разъемов MCX разъем. Пакет продуктов включает MCX подключить к BNC женского кабеля адаптера.

Порт USB расположен на правой стороне позволяет подключать устройство к персональному компьютеру для общения и зарядка батарей с помощью совместимого мини-USB кабель (не входит в комплект). Устройство заряжает внутреннюю батарею при подключении к USB. Внутренняя зарядное устройство управляет автоматически цикл зарядки и останавливает процесс, когда аккумулятор полностью заряжен. Полный цикл заряда занимает около 3,5 часов.

Сдвиньте кнопку выключателя, расположенного на правой стороне в положение ВКЛ для включения аппарата. Функция автоматического отключения питания может быть установлен на экономию электроэнергии после указанной пользователем периода бездействия.

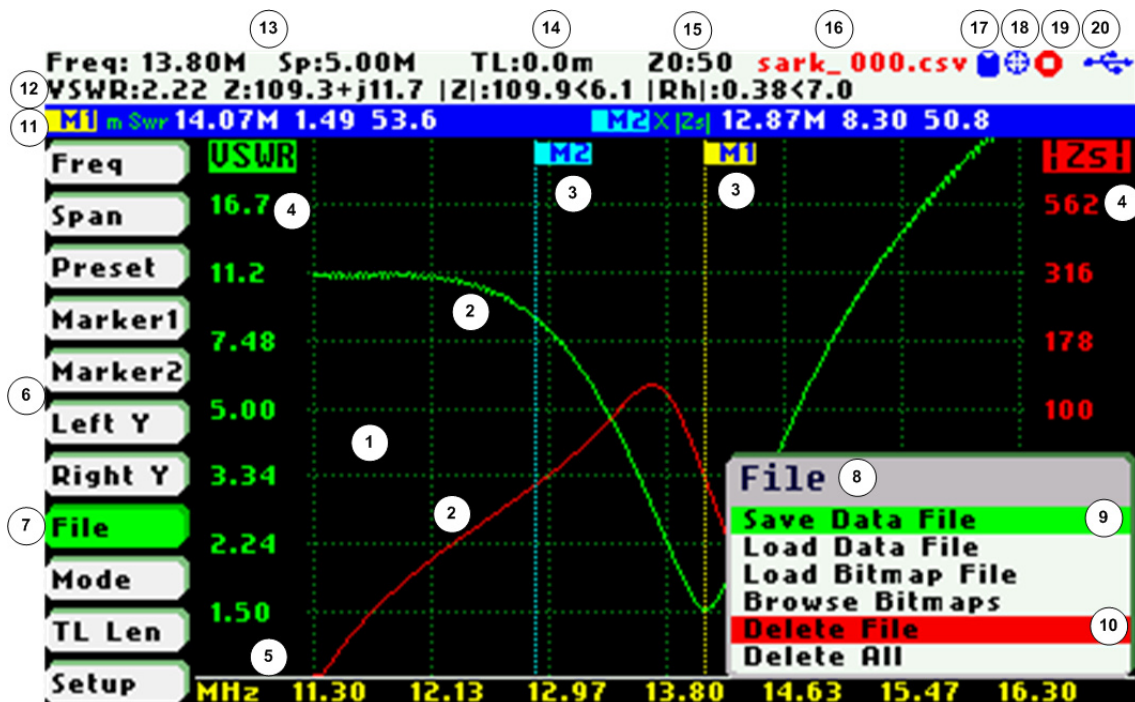
Операция управляется четырьмя кнопками и двумя клавишами навигации, расположенных на верхней стороне устройства. 3 "TFT цветной ЖК-дисплей используется для отображения диаграмм.

4 Работа с SARK-110

Эта часть мануала содержит информацию о базовых функциях и интерфейсе SARK-110.








4.1 Информация на экране

Следующий рисунок показывает, что выводится на экране в режиме прямоугольных графиков. Область графиков идентична для всех видов измерений. Надписи на экране зависят от вида работы и описаны в соответствующих частях данного руководства.



1	Область графиков	11	Информация о маркерах
2	Графики измерений	12	Информация об измерении
3	Маркеры	13	Центр. частота и полоса (Span).
4	Название вертикальной оси	14	Длина линии передачи
5	Название горизонтальной оси	15	Образцовый импеданс
6	Главное меню	16	Имя открытого файла
7	Выделенный пункт меню	17	Идет запись на диск
8	Подменю	18	Статус калибровки
9	Выделенный пункт подменю	19	Состояние измерения (Run/Hold)
10	Выбранная опция в подменю	20	Статус USB\аккумулятора

4.2 Значение символов статуса

Статус калибровки		Откалибровано
		Не калибровано
Состояние измерения		Измерение в процессе
		Измерения остановлены
Статус USB\аккумулятора		Работа от USB
		Уровень заряда аккумулятора (при работе без USB)
Disk		Процесс записи данных в память

4.3 Средства ввода

Четыре кнопки и два джойстика



Джойстик А

Джойстик А используется для навигации по главному меню (слева экрана). Активный пункт меню подсвечен зеленым.

Джойстик В

Джойстик В используется для изменения выбранной величины в активном пункте меню (для Center, Span, Marker1, Marker2, LeftY и RightY) и для навигации по всплывающим субменю.

Кнопка Старт/Стоп [▶||]

Кнопка Старт/Стоп используется запуска и остановки измерений. При остановленных измерениях генератор и измерительные цепи отключены.

- **Примечание:** после загрузки данных из ранее сохраненного файла прибор автоматически устанавливается в положение Стоп

Кнопка Выбор [■]

Кнопка вызывает подменю, соответствующие ранее выделенному пункту главного меню.

- **Внимание:** Нажатие любой другой кнопки отменяет выбор.

Кнопка снимка экрана [●]

При нажатии этой кнопки будет сделан скриншот (снимок экрана) текущего состояния. Файл снимка экрана (*.bmp) будет сохранен во внутренней памяти.

Кнопка Сохранить конфигурацию [▲]

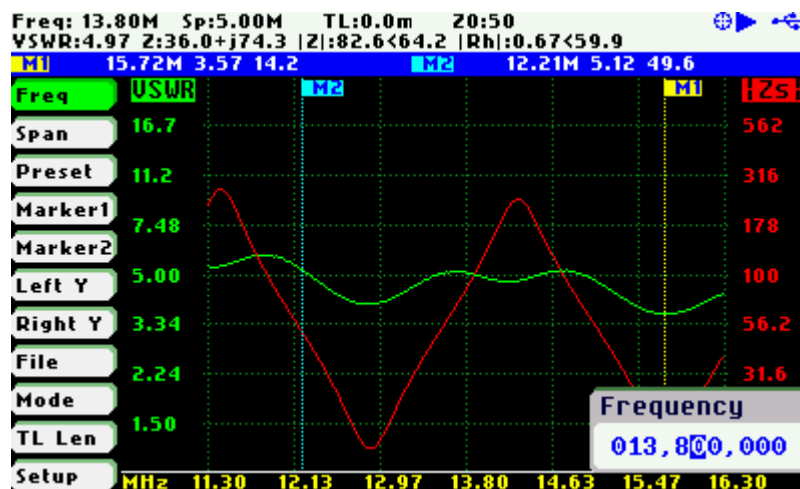
Эта кнопка сохраняет текущую конфигурацию прибора в память. Если нажать эту кнопку, то прибор после нового включения питания будет иметь такие же настройки (частота, полоса, вид, шкалы и типы графиков), какие были при нажатии кнопки [▲]. Если эта кнопка не была ранее нажата, то прибор включится с настройками по умолчанию.

4.4 Установка центральной частоты

Центральная частота устанавливается при выборе пункта «Freq» в главном меню. Есть два способа установки: нажать [■] и использовать диалог редактирования частоты (подробнее см. ниже) или джойстиком В.

Диалог редактирования показан на следующем скриншоте (окошко Center внизу справа). Цифра в выделенном (подсвеченном) разряде значения частоты меняется джойстиком В. Выбор разряда производится джойстиком А. Установленная частота записывается в прибор после нажатия кнопки [■]. Нажатие любой другой кнопки отменяет выбор.

На следующем скриншоте показан пример диалога редактирования навигатором В, меняется цифра сотен килогерц.



Второй метод установки частоты: нажать навигатор В, когда в главном меню выделен пункт «Freq». Частота будет меняться в том разряде, который ранее был выделен в окне диалога редактирования.

- **Внимание:** полоса при изменении центральной частоты не меняется, кроме случаев, когда получающиеся границы выходят за диапазон прибора.

4.5 Установка полосы качания

Полоса устанавливается при выделенном пункте «Span» главного меню. Есть два способа установки: нажать [■] и использовать диалог редактирования полосы (подробнее см. ниже) или джойстиком В.

Диалог редактирования показан на следующем скриншоте (окошко Span внизу справа). Цифра в выделенном (подсвеченном) разряде значения полосы меняется джойстиком В. Выбор разряда производится джойстиком А. Установленная полоса записывается в прибор после нажатия кнопки [■]. Нажатие любой другой кнопки отменяет выбор.

На следующем скриншоте показан пример диалога редактирования навигатором В, меняется цифра сотен килогерц (с шагом 100 кГц).



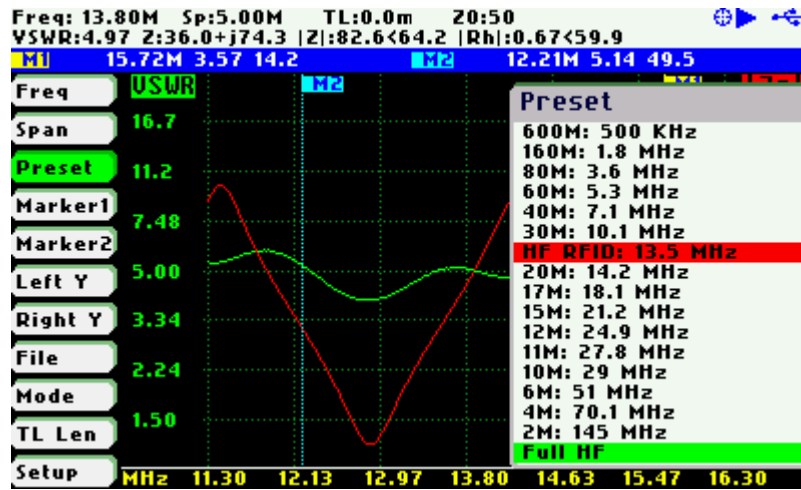
Второй метод установки полосы: нажать навигатор В, когда в главном меню выделен пункт «Span». Полоса будет менять в том разряде, который ранее был выделен в окне диалога редактирования.

4.6 Предустановки диапазонов

Анализатор имеет предустановленные значения центральной частоты и полосы для всех любительских диапазонов, попадающих в полосу прибора. Это подмену вызывает кнопкой [■] после выбора пункта «Preset» в главном меню.

Джойстик В используется для выбора, кнопка [■] – для подтверждения, любая другая кнопка отменяет выбор.

Набор предварительных установок любительских диапазонов показан на следующем скриншоте:

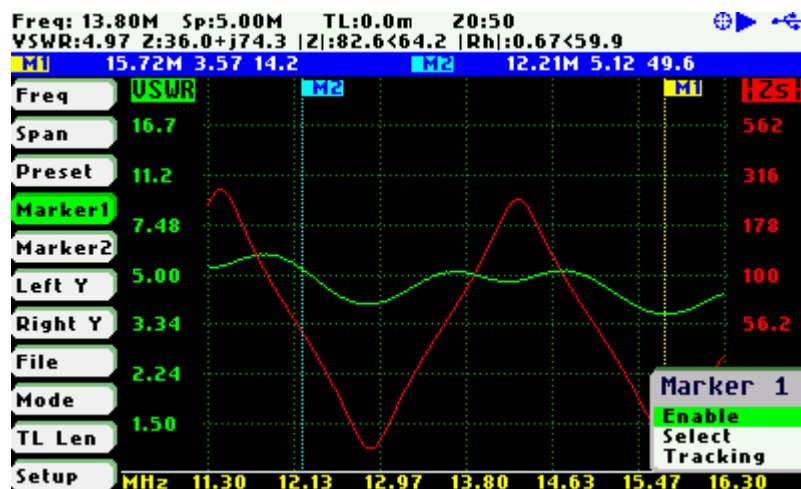


4.7 Использование маркеров

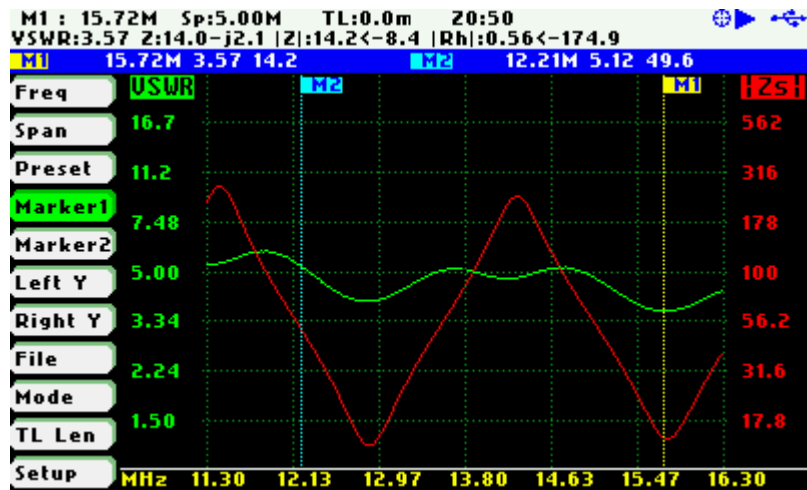
SARK-110 имеет два маркера, положение которых может управляться вручную или автоматически. Маркеры (тонкие вертикальные линии) индицируют положение точки графиков, в которой они его пересекают. Цифровая информация маркеров выводится над диаграммой на синей подложке. Эта информации содержит частоту или дистанцию (в режиме измерения кабеля) и значения графиков в точке пересечения.

Положение маркеров управляется джойстиком В когда в главном меню выбраны пункты «Marker1» или «Marker2».

Опции маркера находятся в подменю, которое вызывается нажатием кнопки [■] когда в главном меню выбраны пункты «Marker1» или «Marker2» (см. следующий скриншот). Пункт: «Enable» включает и выключает маркер, «Select» активирует и деактивирует выбор маркера, «Tracking» выбирает тип автоматического позиционирования.



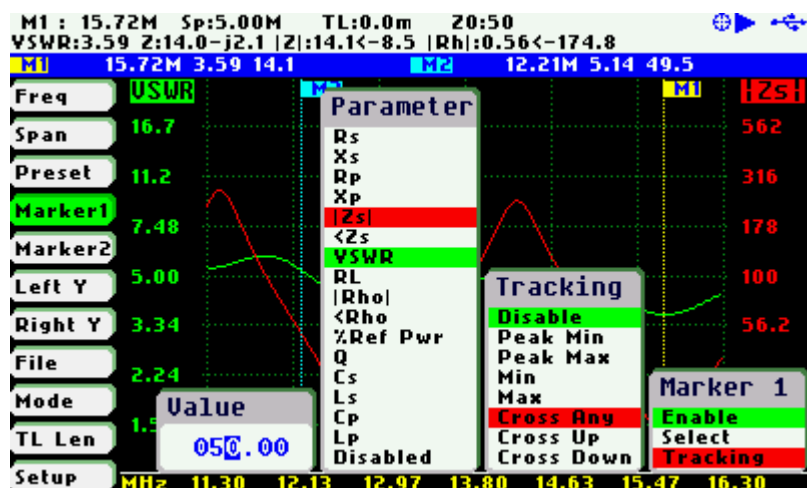
Опция «Select» активирует или деактивирует отображение детального описания позиции маркера. Следующий скриншот показывает первый маркер в активном состоянии (белый):



Автоматическое позиционирование маркеров помогает ускорить измерения.

Виды автоматического позиционирования маркеров:

- Ближайший минимум (p)
- Ближайший максимум (P)
- Абсолютный минимум (m)
- Абсолютный максимум (M)
- Любое пересечение (X)
- Пересечение снизу вверх (^)
- Пересечение сверху вниз (v)



Автопозиционирование маркеров включается в подменю «Tracking». Выберите вид позиционирования (из выше описанных) и включите автопозиционирование. В видах позиционирования с пересечением указывается величина, с которой будет пересечение.

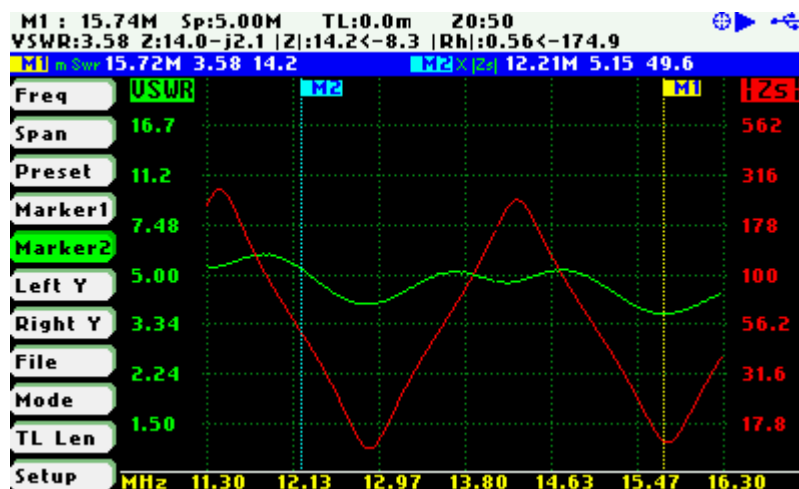
Например, можно установить маркер 1 на автопозиционирование по минимуму КСВ «Marker1» «Tracking» «Peak Min» «VSWR»; и маркер 2 на автопозиционирование по модулю импеданса 50 Ом: «Marker2» «Tracking» «Cross Any» «Z» «50.0».

Вы можете также настроить автоматическое определение полосы по уровню КСВ < 2 , установив «Marker1» «Tracking» «Cross Down» «VSWR» «2.0»; и «Marker2» «Tracking» «Cross Up» «VSWR» «2.0».

Джойстик В используется для перебора точек, соответствующих установленным критериям, кроме случаев поиска абсолютного максимума Max и абсолютного минимума Min, которые по определению являются единственными.

Вид автоматического позиционирования отображается на синей подложке над экраном с информацией о маркерах. Эта информация отображается красным, если заданный критерий не найден, и зеленым – если найден.

На следующем скриншоте показано автоматическое позиционирование маркеров: первого по минимуму КСВ, второго по $|Z| = 50$ Ом:

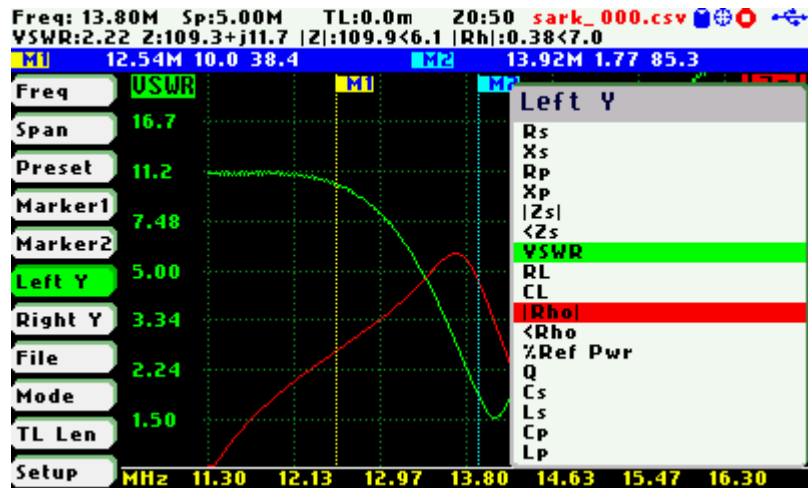


4.8 Выбор параметра, отображаемого по вертикальной оси

В режиме прямоугольных координат SARK-110 может отображать одновременно два графика. Есть два метода выбора, какие именно графики будут отображаться.

Первый: для установки левой оси выбрать пункт главного меню «LeftY», нажать кнопку [■], и в появившемся подменю джойстиком В выбрать нужный параметр, подтвердить его нажатием кнопки [■] (любая другая кнопки – отказ). Повторить то же самое для правой оси через пункт меню «RightY», выбрав другой параметр, отображаемый по этой оси.

Следующий скриншот показывает, как установить отображение КСВ по левой оси:



Второй метод выбора параметра, отображаемого по вертикальной оси, состоит в использовании джойстика В, когда активирован пункт главного меню «LeftY» или «RightY». Нажатие джойстика В перелистывает возможные для отображения параметры.

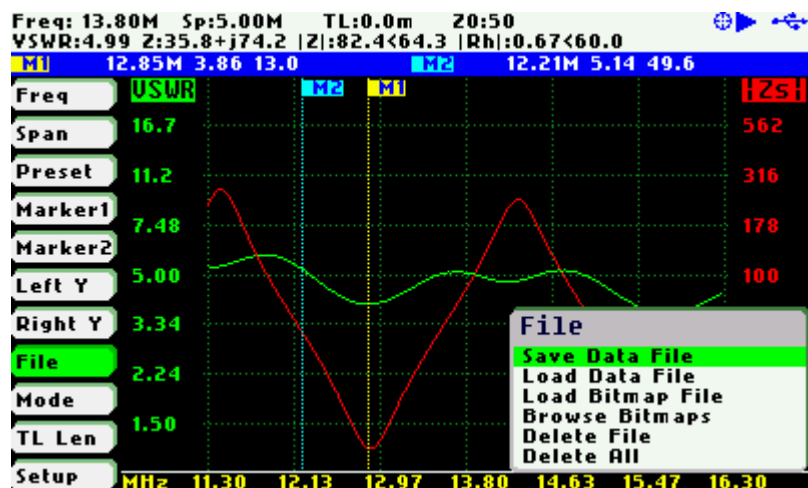
4.9 Сохранение и вызов измерений

SARK-110 может сохранять результаты измерений во внутреннюю память и затем вызывать их для просмотра или копировать на PC для последующего анализа компьютерной программой, например SARK Plots client для Windows <http://www.sark110.com/files/sark-plots> или ZPLOTS <http://www.ac6la.com/zplots.html>.

Выберите пункт главного меню «File» и нажмите кнопку [F], появится подменю работы с файлами. Для перемещения по нему используйте джойстик В.

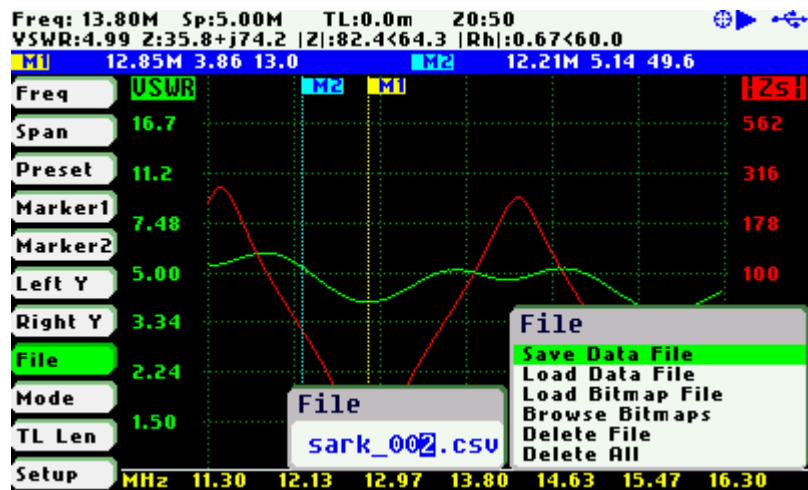
«Save Data File» (Сохранить файл данных)

Команда «Save File» позволяет сохранить результаты текущего измерения:



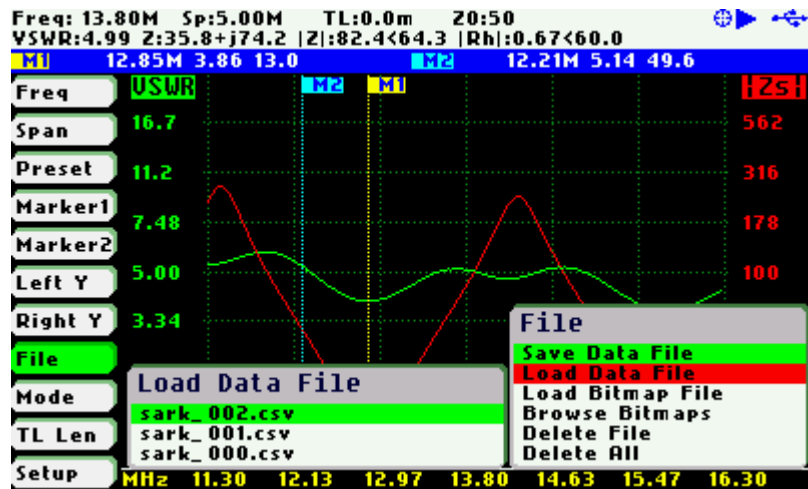
После выбора «Save File» После этого будет предложено ввести имя файла. По умолчанию имя имеет вид "sark_xxx.csv" (или "sark_xxx.tdr" в режиме измерения кабеля), где xxx это автоматически добавляемый номер. Пользователь может изменить имя файла, используя джойстик А для изменения выделенного символа и джойстик В для

изменения позиции выбора символа. Выбранный символ показывается в инверсной цветовой гамме. Кнопки [■] подтверждает выбор, нажатие любой другой – отменяет.



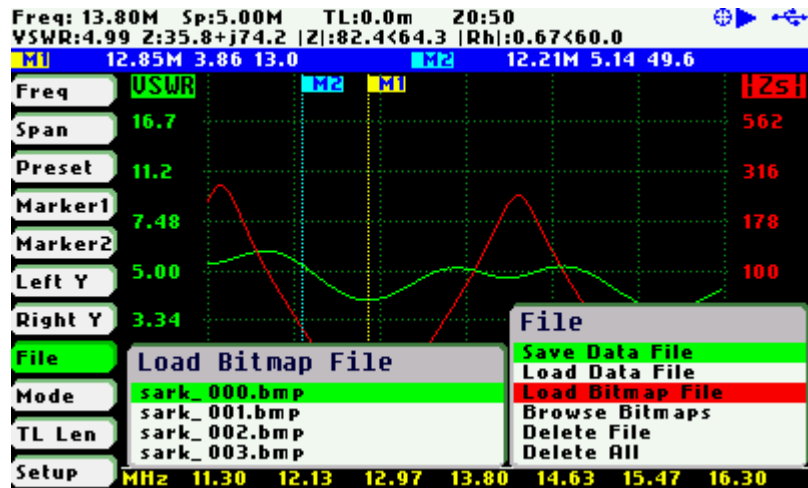
«Load Data File» (Загрузить файл данных)

Чтобы просмотреть ранее сохраненные файлы выберите пункт подменю «Load data file». Появится окно со списком имеющихся файлов. Выберите нужный файл джойстиком В и подтвердите кнопкой [■]. Данные из файла будут отображены на экране, как показано на следующем скриншоте:



«Load Bitmap File» (Загрузить скриншот)

Команда «Load Bitmap File» выводит на экран ранее сохраненный скриншот. Кнопкой [■] подтверждают эту операцию (любая другая кнопка – отмена).



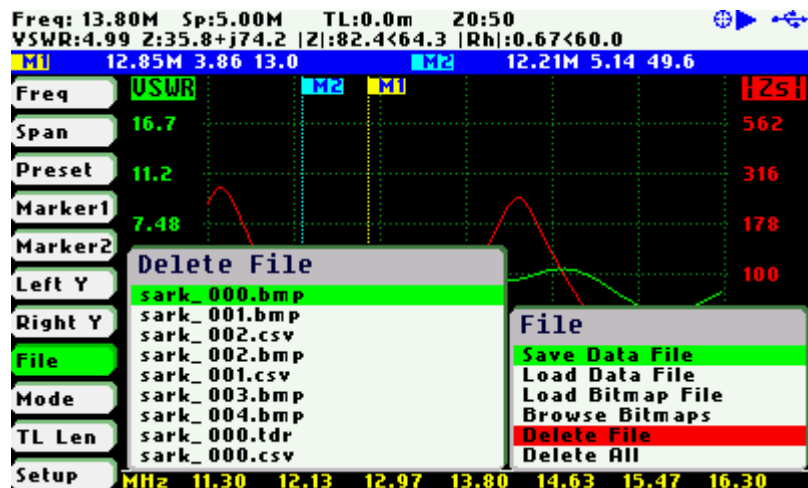
«Browse Bitmaps» (Просмотр скриншотов)

Команда «Browse Bitmaps» в меню «File» позволяет просмотреть сохраненные скриншоты. Для выбора файлов используется джойстик В, для подтверждения – кнопка [■] (любая другая кнопка – отмена).

«Delete File» (Удалить файл)

Команда «Delete file» удаляет один файл из памяти прибора.

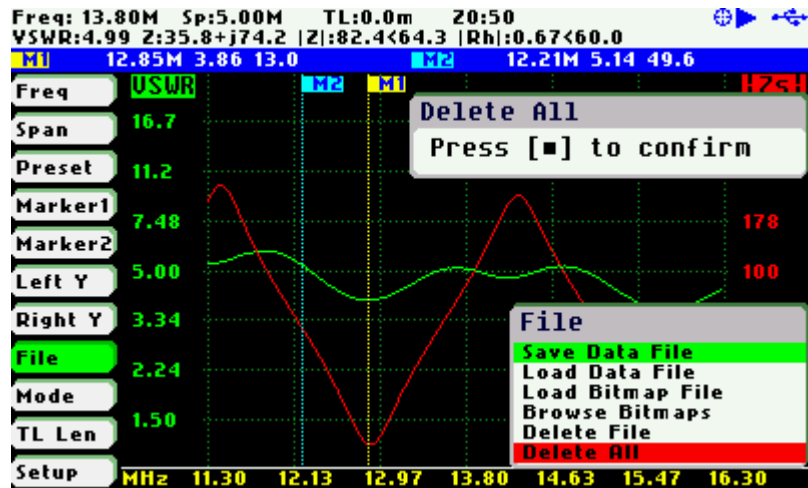
После выбора пункта «Delete File» появится окно со списком имеющихся файлов. Выберите нужный файл джойстиком В и подтвердите кнопкой [■](любая другая кнопка – отмена).



«Delete All» (Удалить всё)

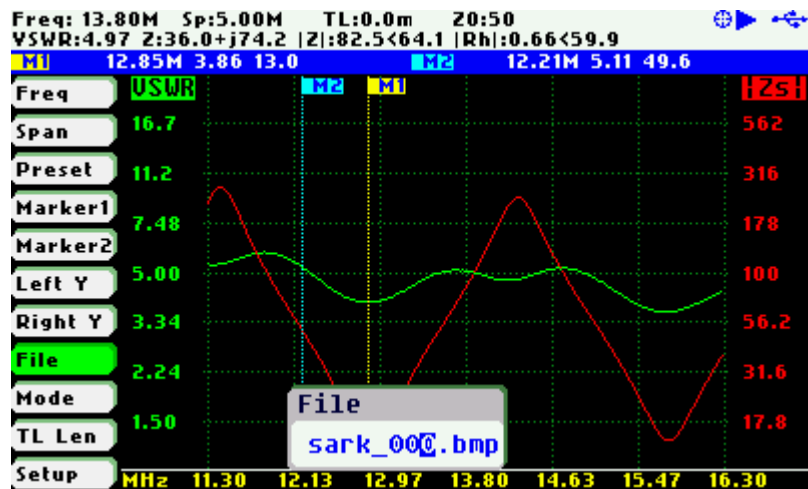
Use the «Delete All» option to delete all user files.

При выборе пункта «Delete All» из прибора будут удалены все ранее сохраненные файлы. Но не сразу (чтобы предотвратить случайное нежелательное удаление), а после диалога подтверждения ([■] – да, удалить всё, любая другая кнопка – отказ).



4.10 Снимки экрана

Текущий вид экрана может быть сохранен как bmp файл нажатием кнопки [•]. После этого будет предложено ввести имя файла. По умолчанию имя имеет вид “sark_xxx.bmp”, где xxx это автоматически добавляемый номер. Пользователь может изменить имя файла, используя джойстик В для изменения выделенного символа и джойстик В для изменения позиции выбора символа. Выбранный символ показывается в инверсной цветовой гамме. Кнопка [■] подтверждает выбор, нажатие любой другой – отменяет.

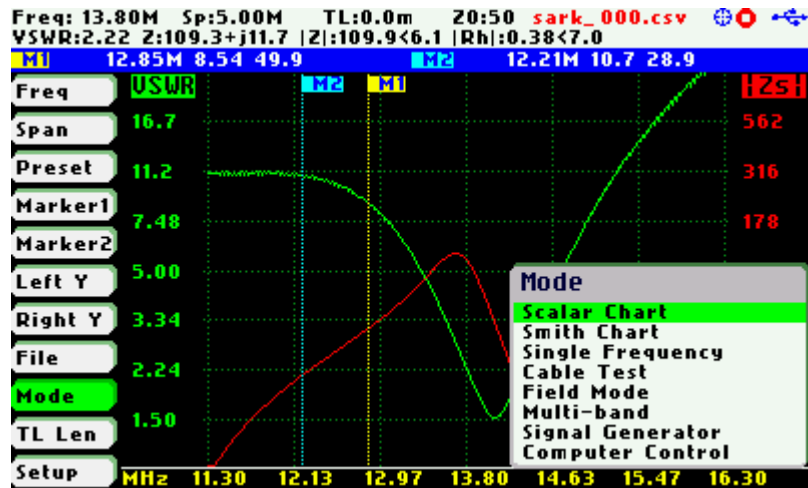


Сохраненные скриншоты могут быть просмотрены через команды «Load Bitmap File» или «Browse Bitmaps» в меню «File». Скриншоты можно открыть и на PC, т.к. они имеют совместимый с Windows bmp формат.

- **Внимание:** bmp файлы имеют значительный размер (~188 кБ каждый).

4.11 Выбор вида работы

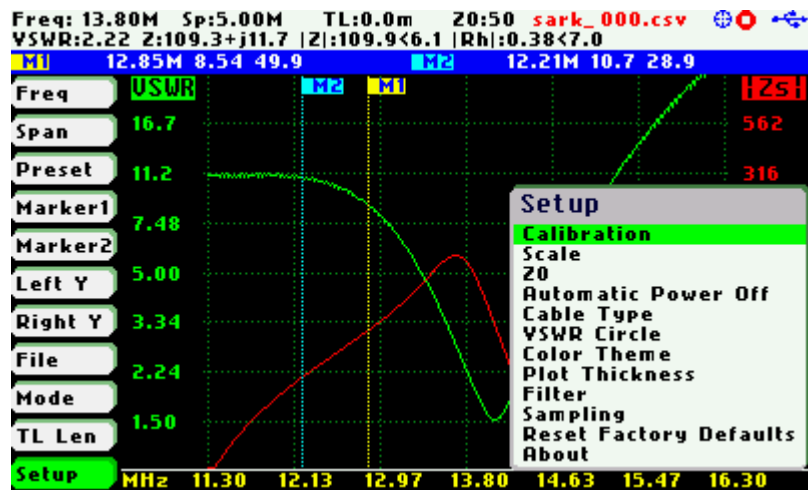
Прибор имеет несколько видов работы. Джойстиком А выберите пункт «Mode» и нажмите кнопку [■]. Появится подменю выбора вида работы, как показано на следующем скриншоте:



Джойстик В используется для выбора вида работы. Выбор подтверждается нажатием кнопки [■]. Нажатие любой другой кнопки отменяет выбор.

4.12 Установки

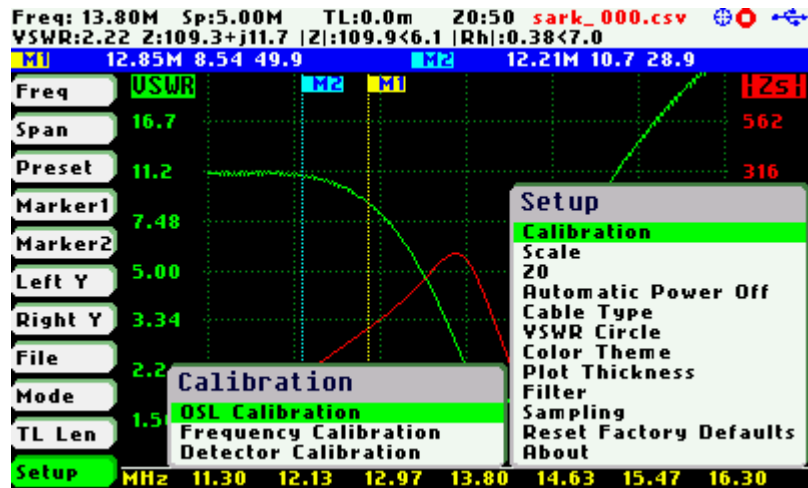
Меню установок обеспечивает доступ ко всем установкам SARK-110. Джойстиком А выберите пункт «Setup» и нажмите кнопку [■]. Появится подменю установок, как показано на следующем скриншоте:



Джойстик В используется для выбора опций установок. Выбор подтверждается нажатием кнопки [■]. Нажатие любой другой кнопки отменяет выбор.

Setup – Calibration (Калибровка)

Калибровки вызываются через подменю:



Setup – Calibration - OSL Calibration (OSL калибровка)

См. Приложение D:

Setup – Calibration - Frequency Calibration (Калибровка частоты)

См. Приложение E:

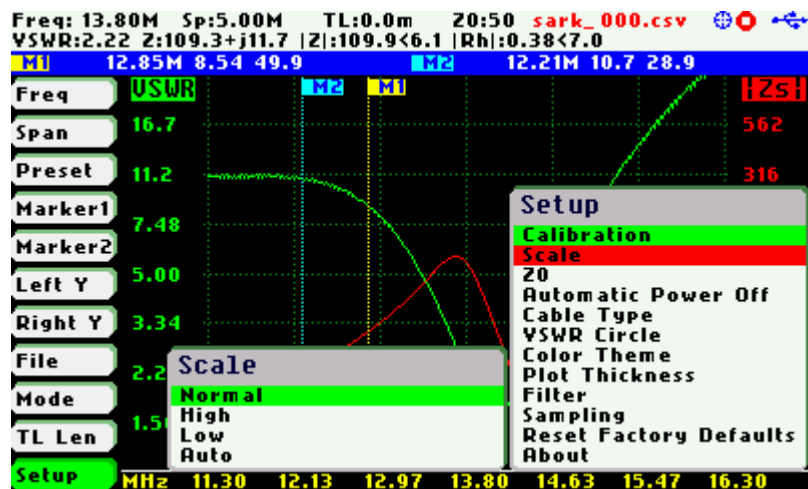
Setup – Detector Calibration (Калибровка детекторов)

См. приложение F:

Setup – Scale (Шкалы)

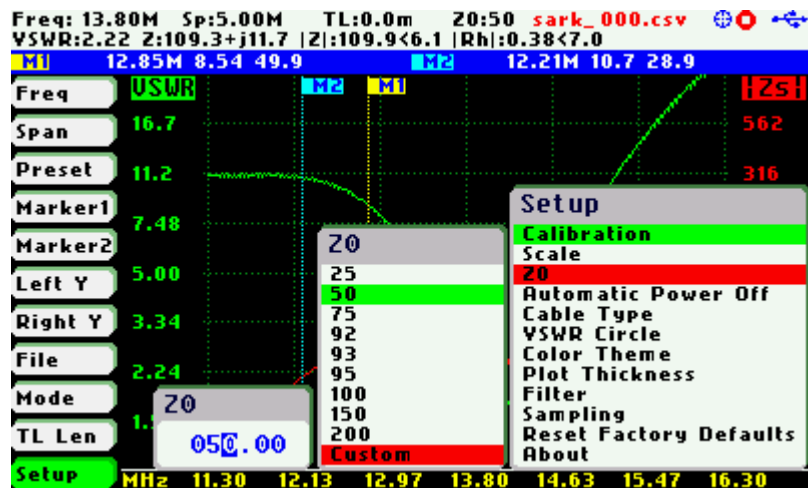
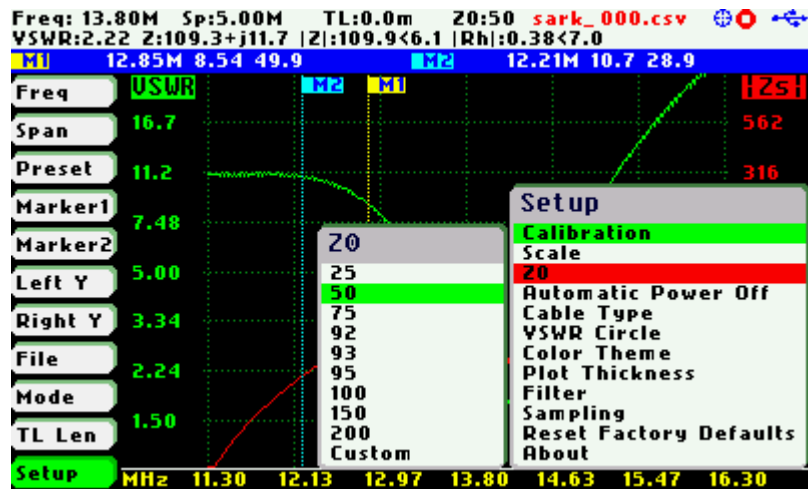
В приборе имеется четыре режима вертикального масштаба шкалы Y: нормальный (Normal), высокий (High), низкий (Low) и автоматический (Auto). Границы шкал для каждого режима даны в приложении H.

Данная установка действует в режимах прямоугольных графиков (Scalar Chart), полевом (Field) и многодиапазонном (Multi-band).



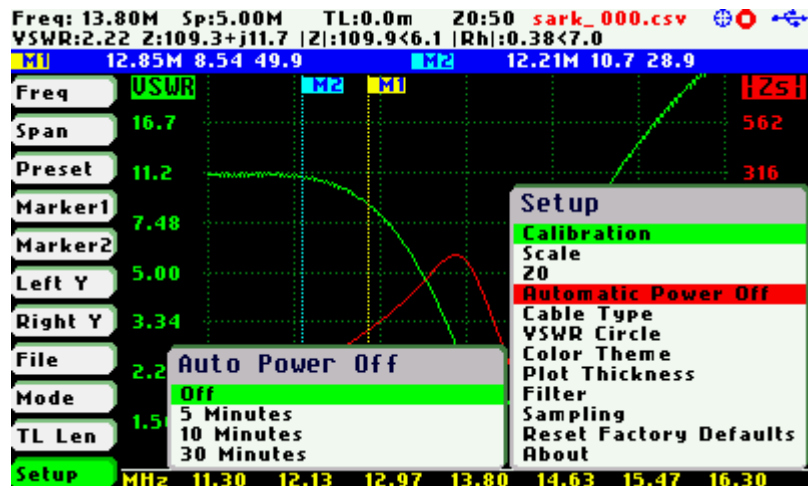
Setup - Z0 (образцовый импеданс)

Эта установка позволяет выбрать стандартное сопротивление, относительно которого вычисляется КСВ и отражения. Оно может быть выбрано как из стандартного набора, так и установлено пользователем вручную.



Setup - Automatic Power Off (автовывключение)

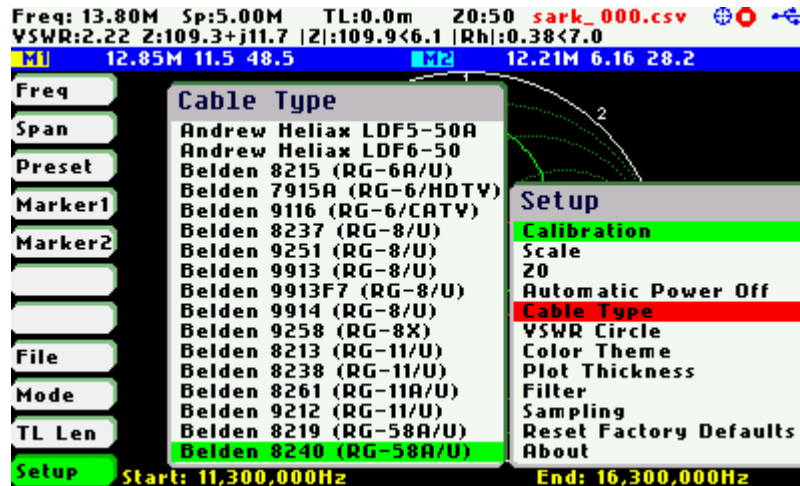
Установка времени, через которое прибор выключится сам при отсутствии активности пользователя.



После автоматического выключения прибор может быть включен либо кнопкой [■], либо передергиванием выключателя питания.

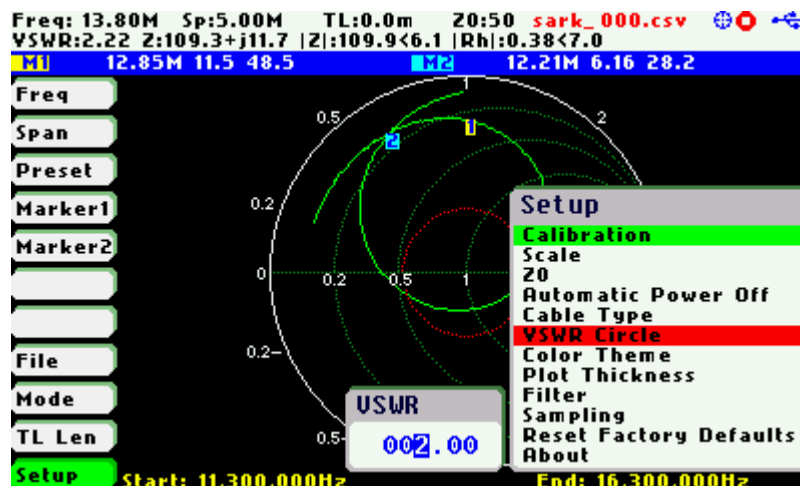
Setup - Cable Type (Выбор типа кабеля)

Для правильной работы в режимах измерения кабеля (Cable Test) и добавления-вычитания влияния линий (Transmission Line Add/Subtract) должны быть установлены корректные параметры используемого кабеля. Данная установка позволяет выбрать кабель или из имеющегося списка, или задать его параметры вручную (см. Приложение I).

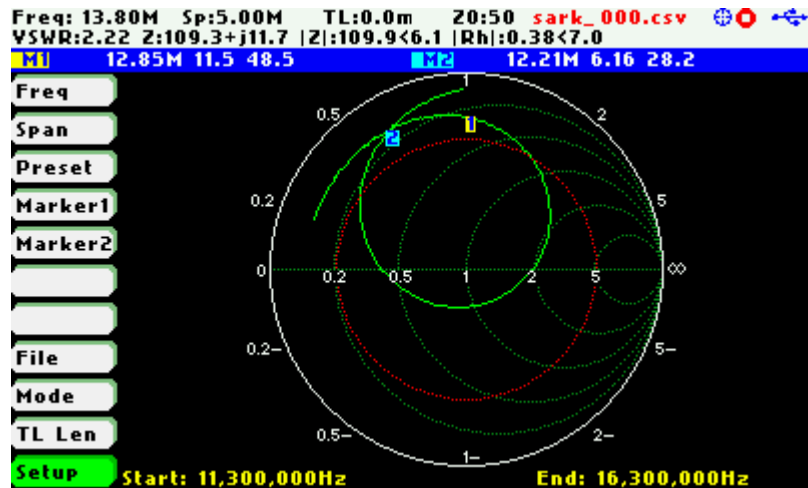


Setup – VSWR Circle (Круг КСВ)

Эта установка позволяет изменить диаметр «прицельного круга» на диаграмме Смита. «Прицельный круг» удобен при работе с круговой диаграммой. Всё, что попадает внутрь этого круга, имеет КСВ меньше, чем установлено в настройках этого круга. По умолчанию диаметр «прицельного круга» установлен на КСВ = 2.



На скриншоте ниже показан пример установки «прицельного круга» на КСВ = 5.0

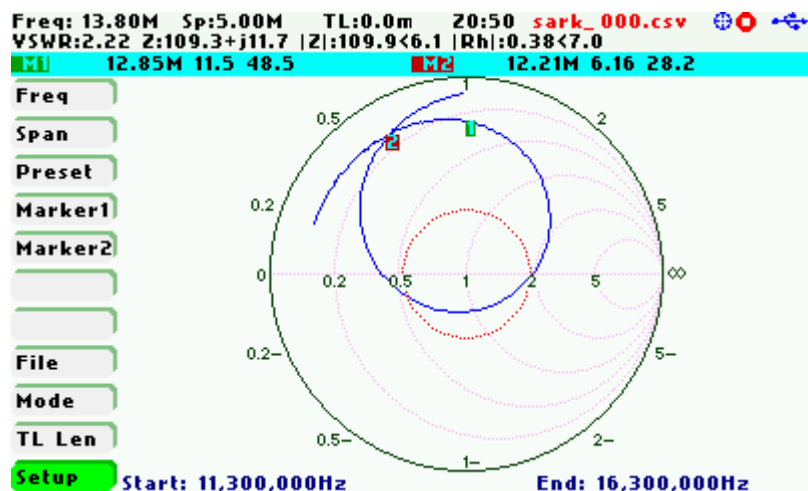


Setup – Color Theme (Выбор цветовой темы)

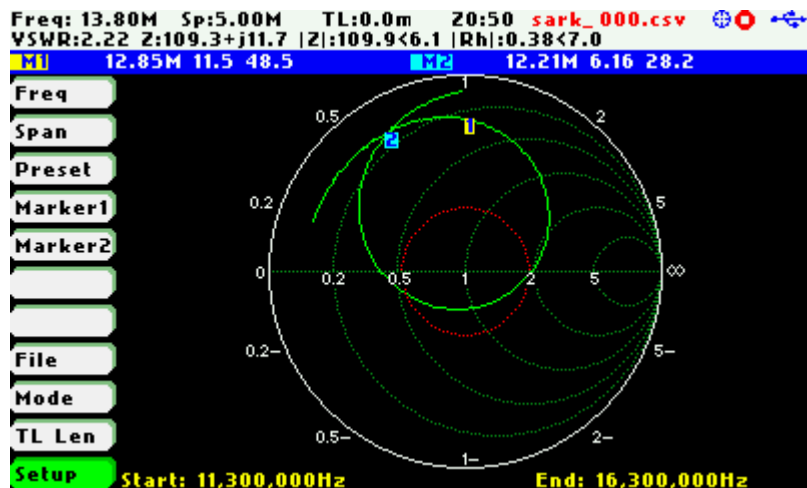
Эта установка позволяет выбрать одну из цветových тем оформления: черную («Black») или белую («White»).



Этот скриншот показывает белую тему:



А этот – черную:

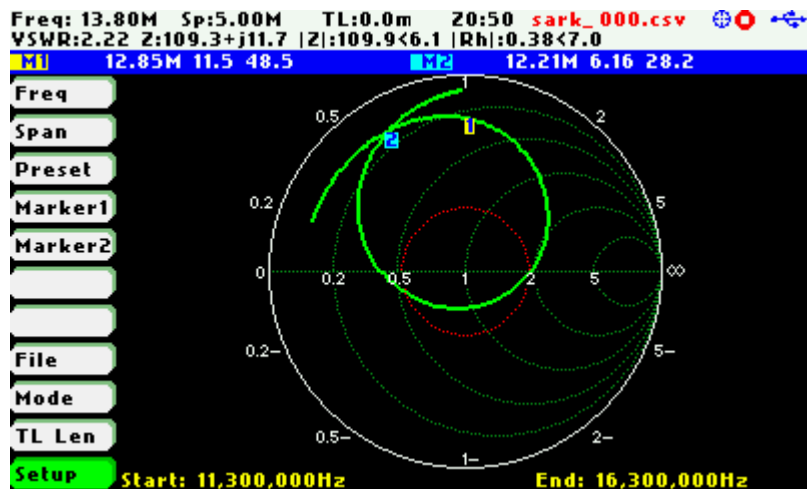


Setup – Plot Thickness (Установка толщины линий графиков)

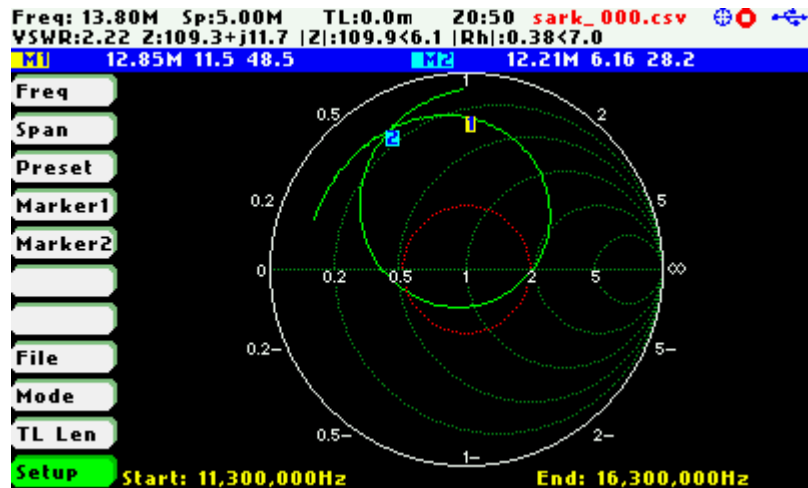
Эта установка выбирает толщину линии графиков: толстую («Thick») или тонкую («Thin»). Данная установка не работает в полевом (Field Mode), в котором линии всегда толстые.



Следующий скриншот показывает график с толстыми линиями:



А здесь линии графика тонкие:



Setup – Filter (Установки фильтра)

Позволяет установить сглаживающий фильтр и выбрать его тип для режимов прямоугольных графиков (Scalar Chart), диаграммы Смита (Smith Chart), полевого (Field) и многодиапазонного (Multi-band).



Усредняющий («Average») фильтр понижает помехи, но увеличивает время измерения. Для каждой частоты измерение проводится 4 раза, а затем проводится усреднение. Отношение полезного сигнала к помехам возрастает вдвое по напряжению.

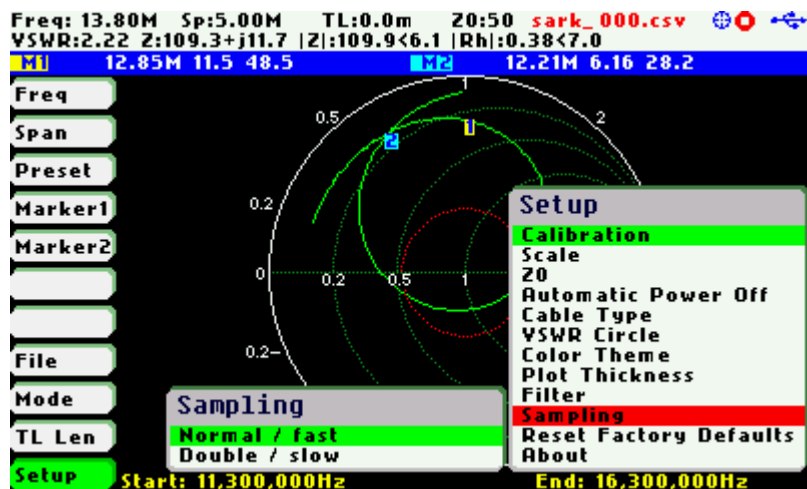
Сглаживающий («Smoothing») фильтр при измерении каждой точки берет в расчет значение предыдущей, что исключает резкие скачки графика. Скорость измерения при этом фильтре не падает, но может понижаться точность.

- Сглаживающий фильтр может искажать графики, на которых величина действительно резко меняется. Если есть сомнения, отключайте его.

Setup – Sampling

Эта установка выбирает количество точек измерения при построении графиков. Есть два варианта: нормальный, быстрый («Normal / fast») и удвоенной точности медленный («Double / slow»). Нормальный установлен по умолчанию и подходит для большинства

случаев. При удвоенной точности возрастает число точек измерения и точность, но снижается скорость построения графиков. Это усовершенствование особенно заметно при построении графиков малых величин с автоматическим выбором шкалы.



Setup – Reset to Factory Defaults (сброс в заводские установки)

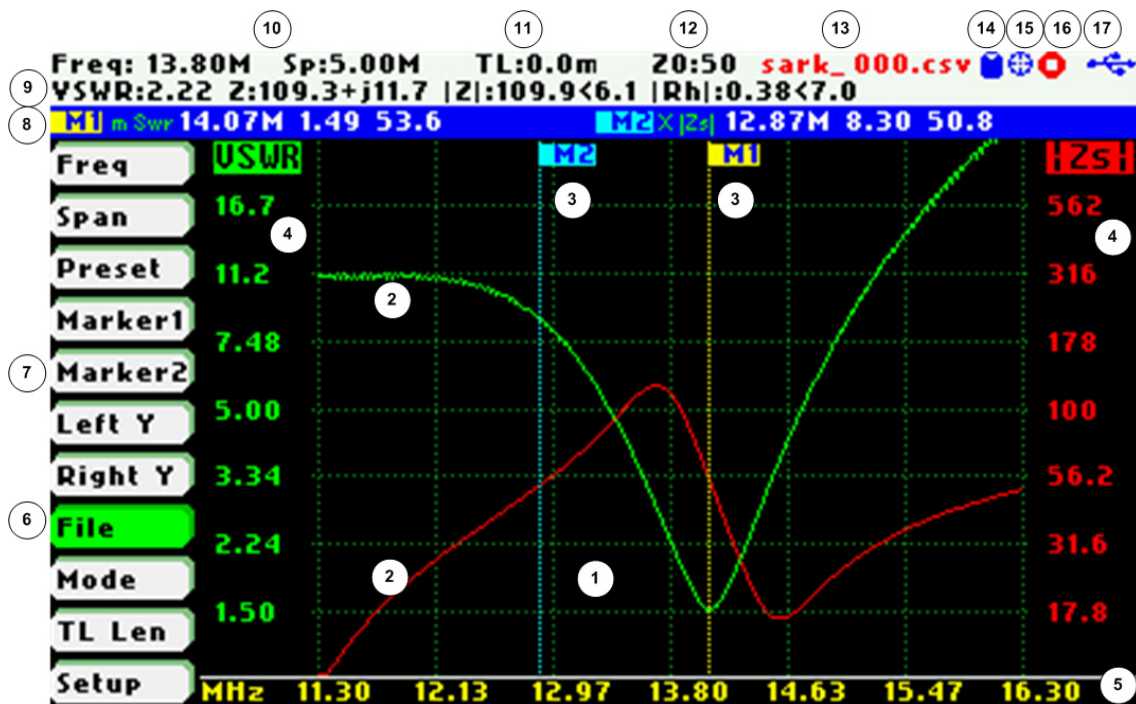


Setup – About (о приборе)

Этот экран показывает информацию о приборе, авторе, номер версии программного обеспечения и использование памяти.



5 Режим прямоугольных графиков (Scalar Chart)



1	Область графиков	10	Центральная частота и полоса
2	Графики	11	Длина линии передачи
3	Маркеры	12	Образцовый импеданс
4	Обозначение вертикальной оси	13	Имя загруженного файла
5	Обозначение горизонтальной оси	14	Идет запись на диск
6	Главное меню	15	Статус калибровки
7	Выделенный пункт меню	16	Состояние измерения
8	Информация о маркерах	17	Статус USB/аккумулятора
9	Подробности измерения		

Режим прямоугольных графиков позволяет измерять импедансы антенн, линий, устройств.

Для включения этого режима используйте джойстик A и выберите пункт «**Mode**» в главном меню. Затем нажмите кнопку [■] для активации подменю, джойстиком B выберите пункт «*Scalar Chart*» и нажмите кнопку [■].

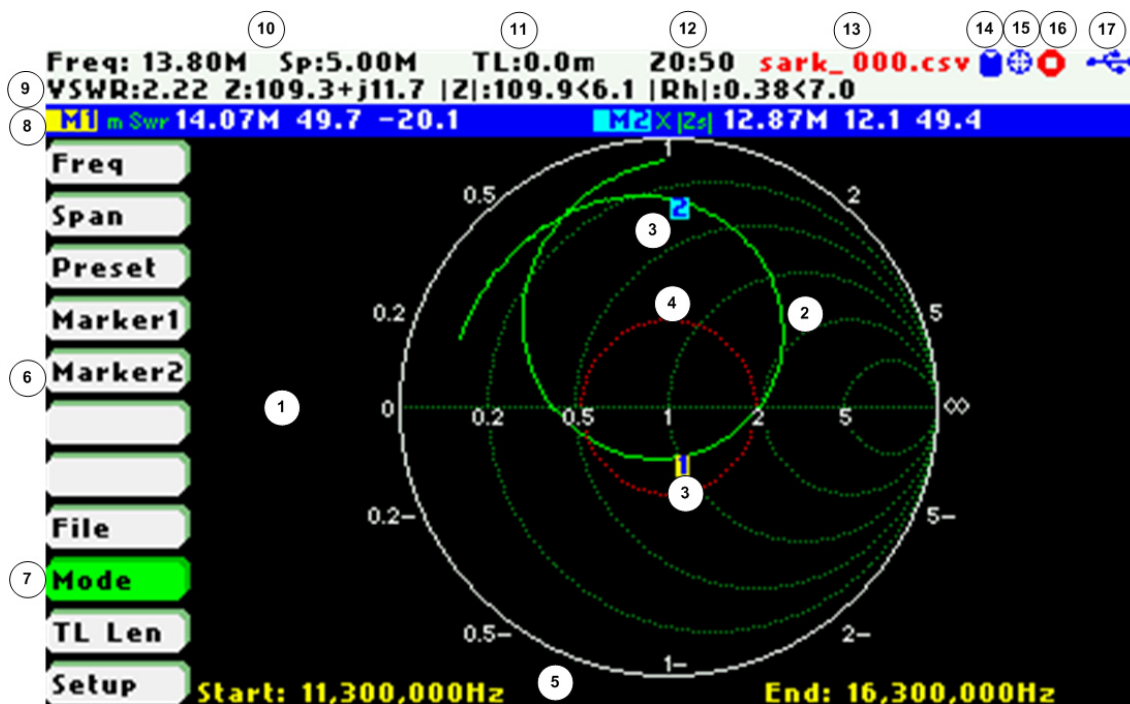
В режиме прямоугольных графиков анализатор выводит два (по выбору пользователя) частотных графика в декартовой системе координат. Пользователь также задает центральную частоту и полосу.

Два вертикальных маркера перемещаются как вручную, так и автоматически. Они используются для индикации характерных точек на графиках.

При включении этого режима измерения идут непрерывно, но они могут быть остановлены, а потом вновь запущены кнопкой [▶||].

Измеренные данные могут быть сохранены во внутреннюю память через опцию меню «File».



6 Круговая диаграмма Смита (Smith Chart)



1	Область графиков	10	Центральная частота и полоса
2	Графики	11	Длина линии передачи
3	Маркеры	12	Образцовый импеданс
4	Круг постоянного импеданса	13	Имя загруженного файла
5	Начальная и конечная частоты	14	Идет запись на диск
6	Главное меню	15	Статус калибровки
7	Выделенный пункт меню	16	Состояние измерения
8	Информация о маркерах	17	Статус USB/аккумулятора
9	Подробности измерения		

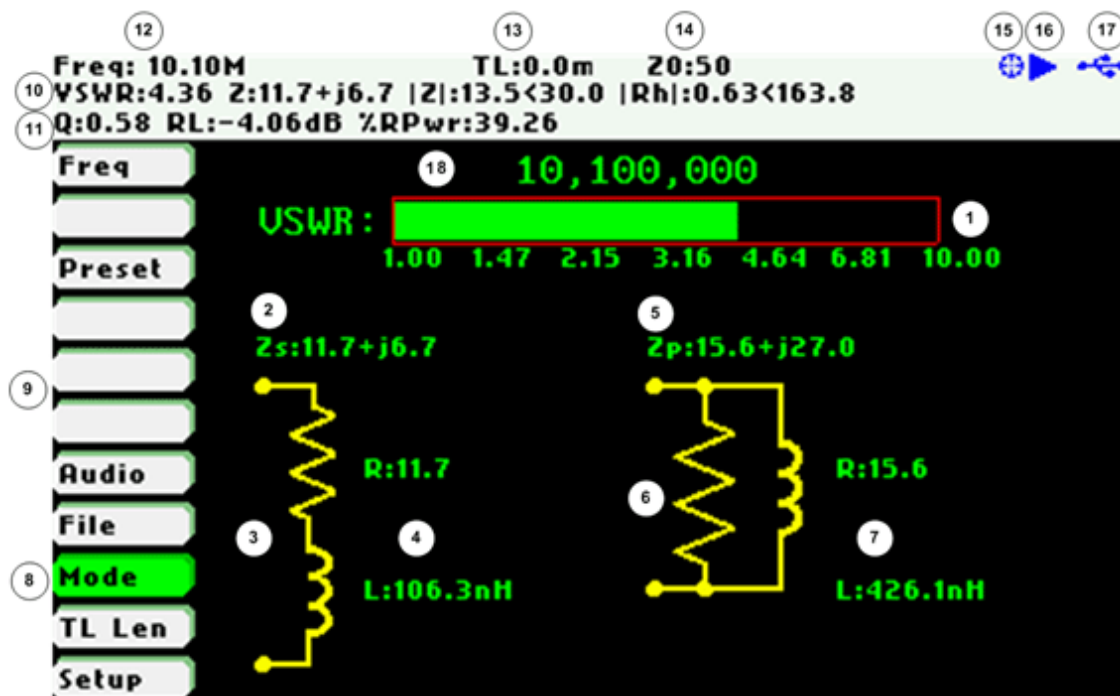
Режим круговой диаграммы Смита во многом аналогичен режиму прямоугольных графиков, но тут строится полярный график комплексного коэффициента отражения.

Для включения этого режима используйте джойстик A и выберите пункт «**Mode**» в главном меню. Затем нажмите кнопку [■] для активации подменю, джойстиком B выберите пункт «*Smith Chart*» и нажмите кнопку [■].

Как и в режиме прямоугольных графиков измерения выполняются непрерывно, но они могут быть остановлены, а потом вновь запущены кнопкой  .

Положение маркеров сохраняется при переключении между круговой диаграммой и прямоугольными графиками. Например, маркеры в диаграмме Смита могут быть установлены на ноль реактивности (который лежит на горизонтальном диаметре) и затем, переключившись в прямоугольные графики, посмотреть чему соответствуют эти точки.

7 Одночастотный режим (Single Frequency)



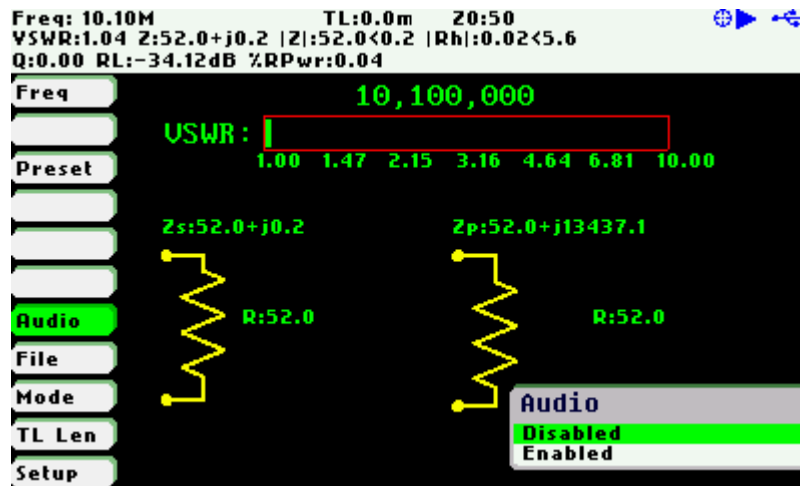
1	Индикатор KСВ	10	Подробности измерения
2	Импеданс в последовательном эквиваленте	11	Расширенные подробности измерения
3	Схема последовательная	12	Установки частоты
4	Последовательные сопротивление и емкость или индуктивность	13	Длина линии
5	Импеданс в параллельном эквиваленте	14	Образцовый импеданс
6	Схема параллельная	15	Статус калибровки
7	Параллельные сопротивление и емкость или индуктивность	16	Состояние измерения
8	Выделенный пункт меню	17	Статус USB/аккумулятора
9	Главное меню	18	Частота, МГц

В этом режиме измеряются сразу все возможные параметры, но на одной частоте. Кроме того, выводится линейный индикатор КСВ и схемы последовательного и параллельного эквивалентов.

Для включения этого режима используйте джойстик A и выберите пункт «**Mode**» в главном меню. Затем нажмите кнопку [■] для активации подменю, джойстиком B выберите пункт «*Single Frequency*» и нажмите кнопку [■].

Измерения выполняются непрерывно, но они могут быть остановлены, а потом вновь запущены кнопкой [▶||].

В этом режиме имеется акустическая индикация КСВ для КСВ от 10 до 1. Если в меню активирована опция «*Audio*», анализатор издает короткие звуковые сигналы. Частота их повторения зависит от КСВ: чем ниже КСВ, тем чаще. Это удобно при работе с СУ на антенне, когда глаза и руки заняты согласованием, а КСВ можно оценивать на слух.



8 Режим измерения кабеля (Cable Test)



1	Область графиков	10	Длина
2	Графики	11	Масштаб
3	Маркеры	12	Коэффициент укорочения
4	Метка вертикальной оси	13	Образцовый импеданс
5	Шкала дистанции	14	Имя загруженного файла
6	Главное меню	15	Запись на диск
7	Выделенный пункт меню	16	Статус калибровки
8	Информация о маркерах	17	Состояние измерения
9	Подробности измерения	18	Статус USB/аккумулятора

Этот режим измерения кабеля или TDR (аббревиатура Time Domain Reflectometer) предназначен для выявления мест потенциальных нарушений коаксиальных кабелей. Метод измерений основан на определении коэффициента отражения в частотной области (Frequency Domain Reflectometry или FDR).

Анализатор сканирует во всем частотном диапазоне и измеряет коэффициенты отражения. А затем математически делает обратное преобразование Фурье. В результате

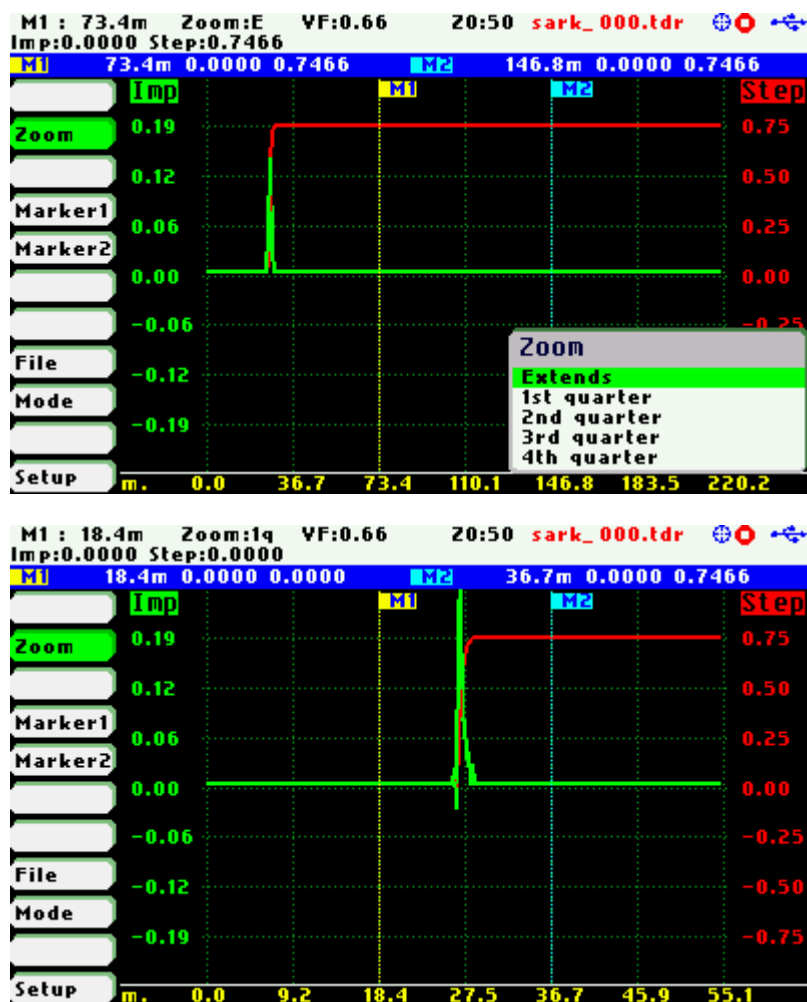
на дисплее мы видим скачок и импульс, точнее реакцию кабеля на них, которая несет информацию о неоднородностях в кабеле и их положении.

Для включения этого режима используйте джойстик A и выберите пункт «Mode» в главном меню. Затем нажмите кнопку [■] для активации подменю, джойстиком B выберите пункт «Cable Test» и нажмите кнопку [■].

Эти измерения требуют предварительного выбора типа кабеля и его коэффициента укорочения в меню «Setup» «Cable Type».

Как и в других режимах, измерения выполняются непрерывно, но они могут быть остановлены, а потом вновь запущены кнопкой [▶||].

Имеется возможность масштабирования графиков по горизонтали, через команду «Zoom» в меню. Она позволяет растягивать любую из четвертей графика. На следующих двух скриншотах показано, как работает масштабирование на примере коаксиального кабеля, длиной 27 м с разомкнутым концом:

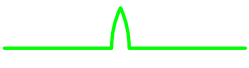

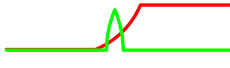
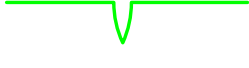




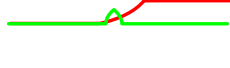




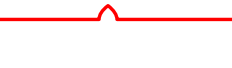






Реакция на импульс (зеленая линия) дает информацию о месте расположения неоднородности. Реакция на скачок (красная линия) показывает характер этой неоднородности.

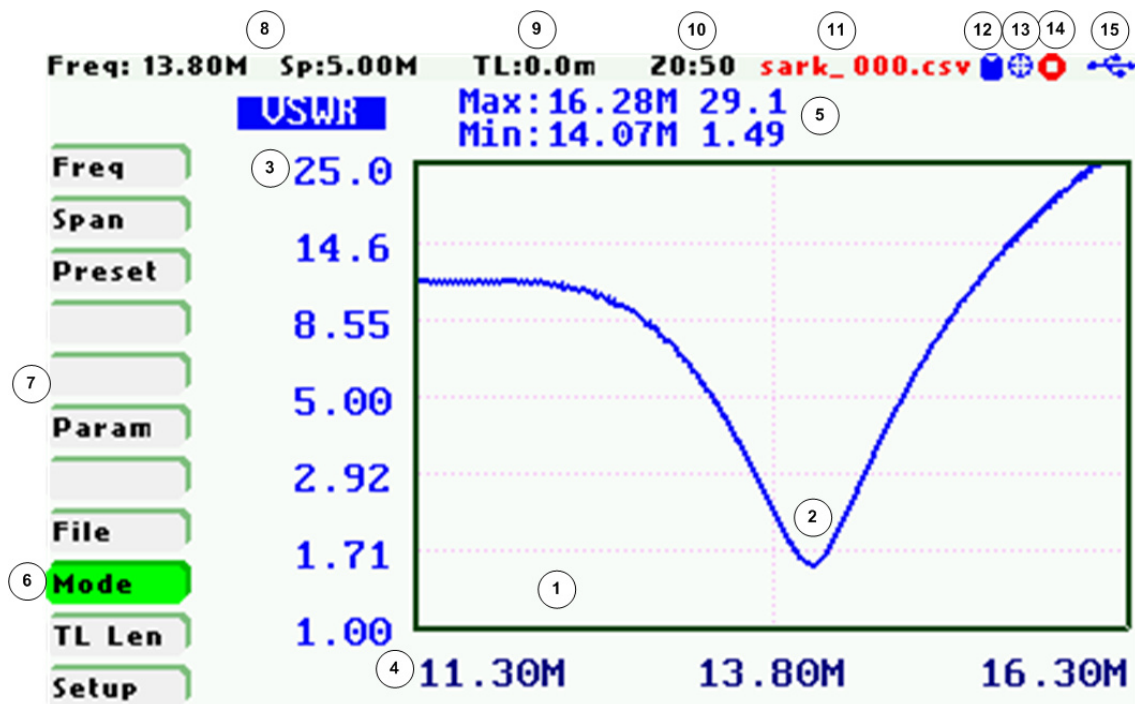
Как в других режимах измерения запускаются кнопкой [▶||], но здесь надо подождать несколько секунд до появления результатов (анализатору требуется время на сканирование и затем обратное преобразование Фурье).

Это измерение требует выбора типа кабеля, его волнового сопротивления и его коэффициента укорочения. Эти установки доступны в меню Setup.

Рисунок ниже иллюстрирует реакции при некоторых неоднородностях:

Неоднородность	Реакция на импульс	Реакция на скачок	дисплей
Обрыв	 Отражение	 Отражение	
КЗ	 Отражение, -180°	 Отражение, -180°	
Сопротивление $R > Z_0$	 Положительный пик	 Сдвиг уровня вверх	
Сопротивление $R < Z_0$	 Отрицательный пик	 Сдвиг уровня вниз	
Индуктивность	 Плюс, потом минус	 Положительный пик	
Индуктивность	 Минус, потом плюс	 Отрицательный пик	

9 Полевой режим (Field Mode)



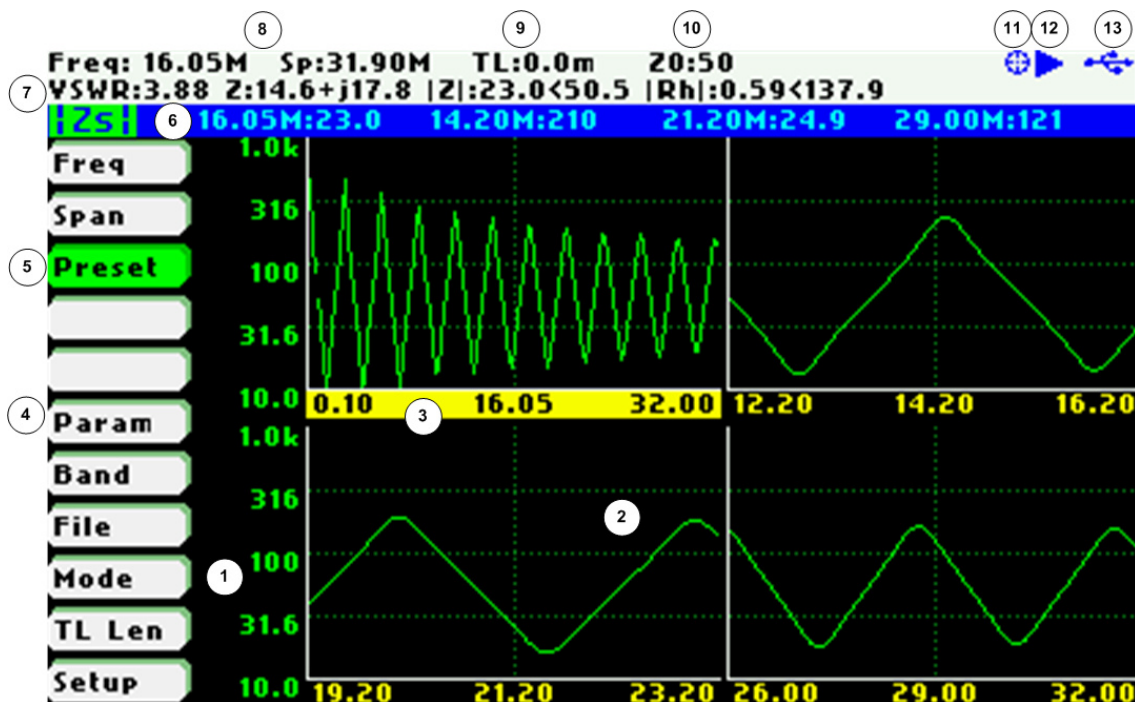
1	Область графиков	9	Длина линии
2	График	10	Образцовый импеданс
3	Метка вертикальной оси	11	Имя загруженного файла
4	Начальная и конечная частоты	12	Запись на диск
5	Максимум и минимум графика	13	Статус калибровки
6	Выделенный пункт меню	14	Состояние измерения
7	Главное меню	15	Статус USB/аккумулятора
8	Центральная частота и полоса		

Полевой режим подобен режиму прямоугольной диаграммы и рассчитан на лучшую видимость: цифры крупнее и белая тема оформления. Частоты и величины максимума и минимума графика выводятся цифрами сверху. Это полезно для быстрой ориентировки.

Для включения этого режима используйте джойстик A и выберите пункт «**Mode**» в главном меню. Затем нажмите кнопку [■] для активации подменю, джойстиком B выберите пункт «*Field*» и нажмите кнопку [■].

В этом режиме строится только график, маркеры недоступны.

10 Multi-band Mode



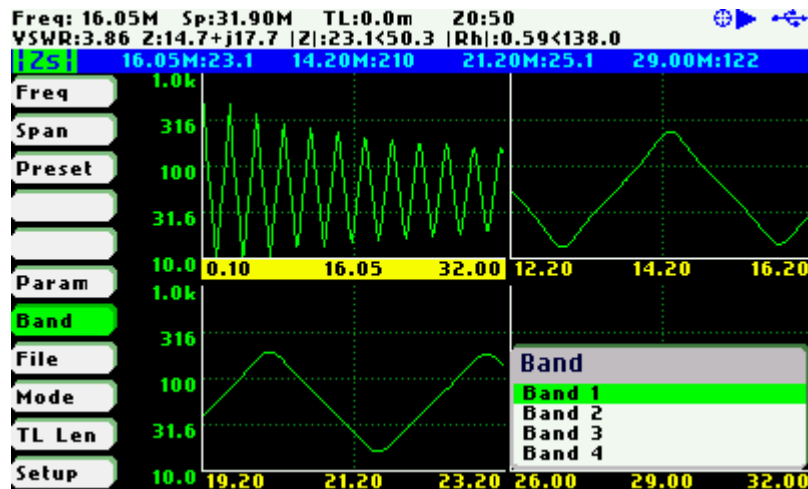
1	Область графиков	8	Частота и полоса (в выделенном диапазоне)
2	Графики	9	Длина линии
3	Выбранный диапазон	10	Образцовый импеданс
4	Главное меню	11	Статус калибровки
5	Выделенный пункт меню	12	Состояние измерения
6	Средняя частота и измеряемая величина на ней в каждом диапазоне	13	Статус USB/аккумулятора
7	Подробности измерения (на центральной частоте выбранного диапазона)		

Многодиапазонный режим – уникальная особенность SARK-110. В нем отображаются графики и параметры сразу в четырех разных диапазонах. Это идеально подходит для настройки многодиапазонных антенн. Кроме того, режим может использоваться для отображения разных видов графиков на одном диапазоне, например, для разных частотных масштабов.

Для включения этого режима используйте джойстик А и выберите пункт «**Mode**» в главном меню. Затем нажмите кнопку [■] для активации подменю, джойстиком В выберите пункт «*Multi-band*» и нажмите кнопку [■].

Работа в многодиапазонном режиме аналогична работе в режиме прямоугольных графиков, но с некоторыми ограничениями: нет маркеров, выводится только один график на диапазоне, невозможно сохранять данные в файл и загружать их.

Команда «**Band**» в главном меню позволяет выбрать активный диапазон. The selected band is highlighted in the frequency axis of the band graph. Frequency and span settings are applied to the selected band. The detailed measurements at the top of the screen correspond to the selected band as well.



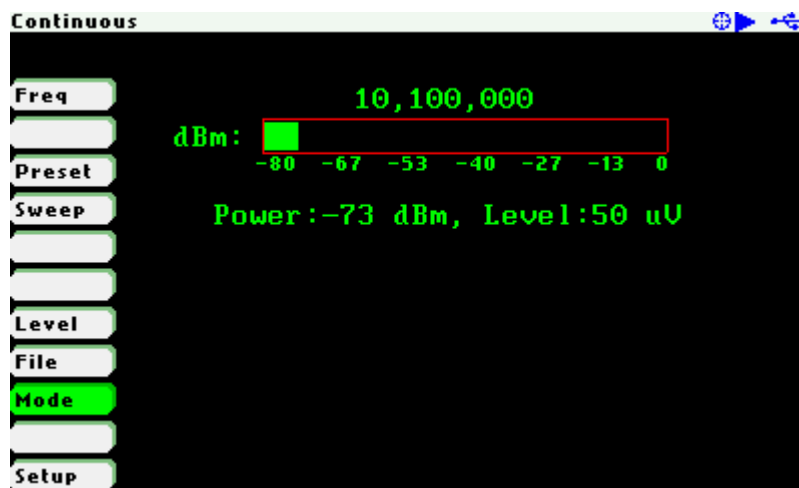
11 Генератор ВЧ (Signal Generator)

В этом режиме SARK-110 может быть использован как программируемый ВЧ генератор. Выходной сигнал синусоидален, частота программируется от 100 кГц до 230 МГц, амплитуда от -73 dBm до -10 dBm. Кроме того, можно установить качание частоты по линейному, логарифмическому, билинейному и билогарифмическому законам.

Это режим подходит для проверки приемников (с дополнительными аттенюаторами), изучения прохождения ВЧ сигнала через цепь и поиска неисправностей.

Для включения этого режима используйте джойстик А и выберите пункт «**Mode**» в главном меню. Затем нажмите кнопку [■] для активации подменю, джойстиком В выберите пункт «*Signal Generator*» и нажмите кнопку [■].

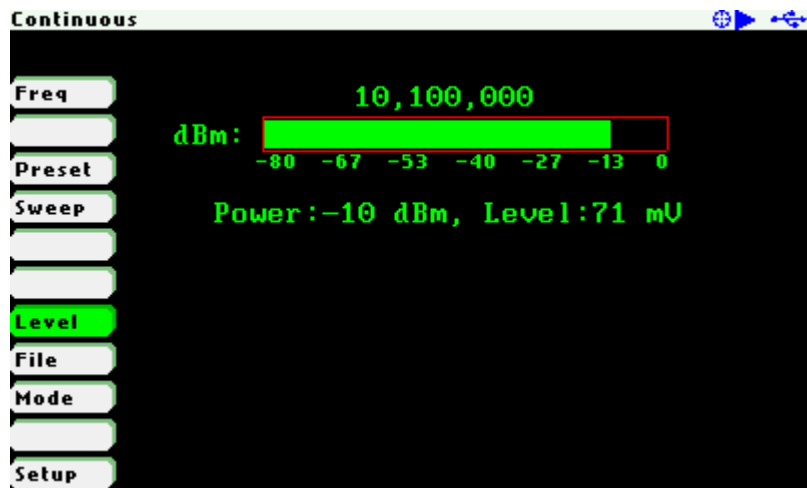
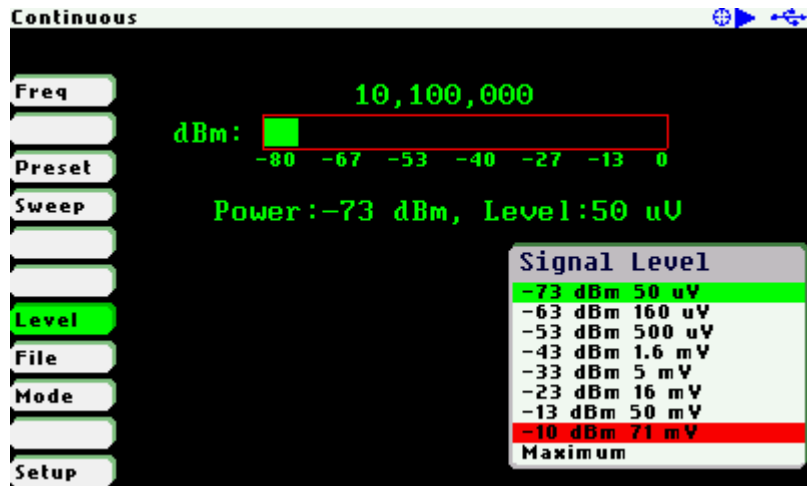
Следующий скриншот показывает работу в режиме непрерывной генерации. На экране выводятся частота в герцах и выходной уровень в dBm и вольтах.



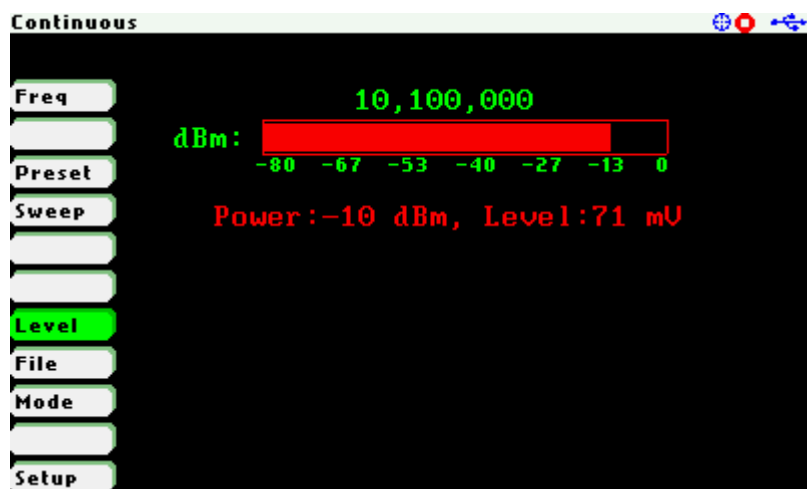
Частота устанавливается обычным образом, см., например п. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Для изменения уровня выходного сигнала джойстиком А выберите пункт «**Level**» в главном меню. Затем, используя джойстик В в подменю установки уровня выберите нужный пункт и нажмите кнопку [■].

В подменю доступны восемь уровней от (-73 dBm to -10 dBm), как показано на следующем скриншоте:



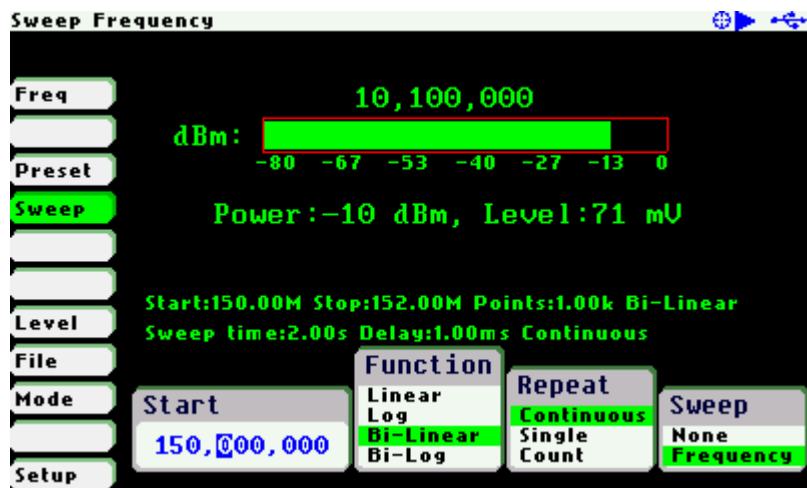
Выходной сигнал генерируется непрерывно до тех пор пока не будет остановлен на паузу кнопкой **[▶||]**. В состоянии паузы индикатор уровня становится красным, как показано на следующем скриншоте. Повторный запуск генератора делается еще нажатием кнопки **[▶||]**.



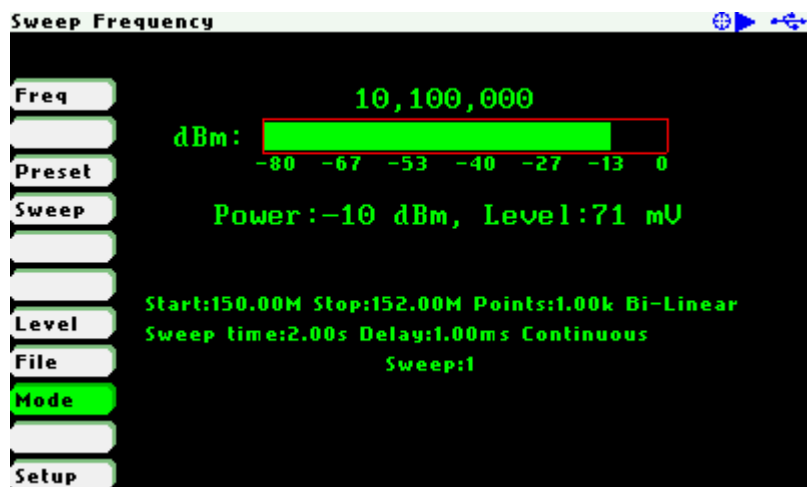
В режиме свипирования генератор качает частоту в указанной полосе. Для изменения параметров свипирования джойстиком А выбирают команду «Sweep» в главном меню и нажимают кнопку [■].

Следующие параметры могут быть использованы:

- Sweep (качание):
 - None Непрерывная генерация на одной частоте
 - Frequency Качание частоты
- Repeat (повтор):
 - Continuous Непрерывная генерация
 - Single Генератор останавливается после одного прохода по частоте
 - Count: Генератор останавливается когда число проходов достигнет числа, выбранного в подменю <Count>
- Function (функция):
 - Linear Линейное изменение частоты
 - Log Логарифмическое изменение частоты
 - Bi-Linear Качание по алгоритму: начало>конец>начало с линейным изменением частоты
 - Bi-Log Качание по алгоритму: начало>конец>-начало с логарифмическим изменением частоты
- Start Frequency (начальная частота):
 - <Start> В герцах
- Stop Frequency (конечная частота):
 - <Stop> В герцах
 - Number of points (число точек): Количество шагов между начальной и конечной частотой, указывается в подменю <Points>
- Delay uS: Длительность одного шага
 - <Delay uS> В микросекундах



Все параметры качания частоты выводятся на экране, как показано на следующем скриншоте:



Удобный уровень для проверки КВ приемников -107dBm или 1 мкВ на нагрузке 50 Ом. Он соответствует показаниям S-метра S1. Дать такой уровень непосредственно SARK-110 не может. Но внешний аттенюатор в 34 dB решит эту проблему. Такой аттенюатор для КВ диапазона может быть самодельным, в виде П-образной цепи с парой параллельных резисторов 52 Ома на входе и выходе и последовательным резистором 1,2 кОм между ними.

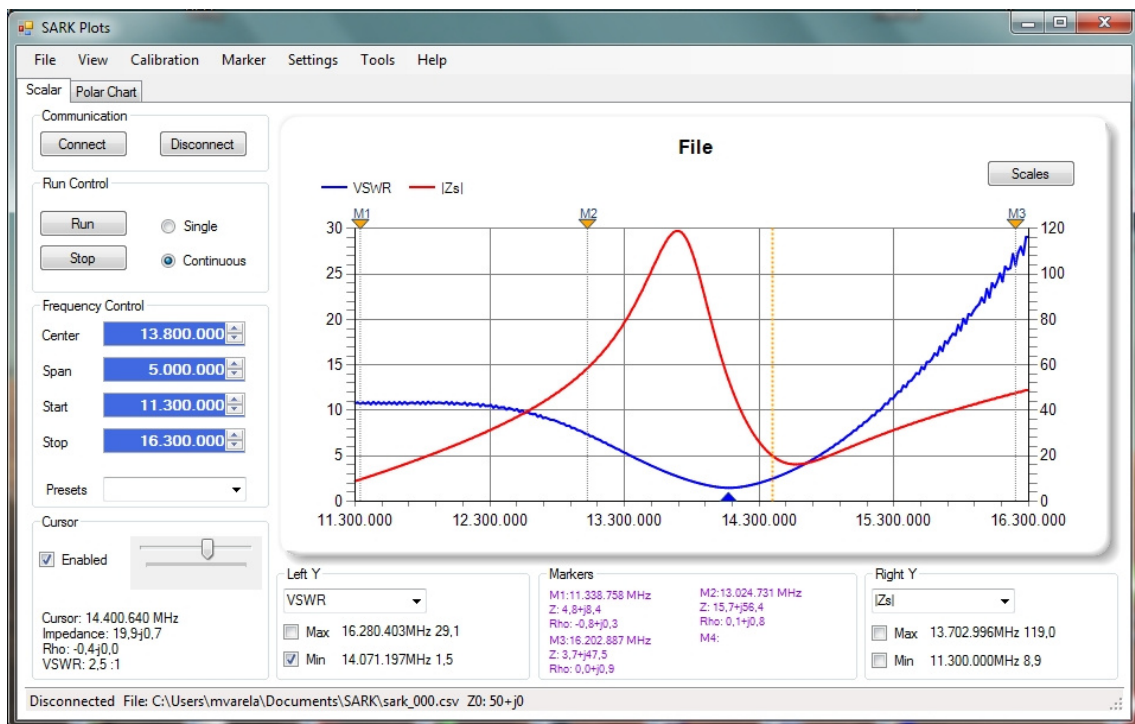
*Примечание переводчика. На УКВ самодельные аттенюаторы с большим затуханием не будут иметь расчетного ослабления из-за трудноустраняемых паразитных емкостей. Имеет смысл сделать или купить несколько аттенюаторов с меньшим ослаблением в отдельном корпусе каждый. И набирать из них требуемое затухание. Например, набор аттенюаторов 20 dB, 10 dB, 10 dB, 6 dB, 3 dB обеспечит довольно точную установку любой амплитуды от -10 dBm (71 мВ) до -112 dBm (0,5 мкВ). Расчет таких аттенюаторов делается в любом подходящем симуляторе.

12 Соединение с компьютером (Computer Control Mode)

SARK-110 может работать под управлением персонального компьютера, используя программу SARK Plots client для Windows, для дальнейшего расширения возможностей инструмента. Для подключения прибора не требуется установка драйверов, соединение идет используя стандартный USB HID интерфейс.

Для включения этого режима используйте джойстик A и выберите пункт «**Mode**» в главном меню. Затем нажмите кнопку [■] для активации подменю, и джойстиком B выберите пункт «*Computer Control*» и нажмите кнопку [■].

Когда анализатор соединен по USB с компьютером он реагирует на команды софта SARK Plots client только в режиме «*Computer Control*».

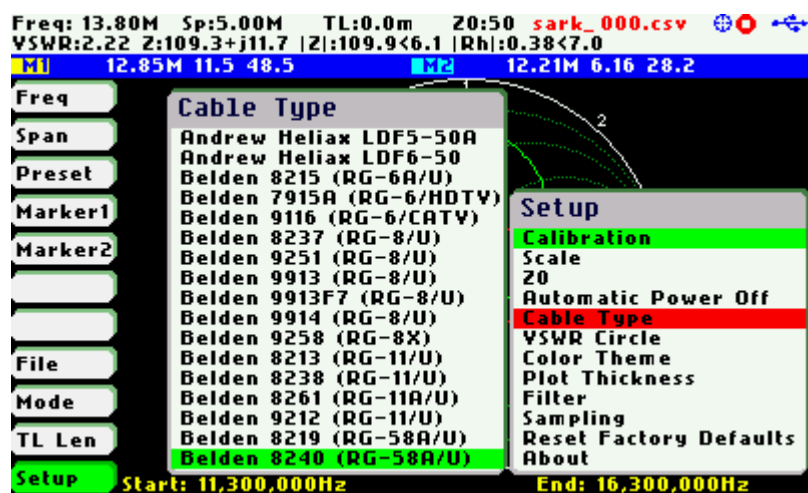


Спецификация командного интерфейса открыта для всех желающих развивать клиентский софт. Исходные коды интерфейса доступны для разных операционных систем
Подробности: <http://www.sark110.com/commands-interface>

13 Вычитание\добавление влияния линии передачи

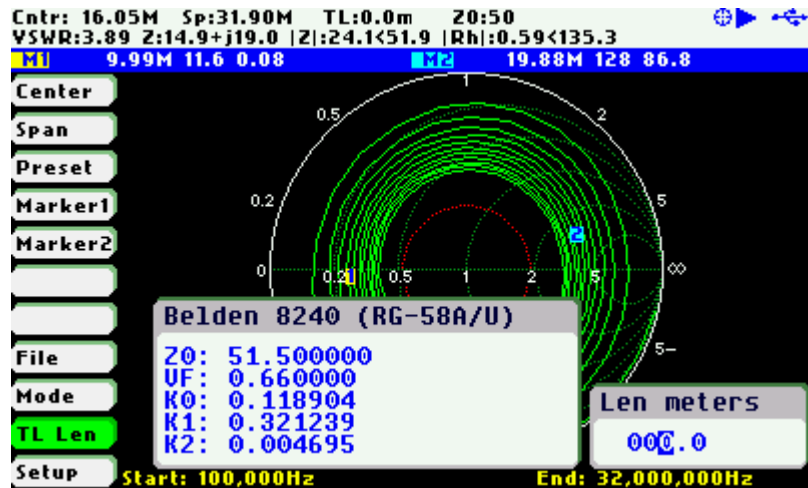
SARK-110 дает возможность вычитать влияние линии передачи (от источника к нагрузке) или добавлять это влияние (от нагрузки ко входу). Вычитание линии используется для измерения антенн через кабель, результаты при этом получаются такими же, как если бы анализатор был подключен прямо к антенне без кабеля. Добавление линии используется для того, чтобы еще до включения линии увидеть ее возможное влияние.

Тип линии передачи и ее параметры должны быть известны заранее. SARK-110 содержит данные о большинстве широко используемых кабелей, кроме этого пользователь может добавить три свои типа кабеля. Выбор типа кабеля осуществляется выбором в главном меню команды «**Setup**» и затем в подменю «*Cable Type*», как показано на следующем скриншоте:



Длина линии водится через команду «**TL Len**» в главном меню. Используйте отрицательные значения длины для вычитания (пересчет к нагрузке) и положительные для добавления (пересчет к источнику).

Диалог выбора длины линии вызывается выделение команды «**TL Len**» в главном меню и последующим нажатием кнопки **[■]**, как показано на следующем скриншоте. Длина линии устанавливается джойстиком В, который действует на выделенный разряд числа. Джойстик А позволяет выбрать другой разряд. Установленная длина подтверждается нажатием кнопки **[■]** (любая другая кнопка – сброс). Длина линии может быть сброшена в ноль нажатием кнопки **[●]**.

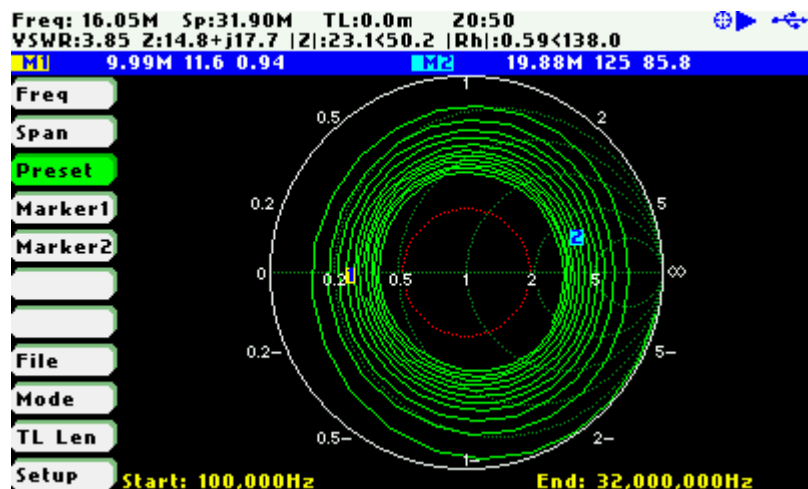


Другой метод изменения длины линии состоит в нажатии на джойстик В, когда в главном меню выделен пункт «TL Len». Длина линии будет меняться в том разряде, в котором установлен курсор.

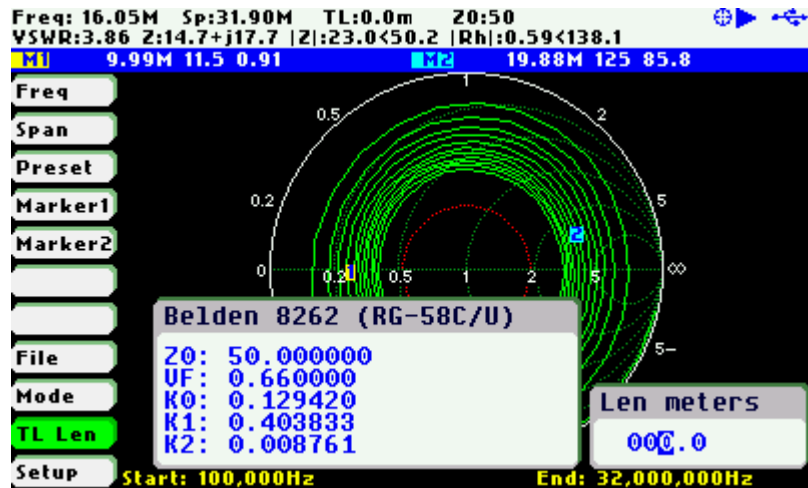
Поскольку точная длина кабеля обычно не известна, ниже описана процедура, как ее измерить. Отключите все от дальнего конца измеряемого кабеля (холостой ход). Переведите SARK-110 в режим диаграммы Смита, а затем в установках частоты выберите полную полосу качания («Preset» «Full HF»). Диаграмма Смита покажет спираль. Когда выбрана отрицательная длина кабеля, то по мере роста устанавливаемой длины кабеля, спираль будет разворачиваться и при точном соответствии установки действительной длине кабеля спираль превратится в одну точку бесконечного импеданса (справа на диаметре).

Скриншоты ниже показывают пример такой установки. К прибору подключен кусок кабеля RG-58C/U длиной 33,9м соax с разомкнутым дальним концом.

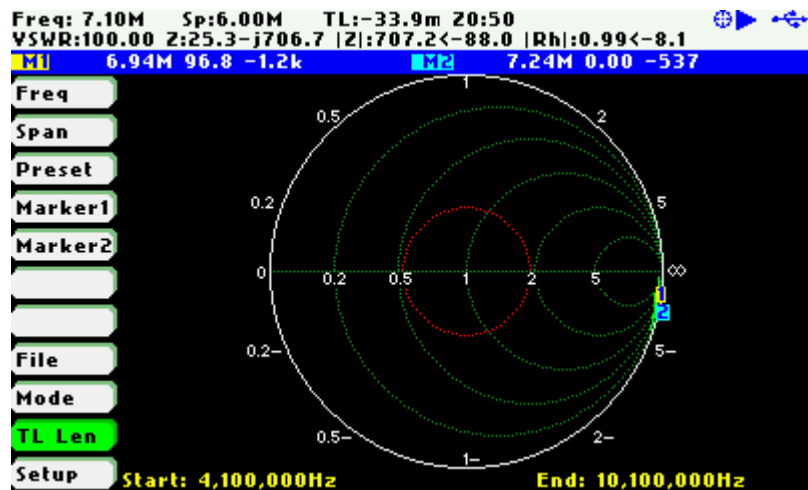
Первый скриншот показывает, что мы видим без компенсации длины линии:



Второй скриншот показывает включение режима вычитания линии:



Последний скриншот показывает, что установив длину 33,9 м, мы скомпенсировали влияние кабеля и видим во всей полосе бесконечный импеданс (весь график стянулся в точку справа), который на самом деле и имеется на конце кабеля:



Примечание переводчика. Добиться точной компенсации во всей полосе довольно сложно. Длину надо подгонять с точностью до сантиметра, и не исключено, что у вашего кабеля коэффициенты затухания будут не такими, как у дефолтного в таблице. В этом случае придется использовать в установках свой тип кабеля и вручную подгонять его коэффициенты (см. Приложение I).

14 Спецификация

- Синтезатор**
- Прямой цифровой синтез частоты с точностью 1 Гц
 - Синусоидальный выходной сигнал
 - Диапазон частот от 0,1 до 230 МГц
- Измеряемые параметры**
- Комплексный импеданс (последовательный и параллельный эквивалент) в прямоугольных и полярных координатах, комплексный коэффициент отражения в прямоугольных и полярных координатах, КСВ, потери отражения, процент отраженной мощности, добротность, эквивалентные емкость и индуктивность
- Общие особенности для всех видов работы**
- Предустановки для всех любительских диапазонов, попадающих в полосу прибора
 - Настраиваемый образцовый импеданс
 - Сохранение данных на в память и их последующий вызов
 - Три варианта фиксированных масштабов шкал и автоматический выбор шкалы
 - Предустановки для большинства популярных кабелей
 - Возможность добавления\вычитания влияния линии передачи
 - Белая и черная цветовые схемы
 - Настраиваемая толщина графиков
- Виды работы**
- Прямоугольные графики
 - Круговая диаграмма Смита
 - Одночастотный
 - Измерения кабеля
 - Полевой
 - Многодиапазонный
 - Генератор ВЧ
- Режим прямоугольных графиков**
- Два графика частотных зависимостей по выбору пользователя
 - Два маркера с ручным и автоматическим позиционированием
 - Отображение детальных параметров на центральной частоте и частотах маркеров

- Режим круговой диаграммы Смита**
 - Отображение комплексного коэффициента отражения на диаграмме Смита
 - Два маркера с ручным и автоматическим позиционированием
 - Отображение детальных параметров на центральной частоте и частотах маркеров
- Одночастотный режим**
 - Отображение всех параметров на одной частоте
 - Графическое представление последовательного и параллельного эквивалентов
 - Звуковая обратная связь по КСВ
- Измерение кабелей**
 - Максимальная длина 250 м
 - Отображение реакции на импульс и на скачок
- Полевой режим**
 - График увеличенных размеров и четкости
 - Отображение минимальной и максимальных величин
- Многодиапазонный**
 - Отображение прямоугольных графиков для четырех диапазонов одновременно
- Генератор сигналов**
 - Прецизионный ВЧ генератор с шагом 1 Гц.
 - Управляемый программно уровень от -73 dBm до -10 dBm
 - Непрерывная генерация и качание частоты
 - Линейный, логарифмический, билинейный и билогарифмический законы изменения частоты при качании
- Маркеры**
 - Виды позиционирования:
 - Ближайший минимум
 - Ближайший максимум
 - Абсолютный минимум
 - Абсолютный максимум
 - Пересечение графиков любое
 - Пересечение сверху вниз
 - Пересечение снизу вверх
- Интерфейсы**
 - Цветной экран 3" TFT LCD 400 * 240
 - 4 специальные кнопки

- 2 навигационные джойстика
- PC интерфейс**
- USB Mini-B
 - Полная скорость USB
 - Комбинированный USB:
 - Как внутренний диск (Mass Storage)
 - Управление с компьютера (HID)
- Память**
- 2 MB внутренней памяти, совместимой с FAT
 - USB Mass Storage
 - Сохранение и последующий вызов скриншотов
 - Сохранение и последующий вызов данных измерения
 - Возможность редактирования пользователем файлов, задающих предварительные установки частот, шкал и кабелей пользователя.
 - Данные измерений совместимы с форматом ZPLOTS
- Калибровка**
- Автоматическая OSL калибровка
 - 256 точек калибровки
 - Сохранение данных калибровки в память
 - Калибровка частоты
- Структура**
- Супергетеродин с одним преобразованием
 - Два независимых измерительных канала для одновременного измерения амплитуды и фазы тока и напряжения нагрузки
 - Два синхронных АЦП 12 бит
- Процессор**
- 72 МГц STM32 MCU
 - 256 KB флэш
 - 48 KB SRAM
- ВЧ выход**
- Разъем MCX
 - Мощность на выходе: -10 dBm (0,1 мВт или 70,7 мВ эфф.) на нагрузке 50 Ом
- Питание**
- Литиево-полимерный аккумулятор 3.7 В 1000 мАч
 - USB для работы с PC и зарядки аккумулятора
 - Автоматическое выключение (через 5, 10, или 30 минут)

- Время автономной работы 2,5 часа
- Время заряда 3,5 часа

Диапазон рабочих температур От 0°C до 50°C

Размеры 98 * 60 * 14,5 (мм)

Вес 120 гр

Состав поставки

- SARK-110 x 1
- Аккумулятор x 1
- Короткий кабель-переходник MCX на BNC x 1
- Шестигранный ключ x 1

15 Предостережения

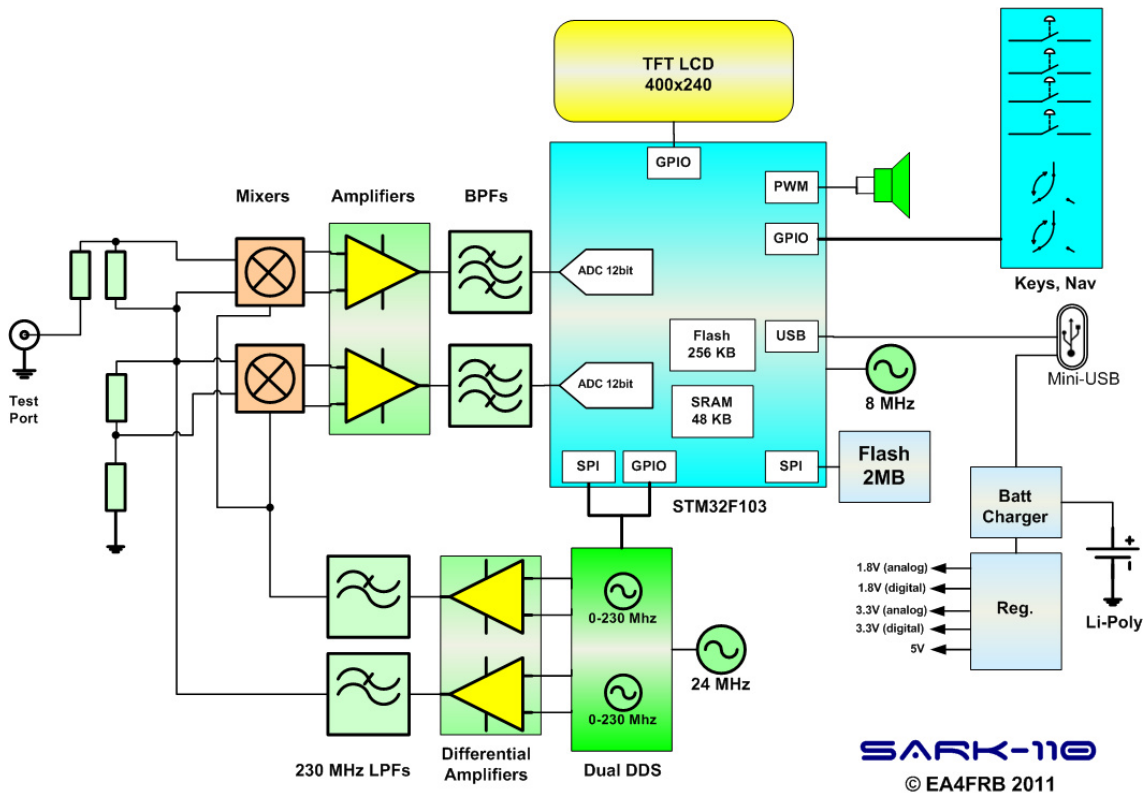
1. *Никогда не подключайте прибор к антенне во время грозы. Молнии и статическое электричество на антенне могут повредить и необратимо вывести из строя прибор и оператора.*
2. *Никогда не подключайте передатчик к входу прибора. Это может необратимо повредить прибор. Близко расположенные передающие антенны могут своим излучением навести значительные напряжения на измеряемой антенне, чем исказить показания или повредить прибор.*
3. *Хотя выход прибора и защищен от электростатики, но большой статический заряд на антенне может повредить прибор. Поэтому перед подключением к прибору кратковременно заземляйте (т.е. разряжайте) оба конца антенны. А после измерений отключайте антенну от прибора.*
4. *Прибор генерирует около 70 мВ ВЧ напряжения на своем выходе. При подключении к нему внешней антенны это может быть причиной радиопомех. Держите прибор подключенным к антенне не дольше, чем это необходимо для измерений.*

16 Благодарности

- Я хотел бы выразить особую благодарность фирме Seeed Studio, которая изготавливает прибор.
- Схема и печатная плата анализатора были сделаны с использованием программы DesignSpark PCB. Информация о ней: www.designspark.com/pcb
- Программное обеспечение анализатора сделано с использованием Lite edition программы Atollic TrueSTUDIO® для STM32. Информация о ней: www.atollic.com
- Файловая система FAT File была предоставлена ChaN, модуль FatFs.
- Программное обеспечение для STM32 и библиотеки для USB были предоставлены STMicroelectronics.
- Большое спасибо Dan Maguire, AC6LA, за отличное приложение ZPLOTS для MSEXcel: <http://www.ac6la.com/zplots.html>

Приложение А. Теория работы

Ниже приведена блок-схема прибора:



SARK-110 состоит из четырех главных функциональных узлов: генератора ВЧ сигналов, измерительного моста, двух перестраиваемых приемников и микроконтроллера с дисплеем для обработки и отображения результатов.

Генератор сигналов выполнен на микросхеме AD9958 (Analog Devices), которая представляет собой двухканальный DDS. Один канал DDS генерирует сигнал для измерительного моста, второй (работающий со сдвигом частоты 1 кГц относительно первого) – опорный сигнал для двух смесителей. Частота кварцевого генератора DDS составляет 24 МГц. встроенная петля ФАПЧ поднимает частоту до 480 МГц, которая и является тактовой частотой DDS. В обычном случае выходная частота DDS достигает 1/3 тактовой. Но в данной конструкции за счет специального фильтра на выходе она достигает почти половины тактовой: до 230 МГц.

По принципу работу DDS его выходной уровень понижается с частотой по закону $\text{SIN}(X)/X$. Программа SARK-110 компенсирует это изменение, снижая амплитуду DDS с понижением частоты, так, чтобы выходной сигнал имел постоянную амплитуду во всем частотном диапазоне.

Выходной сигнал каждого из DDS усиливается дифференциальным усилителем с ООС. Обычно на выходе DDS используется симметричный трансформатор, но в данном случае

из-за низкой начальной частоты 100 кГц и малой доступной высоты корпуса было применено решение с дифференциальным усилителем.

На выходе каждого из усилителей стоят эллиптические фильтры с частотой среза 230 МГц, устраняющие зеркальный канал DDS (он лежит от половины тактовой частоты до нее, т.е. от 240 до 480 МГц), отчего из сигнала удаляются ВЧ составляющие и он приобретает чистый синусоидальный вид.

Для измерений импеданса используется простой резистивный мост, который, несмотря на простоту дает хорошие результаты в широком частотном диапазоне. Сигнал на одном выходе моста пропорционален напряжению на измеряемой нагрузке, сигнал на другом выходе моста пропорционален току нагрузки. Оба сигнала содержат как амплитуду, так и фазу. Их отношение дает измеряемый импеданс.

Далее эти сигналы поступают на два идентичных канала. Один канал обрабатывает сигнал тока, другой – напряжения. Каждый канал состоит из смесителя (на опорные входы которых поступает сигнал со второго DDS) и выходного фильтра. Выходная частота (ПЧ прибора) миксеров равна 1 кГц. Каналы полностью идентичны. Небольшой индивидуальный разброс устраняется в процессе калибровки детекторов. Оба сигнала (напряжения и тока) ПЧ 1 кГц переводятся в цифровую форму и далее обрабатываются в ней.

Цифровое ядро прибора – микроконтроллер STM32F103 (STMicroelectronics). Он содержит ядро ARM Cortex M3 32 бита, работает на частоте 72 MHz, имеет флэш память 256 KB, SRAM 48 KB, и широкий спектр входов\выходов, включая USB и два канала 12ти битных АЦП. Последние и переводят в цифру сигналы ПЧ 1 кГц с выходов фильтров смесителей. Эти два АЦП работают одновременно и синхронно, чем достигается высокая точность оцифровки.

Два набора цифровых данных (напряжения и тока) анализируются, используя дискретное Фурье-преобразование. Это очищает сигналы 1 кГц от помех и постоянной составляющей. Магнитуда импеданса нагрузки это амплитуда сигнала напряжения, деленная на амплитуду сигнала тока. А фаза импеданса нагрузки это фазовый угол между сигналами напряжения и тока. Измерив и вычислив эти два параметра мы можем рассчитать активную и реактивную часть импеданса нагрузки. Все остальные параметры, такие как КСВ, коэффициент отражения, и т. д. являются производными от измеренного комплексного импеданса нагрузки.

Приложение В. Измеряемые параметры

Название	Параметр	Описание
Rs	Последовательное активное сопротивление	Активная часть последовательного импеданса
Xs	Последовательное реактивное сопротивление	Реактивная часть последовательного импеданса
Rp	Параллельное активное сопротивление	Активная часть параллельного импеданса
Xp	Параллельное реактивное сопротивление	Реактивная часть параллельного импеданса
Zs	Модуль импеданса	$ Z = \sqrt{R^2 + X^2}$
<Zs	Фазовый угол импеданса	Фаза между током и напряжением
VSWR	KCB	Показывает, насколько эффективно ВЧ энергия передается от источника к нагрузке.
RL	Потери отражения	Коэффициент отражения в дБ. $RL = 20 \times \log_{10}(Rho)$
CL	Кабельные Потери	Измерение вносимых потерь в кабеле в дБ. Измерение должно выполняться с применением короткого замыкания в конце кабеля. $CL = ABS\left(\frac{RL}{2}\right)$
Rho	Модуль коэффициента отражения (Rho)	Отношение амплитуд отраженной и падающей волн
<Rho	Фазовый угол коэффициента отражения	Фаза между отраженной и падающей волнами $Ph = a \tan\left(\frac{RhoI}{RhoR}\right)$

Название	Параметр	Описание
%Ref Pwr	Процент отраженной мощности	$\% RPwr = Rho^2 \times 100$
Q	Добротность	Отношение реактивной энергии, запасенной в компоненте к активной, рассеиваемой энергии $Q = \frac{X}{R}$
Cs	Последовательная емкость	Эквивалентная последовательная емкость на измеряемой частоте
Ls	Последовательная индуктивность	Эквивалентная последовательная индуктивность на измеряемой частоте
Cr	Параллельная емкость	Эквивалентная параллельная емкость на измеряемой частоте
Lr	Параллельная индуктивность	Эквивалентная параллельная индуктивность на измеряемой частоте

Приложение С. Update программного обеспечения

Программное обеспечение SARK-110 может быть обновлено. Предполагается, что вы уже скачали с <http://sark110.ea4frb.eu/files/firmware> и разархивировали файл новой прошивки с именем SARK110-VAA-APP-х.у.z.dfu, где х.у.z – номер версии.

Отметим, что на странице <http://sark110.ea4frb.eu/files/firmware> всегда имеются два файла прошивки для каждой версии. Дело в том, что первые версии прибора работали до 200 МГц, а более новые – до 230 МГц. Вот в зависимости от этого и надо выбрать один из двух файлов прошивки. Подробности на странице <http://sark110.ea4frb.eu/files/firmware>.

Процедура прошивки:

1. Соедините SARK-110 с компьютером по USB
2. Скопируйте файл прошивки. SARK110-VAA-APP.х.у.z.dfu на SARK-110
3. Выключите SARK-110 снова включите, держа зажатой кнопку [▶||]
4. Появится экран предлагающий установку нового программного обеспечения
5. Если в прибор скопировано одновременно несколько разных прошивок, то используйте джойстик В, чтобы выбрать нужный файл.
6. Прошивка начнется после нажатия кнопки [■]
7. После завершения прошивки нажмите кнопку [▲], которая перезапустит прибор и применит новую прошивку

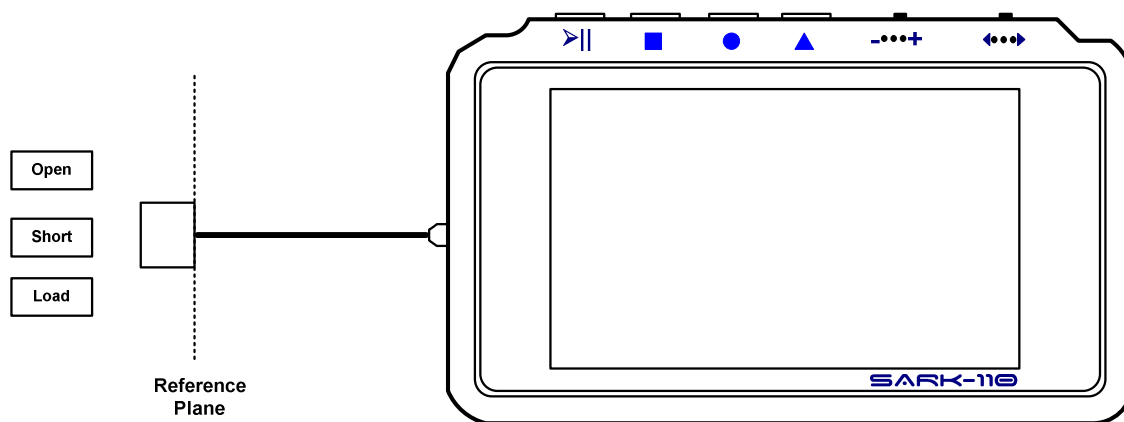
Приложение D. OSL калибровка

SARK-110 должен быть откалиброван provides для компенсации влияния кабеля, соединяющего измеряемую цепь с прибором. Эта калибровка должна выполняться для каждого нового кабеля.

Калибровка выполняется, используя разомкнутую (Open), короткозамкнутую (Short) и образцовую (Load) нагрузки, отчего и называется **OSL** калибровкой.

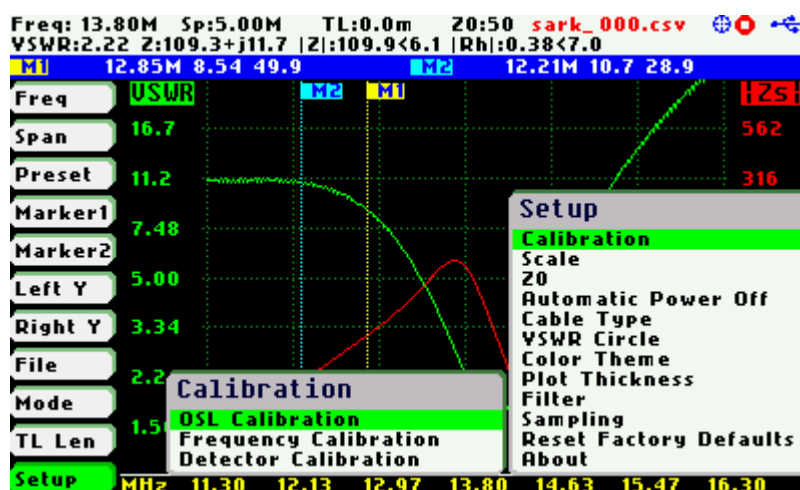
- Для выбора образцового импеданса сделайте **Setup - Z0** (см. п. ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

Место размещения этих нагрузок называется Reference Plane (плоскостью калибровки):



Прибор выполняет ряд последовательных измерений с этими нагрузками, и сохраняет поправочные коэффициенты, которые затем используются при измерениях для коррекции показаний.

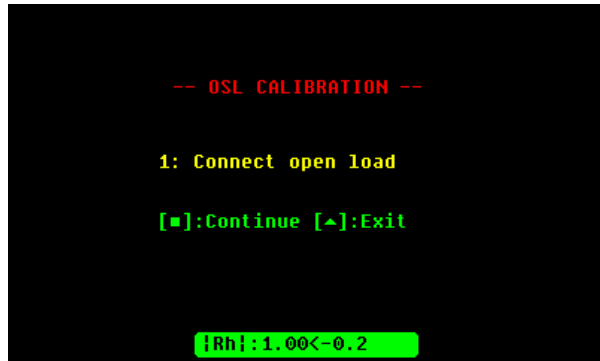
Путь к OSL калибровке: «**Setup**» «**Calibration**» «**OSL Calibration**».



Процесс OSL калибровки следующий:

Подключите разомкнутую нагрузку.

Нажмите кнопку [■] для продолжения или кнопку [▲] для отказа.

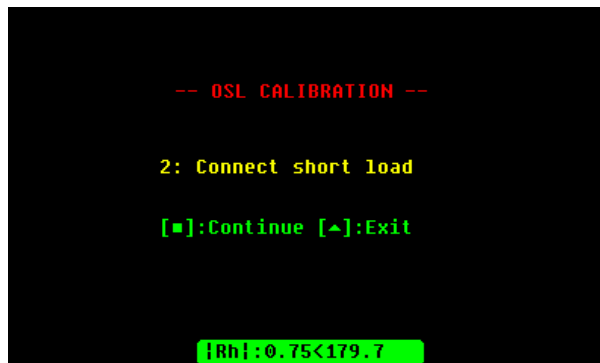


Прогресс калибровки индицируется горизонтальной зеленой полосой.



Подключите короткозамкнутую нагрузку.

Нажмите кнопку [■] для продолжения или кнопку [▲] для отказа.

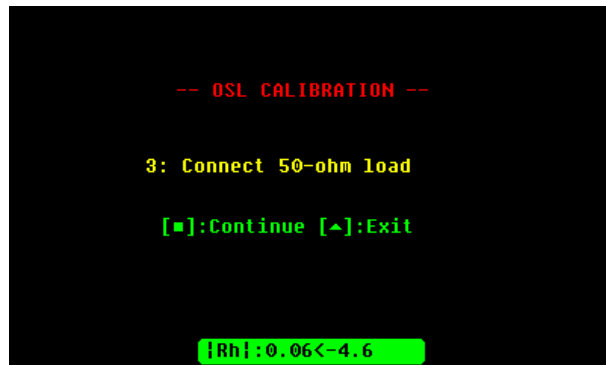


Прогресс калибровки индицируется горизонтальной зеленой полосой.

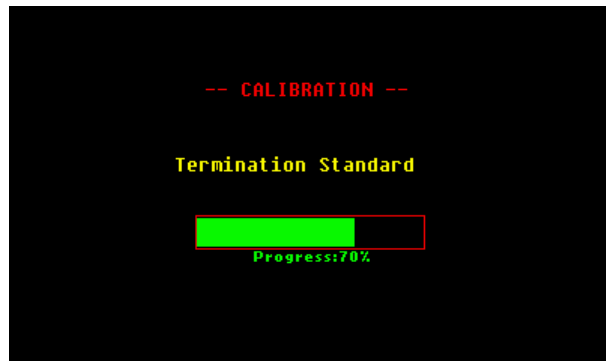


Подключите нагрузку 50 Ом.

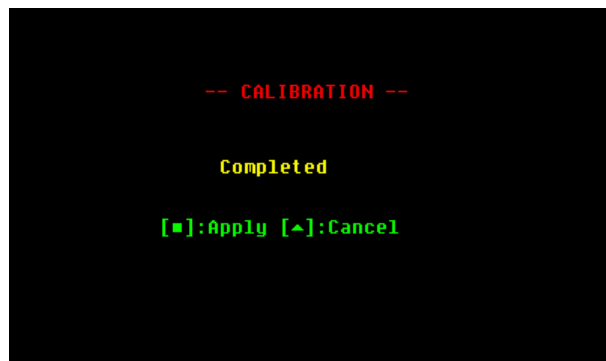
Нажмите кнопку [■] для продолжения или кнопку [▲] для отказа.



Прогресс калибровки индицируется горизонтальной зеленой полосой.

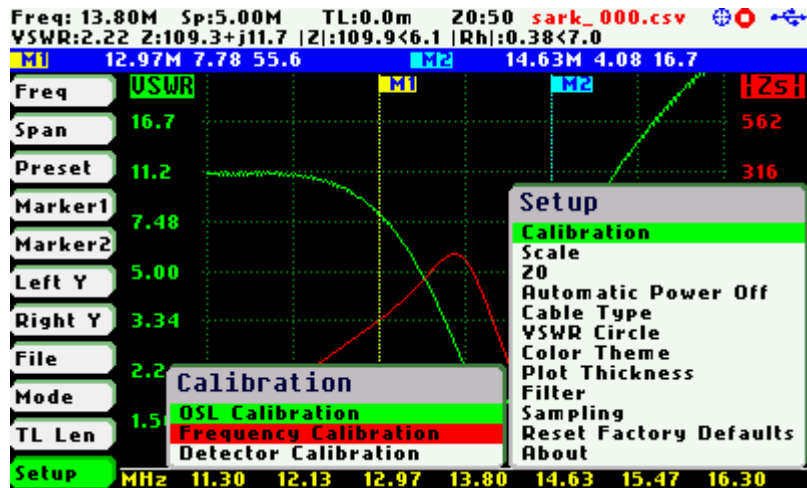


Нажмите кнопку [■], чтобы применить результаты калибровки, или кнопку [▲] для отказа.



Приложение Е. Калибровка частоты

Установка частоты с точностью 1 Гц. Вызывается командой «Setup» «Calibration» «Frequency Calibration», как показано на следующем скриншоте:

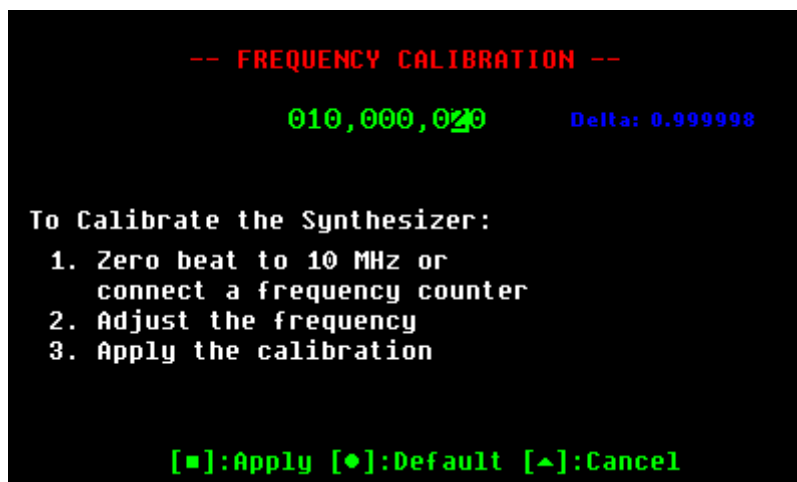


Для калибровки выберите команду «Setup» «Calibration» «Frequency Calibration» и настройте частоту так, чтобы подключенный к выходу частотомер показывал бы точно 10 МГц (с точностью до 1 герца). Альтернативный вариант: контролировать частоту на выходе прибора точным приемником или по нулевым биениям со станцией WWV.

Используйте джойстик В для изменения частоты. Он действует на выбранный разряд. Разряд выбирается джойстиком А. Когда на выходе прибора будет частота точно 10000000 Гц, то нажмите кнопку [■] для сохранения результатов калибровки.

- Для лучшей точности проводите калибровку после прогрева прибора не раньше, чем через 10 ... 15 минут после его включения.

Нажатие кнопки [●] сбрасывает калибровку частоты к заводским установкам.



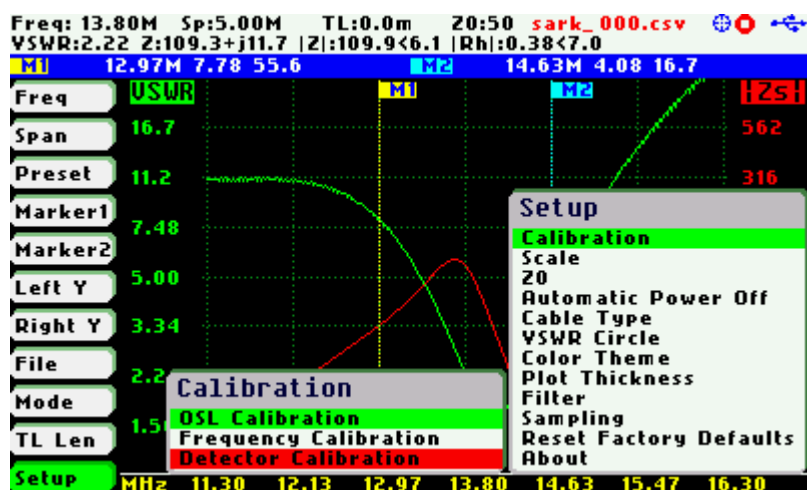
Приложение F. Калибровка детекторов

Эта процедура внутренней настройки прибора. Она сделана на заводе и в норме пользователю нет необходимости проводить ее. Но мы опишем ее для полноты.

Требуются нагрузки: 0, 50, 100, и 200 Ом. Нагрузки должны быть точными, стабильными и не иметь сколь-нибудь заметной паразитной реактивности в полосе до 230 МГц.

Чтобы потом не жалеть о последствиях, перед выполнением калибровки детекторов рекомендуется скопировать с прибора на компьютер файл **detcalib.dat**, содержащий данные по заводской калибровке детекторов. Тогда, если у вас что-то пойдет не так с процессом калибровки, то вернув заводской файл **detcalib.dat** на прибор, вы восстановите заводские калибровки детекторов.

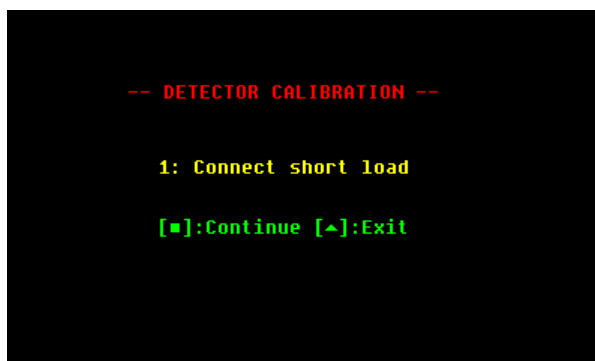
Путь к калибровке детекторов: «Setup» «Calibration» «Detector Calibration».



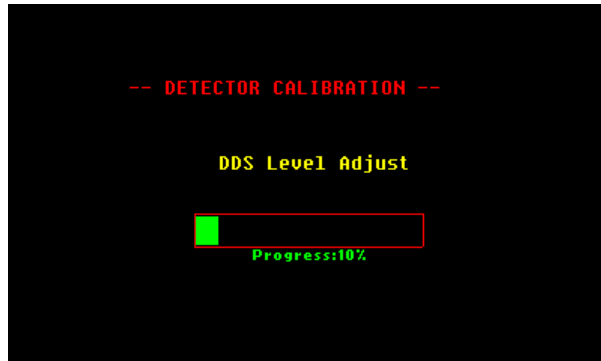
Процесс калибровки детекторов следующий:

Подключите короткозамкнутую нагрузку.

Нажмите кнопку [■] для продолжения или кнопку [▲] для отказа.

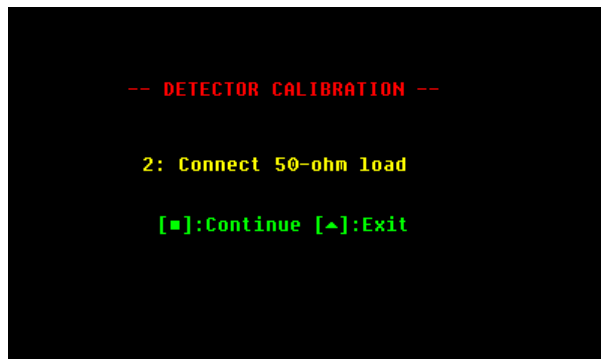


Прогресс калибровки индицируется горизонтальной зеленой полосой.



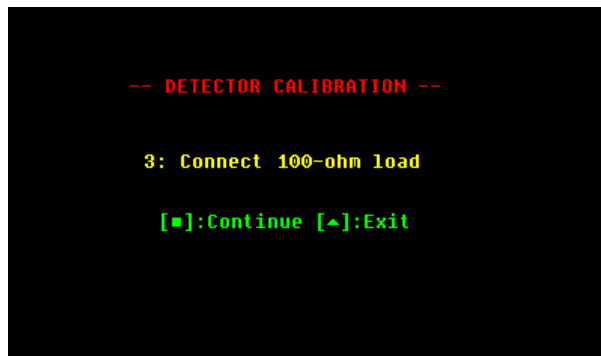
Подключите нагрузку 50 Ом.

Нажмите кнопку [■] для продолжения или кнопку [▲] для отказа.



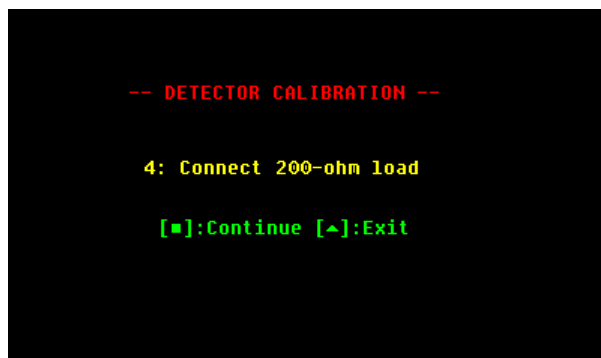
Подключите нагрузку 100 Ом.

Нажмите кнопку [■] для продолжения или кнопку [▲] для отказа.



Подключите нагрузку 200 Ом.

Нажмите кнопку [■] для продолжения или кнопку [▲] для отказа.



Калибровка завершена

Внизу для информации показаны калибровочные коэффициенты.

Нажмите кнопку [■], чтобы применить полученные коэффициенты, или кнопку [▲] для отказа.

```
-- DETECTOR CALIBRATION --  
  
Completed  
  
[■]:Apply [▲]:Cancel  
  
M:1.082290, B:2.665426, P:3.017183
```

Приложение G. Файл предустановок частот

Предустановки частот и полос диапазонов могут быть изменены пользователем, путём редактирования файла "presets.txt" на диске прибора. Формат этого файла следующий:

```
legend start_freq, stop_freq, def_mul_freq, def_mul_span, marker1_freq, marker2_freq
```

Where:

- legend: Название, которое будет отображаться в приборе (до 20-ти символов)
- start_freq: начальная частота, МГц
- stop_freq: конечная частота, МГц
- def_mul_freq: исходный множитель для установки частоты
- def_mul_span: исходный множитель для установки полосы
- marker1_freq: исходная позиция маркера 1, МГц
- marker2_freq: исходная позиция маркера 1, МГц

Пример:

```
600M: 500 KHz,      0.1,   0.9,   3, 4, 0.2,   0.5
160M: 1.8 MHz,     1.3,   2.3,   4, 5, 1.8,   2.0
80M: 3.6 MHz,     1.6,   5.6,   5, 6, 3.5,   3.8
60M: 5.3 MHz,     3.3,   7.3,   5, 6, 5.2,   5.5
40M: 7.1 MHz,     5.1,   9.1,   5, 6, 7.0,   7.2
30M: 10.1 MHz,    8.1,  12.1,  5, 6, 10.1,  10.2
HF RFID: 13.5 MHz, 11.5,  15.5,  5, 6, 13.0,  14.0
20M: 14.2 MHz,    12.2,  16.2,  5, 6, 14.0,  14.4
17M: 18.1 MHz,    16.1,  20.1,  5, 6, 18.0,  18.2
15M: 21.2 MHz,    19.2,  23.2,  5, 6, 21.0,  21.5
12M: 24.9 MHz,    22.9,  26.9,  5, 6, 24.8,  25.0
11M: 27.8 MHz,    25.8,  29.8,  5, 6, 27.0,  28.0
10M: 29 MHz,      26.0,  32.0,  6, 7, 28.0,  29.7
6M: 51 MHz,       48.0,  54.0,  6, 7, 50.0,  52.0
4M: 70.1 MHz,     68.1,  72.1,  5, 6, 70.1,  70.2
2M: 145 MHz,      142.0, 148.0, 6, 7, 144.0, 146.0
Full HF,          0.1,   32.0,  6, 6, 10.0,  20.0
Full Span,        0.1,  230.0, 7, 7, 75.0,  150.0
```

Приложение Н. Установки шкал

Normal	Min	Max	Шкала
Rs	10	1000	Лог.
Xs	-500	500	Линейная
Rp	10	1000	Лог.
Xp	-500	500	Линейная
Zs	10	1000	Лог.
<Zs	-100	100	Линейная
VSWR	1.00	25.00	Лог.
RL	-40	0	Лог.
CL	0	20	Лог.
Rho	0	1.0	Линейная
<Rho	-190	190	Линейная
%Rp	0	100	Линейная
Q	0	20	Линейная
Cs	-10000	10000	Линейная
Ls	-100	100	Линейная
Cp	-10000	10000	Линейная
Lp	-100	100	Линейная

High	Min	Max	Шкала
Rs	10	5000	Лог.
Xs	-2500	2500	Линейная
Rp	10	5000	Лог.
Xp	-2500	2500	Линейная
Zs	10	5000	Лог.
<Zs	-100	100	Линейная
VSWR	1.00	100.00	Лог.
RL	-60	0	Лог.
CL	0	30	Лог.
Rho	0	1.0	Линейная
<Rho	-190	190	Линейная
%Rp	0	100	Линейная
Q	0	50	Линейная
Cs	-100000	100000	Линейная
Ls	-1000	1000	Линейная
Cp	-100000	100000	Линейная
Lp	-1000	1000	Линейная

Low	Min	Max	Шкала
Rs	0	250	Линейная
Xs	-125	125	Линейная
Rp	0	250	Линейная
Xp	-125	125	Линейная
Zs	0	250	Линейная
<Zs	-90	90	Линейная
VSWR	1.00	10.00	Лог.
RL	-20	0	Лог.
CL	0	10	Лог.
Rho	0	1.0	Линейная
<Rho	-180	180	Линейная
%Rp	0	100	Линейная
Q	0	20	Линейная
Cs	-1000	1000	Линейная
Ls	-1000	1000	Линейная
Cp	-1000	1000	Линейная

Установки шкал по умолчанию могут быть изменены пользователем путем редактирования файлов на диске прибора. Default scale presets can be modified by the user by supplying special text files stored on the analyzer's disk. Имена этих файлов:

- «Scale» «Normal» → "scal_def.txt"
- «Scale» «High» → "scal_hig.txt"
- «Scale» «Low» → "scal_low.txt"
- «Scale» «Auto» → "scal_aut.txt"

Эти файл должны содержать записи для каждого параметра со следующим синтаксисом:

`min,max,log{Y,N}`

Примите во внимание, что для логарифмического масштаба цифры не должны быть отрицательными (не существует логарифма от отрицательной величины).

Пример (файл "scal_def.txt"):

```

10,1000,Y           #Rs
-500,500,N         #Xs
10,1000,Y           #Rp
-500,500,N         #Xp
10,1000,Y           #|Zs|
-100,100,N         #<Zs
1.00,25.00,Y       #VSWR
-40,0,N            #RL
0,20,N             #CL
0,1.0,N            #|Rho|
-190,190,N         #<Rho
0,100,N            #%Rp
0,20,N             #Q
-10000,10000,N     #Cs
-100,100,N         #Ls
-10000,10000,N     #Cp
-100,100,N         #Lp

```

Приложение I. Установки кабелей пользователя

SARK-110 позволяет пользователю описать три своих кабеля, редактируя файл "custcab.txt" на диске анализатора. Формат этого файла следующий:

legend, Z0, VF, K0, K1, K2

Где:

- legend: то, что будет отображено в меню прибора (до 20-ти символов)
- Z0: волновое сопротивление
- VF: коэффициент укорочения
- K0: потери на постоянном токе, dB/100ft
- K1: коэффициент потерь проводимости, dB/100ft
- K2: коэффициент потерь в диэлектрике, dB/100ft

Пример:

Мой коаксиал 1,	50,	0.68,	0.063897,	0.192292,	0.000051
Мой коаксиал 2,	50,	0.78,	0.073897,	0.193292,	0.000061
Мой коаксиал 3,	75,	0.88,	0.083897,	0.194292,	0.000071