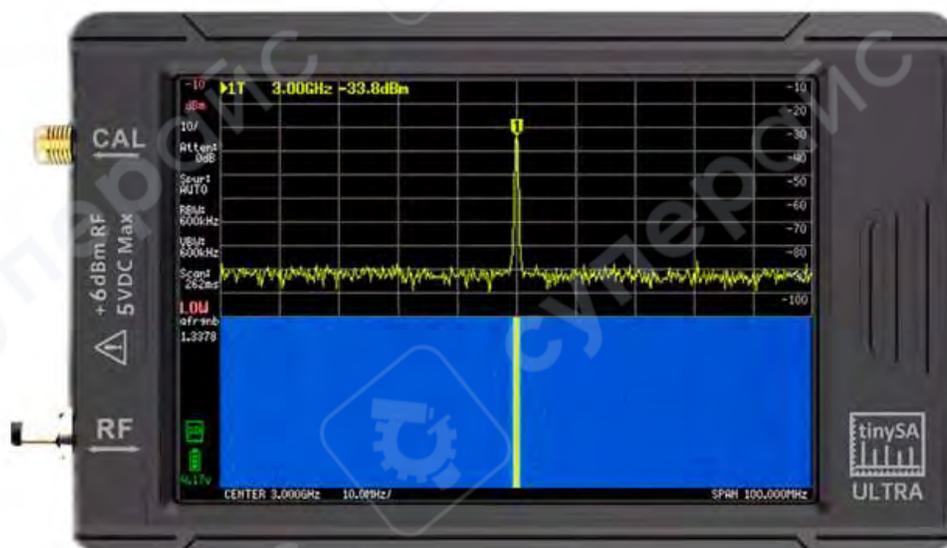


Инструкция пользователя для анализаторов спектра TinySA Basic и Ultra



Содержание

1 Введение в серию приборов TinySA.....	3
1.1 Возможности, предлагаемые TinySA	5
1.2 Немного о работе TinySA в качестве генератора сигналов	6
1.3 Самотестирование	13
1.4 Калибровка точности уровня сигнала TinySA	13
1.5 Повышенная точность калибровки с помощью внешнего генератора	14
1.6 Дополнительные измерения (меню MEASURE)	16
1.7 Работа с меню FREQUENCY.....	19
1.8 Настройка уровня сигнала — меню LEVEL.....	20
1.9 Меню DISPLAY	24
1.10 Отображение маркеров (MARKS)	29
1.11 Предустановки (PRESET)	33
1.11 Меню CONFIG	33
2 Первый запуск	44
2.1 Распаковка	44
2.2 Зарядка встроенного аккумулятора	45
2.3 Обновление прошивки (опционально).....	45
2.4 Внутренний самотест (Self-Test)	45
2.5 Калибровка (Calibrate)	45
2.6 ⚠ Предупреждения	46
2.7 Готовность к измерениям.....	46
2.8 Только для модели Ultra.....	46
3 Информация на экране и управление энкодером.....	47
3.1 Информационная панель (Info Panel)	47
3.2 Панель маркеров (Marker Panel)	48
3.3 Информация о развёртке (Scan Info).....	48
3.4 Область измерений (Measurement Panel)	48
3.5 Меню.....	49
3.6 Энкодер (Jog Wheel).....	49
4 tinySA Basic.....	49
4.1 Структура меню.....	49
5 tinySA Ultra	53
5.1 Структура меню.....	53
5.2 Редактирование входной кривой.....	60
5.3 Редактирование выходной кривой	62

1 Введение в серию приборов TinySA

Появление нескольких векторных анализаторов с названием NanoVNA привело к тому, что компания Hugen, ответственная за производство и поставку моделей NanoVNA-H и NanoVNA-H4, а также NanoVNA-V2_2, последняя из которых оснащена разъемами SMA или N, совместно с Эриком Каашуком разработали спектроанализатор под названием TinySA в том же ценовом диапазоне. Это отличный продукт со множеством продвинутых функций.

Вся эта продуктовая линейка поставляется в Дании компанией EDR



Когда вы включаете TinySA, он автоматически запускается в диапазоне частот от 0 до 350 МГц, и, как показано на фотографии ниже, уровень шума составляет -90 дБм. Маленькая антенна захватила телевизионный сигнал, и маркер 1 автоматически находит самый сильный сигнал.



Он может быть запрограммирован через USB-кабель, что позволяет создавать умные программы для управления TinySA тем, кто не застрял на уровне начинающего пользователя. Уже существует программное обеспечение для ПК, которое позволяет загружать скриншоты, упрощая составление данного документа, и некоторые примеры, показанные здесь. На рисунке 3 показан сигнал с AM-модуляцией с 70% модуляцией, а также измерение фазового шума для сигнала с частотой 30 МГц на расстоянии 0.5 МГц, где верхний текст 2 показывает измерение со значением -110.9 дБс/Гц, показанное на рисунке ниже.



Сигнал AM с 70% модуляцией



Измерение фазового шума для сигнала с частотой 30 МГц

В TinySA есть четыре маркера с различными индивидуальными функциями. Кроме того, можно включить график и отслеживать выбранный диапазон частот, а также воспользоваться множеством других функций для сохранения и запоминания максимальных или минимальных уровней. В дополнение к основной функции спектроанализатора, TinySA может выполнять множество других задач. Он обладает шестью полосами пропускания фильтра от 3 кГц до 600 кГц в двух диапазонах частот: от 0.1 до 350 МГц с высокой производительностью и точностью ± 1 дБ, а также расширенным диапазоном частот от 240 до 960 МГц с некоторым снижением данных. Дополнительные функции, которые не всегда присутствуют даже у профессиональных спектроанализаторов, включают:

- Гармонический анализ, например, осциллятора или передатчика.
- Автоматическое измерение OIP3 f (третьего порядка межмодуляционных искажений) усилителя или ступени усилителя мощности.
- Фазовый шум осциллятора, передатчика или усилителя.
- Генератор сигналов с выходным сигналом для обоих диапазонов частот, с программированием частоты и уровня сигнала от -6 до -76 дБм для низкого диапазона, с модуляцией AM и FM и сканированием с возможной функцией шага в децибелах вверх или вниз для измерения линейности, и выбором пользователем диапазона сканирования во всем диапазоне от 0 до 350 МГц. Для высокочастотного диапазона уровень сигнала составляет от -38 дБм до +13 дБм с 16 предустановленными уровнями.
- Сканирование 0 (CW) на выбранной частоте, которое действует как своего рода осциллоскоп или мощностной метр, поскольку отображение можно выбрать в децибелах милливатт, децибелах милливольт, децибелах микровольта, вольтах или ватах.

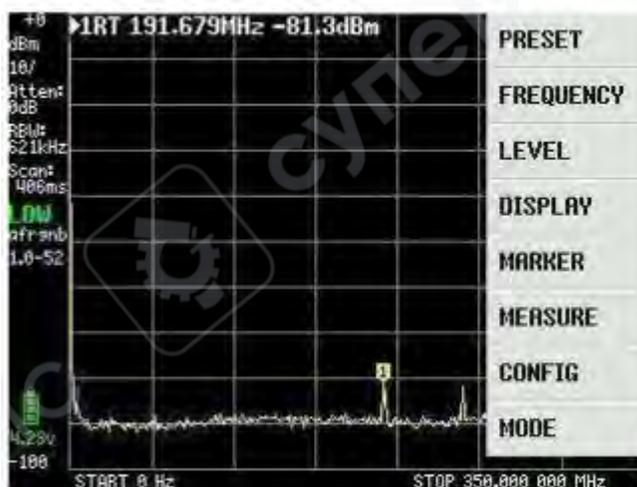
Очень рекомендуется посетить веб-сайт <https://www.tinysa.org/wiki/> где вы можете углубиться и получить множество подробной информации о TinySA. Там вы найдете множество видеороликов и других материалов, а также ссылку для загрузки программы TinySA.exe для ПК и последней версии прошивки.

1.1 Возможности, предлагаемые TinySA

Стартовый экран, показанный на рисунке ниже, содержит обширную информацию на левой стороне. Сверху отображается опорный уровень 0 дБм, затем 10/ - означает 10 дБ на деление от 0 дБм до -100 дБм. Atten: 0 дБ (автоматически выбрана аттенюация 0 дБ), RBW: 621 кГц (ширина полосы фильтра, автоматически выбранная для самого быстрого сканирования) в ожидании диапазона частот. Scan: 406 мс (полное сканирование за 0,406 секунды) LOW (выбран низкочастотный диапазон). Кроме того, отображается напряжение аккумулятора и полоска, показывающая оставшуюся емкость, здесь 100%. Внизу отображается зеленая полоса прогресса при сканировании.

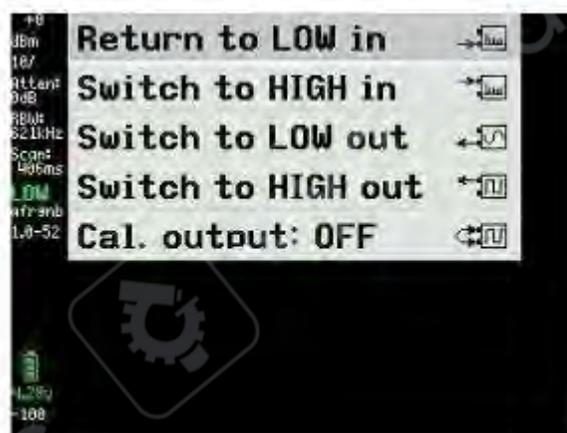


Если нажать на произвольную точку экрана или нажать на ровер-переключатель в правом верхнем углу корпуса, будет открыто главное меню на экране, показанное на рисунке ниже.



ОСНОВНОЕ МЕНЮ

Подменю **MODE**, как показано на рисунке ниже, появляется при щелчке на пункте **MODE** в главном меню:



Нажав на "**Switch to HIGH in**", мы получаем новый экран, показанный на рисунке ниже, с диапазоном частот от 240 до 960 МГц, и входной сигнал теперь должен быть подключен к разъему SMA, называемому HIGH.



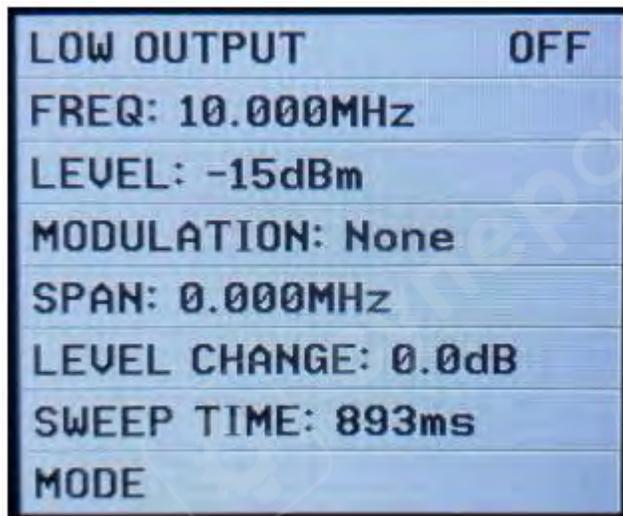
1.2 Немного о работе TinySA в качестве генератора сигналов

Эта информация будет особенно полезна для понимания функций генератора, которые впоследствии упоминаются при обзоре TinySA как анализатора спектра.

Помимо основного назначения — **анализ спектра**, прибор **TinySA** также может использоваться как **генератор сигналов** с расширенным функционалом.

При нажатии кнопки "**Switch to LOW out**" (Сменить на НИЗКИЙ выход) в подменю **MODE** открывается дополнительное подменю (см. рис. ниже).

⚠ На текущем этапе выход LOW OUTPUT установлен в положение OFF — это важно, поскольку выход не должен быть активен до тех пор, пока не завершены все необходимые настройки.



Установка частоты

При нажатии на пункт меню **FREQ**: открывается окно ввода (рис. ниже), в котором можно задать центральную частоту в диапазоне от 0 до 350 МГц. Разрешающая способность шага зависит от частоты:

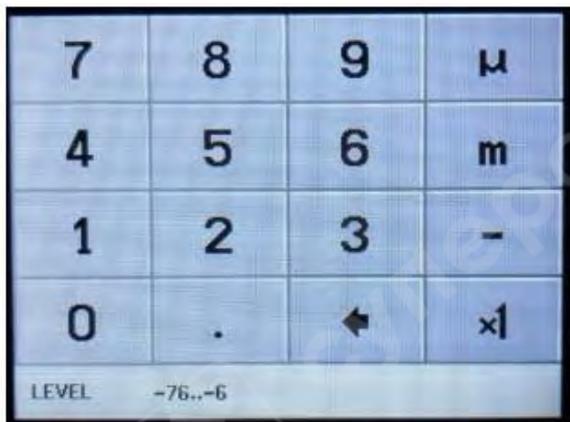
- 400 Гц при 349,999 МГц
- 200 Гц при 10 МГц



Установка уровня сигнала

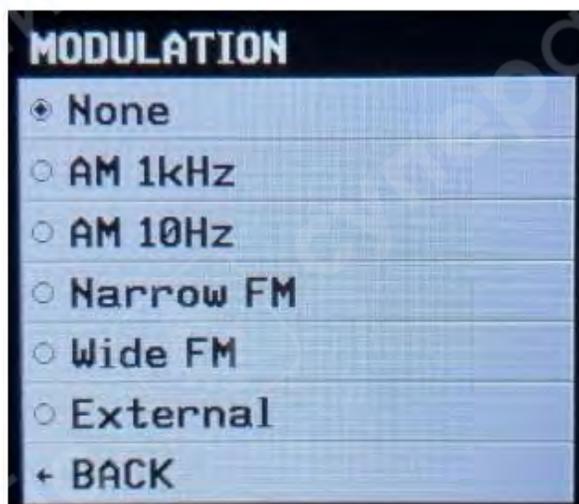
Нажатие на **LEVEL**: позволяет выбрать уровень выходного сигнала в 50-омной нагрузке. Доступный диапазон: от -76 dBm до -6 dBm

- Шаг регулировки: 0,5 дБ
- Интерфейс выбора уровня — см. рис. Ниже



Модуляция

При выборе **MODULATION**: открывается меню (рис. ниже), в котором можно выбрать форму модуляции. Доступные режимы модуляции (AM, FM) демонстрируют высокий уровень искажений, но достаточны для тестирования работоспособности приёмников на соответствующих режимах.



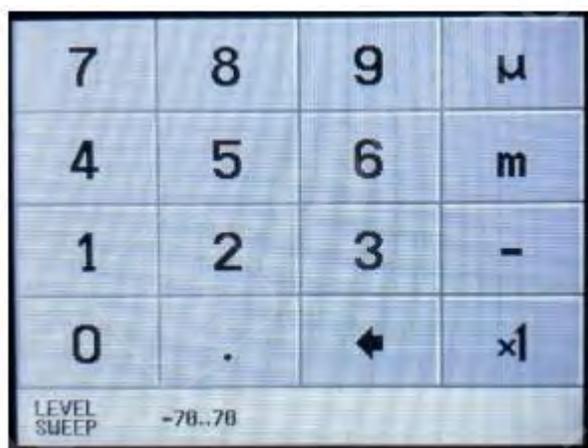
Установка диапазона развертки (SPAN)

Выбор **SPAN**: открывает окно настройки ширины развертки (рис. ниже). Доступный диапазон: от 0 до 350 МГц, симметрично относительно установленной центральной частоты. Разрешение развертки — сопоставимо с разрешением при установке частоты.



Уровневая развертка (LEVEL CHANGE)

При выборе **LEVEL CHANGE** активируется режим амплитудной развертки. Уровень выходного сигнала, установленный в меню уровня сигнала, изменяется вверх или вниз с шагом 0,5 дБ в пределах диапазона до 70 дБ, заданного в окне рис. ниже.



Пример: Если выбрать **LEVEL CHANGE** = -30 дБ, то при частоте 10 МГц, SPAN = 0 МГц и уровне -20 дБм, прибор выполнит амплитудную развертку от -20 до -50 дБм. Время развертки: 5 секунд (см. рис. ниже).

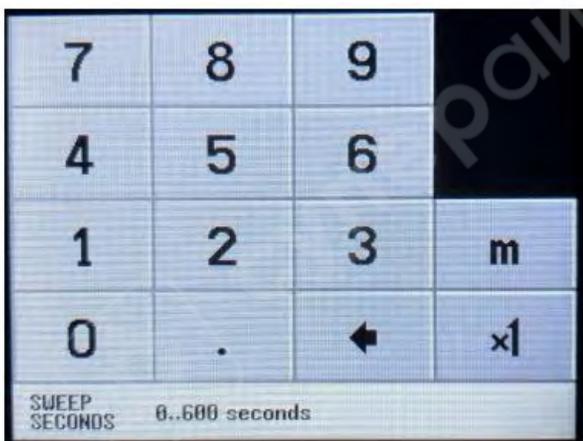
⚠ Только после этого следует включить LOW OUTPUT (ON)

На рис. ниже показан пример амплитудной развертки между -20 и -50 дБм, выполненной другим прибором TinySA за 10 секунд — удобный способ для оценки линейности усилителя или усилителя мощности (PA).



Время развертки (SWEEP TIME)

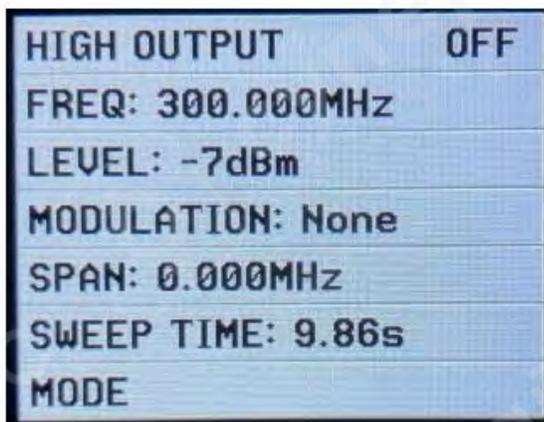
Параметр **SWEEP TIME** может быть установлен до 600 секунд (см. рис. ниже).



Высокочастотный выход (HIGH OUTPUT)

При выборе "Switch to HIGH output" открывается аналогичное меню, как и для низкочастотного выхода (см. рис. ниже).

- Частотный диапазон: от 240 до 960 МГц
- Некоторые функции ограничены — LEVEL CHANGE отсутствует



Установка частоты (HIGH OUTPUT)

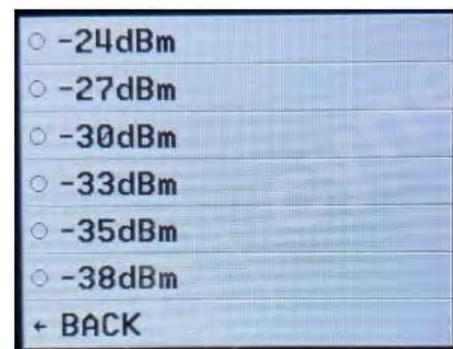
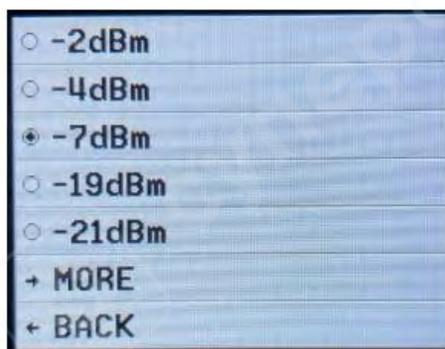
Нажатие на **FREQ:** (см. рис. выше) позволяет задать частоту от 240 до 960 МГц (см. рис. ниже).



Установка уровня сигнала (HIGH OUTPUT)

При выборе **LEVEL**: открывается последовательность меню, позволяющая выбрать фиксированные уровни выходного сигнала.

Диапазон: от +13 dBm до -38 dBm (см. рис. ниже)



Модуляция (HIGH OUTPUT)

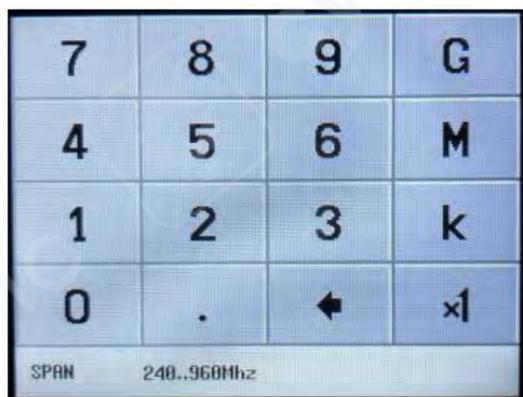
При выборе **MODULATION** доступны только два режима ЧМ (FM). Режим АМ недоступен, что видно на рис. ниже.



Установка диапазона развертки (SPAN) при HIGH OUTPUT

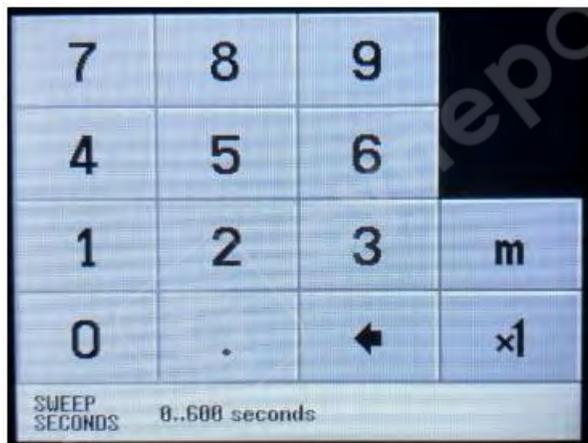
При выборе **SPAN**: в меню, открывается окно настройки диапазона развертки (см. рис. ниже).

- Развертка задаётся симметрично относительно установленной центральной частоты.
- Прибор автоматически проверяет, находится ли весь диапазон в пределах допустимого частотного диапазона от 240 до 960 МГц.
- \triangle Если выбранный диапазон превышает допустимые границы, TinySA автоматически пересчитает новую центральную частоту, чтобы обеспечить корректную развертку.

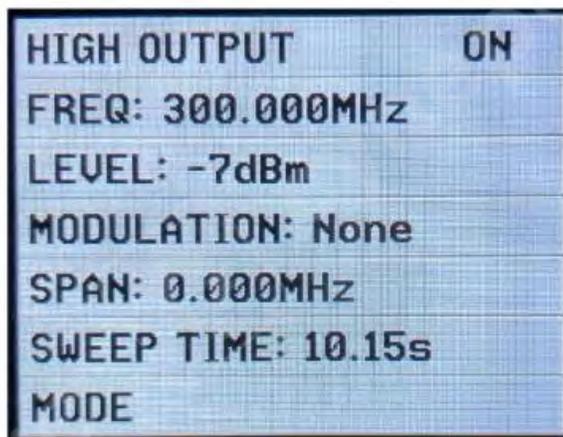


Установка времени развертки (SWEEP TIME) при HIGH OUTPUT

При выборе **SWEEP TIME** в меню, открывается окно (см. рис. ниже), в котором можно установить время развертки до 600 секунд.

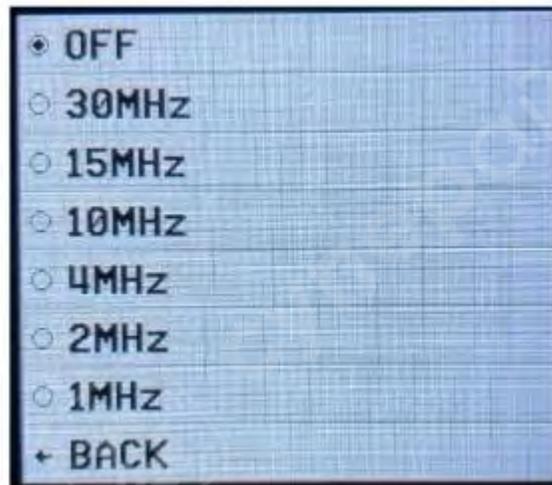


Когда все настроено по вашему желанию, установите HIGH OUTPUT в положение ON на рисунке ниже.



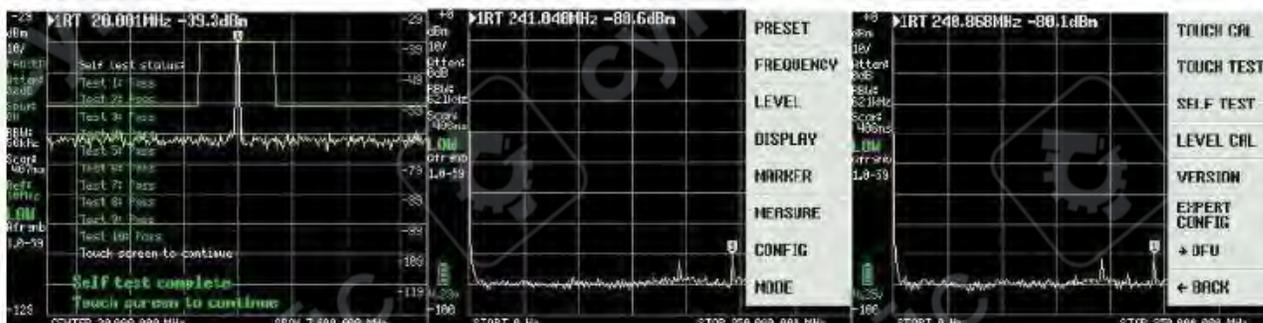
При выборе Cal. Out: предоставляется выбор тестового сигнала на рисунке ниже, который используется для различных целей. Сигнал на 30 МГц используется TinySA для выполнения самопроверки и калибровки уровня сигнала, поскольку этот уровень довольно точный (-25 дБм).

Сначала необходимо ознакомиться с этими двумя функциями.



1.3 Самотестирование

Перед первым использованием TinySA рекомендуется выполнить процедуру самотестирования, чтобы убедиться, что устройство работает корректно. Подключите два разъема SMA (мама), помеченных HIGH и LOW, с помощью тестового кабеля SMA папа-папа. Щелкните по экрану и выберите CONFIG, а затем SELF TEST как на рисунках ниже. Должно быть пройдено 10 различных тестов без ошибок.

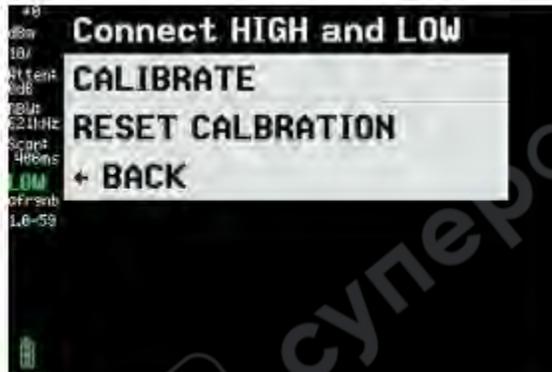


SELF TEST - процедура самопроверки, включает выполнение нескольких тестовых заданий, и все они должны пройти без ошибок, чтобы подтвердить правильную работу TinySA

1.4 Калибровка точности уровня сигнала TinySA

Пока разъёмы HIGH и LOW остаются подключёнными к испытательному кабелю, выберите LEVEL CAL (Рисунок выше). После этого появится экран, изображённый на Рисунке ниже. Нажмите CALIBRATE, и на основе измеренного уровня сигнала — в данном примере -25,7 дБм (см. рис. ниже) — будет выполнен сложный расчёт для всего частотного диапазона. TinySA содержит таблицу из 10 частот, определяющих форму кривой фильтра для низкочастотного фильтра с полосой 360 МГц.

В калибровку также включается ряд других данных, в результате чего достигается точность измерения уровня сигнала около ± 1 дБ по всему частотному диапазону устройства.

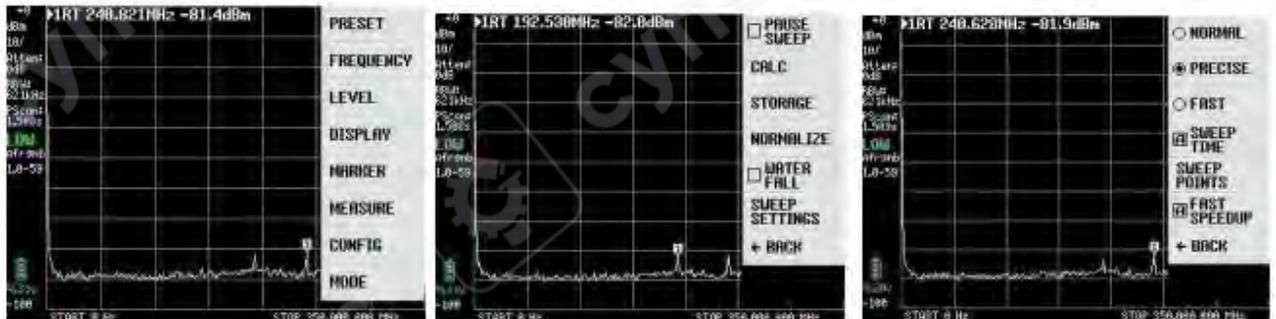


1.5 Повышенная точность калибровки с помощью внешнего генератора

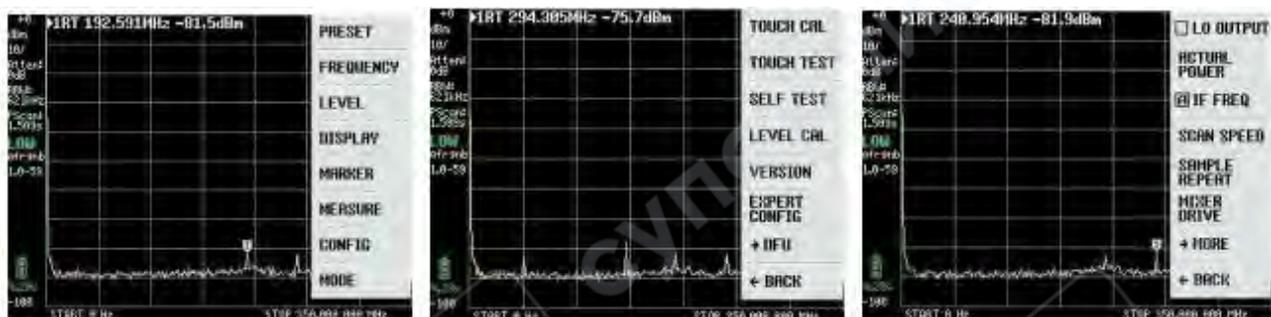
Если у вас есть или имеется доступ к генератору сигналов с высокой точностью выходного уровня, можно использовать альтернативный метод, обеспечивающий ещё более высокую точность.

Хотя отображение уровня маркера имеет разрешение 0,1 дБ, фактическое разрешение — 0,5 дБ, что обусловлено характеристиками внутреннего детектора уровня.

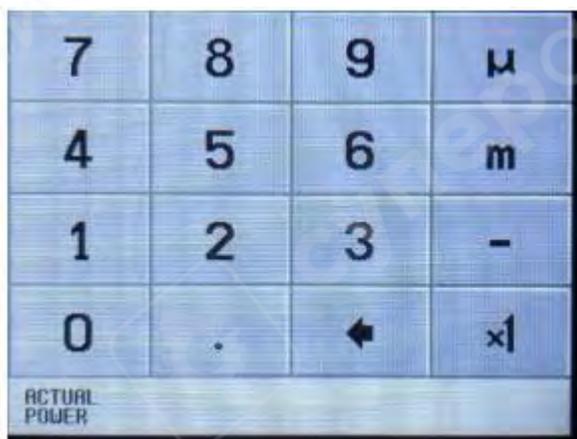
1. Выберите CONFIG (Рисунок ниже), затем SWEEP SETTINGS и активируйте режим PRECISE, после чего вернитесь назад.



2. Далее снова выберите CONFIG (Рисунок ниже) затем EXPERT CONFIG и откройте пункт ACTUAL POWER.

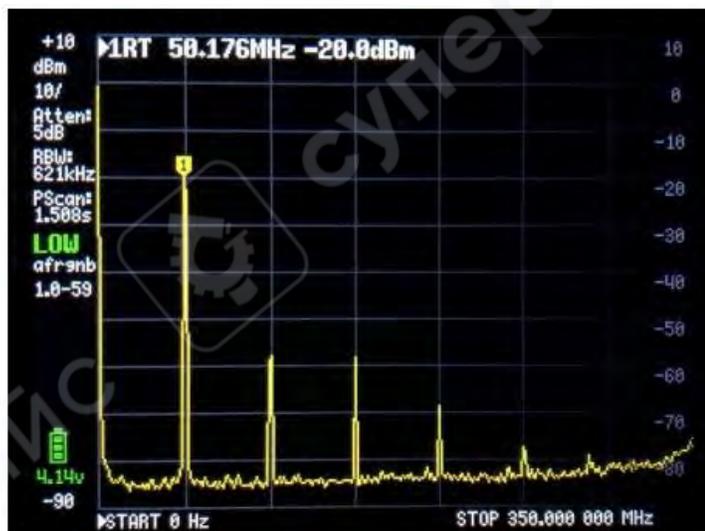


3. В поле ACTUAL POWER введите уровень сигнала от внешнего генератора, подаваемого на вход LOW (наилучшее значение от -20 до -30 дБм, в примере — -20 дБм). Частота сигнала может быть произвольной, но рекомендуется диапазон 30–100 МГц, здесь выбран 50 МГц (см. Рисунок ниже).



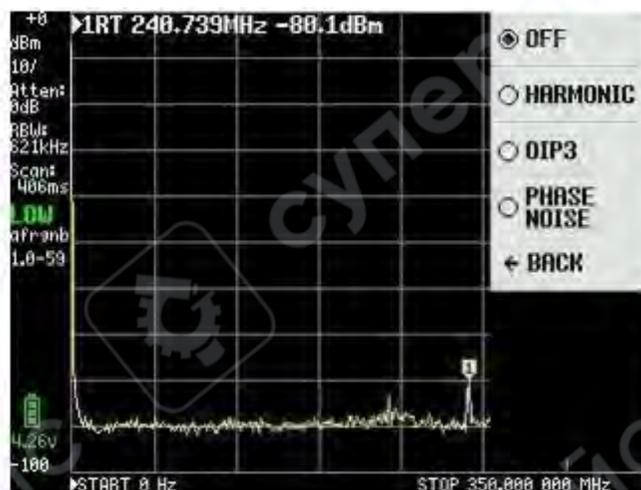
При успешной калибровке TinySA к уровню -20 дБм, отображение будет как на рисунке ниже.

Обратите внимание, что уровень шумового порога увеличивается к 350 МГц, поскольку компенсируется возросшее затухание низкочастотного фильтра на границе диапазона.



1.6 Дополнительные измерения (меню MEASURE)

В главном меню, которое открывается при нажатии на экран, выберите пункт MEASURE (см. Рисунок ниже).



Измерение гармоник (HARMONIC)

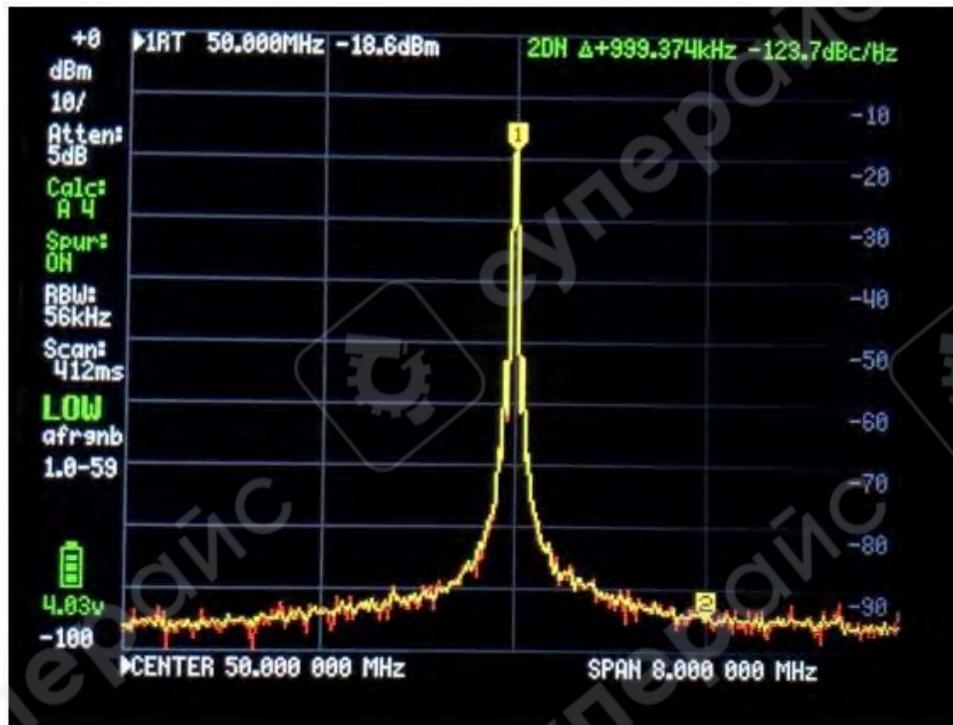
Сигнал для калибровки подаётся от низкошумящего генератора НР. При выборе пункта HARMONIC, TinySA измеряет гармоники в dBc (децибел относительно основной частоты, здесь 50 МГц). Доступно 4 маркера, как показано на Рисунке ниже.



Измерение фазового шума (PHASE NOISE)

При выборе PHASE NOISE, TinySA измеряет фазовый шум в dBc/Hz, приведённый к полосе пропускания 1 Гц на заданном удалении от основной частоты. Введите центральную

частоту (здесь 50 МГц) и смещение (здесь 2 МГц). Полученное значение: $-123,7 \text{ dBc/Hz}$ (Рисунок ниже).



Возникает вопрос: это фазовый шум самого генератора или TinySA? Подключив сигнал от другого TinySA, получено значение $-120,7 \text{ dBc/Hz}$ (Рисунок ниже), то есть на 3 дБ выше, что теоретически подтверждает одинаковый уровень шума у обоих устройств. Жёлтая линия — усреднённое значение, красная — текущий сигнал. Следовательно, шум не от HP генератора.



Измерение третьего порядка интермодуляции (OIP3)

При подаче двух сигналов с одинаковой амплитудой (f_1 и f_2) на усилитель или передающую цепь образуются интермодуляционные продукты третьего порядка: $2f_1 - f_2$ и $2f_2 - f_1$. Этот эффект измеряется как OIP3 (точка пересечения третьего порядка по выходной мощности). TinySA также может выполнять эти измерения.

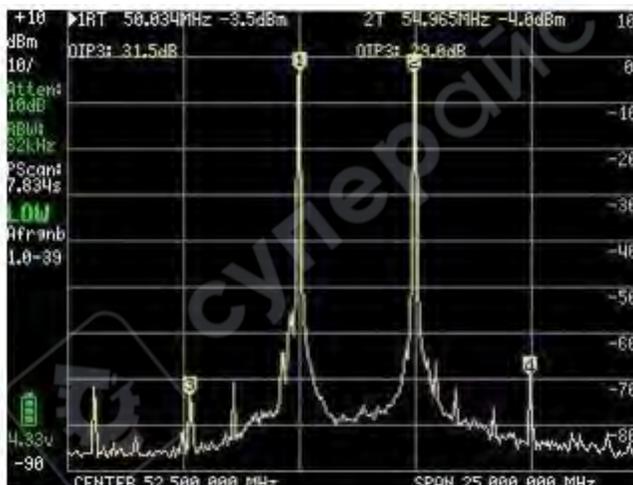
Для корректного измерения требуется подача двух чистых сигналов, не имеющих собственного значимого OIP3, или существенно превышающего параметры TinySA. Приблизительная формула:

$$\text{IOP3} = P_{\text{out}} + (\Delta P / 2)$$

На Рисунке ниже показано измерение с двумя сигналами по -4 дБм на частотах 50 и 55 МГц, интермодуляционные частоты: 45 и 60 МГц. При снижении уровня входных сигналов на 10 дБ, продукты интермодуляции снижаются на 20 дБ, что подтверждает достоверность IOP3 22,5 дБ и 18,5 дБ.



Активируя внутренний аттенюатор на 10 дБ, можно повысить значения IOP3 до 31,5 дБ и 29,0 дБ соответственно (Рисунок ниже).



После написания основной версии документа в пункт меню MEASURE были добавлены новые функции:

- SNR – измерение отношения сигнал/шум (Signal to Noise Ratio),
- -6dB Bandwidth – измерение полосы пропускания по уровню -6 дБ,

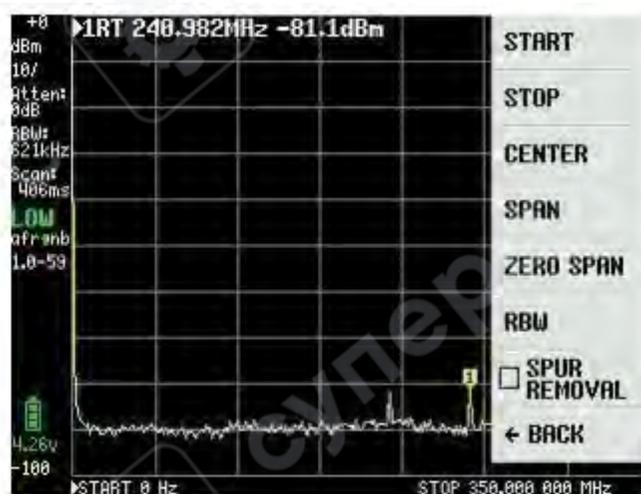
- AM и FM – контроль модуляции внешних сигналов, подаваемых на входы LOW или HIGH. Для получения дополнительной информации рекомендуется посетить Wiki-страницу TinySA.

1.7 Работа с меню FREQUENCY

При выборе главного пункта меню FREQUENCY доступны настройки:

- START и STOP (начальная и конечная частоты),
- или CENTER и SPAN (центральная частота и диапазон), как показано на Рисунке ниже.

Также присутствует режим ZERO SPAN (CW), а интерфейс ввода остаётся понятным, с чётким отображением вводимого значения и доступного диапазона частот.



Настройка полосы пропускания RBW

Выбрав пункт RBW (Рисунок 49), можно установить полосу пропускания фильтра. Всего доступно 6 вариантов. При выборе Auto, TinySA рассчитывает оптимальную полосу пропускания в зависимости от заданных начальной и конечной частот, одновременно подбирается и оптимальное время развёртки (sweep time).

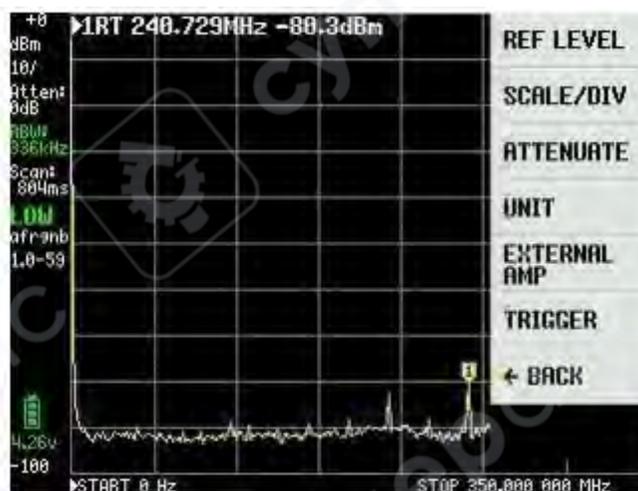


Удаление паразитных сигналов (SPUR REMOVAL)

Последний пункт в меню FREQUENCY — SPUR REMOVAL. Это эффективный инструмент для удаления паразитных сигналов, за исключением тех, которые являются прямыми гармониками внутренних генераторов. Активация этого режима увеличивает время развёртки.

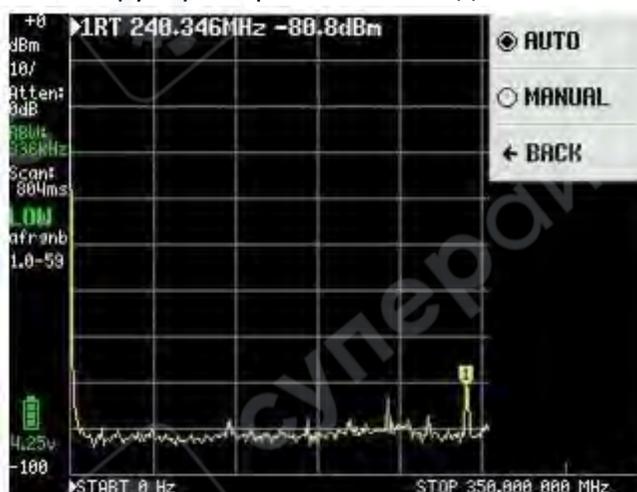
1.8 Настройка уровня сигнала — меню LEVEL

Следующий пункт главного меню — LEVEL, интерфейс которого показан на Рисунке ниже.

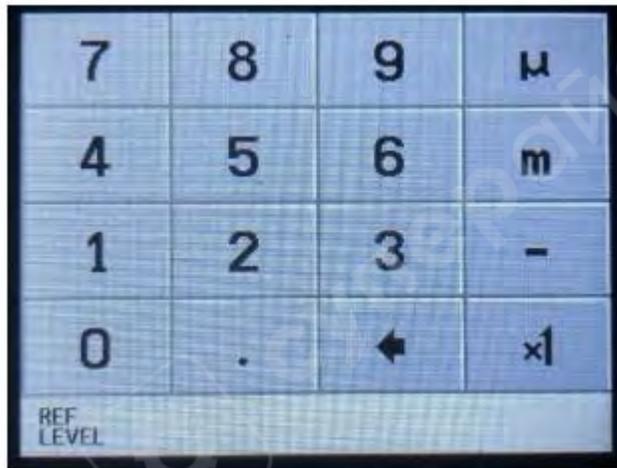


Уровень отсчёта (REF LEVEL)

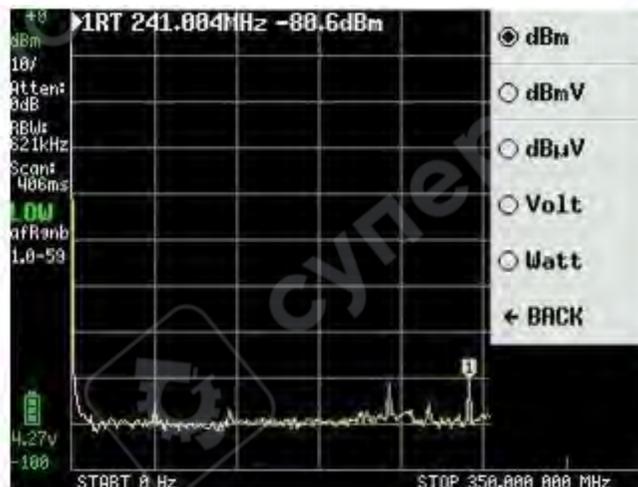
Параметр REF LEVEL (см. Рисунок выше) устанавливает уровень отсчёта, отображаемый в левом верхнем углу экрана (например, +0, см. Рисунок ниже). Этот уровень может быть установлен автоматически либо вручную через панель ввода.



Диапазон положительных и отрицательных значений практически не ограничен, что объясняется поддержкой различных единиц измерения уровня. Полезно ознакомиться с этими единицами, выбрав пункт UNIT в главном меню, чтобы уверенно ориентироваться в доступных режимах отображения.

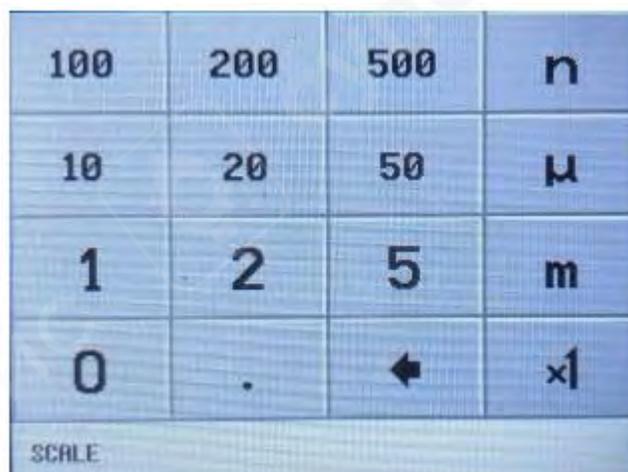


Помимо dBm, измерения могут отображаться в следующих единицах: dBmV, dBuV, Вольтах (Volt) и Ваттах (Watt). Описание этих единиц можно найти на панели ввода (Input board)



Масштаб шкалы (SCALE/DIV)

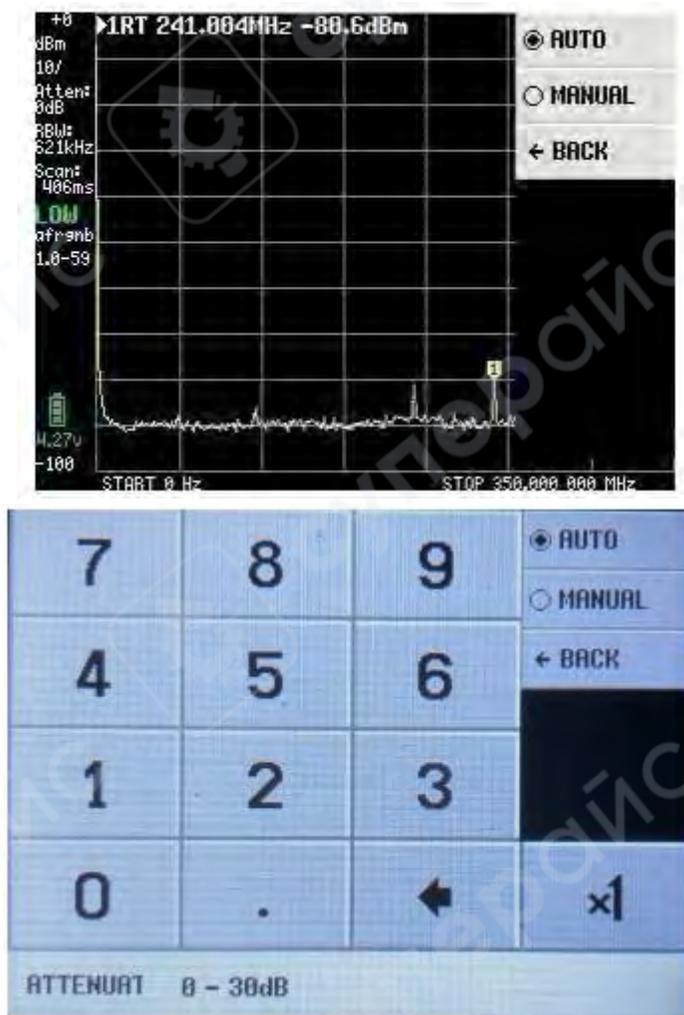
В пункте LEVEL также можно выбрать SCALE / DIV — шкалу деления (Рисунок ниже), с возможностью ввода значения в dBm, dBmV, dBuV, Вольтах или Ваттах. Поддерживаются префиксы:



- m = милли,
- u = микро,
- n = нано.

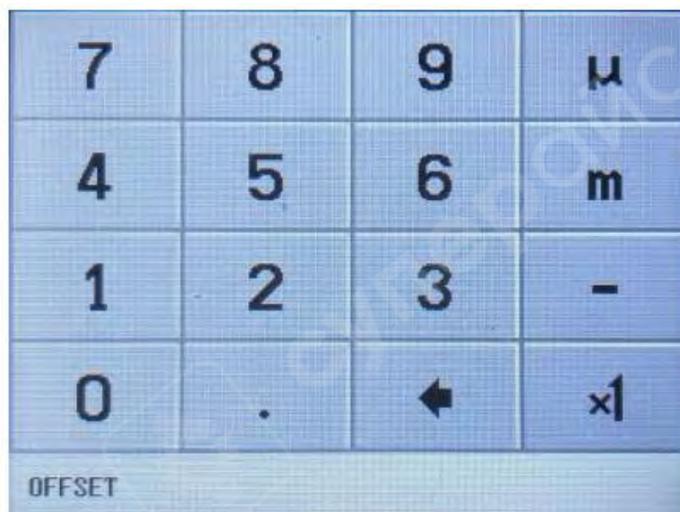
Встроенный аттенюатор (ATTENUATE)

Также в меню LEVEL доступна настройка внутреннего аттенюатора (ослабителя сигнала), выбор между AUTO и MANUAL (Рисунок ниже). Значение ослабления задается от 0 до 30 дБ, с разрешением 0,05 дБ до 10 дБ и 0,1 дБ выше 10 дБ .



Компенсация внешнего усилителя (EXTERNAL AMP OFFSET)

Если используется внешний усилитель, можно учесть его усиление с помощью параметра OFFSET в дБ. Например, для усилителя с усилением 25 дБ вводится значение -25 (Рисунок ниже). Усилитель должен иметь постоянное усиление в используемом частотном диапазоне. С усилением 30 дБ и полосой RBW 3 кГц TinySA может измерять сигналы до -135 дБм.



Триггер (TRIGGER)

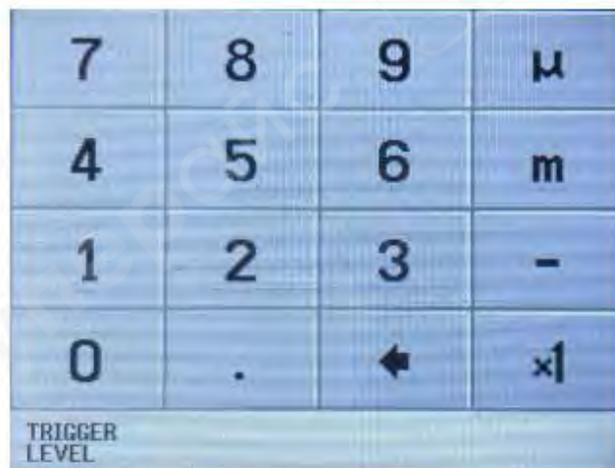
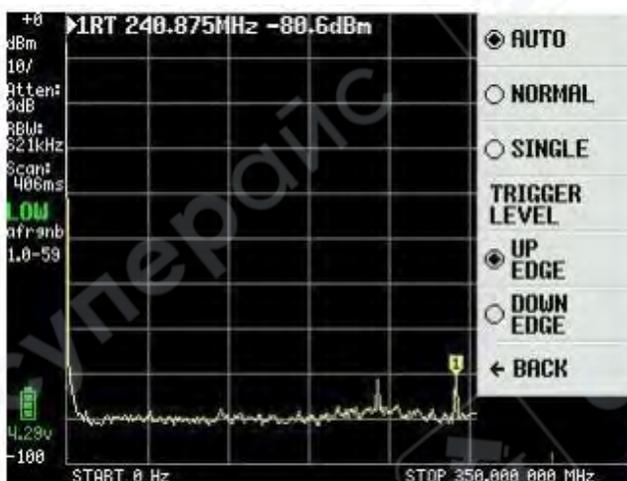
Последний пункт меню LEVEL — TRIGGER (Рисунок ниже). Доступны режимы:

- AUTO
- NORMAL
- SINGLE

Можно выбрать срабатывание по фронту:

- UP EDGE — по положительному фронту,
- DOWN EDGE — по отрицательному фронту.

Уровень срабатывания триггера задаётся через TRIGGER LEVEL. Значение вводится в выбранных единицах, с использованием префиксов m (милли) или μ (микро), в зависимости от выбранной единицы измерения.

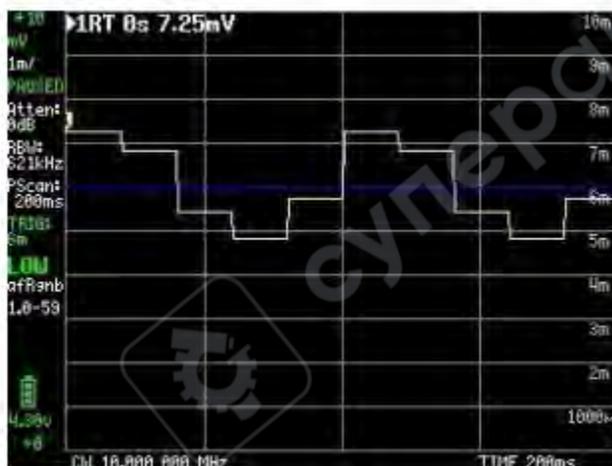


Пример отображения модулированного сигнала

На Рисунке ниже показан сигнал от другого устройства TinySA: частота — 10 МГц, уровень — -30 дБм, амплитудная модуляция (AM) с частотой модуляции 10 Гц.

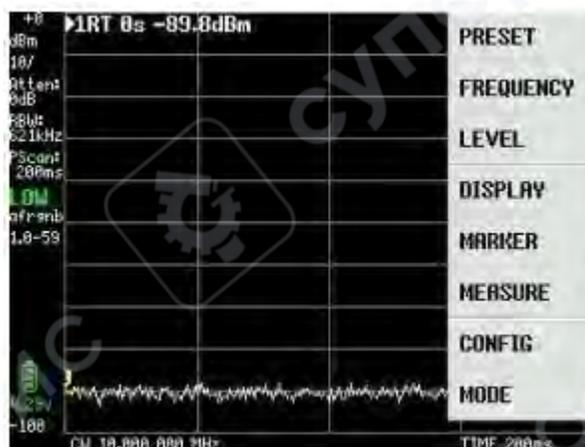
Выбран режим отображения в вольтах (Volt), с опорным уровнем (REFERENCE LEVEL) в 10 мВ и масштабом 1 мВ/деление. Уровень триггера (TRIGGER LEVEL) установлен на 6 мВ. TinySA

поддерживает только ± 5 уровней для модуляции, что и объясняет форму отображаемой кривой.



1.9 Меню DISPLAY

До этого момента мы рассмотрели пункты меню: **FREQUENCY**, **LEVEL**, **MEASURE** и частично **CONFIG**. Теперь перейдём к подпункту **DISPLAY**, который выбирается в **главном меню** (Рисунок ниже).



Основные функции меню DISPLAY

Меню DISPLAY (Рисунок справа) содержит множество полезных функций.

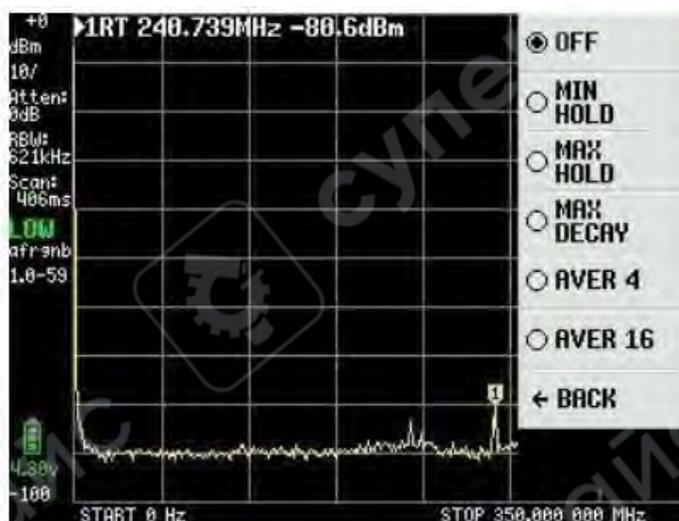
Первая из них — PAUSE SWEEP (приостановка развёртки), название говорит само за себя.



Меню CALC — удержание значений и усреднение

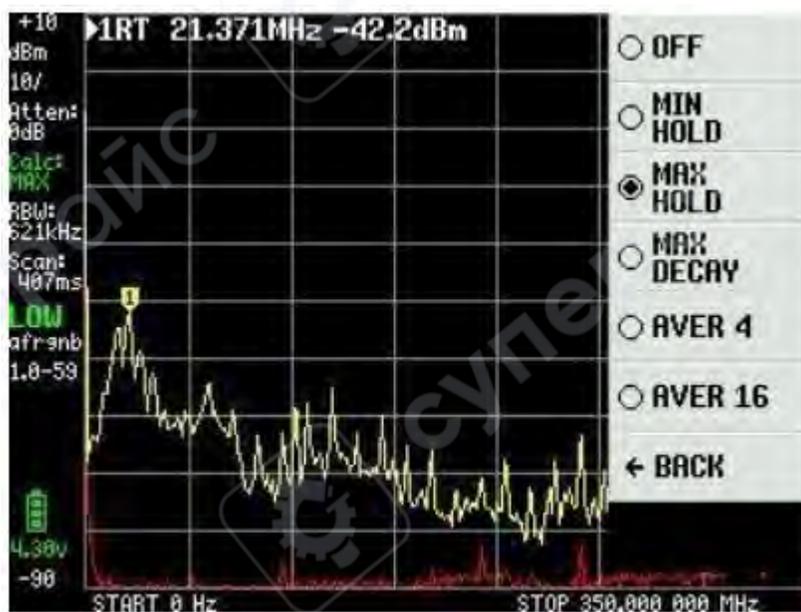
В меню CALC (Рисунок ниже) доступны функции:

- MAX HOLD — удержание максимального значения на протяжении серии развёрток,
- MIN HOLD — аналогично, но для минимального значения.

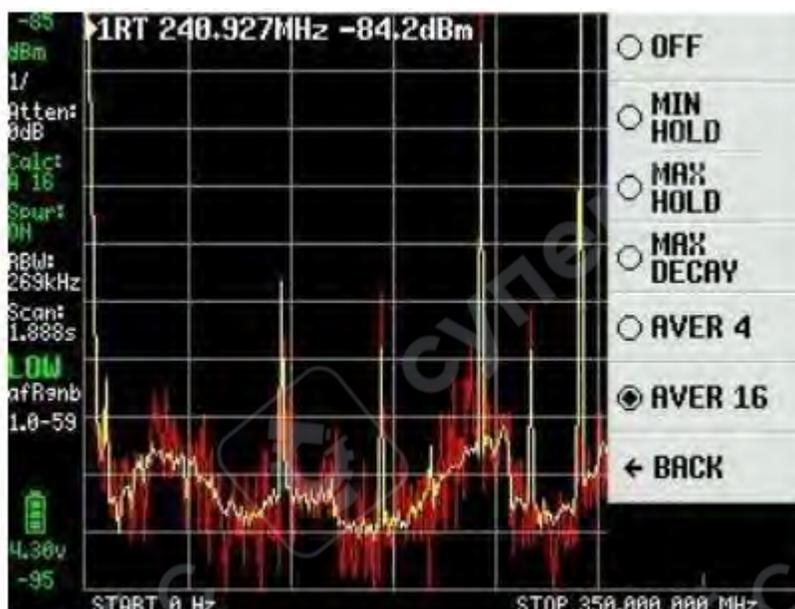


На Рисунке ниже показан пример с короткой антенной, подключённой ко входу LOW, при активированном MAX HOLD: жёлтая кривая — максимальное значение, красная — текущая кривая после отключения антенны. Функция MAX DECAY обеспечивает постепенное снижение значения жёлтой кривой, если сигнал пропадает или ослабевает.

Также доступны функции AVER4 и AVER16 — усреднение 4 или 16 последовательных развёрток соответственно.



На Рисунке ниже включена функция AVER16, шкала — 1 дБ/деление. Эта функция полезна для выделения слабых сигналов на фоне шума.

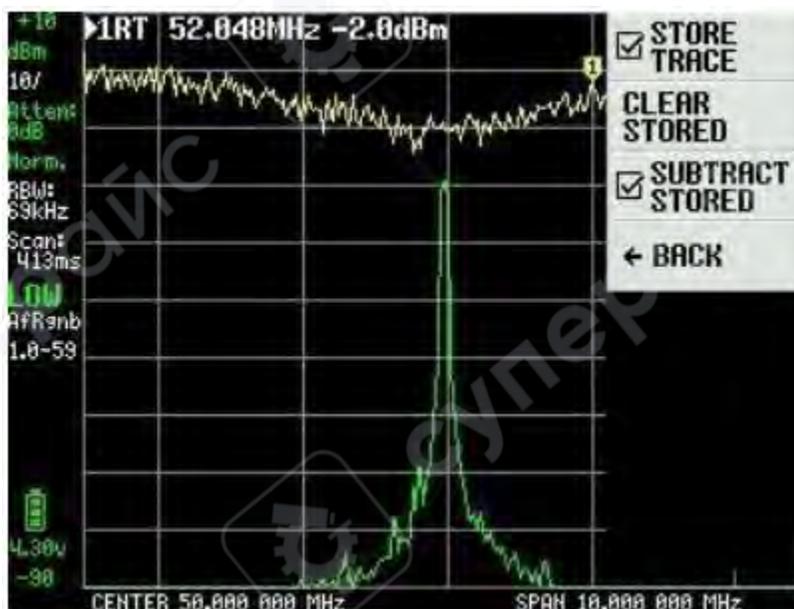


Сохранение и вычитание развёрток

Из меню DISPLAY доступна функция STORAGE. Нажав STORE TRACE, вы сохраняете текущую развёртку. Повторное нажатие — перезапись.

Функция SUBTRACT STORED вычитает сохранённую развёртку из текущей, результат отображается в виде жёлтой кривой вокруг линии 0 дБ.

На Рисунке ниже показано снижение входного сигнала на 10 дБ, чтобы продемонстрировать разницу между сохранённой и текущей кривой.



Нормализация сигнала (NORMALIZE)

Функция NORMALIZE работает аналогично сочетанию STORE TRACE + SUBTRACT TRACE, но без отображения сохранённой развёртки.

На Рисунке ниже сигнал на входе снижается с -20 дБм до -50 дБм после активации NORMALIZE.



Водопад (WATERFALL)

Пункт WATERFALL в меню DISPLAY— полезная функция для визуализации активности в эфире.

Вы можете подключить TinySA к выходу промежуточной частоты трансивера или напрямую к антенне, чтобы наблюдать трафик.

Эта функция может использоваться совместно с CALC и MAX DECAY. В новых версиях прошивки доступен выбор большого или малого водопада.

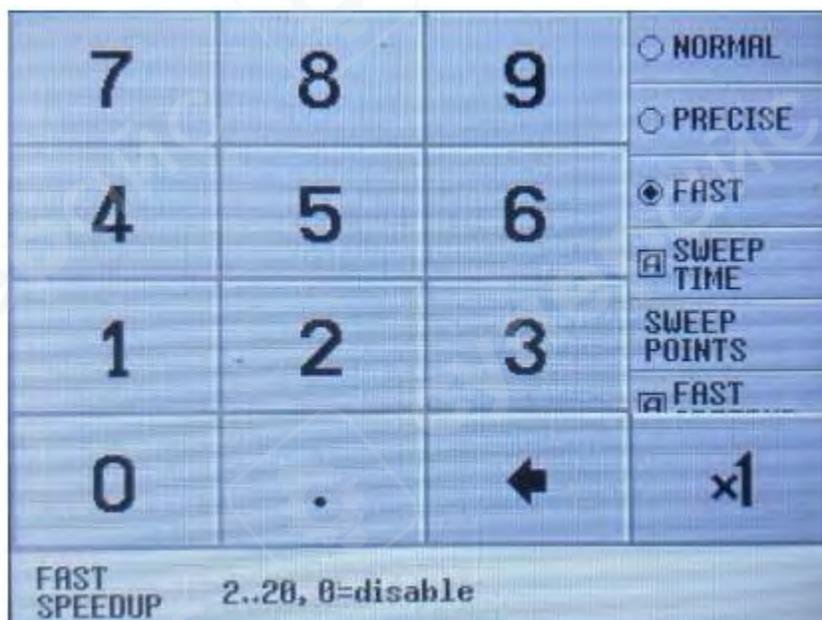
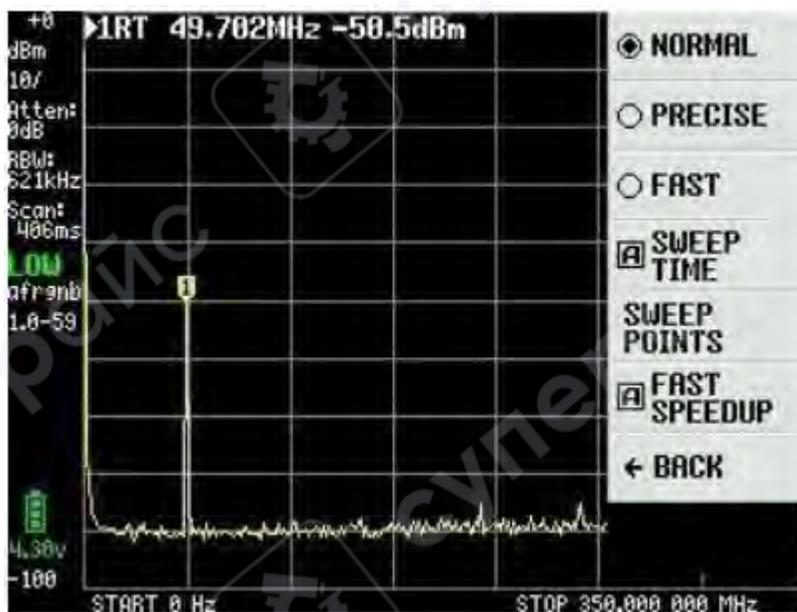


Настройки развёртки (SWEEP SETTINGS)

Последний пункт меню DISPLAY — SWEEP SETTINGS (Рисунок ниже). На левой панели показано, что полная развёртка по всему диапазону занимает 406 мс при режиме NORMAL с автоматическим выбором параметров.

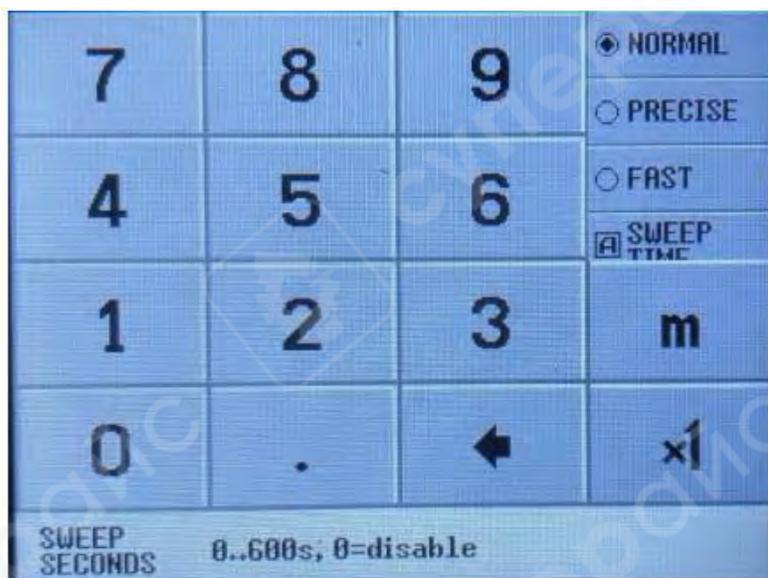
Но параметры можно изменить:

- PRECISE — высокая точность, но длительность развёртки увеличивается до 1,509 с.
- FAST — развёртка занимает 316 мс.
- FAST SPEEDUP — с ускорением до коэффициента 20, длительность уменьшается до 274 мс.



Время развёртки (SWEEP TIME)

Параметр **SWEEP TIME** (Рисунок ниже) можно задавать **вплоть до 600 секунд**, независимо от других режимов: **NORMAL**, **PRECISE**, **FAST**, **FAST SPEEDUP** — они сохраняются, если были выбраны.



Количество точек развёртки (SWEEP POINTS)

Последний пункт в **SWEEP SETTINGS** — **SWEEP POINTS** (Рисунок ниже). При выборе **51 точки** и максимально быстрой развёртке можно достичь времени около **272 мс**. Для сравнения, при **290 точках** время будет заметно больше.



1.10 Отображение маркеров (MARKS)

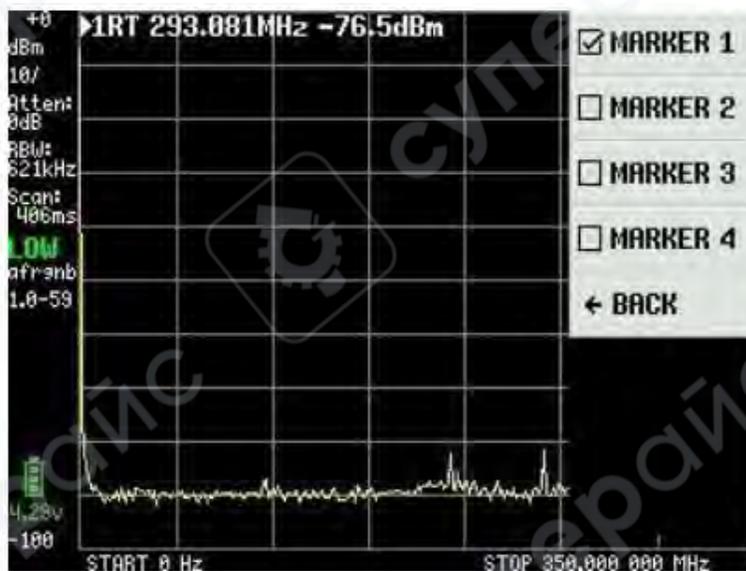
До настоящего момента на большинстве снимков экрана отображалась только одна строка с данными маркера. Но TinySA поддерживает до 4 маркеров одновременно.

Выбор количества маркеров осуществляется в меню **DISPLAY** → **MARKS**, как показано на Рисунке ниже.



Настройка и использование маркеров (MODIFY MARKERS)

При выборе пункта MODIFY MARKERS в меню DISPLAY → MARKS открывается новое окно выбора (Рисунок ниже), в котором можно активировать до четырёх маркеров.

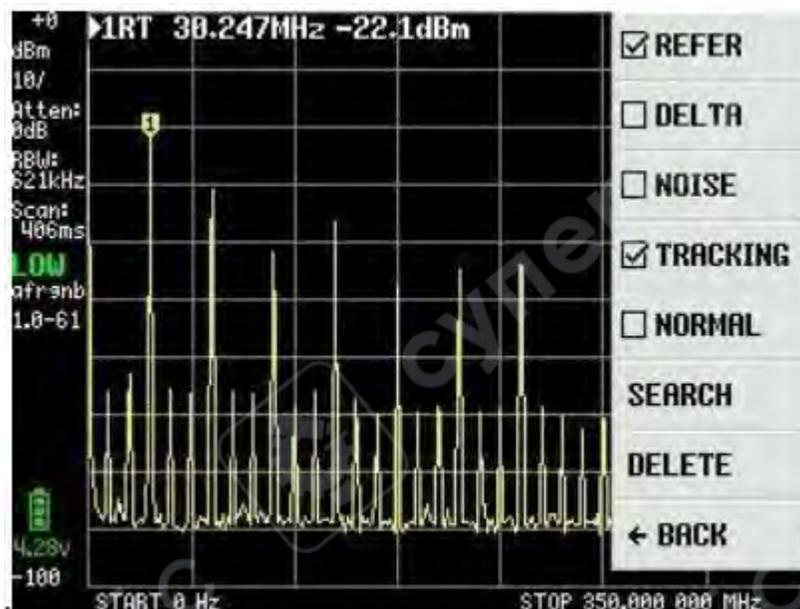


Настройки для всех четырёх маркеров одинаковы (Рисунок ниже).

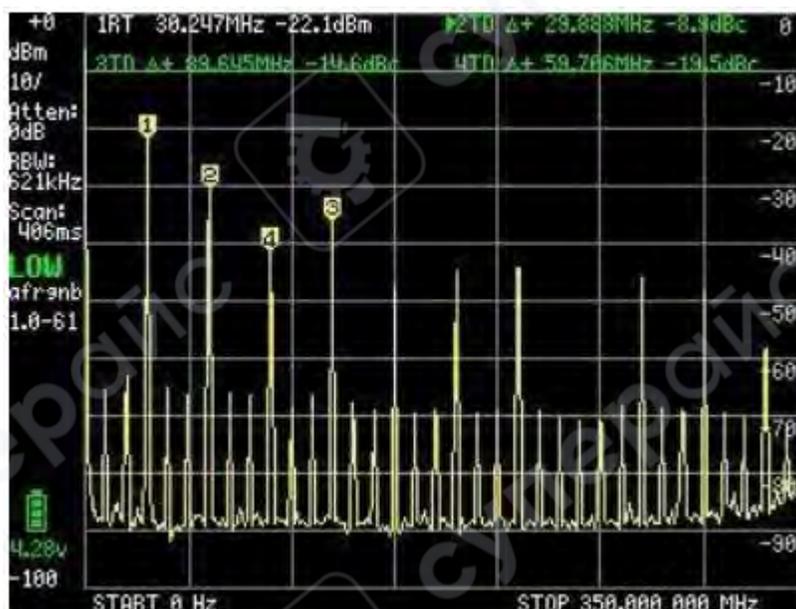
По умолчанию маркер 1 установлен как REFERENCE (опорный) и одновременно работает в режиме TRACKING — автоматически отслеживает наиболее мощный сигнал в развёртке.

Если маркер переключить в режим NORMAL, его можно перемещать при помощи кнопки-навигации на корпусе устройства или перетаскиванием на экране с помощью стилуса или пальца.

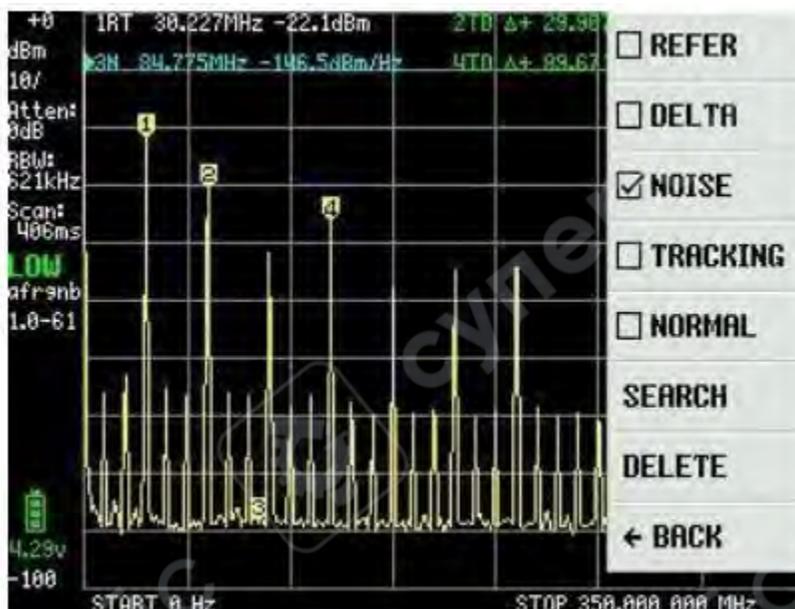
На рисунке показан сигнал от выхода HIGH другого TinySA, с уровнем -20 дБ.



Если остальные три маркера активировать как TRACKING и DELTA, они будут отображаться как относительные значения в dBc по отношению к маркеру 1. Они автоматически сортируются по возрастанию частотной разницы и отображают соответствующие частоты (Рисунок ниже).



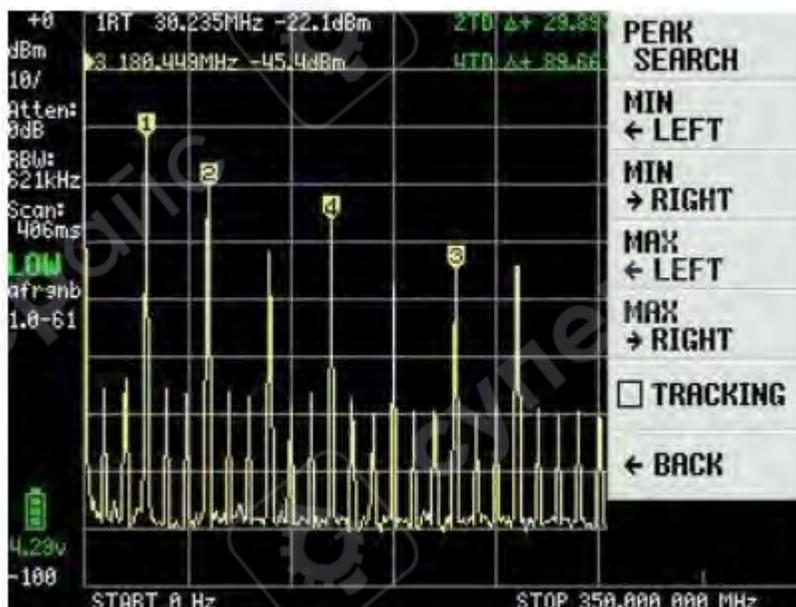
Если третий маркер (поле 3) переключить в режим NOISE, его можно перемещать при помощи наклонного переключателя (tilt switch) и использовать для измерения уровня шумов. На Рисунке ниже показан измеренный уровень шумов -146,6 dBm/Hz.



Функция поиска сигналов (SEARCH)

Функция SEARCH — ещё одна удобная возможность. Если поле 3 установить в режим NORMAL, можно использовать последовательные нажатия, например: MAX → RIGHT, чтобы находить все максимумы сигналов по очереди (см. Рисунок ниже). Даже слабые сигналы будут найдены.

Функция PEAK SEARCH определяет наиболее мощный сигнал, но требует, чтобы начальная частота не была равна 0 Гц (например, установите 1 МГц).



Операции с маркерами (MARKER OPS)

Существует дополнительный набор функций под названием **MARKER OPS** — они требуют отдельного пояснения и не сопровождаются скриншотами. Ниже приводится описание четырёх функций, разработанных **Эриком Каашуком (Erik Kaashoek)**:

- **START** — частота активного маркера становится **начальной частотой развёртки**. Если маркер — **tracking**, он перемещается в начало развёртки, и в этом положении определяется **самый сильный сигнал справа**.
- **STOP** — частота активного маркера становится **конечной частотой развёртки**. Для **tracking-маркера** будет найден **наиболее мощный сигнал слева** от конечной частоты.
- **CENTER** — частота активного маркера становится **центральной частотой экрана**. Для изменения масштаба используйте функции **FREQUENCY** и **SPAN**.
- **SPAN** — сохраняется текущая центральная частота, но масштаб изменяется и равен разнице между частотой активного маркера и центральной частотой. Если задействованы **два tracking-маркера**, их частоты используются как **начальная и конечная частоты экрана**.

1.11 Предустановки (PRESET)

Пункт PRESET можно выбрать в главном меню, он отображается на Рисунке ниже.

Выбор LOAD STARTUP загружает стартовую конфигурацию, которая используется при включении TinySA. Также доступны 4 пользовательские пресета: LOAD 1–4, соответствующие ранее сохранённым конфигурациям STORE 1–4.

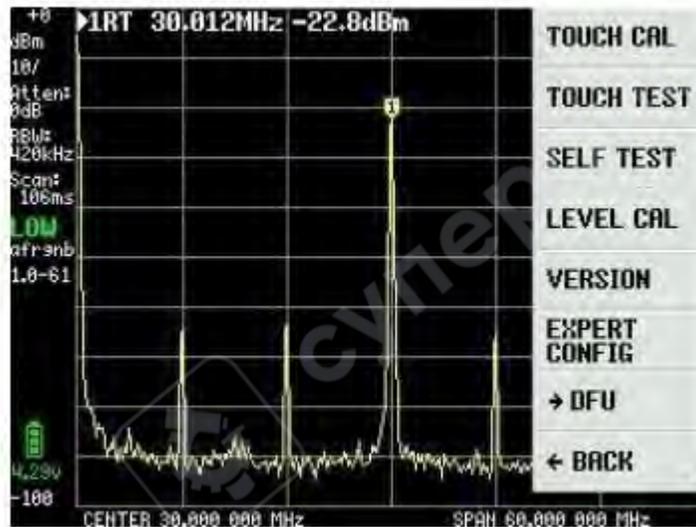


На Рисунке ниже показан результат загрузки профиля LOAD 1, ранее сохранённого через STORE 1. Функция STORE AS STARTUP по умолчанию не работает в стандартной прошивке, однако это исправлено в последних обновлениях.

1.11 Меню CONFIG

Описание возможностей TinySA весьма обширно — и поистине впечатляет, какие интеллектуальные функции удалось реализовать Эрику Каашуку (Erik Kaashoek) в этом небольшом устройстве. Было выпущено несколько версий, и улучшения продолжают.

Последний пункт главного меню — это CONFIG, интерфейс которого представлен на Рисунке ниже.



Настройки меню CONFIG TOUCH CAL — калибровка сенсорного экрана: требуется нажать в верхнем левом и нижнем правом углах экрана.

- TOUCH TEST — проверка сенсорного ввода, можно рисовать произвольные линии (doodles) на экране.
- SELF TEST и LEVEL CAL — уже описаны ранее.

Информация о прошивке (VERSION)

Пункт VERSION предоставляет данные о текущем состоянии TinySA, как показано на Рисунке ниже.

```

tinySA v0.3

2019-2020 Copyright ©Erik Hoashoek
2016-2020 Copyright ©eds555
SW licensed under GPL. See: https://github.com/erikhoashoek/tinySA
Version: tinySA_v1.0-61-ef754300

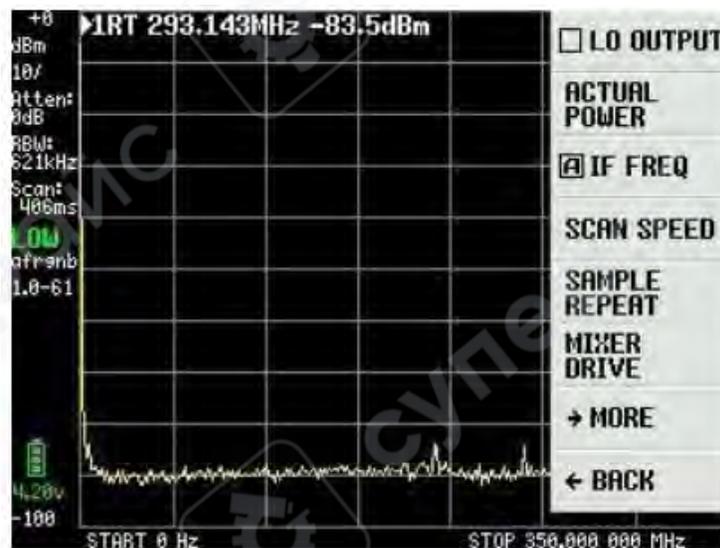
Build Time: Aug 26 2020 - 09:13:04
Kernel: 4.0.0
Compiler: GCC 7.2.1 20170904 (release) [ARM/embedded-7-branch rev1]
Architecture: ARMv6-M Core Variant: Cortex-M0
Port Info: Preemption through NMI
Platform: STM32F072xB Entry Level Medium Density devices
  
```

Расширенные настройки (EXPERT CONFIG)

Пункт EXPERT CONFIG (см. Рисунок 83) содержит дополнительные настройки, которые обычно не используются, но могут быть полезны опытным пользователям и радиолюбителям.

Детали расширенных функций:

- LO OUTPUT — подаёт сигнал первого гетеродина на выход HIGH OUT SMA. Это может использоваться для создания tracking generator (генератора слежения). LO находится выше частоты ПЧ.
- IF FREQ — частота промежуточной частоты, по умолчанию 433,8 МГц. Может изменяться в пределах 433,6–434,3 МГц без заметного влияния на чувствительность. Если ввести 0, используется автоматический выбор ПЧ.
- SCAN SPEED — не рекомендуется к использованию без понимания механизма работы. Подробности — на официальной Wiki-странице TinySA.
- SAMPLE REPEAT — задаётся через панель ввода, от 1 до 100: сколько раз повторять каждое измерение, с последующим усреднением результатов.



Настройка мощности LO (MIXER DRIVE)

Параметр MIXER DRIVE, показанный на Рисунке ниже, позволяет изменять уровень мощности LO (гетеродина), подаваемого на смеситель. Стандартное значение — +7 dBm.

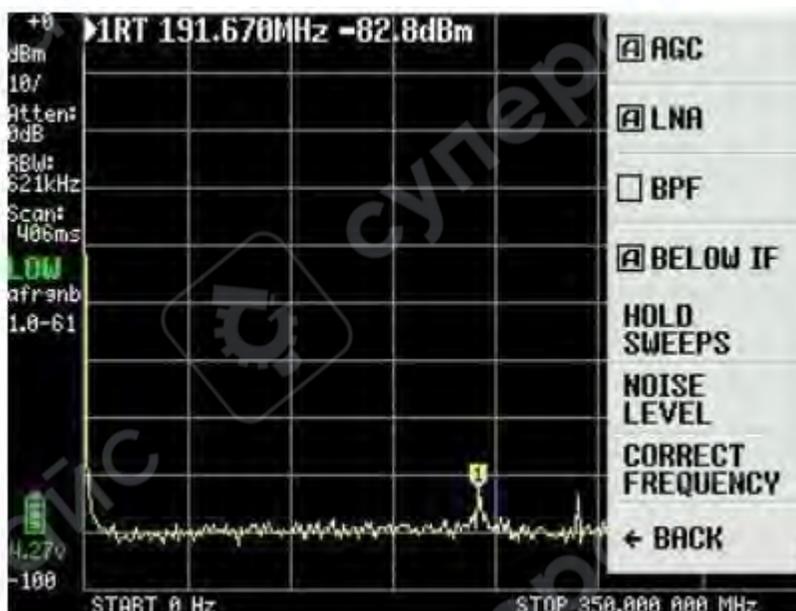


Дополнительные параметры (MORE)

При выборе пункта MORE в EXPERT CONFIG открываются дополнительные настройки, показанные на Рисунке ниже.

Подробности:

- AGC (автоматическая регулировка усиления) — по умолчанию включена. Устанавливает уровень отсчёта и значение аттенюатора для оптимального отображения сигнала.
- LNA (малозумящий усилитель) — также включён по умолчанию. В низкочастотном диапазоне рекомендуется отключать LNA, а также AGC для получения полного ручного контроля.
- BELOW IF — переключает гетеродин ниже частоты ПЧ для измерений ниже 190 МГц.
- HOLD SWEEPS — через панель ввода задаётся значение от 1 до 1000: сколько развёрток должно пройти до начала затухания значений, удерживаемых с помощью MAX DECAY.
- NOISE LEVEL — задаёт ожидаемую ширину шумовой полосы (от 2 до 20 дБ) через панель ввода.
- CORRECT FREQUENCY — позволяет ввести точное значение сигнала 10 МГц, измеренного на выходе HIGH SMA, для корректировки точности частотных измерений.



Измерение полосового фильтра (BPF)

Параметр BPF, показанный на Рисунке 85, используется для измерения внутреннего полосового фильтра на 10 МГц в TinySA. Для этого необходимо соединить разъёмы HIGH и LOW SMA через тестовый кабель.



Обновление прошивки — режим DFU

Последний пункт в меню CONFIG, который необходимо описать, — это DFU.

При нажатии ENTER DFU устройство TinySA переходит в режим загрузки прошивки (Device Firmware Upgrade). В этом режиме можно загрузить новую версию прошивки через USB-подключение с помощью соответствующего программного обеспечения.

⚠ Важно: после перехода в режим DFU TinySA перестаёт функционировать как обычный прибор до завершения процедуры обновления. Перед загрузкой новой прошивки убедитесь, что она совместима с вашей моделью устройства. Подробные инструкции по обновлению доступны на официальной Wiki-странице TinySA.



Обновление прошивки TinySA

Последнюю версию прошивки можно загрузить с сайта: <http://athome.kaashoek.com/tinySA/Windows/>

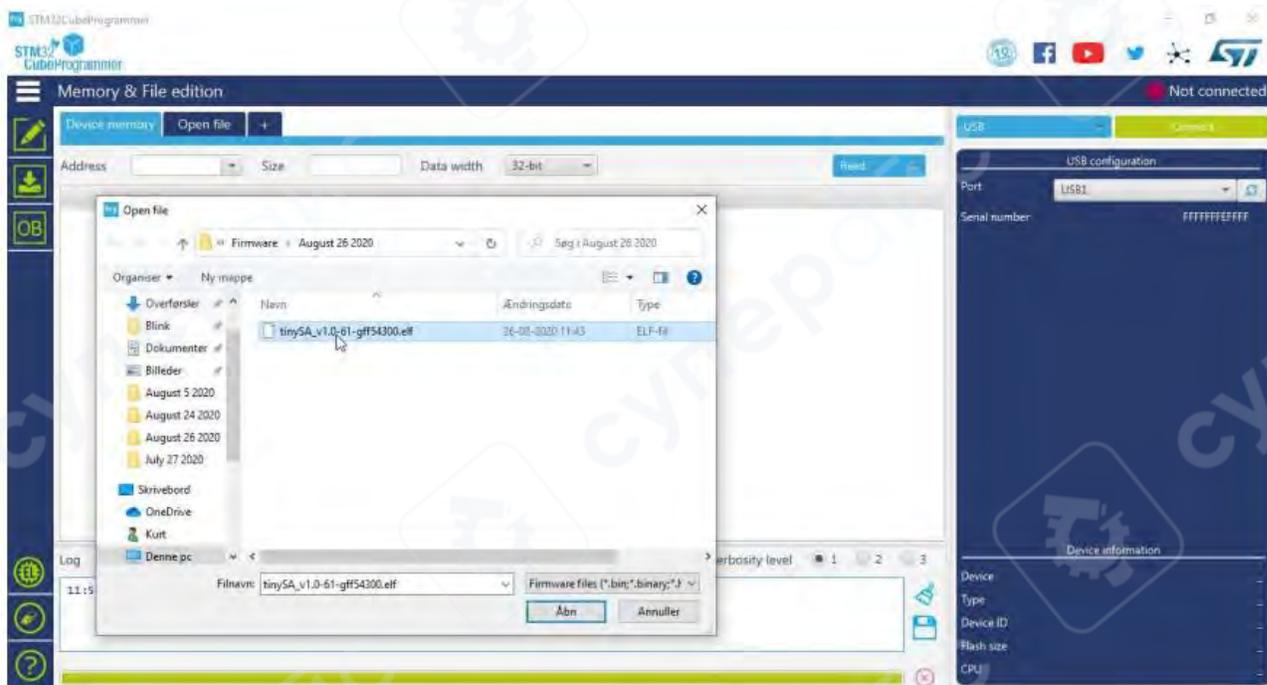
Ссылка также доступна на официальной Wiki-странице TinySA.

На странице доступны различные инструменты, однако настоятельно рекомендуется использовать стабильную и простую в применении утилиту: STM32 Cube Programmer.

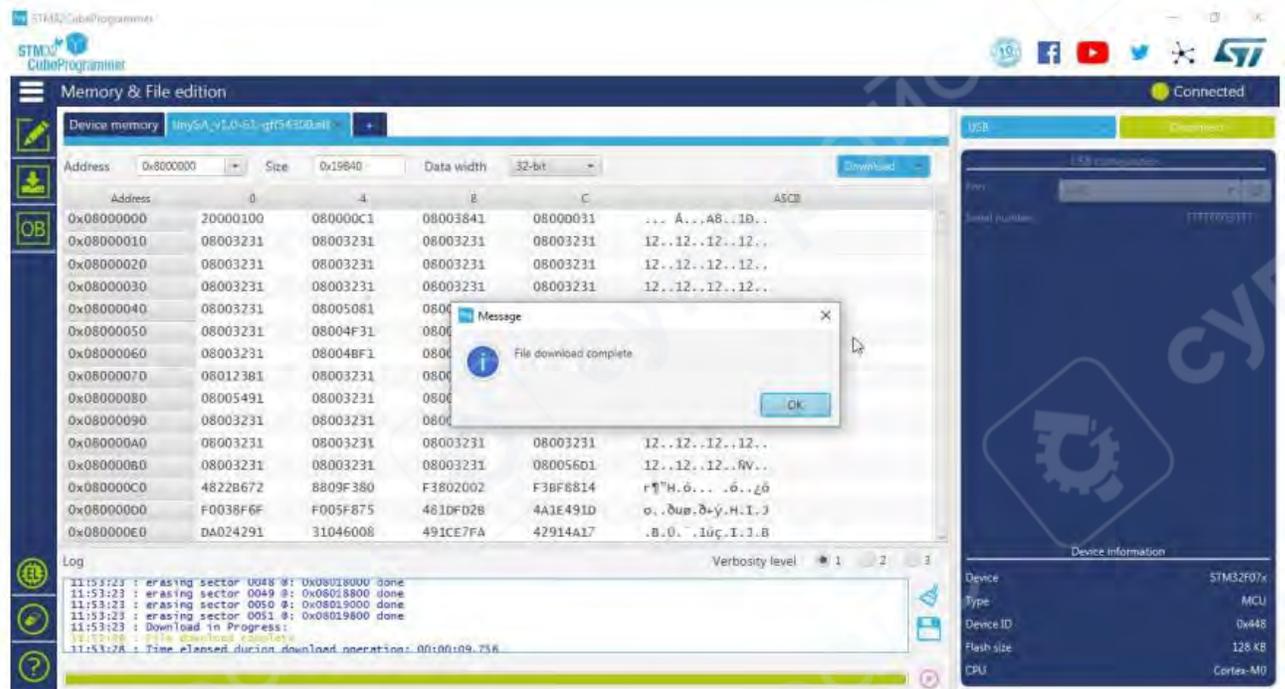
Поиск утилиты: введите в Google STSW-STM32080.

Процесс прошивки

1. Запустите STM32 Cube Programmer.
2. Нажмите Open file и загрузите файл с прошивкой в формате .elf (см. Рисунок ниже).



3. Нажмите Download (Рисунок ниже) и дождитесь сообщения “file download completed”. Затем нажмите ОК, далее Disconnect, отключите и снова включите TinySA. Новая прошивка будет установлена.



Альтернативные инструменты и DFU-файлы

На странице прошивки также имеются инструменты, работающие с файлами формата DFU, которые можно загрузить и использовать для обновления прошивки через другие загрузчики.

Команда очистки конфигурации (clearconfig)

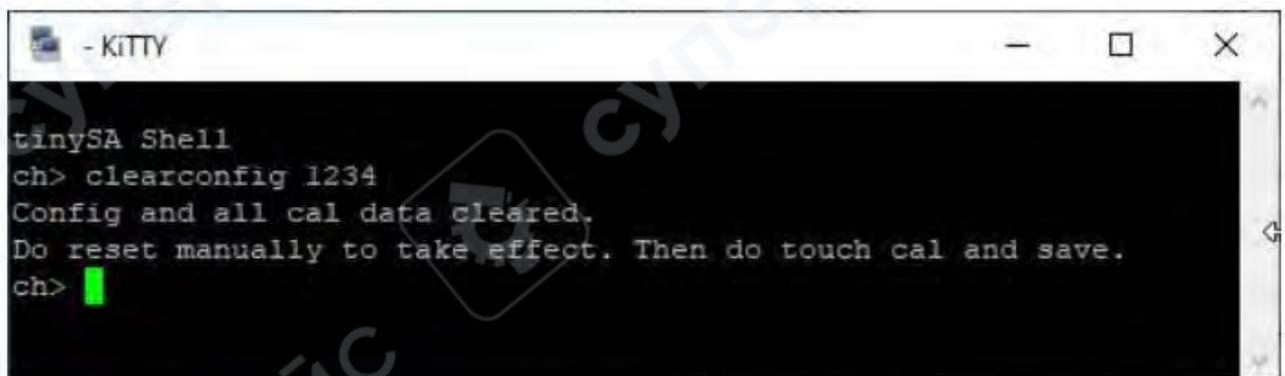
После установки новой прошивки необходимо передать команду устройству TinySA через USB-кабель с помощью терминальной программы.

clearconfig 1234

- Скорость соединения: 9600 бод
- Найдите назначенный COM-порт в Панели управления Windows → Диспетчер устройств.

После отправки команды — выключите и включите TinySA, чтобы изменения вступили в силу.

Затем выполните калибровку чувствительности, как описано ранее.



Терминальная программа KiTTY

Для отправки команд удобно использовать KiTTY — расширенную версию PuTTY. Её преимущество: окно терминала не закрывает саму программу, как это происходит в PuTTY.

ПК-программа для управления TinySA

Существует также программа для ПК, которая:

- делает снимки экрана TinySA по USB;
- позволяет управлять устройством и выполнять расширенные измерения.

Ссылка для загрузки: <http://athome.kaashoek.com/tinySA/Windows/>

Необходимые файлы: `tinySA.cfg` и `tinySA.exe` — скачиваются правой кнопкой мыши.

⚠ Возможны предупреждения Windows SmartScreen. Их следует проигнорировать — жалобы по этому поводу уже отправлены разработчику Microsoft.

Index of /tinySA/Windows

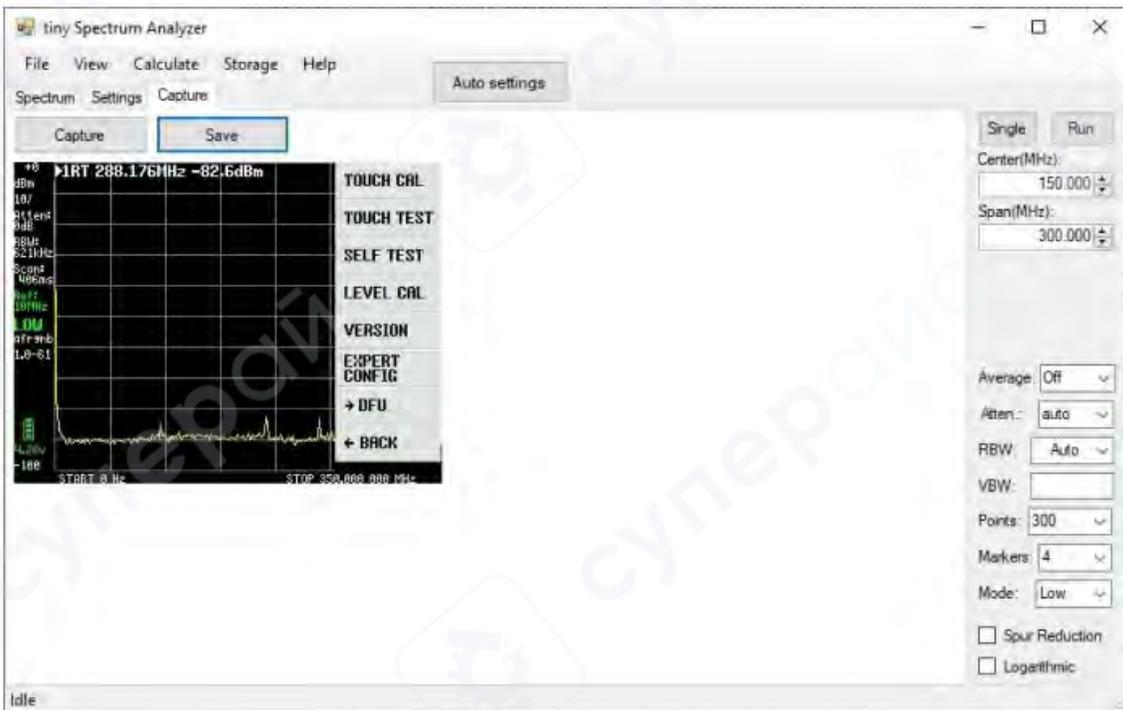
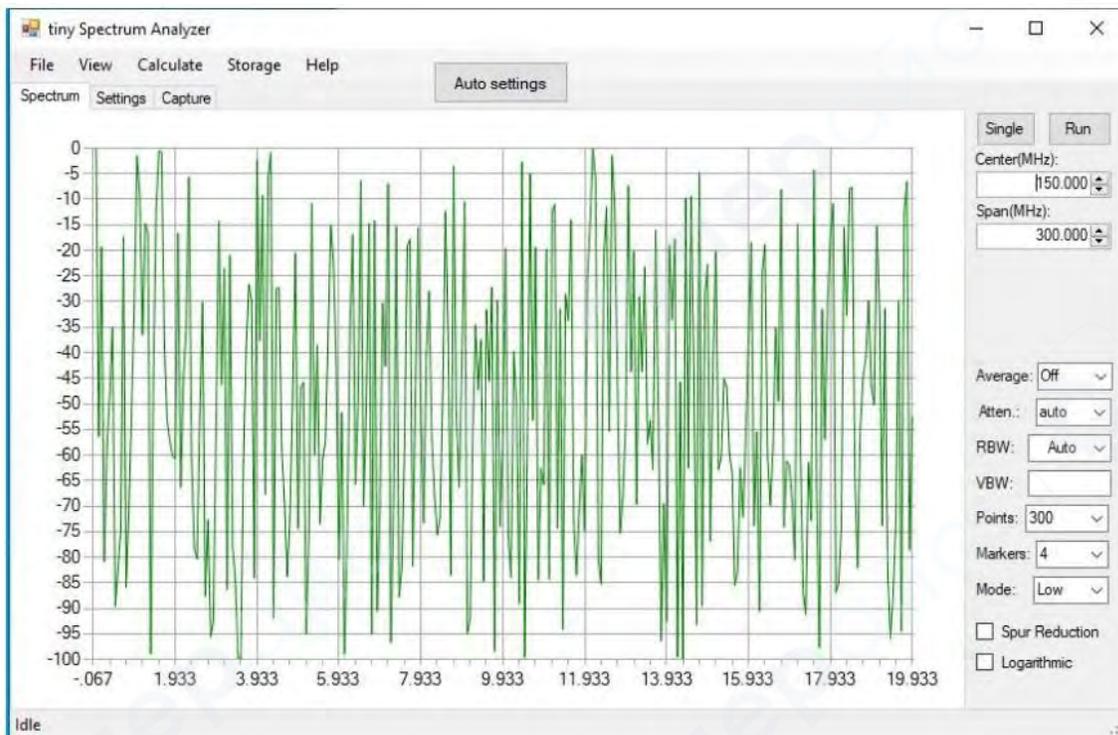
<u>Name</u>	<u>Last modified</u>	<u>Size</u>	<u>Description</u>
 Parent Directory		-	
 USB_tuned.jpg	2020-05-18 20:09	17K	
 USB_untuned.jpg	2020-05-18 20:08	17K	
 USB_wide.jpg	2020-05-18 20:11	18K	
 USB_wide_tuned.jpg	2020-05-18 20:12	18K	
 tinySA.cfg	2020-06-21 10:26	251	
 tinySA.exe	2020-08-11 12:57	139K	
 where_is_the_DFU_file.txt	2020-05-09 08:11	72	

Apache/2.4.10 (Debian) Server at athome.kaashoek.com Port 80

Захват снимков экрана

После запуска программы (см. Рисунок ниже):

- Нажмите Capture Point — произойдёт захват текущего экрана.
- Затем нажмите Capture — изображение загрузится через USB.
- Кнопка Save позволит сохранить файл в формате JPG, BMP или GIF.



Расширенные настройки и функции измерений

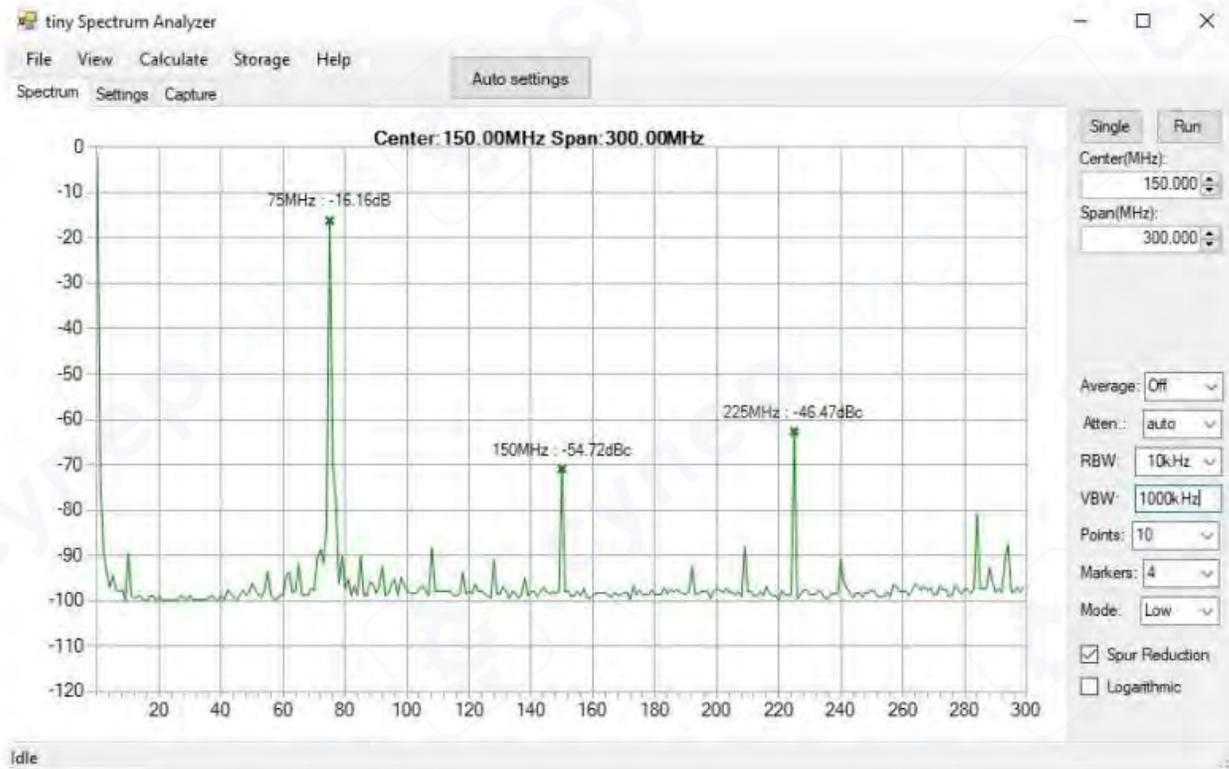
На Рисунке ниже видно, что с помощью ПК-программы можно точно настраивать:

- Центральную частоту (Center frequency)
- Диапазон развёртки (Span)
- RBW — от 3 кГц до 600 кГц или Auto
- Количество точек — от 100 до 10 000

- Атенюатор — от 1 до 30 дБ или авто
- Усреднение (Average) — от Off до Max Hold, Min Hold, 2, 4, 8, 16, 32
- Маркеры (Markers) — от 0 до 32

Дополнительно доступны:

- Calculate — измерение искажений, IOP3, MIN/MAX, нормализация к произвольному значению dB.
- Storage — сохранение, загрузка, вычитание кривых.
- View — выбор отображения разницы частот (Δf) и уровней ($\Delta level$).



Команды терминала для продвинутых пользователей

Для опытных пользователей доступны **командные инструкции**, которые можно отправлять через терминал. Ввод команды **help** выводит список доступных команд (Рисунок ниже).

```

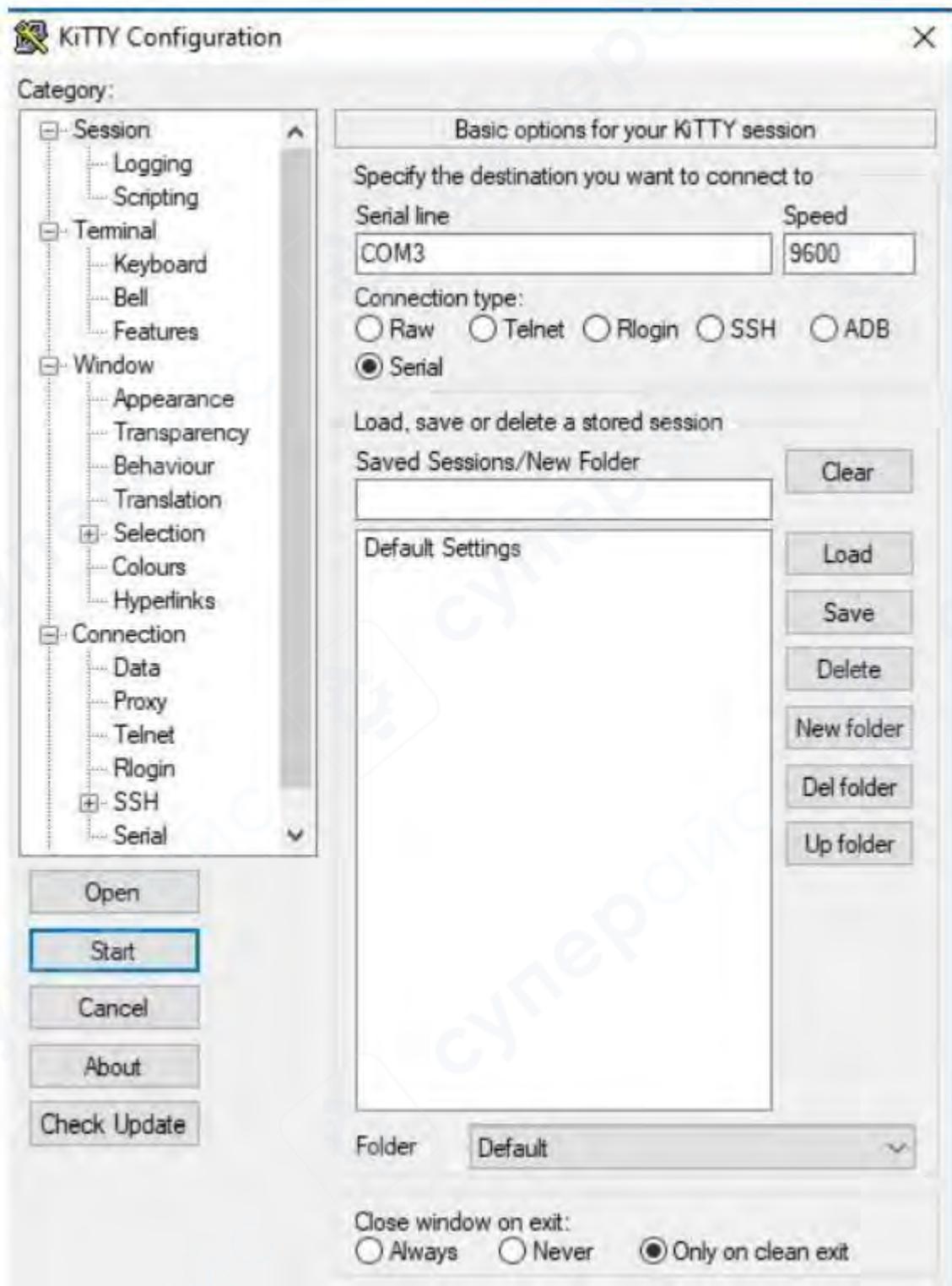
tinySA Shell
ch> help
Commands: version reset freq dac saveconfig clearconfig data
frequencies scan scanraw sweep test touchcal touchtest pause resume
trace trigger marker capture vbat vbat_offset help info color
if attenuate level sweeptime leveloffset levelchange modulation
rbw mode spur load output deviceid selftest correction threads

```

Настройка KiTTY (Рисунок ниже)

- Запустите программу и выберите Serial в качестве типа соединения.

- Введите соответствующий COM-порт в поле Serial Line.
- Выберите профиль Default Settings и нажмите Save, чтобы сохранить настройки на будущее.



2 Первый запуск

Следуя данной инструкции, вы подготовите анализатор спектра tinySA или tinySA Ultra к первому использованию.

В ходе настройки вы выполните следующие шаги:

1. Распаковка устройства
2. Зарядка аккумулятора
3. (Опционально) Обновление прошивки
4. Внутренний самотест
5. Калибровка устройства
6. Важные предупреждения
7. (Только для модели Ultra) Настройка времени, даты и режима Ultra

После завершения этих шагов можно переходить к работе с устройством.

2.1 Распаковка

Устройства tinySA Basic и tinySA Ultra поставляются в прочной упаковке для защиты при транспортировке. Модель Ultra является более продвинутой версией оригинального tinySA, и нижеописанные действия применимы к обеим моделям, если не указано иное.



В коробке находятся:

- Анализатор tinySA
- 2 SMA-кабеля и соединительный переходник
- Антенна с разъёмом SMA
- USB-C кабель



2.2 Зарядка встроенного аккумулятора

Подключите USB-C кабель к разъёму на tinySA и активному источнику питания USB (например, зарядное устройство или порт компьютера). Первой зарядки в течение 1 часа будет достаточно для начала работы.

- Красный светодиод загорается при зарядке
- Гаснет, когда зарядка завершена

Кабель можно оставить подключённым или отключить.

2.3 Обновление прошивки (опционально)

Устройство поставляется с актуальной на момент производства прошивкой. Её достаточно для начала работы, но рекомендуется обновить прошивку до последней версии, так как она может содержать:

- Исправления ошибок
- Новые функции

Важно: вы не можете "сломать" (brick) tinySA при обновлении прошивки. Если возникли проблемы — просто повторите процедуру, убедившись, что соблюдены все шаги инструкции.

2.4 Внутренний самотест (Self-Test)

После обновления прошивки выполните встроенный самотест, который проверяет основные функции устройства.

- Соедините разъёмы LOW и HIGH комплектным SMA-кабелем.
- Включите tinySA с помощью верхней кнопки питания.
- Коснитесь экрана для вызова меню: CONFIG → SELF TEST
- При сбое навигации используйте кнопку BACK или перезапустите устройство.
- При успешном завершении все тесты будут зелёными, коснитесь экрана снова

для выхода.

Оставьте кабель между HIGH и LOW подключённым для следующего шага.

2.5 Калибровка (Calibrate)

После успешного самотеста выполните калибровку уровня входа LOW.

- Эта процедура выполняется один раз и не требует повторения перед каждым измерением.

- Калибровка частотно-независима и остаётся стабильной.

Действия:

1. Перейдите в меню CONFIG → LEVEL CAL
2. Оба индикатора уровня (верхний и нижний) должны стать белыми после выхода с финального экрана калибровки — это означает успех
3. Кабель между LOW и HIGH должен оставаться подключённым во время процедуры

Опционально: Калибровка уровня для входа HIGH — более сложная процедура, необходимая при измерениях выше 350 МГц. Для Ultra рекомендуется активировать режим Ultra.

2.6 ⚠ Предупреждения

- Максимальный входной уровень сигнала: +10 dBm Превышение приведёт к повреждению устройства. Используйте внешний аттенюатор для мощных сигналов.
- Максимальное допустимое постоянное напряжение на входах: 10 В Используйте внешний DC-блок, если сигнал содержит высокую составляющую постоянного тока.
- Антенна делает устройство уязвимым к электростатическим разрядам (ESD) и перегрузке.

Никогда:

- не размещайте антенну рядом с передающей антенной;
- не касайтесь её каких-либо объектов.
- Опасность для аттенюатора: Если после самотеста или калибровки порты LOW и HIGH остаются соединёнными, а затем включается мощный выходной сигнал HIGH — возможен выход из строя входа LOW. Всегда разъединяйте порты перед подачей сигнала на выход HIGH.

2.7 Готовность к измерениям

- Подключите сигнал ко входу LOW
- Перейдите в меню INPUT и выберите вход: LOW INPUT или HIGH INPUT

Настройка:

- Меню FREQ — настройка диапазона частот
- Меню LEVEL — настройка уровня отображения

Если что-то пошло не так:

- Перейдите в меню PRESET → LOAD STARTUP, чтобы вернуть устройство в заводское состояние

2.8 Только для модели Ultra

Устройство tinySA Ultra имеет дополнительные опции в меню CONFIG:

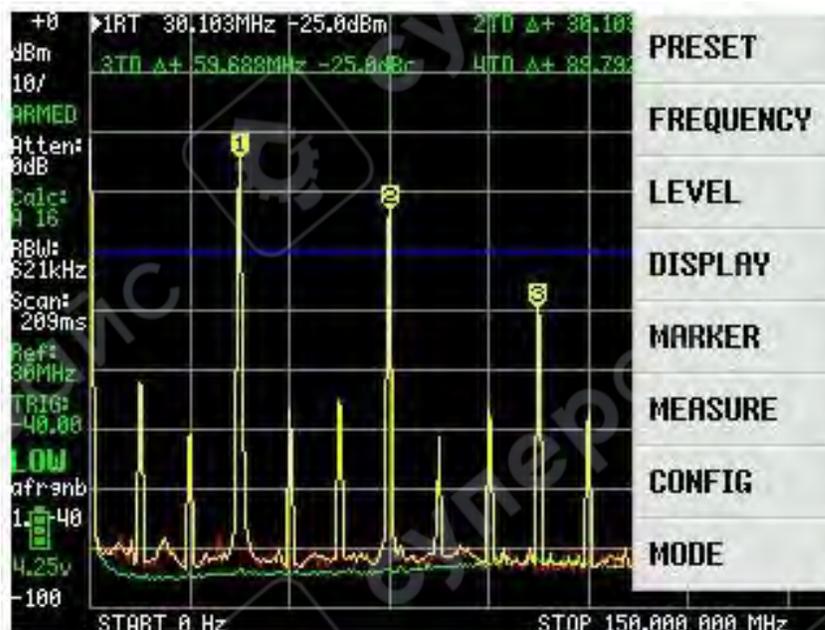
- Установка даты и времени
- Включение режима Ultra

Режим Ultra позволяет анализировать высокочастотные сигналы и рекомендуется включать его во всех случаях использования Ultra.

3 Информация на экране и управление энкодером

Экран устройства tinySA делится на 5 основных зон:

1. Информационная панель (слева)
2. Панель маркеров (вверху)
3. Информация о развёртке (внизу)
4. Область измерений (в центре)
5. Меню (справа)



3.1 Информационная панель (Info Panel)

Расположена в левой части экрана и содержит следующие элементы (в скобках приведён пример отображаемого значения):

- Reference level — уровень отсчёта (+0)

Цвет зелёный при ручной установке, белый — при автоматической

- Единицы измерения — например, dBm
- Scale — масштаб шкалы (10 dBm/)

Цвет зелёный, если задан вручную; белый, если автоматически

- Статус развёртки (Scan status) —

ARMED — ожидание триггера,

PAUSED — вручную приостановлено или развёртка завершена в режиме SINGLE

- Attenuation — текущее значение аттенюатора (0 dB)

Цвета аналогично: зелёный (вручную), белый (авто)

- Calculation — отображается при активных вычислениях

Например, A 16 — среднее значение по 16 развёрткам

- RBW (разрешающая полоса пропускания) — например, 612 кГц

Цвета: зелёный — ручной выбор, белый — автоматический

- Время развёртки — например, 209 мс

Красный цвет — первая развёртка ещё не завершена после изменения настроек

- Частота выходного калибровочного сигнала — например, 30 МГц, отображается только при включённом калибровочном выходе
- Коэффициент усиления или ослабления внешнего усилителя / аттенюатора отображается, только если значение отлично от нуля
- Trigger level — установленный уровень срабатывания (-40 dBm)
Цвет красный — ожидание триггера в режиме NORMAL, зелёный — сработал триггер в режиме SINGLE
- Режим входа — LOW или HIGH
- Статус автоматических параметров — например, afrngb
Если все буквы строчные, значит параметры установлены автоматически
- Версия прошивки — например, 1.0-40
- Уровень заряда батареи и напряжение питания
- Нижний предел отображения по уровню — например, -100 dBm

3.2 Панель маркеров (Marker Panel)

Отображает информацию максимум по 4 активным маркерам. Структура:

- Стрелка → указывает на текущий выбранный маркер
- Тип маркера:
R — Reference (опорный)
D — Delta (относительный)
N — Noise (шумовой) — уровень нормализован на 1 Гц RBW
- Частота маркера. Символ + или – показывает отклонение от опорной частоты
- Уровень сигнала маркера:

Без единиц — dBm или dBc (для дельта-маркеров)

Выбранный маркер можно перемещать с помощью энкодера, если это не tracking-маркер. Только один маркер может быть опорным (Reference).

3.3 Информация о развёртке (Scan Info)

Отображает параметры:

- Start / Stop
- Center / Span
- или Zero span / Scan time

Коснитесь строки информации, чтобы выбрать параметр — выбранный будет отмечен символом ^. Далее можно изменить значение с помощью энкодера (Jog Wheel).

3.4 Область измерений (Measurement Panel)

Отображает максимум 3 кривые:

- Жёлтая кривая — текущие измерения (или результат расчёта при включённой функции вычислений)
- Красная кривая — результат последней развёртки (при активных вычислениях)
- Зелёная кривая — сохранённые данные (Store Trace)

Также отображаются до 4 маркеров:

- Tracking-маркеры — устанавливаются автоматически

Обычные маркеры — можно перемещать вручную или с помощью поиска маркера (Marker Search)

Уровень триггера отображается в виде синей линии.

3.5 Меню

Меню вызывается:

- касанием экрана
- нажатием на энкодер (Jog Wheel)

⚠ При открытии меню текущая развёртка прерывается. После завершения настройки развёртка будет запущена заново (если не в режиме PAUSE).

3.6 Энкодер (Jog Wheel)

Энкодер — это вспомогательное устройство ввода. Он менее интуитивен, чем сенсорный экран, но полезен в определённых режимах (например, при управлении яркостью).

Основные действия:

- Нажатие (без поворота) — открыть/закрыть меню
- Нажатие при активном пункте меню — выбрать данный пункт

Повороты энкодера:

- Без открытого меню — перемещение курсора влево/вправо
- При активном меню — переход между пунктами меню
- При включении устройства — если энкодер повернуть влево или вправо, tinySA запустится без загрузки пользовательских настроек

⚠ В некоторых меню, например Brightness, энкодер становится единственным доступным способом управления.

4 tinySA Basic

4.1 Структура меню

Анализатор спектра

- **PAUSE** — приостановить развёртку
- **PRESET** — загрузка и сохранение конфигураций
 - **LOAD STARTUP** — загрузить стартовую конфигурацию
 - **LOAD X** — загрузить настройки из слота X (имя зависит от сохранённых настроек)
 - **STORE** — обновить сохранённые конфигурации
 - **STORE AS STARTUP** — сохранить текущие настройки как стартовые
 - **STORE X** — сохранить текущие настройки в слот X
 - **FACTORY DEFAULTS** — сброс к заводским настройкам
- **FREQUENCY** — настройки частот развёртки
 - **START** — переключает в режим «Start/Stop» и задаёт начальную частоту.
 - **STOP** — переключает в режим «Start/Stop» и задаёт конечную частоту
 - **CENTER** — переключает в режим «Center/Span» и задаёт центральную частоту
 - **SPAN** — переключает в режим «Center/Span» и задаёт диапазон частот
 - **ZERO SPAN** — устанавливает полосу развёртки 0 Гц и центральную частоту
 - **RBW** — задаёт разрешающую полосу (Resolution Bandwidth). Имейте в виду: меньшая RBW может значительно увеличить время сканирования
 - **SHIFT FREQ** — используется с преобразователями частоты и позволяет вводить фактические частоты START или CENTER до преобразования
- **LEVEL** — настройка уровней сигнала
 - **REF LEVEL** — уровень отсчёта (верхняя граница шкалы) в выбранных единицах
 - **SCALE/DIV** — масштаб по вертикали

- **ATTENUATE** — ослабление сигнала на входе LOW
- **UNIT** — единицы измерения (dBm, dBmV, dBuV, Вольт, Ватт)
- **EXT GAIN** — поправка на внешний усилитель или аттенюатор
- **TRIGGER** — настройки триггера
 - **AUTO** — обычный режим, без триггера
 - **NORMAL** — отображает новую развёртку, когда сигнал вызывает срабатывание триггера
 - **SINGLE** — ждёт сигнал для срабатывания и выполняет одну развёртку
 - **LEVEL** — активирует клавиатуру для ввода уровня срабатывания триггера
 - **EDGE** — выбор фронта: UP / DOWN
 - **TRIGGER** — выбирает расположение точки триггера на экране: до (PRE), в центре (MID) или после (POST)
 - **INTERVAL** — устанавливает временную сетку запуска развёртки. Значение 0 отключает. Полезно для повторяющихся событий с фиксированным интервалом
- **LISTEN** — режим прослушивания активной частоты маркера
- **TRACE** — управление трассами и их отображением
 - **TRACE n** — выбирает трассу для управления.
 - **ENABLE** — включает или отключает отображение трассы.
 - **FREEZE** — замораживает текущее отображение трассы.
 - **CALC state** — выбирает режимы расчёта, такие как усреднение или удержание макс./мин. Значение отображается. Повторный выбор сбрасывает расчёт.
 - **OFF** — отключает все расчёты.
 - **MIN HOLD** — удерживает минимально измеренное значение.
 - **MAX HOLD** — удерживает максимально измеренное значение.
 - **MAX DECAY** — удерживает максимум в течение заданного числа развёрток.
 - **AVER 4** — скользящее усреднение по 4 точкам.
 - **AVER 16** — скользящее усреднение по 16 точкам.
 - **QUASI PEAK** — режим удержания квазипика.
 - **TABLE→TRACE** — определение статической трассы.
 - **NORMALIZE** — нормализует текущую трассу.
 - **SUBTRACT** — выбирает трассу для вычитания из текущей.
 - **TRACE→TRACE** — копирует текущие данные трассы в другую.
- **DISPLAY — управление отображением**
 - **PAUSE SWEEP** — приостанавливает развёртку. При паузе появляется кнопка TRIGGER для одиночной развёртки.
 - **WATERFALL** — отображает уровень мощности во времени в виде «водопада». Повторное нажатие увеличивает окно.
 - **BIG NUMBER** — отображает значения маркера крупным шрифтом.
 - **DRAW LINE** — рисует горизонтальную синюю линию на заданном уровне.
 - **SWEEP TIME** — задаёт целевое время на одну развёртку (в секундах).
 - **SWEEP POINTS** — задаёт количество точек развёртки.
 - **SWEEP ACCURACY** — настройка баланса между точностью и скоростью:
 - **NORMAL** — стандартный режим развёртки

- **PRECISE** — точный режим
 - **FAST** — быстрый режим
 - **NOISE SOURCE** — оптимизация развёртки при анализе шумовых источников
 - **NSPEEDUP** — ускорение узкополосного сканирования
 - **WSPEEDUP** — ускорение широкополосного сканирования
- **ROTATE DISPLAY** — поворот экрана на 180 градусов
- **MARKER — управление маркерами на экране:**
 - **MODIFY MARKER** — позволяет выбрать маркер и открыть подменю для изменения его типа (MARKER TYPE):
 - **MARKER n** — используется для выбора одного из четырёх маркеров.
 - **DELTA n** — устанавливает текущий маркер как дельта-маркер.
 - **NOISE** — устанавливает текущий маркер как шумовой.
 - **TRACKING** — устанавливает текущий маркер как отслеживающий.
 - **TRACE n** — выбирает трассу, на которой расположен текущий маркер.
 - **TRACE AVERAGE** — отображает средний уровень по всей трассе.
 - **SEARCH** — активирует подменю для позиционирования маркера:
 - **PEAK SEARCH** — перемещает маркер на глобальный максимум.
 - **MIN<-LEFT** — ищет ближайший минимум слева.
 - **MIN->RIGHT** — ищет ближайший минимум справа.
 - **MAX<-LEFT** — ищет ближайший максимум слева.
 - **MAX->RIGHT** — ищет ближайший максимум справа.
 - **ENTER FREQUENCY** — задаёт частоту маркера вручную.
 - **TRACKING** — автоматически перемещает маркер на сильнейший сигнал.
 - **DELETE** — отключает текущий маркер и возвращает меню на уровень вверх.
 - **MARKER OPS** — устанавливает отображаемый диапазон частот на основе активного маркера:
 - **->START** — устанавливает начальную частоту сканирования по маркеру.
 - **->STOP** — устанавливает конечную частоту.
 - **->CENTER** — задаёт центральную частоту.
 - **->SPAN** — задаёт полосу частот.
 - **->REF LEVEL** — устанавливает уровень отсчёта равным уровню маркера.
 - **SEARCH MARKER** — ручное позиционирование неотслеживающего маркера на максимум или минимум сигнала.
 - **RESET MARKERS** — сбрасывает все маркеры к значениям по умолчанию.
- **MEASURE — предустановки для измерений:**
 - **OFF** — отключает все измерительные режимы и возвращает tinySA в обычный режим работы.
 - **HARMONIC** — настраивает маркеры для измерения уровня гармоник сигнала.
 - **OIP3** — конфигурация маркеров для измерения выходной точки интермодуляции третьего порядка.
 - **PHASE NOISE** — измерение фазового шума сигнала.
 - **SNR** — измерение отношения сигнал/шум.

- **-3dB WIDTH** — измерение ширины сигнала на уровне -3 дБ.
- **AM** — оптимизация настроек для отображения AM-сигналов.
- **FM** — оптимизация отображения FM-сигналов.
- **THD** — измерение коэффициента гармонических искажений (процент энергии в гармониках по отношению к основной частоте).
- **CHANNEL POWER** — измерение мощности канала и смежных каналов (ACP).
- **LINEAR** — последовательное измерение с разными уровнями аттенюации; отображение максимума в виде зелёной линии.
- **CONFIG — меню конфигурации:**
 - **TOUCH** — подменю сенсорного экрана:
 - **TOUCH CAL** — калибровка сенсорной панели, сохраняется в энергонезависимой памяти (NVM).
 - **TOUCH TEST** — проверка корректности калибровки.
 - **SELF TEST** — самотестирование после соединения входов LOW и HIGH.
 - **LEVEL CAL** — калибровка измерений уровня:
 - **CALIBRATE** — запуск процедуры калибровки.
 - **RESET CALIBRATION** — сброс калибровки до заводских значений.
 - **VERSION** — отображает информацию о версии прошивки.
 - **SPUR REMOVAL** — активирует два режима подавления паразитных спектров.
 - **SAMPLE REP** — задаёт количество повторных измерений на каждой частоте.
 - **DFU** — перевод устройства в режим обновления прошивки.
 - **PULSE HIGH** — отправка триггерного импульса на HIGH при начале развёртки LOW.
 - **LO OUTPUT** — включает вывод первого гетеродина (LO) через порт HIGH.
 - **MINIMUM GRID LINES** — устанавливает минимальное число горизонтальных линий сетки (0 = всегда 10).
 - **JOG STEP** — задаёт шаг частоты при вращении энкодера.
 - **CLEAR CONFIG** — сброс всех конфигураций до заводских значений после ввода 1234.
 - **CONNECTION — подменю выбора интерфейса подключения:**
 - **USB** — выбор интерфейса USB.
 - **SERIAL** — выбор последовательного интерфейса.
 - **SERIAL SPEED** — настройка скорости передачи данных по последовательному порту.
 - **LEVEL CORRECTION — корректировка уровня сигнала:**
 - **INPUT LEVEL** — калибровка по известному уровню сигнала под маркером 1.
 - **OUTPUT LEVEL** — ввод реального уровня встроенного калибровочного сигнала 30 МГц.
 - **IN LOW CURVE** — ввод частотной зависимости входного уровня (диапазон LOW).
 - **IN HIGH CURVE** — то же, для диапазона HIGH.
 - **OUT LOW CURVE** — частотная поправка выходного уровня (LOW).
 - **HAM BANDS** — отображает американские радиоловительские диапазоны серым цветом на спектре.
 - **EXPERT CONFIG — меню расширенных настроек:**

- **AGC** — включает/отключает автоматическую регулировку усиления.
- **LNA** — включает/отключает малошумящий усилитель.
- **BPF** — активирует измерение встроенного полосового фильтра.
- **BELOW IF** — сдвигает LO ниже промежуточной частоты для измерений ниже 190 МГц.
- **IF FREQ** — задание используемой промежуточной частоты в режиме LOW.
- **DECAY** — настройка времени спада в режиме квазипикового удержания.
- **ATTACK** — настройка времени нарастания.
- **SCAN SPEED** — управление скоростью развёртки.
- **MIXER DRIVE** — установка уровня LO, подаваемого на смеситель.
- **CORRECT FREQUENCY** — ввод точной измеренной частоты 10 МГц сигнала калибровки.

Генератор сигналов

- **OUTPUT ON|OFF** — включает или выключает выход генератора.
- **FREQ** — установка частоты выходного сигнала.
- **LEVEL** — установка уровня сигнала.
- **MOD** — модуляция сигнала:
 - **NONE** — без модуляции.
 - **AM** — амплитудная модуляция.
 - **Narrow FM** — узкополосная частотная модуляция.
 - **Wide FM** — широкополосная частотная модуляция.
 - **External** — использование внешнего LO.
 - **FREQ** — установка частоты модуляции.
- **SWEEP** — параметры развёртки:
 - **SPAN** — диапазон развёртки.
 - **LEVEL CHANGE** — изменение уровня сигнала в течение развёртки.
 - **SWEEP TIME** — время одной развёртки.
 - **SWEEP POINTS** — количество точек на развёртку (25, 50, 100, 200, 290, 450).
- **EXTERNAL GAIN** — ввод внешнего усиления или ослабления для корректировки уровня отображения.

Переключение режимов:

- **MODE** — активирует меню смены режима.
 - **LOW INPUT** — режим входа 0.1–350 МГц.
 - **HIGH INPUT** — режим входа 240–960 МГц.
 - **LOW OUTPUT** — режим генерации 0.1–350 МГц.
 - **HIGH OUTPUT** — режим генерации 240–960 МГц.
 - **CAL OUTPUT** — управление встроенным калибровочным генератором.

5 tinySA Ultra

5.1 Структура меню

Анализатор спектра

- **PAUSE** — приостановить развёртку
- **PRESET** — загрузка и сохранение конфигураций

- **LOAD STARTUP** — загрузить стартовую конфигурацию
- **LOAD X** — загрузить настройки из слота X (имя зависит от сохранённых настроек)
- **LOAD DEFAULTS** — загружает настройки по умолчанию
- **SAVE SETTINGS** — при включении автоматически сохраняет настройки при выключении питания и восстанавливает их при следующем включении
- **LOAD from SD** — загружает пресет с SD-карты
- **STORE** — обновить сохранённые конфигурации
 - **STORE AS STARTUP** — сохранить текущие настройки как стартовые
 - **STORE X** — сохранить текущие настройки в слот X
 - **FACTORY DEFAULTS** — сброс к заводским настройкам
- **FREQUENCY** — настройки частот развёртки
 - **START** — переключает в режим «Start/Stop» и задаёт начальную частоту.
 - **STOP** — переключает в режим «Start/Stop» и задаёт конечную частоту
 - **CENTER** — переключает в режим «Center/Span» и задаёт центральную частоту
 - **SPAN** — переключает в режим «Center/Span» и задаёт диапазон частот
 - **ZERO SPAN** — устанавливает полосу развёртки 0 Гц и центральную частоту
 - **MULTI BAND** — включает сегментированное сканирование по нескольким диапазонам
 - **xHz yHz** — параметры одного диапазона
 - **START** — начальная частота диапазона.
 - **END** — конечная частота диапазона.
 - **CENTER** — центральная частота диапазона.
 - **SPAN** — ширина полосы сканирования диапазона.
 - **LEVEL** — уровень сигнала для срабатывания триггера или предупреждения, специфичный для данного диапазона.
 - **NAME** — позволяет задать имя для диапазона.
 - **DISABLE** — отключает этот диапазон в многодиапазонном сканировании.
 - **ALTERN** — при включении активирует поочерёдное полноэкранное сканирование каждого диапазона. При выключении все диапазоны отображаются на одном экране в совокупности
 - **BANDS->SD** — сохраняет текущую конфигурацию диапазонов на SD-карту
 - **SD->BANDS** — загружает сохранённую конфигурацию диапазонов с SD-карты
 - **ВИРТУАЛЬНАЯ ПОЛОСА ПРОПУСКАНИЯ (VBW)** — задаёт VBW как долю от RBW или автоматически
 - **SHIFT FREQ** — используется с преобразователями частоты и позволяет вводить фактические частоты START или CENTER до преобразования
 - **MARKER -> CENTER-** устанавливает центр сканирования в частоту текущего активного маркера
- **LEVEL** — настройка уровня сигнала
 - **REF LEVEL** — уровень отсчёта (верхняя граница шкалы) в выбранных единицах
 - **SCALE/DIV** — масштаб по вертикали
 - **ATTENUATE** — ослабление сигнала на входе LOW
 - **UNIT** — единицы измерения (dBm, dBmV, dBuV, Вольт, Ватт)

- **EXT GAIN** — поправка на внешний усилитель или аттенюатор
- **TRIGGER** — настройки триггера
 - **AUTO** — обычный режим, без триггера
 - **NORMAL** — отображает новую развёртку, когда сигнал вызывает срабатывание триггера
 - **SINGLE** — ждёт сигнал для срабатывания и выполняет одну развёртку
 - **LEVEL** — активирует клавиатуру для ввода уровня срабатывания триггера
 - **TRIGGER LEVEL** — при выключенном многодиапазонном режиме активирует клавиатуру для ввода уровня триггера
 - **TRIGGER TRACE x** — выбирает трассу (от 1 до 4), которая используется как источник уровня триггера, и отображает меню трассы
 - **EDGE** — выбор фронта: UP / DOWN
 - **TRIGGER** — выбирает расположение точки триггера на экране: до (PRE), в центре (MID) или после (POST)
 - **INTERVAL** — устанавливает временную сетку запуска развёртки. Значение 0 отключает. Полезно для повторяющихся событий с фиксированным интервалом
 - **BEEP** — при превышении уровня триггера издаётся звуковой сигнал (через аудиовыход). Работает также в режиме AUTO
 - **AUTO SAVE** — при включении сохраняет сканирование на SD-карту при превышении уровня триггера. Внимание: слишком низкий уровень триггера может привести к непрерывной записи и быстрому износу SD-карты
- **LISTEN** — режим прослушивания активной частоты маркера
- **TRACE** — управление трассами и их отображением
 - **TRACE n** — выбирает трассу для управления.
 - **ENABLE** — включает или отключает отображение трассы.
 - **FREEZE** — замораживает текущее отображение трассы.
 - **CALC state** — выбирает режимы расчёта, такие как усреднение или удержание макс./мин. Значение отображается. Повторный выбор сбрасывает расчёт.
 - **OFF** — отключает все расчёты.
 - **MIN HOLD** — удерживает минимально измеренное значение.
 - **MAX HOLD** — удерживает максимально измеренное значение.
 - **MAX DECAY** — удерживает максимум в течение заданного числа развёрток.
 - **AVER 4** — скользящее усреднение по 4 точкам.
 - **AVER 16** — скользящее усреднение по 16 точкам.
 - **QUASI PEAK** — режим удержания квазипика.
 - **TABLE→TRACE** — определение статической трассы.
 - **NORMALIZE** — нормализует текущую трассу.
 - **SUBTRACT** — выбирает трассу для вычитания из текущей.
 - **TRACE→TRACE** — копирует текущие данные трассы в другую.
 - **TRACE→SD** — сохраняет данные текущей трассы на установленную SD-карту. Имя файла формируется автоматически на основе текущих даты и времени

- **SD→TRACE** — загружает трассу с SD-карты и сохраняет её в замороженном виде на экране (trace freeze)
- **DISPLAY — управление отображением**
 - **PAUSE SWEEP** — приостанавливает развёртку. При паузе появляется кнопка TRIGGER для одиночной развёртки.
 - **WATERFALL** — отображает уровень мощности во времени в виде «водопада». Повторное нажатие увеличивает окно.
 - **BIG NUMBER** — отображает значения маркера крупным шрифтом.
 - **DRAW LINE** — рисует горизонтальную синюю линию на заданном уровне.
 - **SWEEP TIME** — задаёт целевое время на одну развёртку (в секундах).
 - **SWEEP POINTS** — задаёт количество точек развёртки.
 - **SWEEP ACCURACY** — настройка баланса между точностью и скоростью:
 - **NORMAL** — стандартный режим развёртки
 - **PRECISE** — точный режим
 - **FAST** — быстрый режим
 - **NOISE SOURCE** — оптимизация развёртки при анализе шумовых источников
 - **NSPEEDUP** — ускорение узкополосного сканирования
 - **WSPEEDUP** — ускорение широкополосного сканирования
 - **ROTATE DISPLAY** — поворот экрана на 180 градусов
- **MARKER — управление маркерами на экране:**
 - **MODIFY MARKER** — позволяет выбрать маркер и открыть подменю для изменения его типа (MARKER TYPE):
 - **MARKER n** — используется для выбора одного из четырёх маркеров.
 - **DELTA n** — устанавливает текущий маркер как дельта-маркер.
 - **NOISE** — устанавливает текущий маркер как шумовой.
 - **TRACKING** — устанавливает текущий маркер как отслеживающий.
 - **TRACE n** — выбирает трассу, на которой расположен текущий маркер.
 - **TRACE AVERAGE** — отображает средний уровень по всей трассе.
 - **SEARCH** — активирует подменю для позиционирования маркера:
 - **PEAK SEARCH** — перемещает маркер на глобальный максимум.
 - **MIN<-LEFT** — ищет ближайший минимум слева.
 - **MIN->RIGHT** — ищет ближайший минимум справа.
 - **MAX<-LEFT** — ищет ближайший максимум слева.
 - **MAX->RIGHT** — ищет ближайший максимум справа.
 - **ENTER FREQUENCY** — задаёт частоту маркера вручную.
 - **TRACKING** — автоматически перемещает маркер на сильнейший сигнал.
 - **PEAK n** — задаёт минимальное значение в децибелах, на которое пик сигнала должен превышать уровень шумового фона, чтобы отслеживающий маркер (tracking marker) зафиксировался на этом пике
 - **DELETE** — отключает текущий маркер и возвращает меню на уровень вверх.

- **MARKER OPS** — устанавливает отображаемый диапазон частот на основе активного маркера:
 - ->**START** — устанавливает начальную частоту сканирования по маркеру.
 - ->**STOP** — устанавливает конечную частоту.
 - ->**CENTER** — задаёт центральную частоту.
 - ->**SPAN** — задаёт полосу частот.
 - ->**REF LEVEL** — устанавливает уровень отсчёта равным уровню маркера.
- **SEARCH MARKER** — ручное позиционирование неотслеживающего маркера на максимум или минимум сигнала.
- **RESET MARKERS** — сбрасывает все маркеры к значениям по умолчанию.
- **'n MARKERS** — включает использование **n** маркеров на дисплее, где **n** может быть 2, 4, 6 или 8
- **MEASURE — предустановки для измерений:**
 - **OFF** — отключает все измерительные режимы и возвращает tinySA в обычный режим работы.
 - **HARMONIC** — настраивает маркеры для измерения уровня гармоник сигнала.
 - **OIP3** — конфигурация маркеров для измерения выходной точки интермодуляции третьего порядка.
 - **PHASE NOISE** — измерение фазового шума сигнала.
 - **SNR** — измерение отношения сигнал/шум.
 - **-3dB WIDTH** — измерение ширины сигнала на уровне -3 дБ.
 - **AM** — оптимизация настроек для отображения АМ-сигналов.
 - **FM** — оптимизация отображения FM-сигналов.
 - **THD** — измерение коэффициента гармонических искажений (процент энергии в гармониках по отношению к основной частоте).
 - **CHANNEL POWER** — измерение мощности канала и смежных каналов (ACP).
 - **LINEAR** — последовательное измерение с разными уровнями аттенюации; отображение максимума в виде зелёной линии.
 - **NOISE FIGURE** — подменю с функциями, связанными с измерением коэффициента шума
 - **MEASURE TINYSA NF** — измеряет коэффициент шума самого прибора tinySA на заданной частоте.
 - **STORE TINYSA NF** — сохраняет измеренное значение коэффициента шума.
 - **VALIDATE TINYSA NF** — проверяет корректность проведённого измерения.
 - **MEASURE AMP NF** — измеряет коэффициент шума внешнего усилителя.
- **STORAGE — различные функции, связанные с хранением данных на SD-карте:**
 - **LOAD CAPTURE** — загружает ранее сохранённый снимок экрана.
 - **LOAD SETTINGS** — загружает ранее сохранённые настройки.
 - **LOAD CMD** — загружает и выполняет командный файл.
 - **LOAD CONFIG** — загружает ранее сохранённую конфигурацию.
 - **AUTO NAME** — включает автоматическое именование сохраняемых файлов с использованием текущих даты и времени.
 - **SAVE CAPTURE** — сохраняет снимок экрана.
 - **SAVE SETTINGS** — сохраняет текущие настройки.

- **SAVE CONFIG** — сохраняет текущую конфигурацию.
- **MHz CSV** — при включении устанавливает формат сохраняемых трасс в совместимом виде с программным обеспечением управления радиомикрофонами.
- **SAVE TRACES** — сохраняет активные (включённые) трассы.
- **CONFIG — меню конфигурации:**
 - **TOUCH** — подменю сенсорного экрана:
 - **TOUCH CAL** — калибровка сенсорной панели, сохраняется в энергонезависимой памяти (NVM).
 - **TOUCH TEST** — проверка корректности калибровки.
 - **SELF TEST** — самотестирование после соединения входов LOW и HIGH.
 - **LEVEL CAL** — калибровка измерений уровня:
 - **CALIBRATE** — запуск процедуры калибровки.
 - **RESET CALIBRATION** — сброс калибровки до заводских значений.
 - **VERSION** — отображает информацию о версии прошивки.
 - **SPUR REMOVAL** — активирует два режима подавления паразитных спектров.
 - **SAMPLE REP** — задаёт количество повторных измерений на каждой частоте.
 - **BRIGHTNESS** — позволяет использовать энкодер (Jog wheel) для регулировки яркости дисплея.
 - **DATE TIME** — устанавливает дату и время. Модель tinySA Ultra сохраняет текущие дату и время до тех пор, пока аккумулятор остаётся заряженным.
 - **SET TIME** — устанавливает текущее время.
 - **SET DATE** — устанавливает текущую дату.
 - **PULSE HIGH** — отправка триггерного импульса на HIGH при начале развёртки LOW.
 - **LO OUTPUT** — включает вывод первого гетеродина (LO) через порт HIGH.
 - **ENABLE ULTRA** — включает **Ultra-режим** для входа и выхода, позволяя использовать расширенные диапазоны частот и функций, доступные в модели tinySA Ultra
 - **MINIMUM GRID LINES** — устанавливает минимальное число горизонтальных линий сетки (0 = всегда 10).
 - **JOG STEP** — задаёт шаг частоты при вращении энкодера.
 - **CLEAR CONFIG** — сброс всех конфигураций до заводских значений после ввода 1234.
 - **CONNECTION — подменю выбора интерфейса подключения:**
 - **USB** — выбор интерфейса USB.
 - **SERIAL** — выбор последовательного интерфейса.
 - **SERIAL SPEED** — настройка скорости передачи данных по последовательному порту.
 - **LEVEL CORRECTION — корректировка уровня сигнала:**
 - **INPUT LEVEL** — калибровка по известному уровню сигнала под маркером 1.
 - **OUTPUT LEVEL** — позволяет ввести фактический уровень выходного сигнала на определённых частотах.
 - **30MHz LEVEL** — позволяет ввести фактический уровень сигнала на автоматически активированном выходе 30 МГц.

- 1GHz LEVEL — позволяет ввести фактический уровень сигнала на автоматически активируемом выходе 1 ГГц.
- 1.2GHz LEVEL — позволяет ввести фактический уровень сигнала на автоматически активируемом выходе 1,2 ГГц.
- **IN CURVE** — позволяет ввести поправку на уровень входного сигнала в зависимости от частоты в диапазоне 0–800 МГц. [См. редактирование входной кривой \(input curve edit\)](#).
- **IN LNA CURVE** — позволяет ввести поправку на уровень входного сигнала в зависимости от частоты в диапазоне 0–800 МГц при включённом LNA. [См. редактирование входной кривой](#).
- **IN ULTRA CURVE** — позволяет ввести поправку на уровень входного сигнала в зависимости от частоты в диапазоне 800 МГц – 6 ГГц. [См. редактирование входной кривой](#).
- **IN ULTRA LNA CURVE** — позволяет ввести поправку на уровень входного сигнала в зависимости от частоты в диапазоне 800 МГц – 6 ГГц при включённом LNA. [См. редактирование входной кривой](#).
- **OUT CURVE** — позволяет ввести поправку на уровень выходного сигнала в зависимости от частоты в диапазоне 0–800 МГц. См. редактирование выходной кривой (output curve edit).
- **OUT DIR CURVE** — позволяет ввести поправку на уровень выходного сигнала в зависимости от частоты в диапазоне 800–1130 МГц. [См. редактирование выходной кривой](#).
- **OUT ADF CURVE** — позволяет ввести поправку на уровень выходного сигнала в зависимости от частоты в диапазоне 1130–4400 МГц. [См. редактирование выходной кривой](#).
- **OUT MIXER CURVE** — позволяет ввести поправку на уровень выходного сигнала в зависимости от частоты в диапазоне 1130–5400 МГц. [См. редактирование выходной кривой](#).
- **HAM BANDS** — отображает американские радиоловительские диапазоны серым цветом на спектре.
- **EXPERT CONFIG** — меню расширенных настроек:
 - **PROGRESS BAR** — управляет отображением зелёной полосы прогресса при медленном сканировании.
 - **DIRECT MODE** — включает специальный режим измерения рядом с частотой промежуточной частоты (IF). Активируйте этот режим, если наблюдаются побочные сигналы (спуры) вблизи 1 ГГц ± 100 МГц.
 - **LINEAR AVERAGING** — включает линейное усреднение мощности, необходимое для корректного вычисления общей мощности в частотной полосе. При отключении расчёты выполняются быстрее, но слабые сигналы становятся более заметны при включённом усреднении.
 - **HARMONIC** — задаёт гармонику, используемую в режиме гармонического анализа. Значение по умолчанию — 3. Изменяйте только в случае необходимости измерений на более высоких частотах.
 - **FREQ CORR** — задаёт поправку, применяемую к измеряемым или генерируемым частотам, в частях на миллиард (ppb).

- **NF** — позволяет ввести значение коэффициента шума (Noise Figure) устройства tinySA Ultra.
- **DUMP FIRMWARE** — (без описания в оригинале, функция может использоваться для экспорта прошивки).
- **INTERNALS** — поддерживает настройку внутренних параметров. Не используйте, если это не предписано явно.

Генератор сигналов

- **OUTPUT ON|OFF** — включает или выключает выход генератора.
- **FREQ** — установка частоты выходного сигнала.
- **LEVEL** — установка уровня сигнала.
- **MOD** — модуляция сигнала:
 - **NONE** — без модуляции.
 - **AM** — амплитудная модуляция.
 - **FM** — включает частотную модуляцию (FM).
 - **FREQ** — устанавливает частоту модуляции
 - **AM DEPTH** — задаёт глубину амплитудной модуляции в режиме AM
 - **FM DEVIATION** — задаёт девиацию частоты в режиме FM
- **SWEEP** — параметры развёртки:
 - **SPAN** — диапазон развёртки.
 - **LEVEL CHANGE** — изменение уровня сигнала в течение развёртки.
 - **SWEEP TIME** — время одной развёртки.
 - **SWEEP POINTS** — количество точек на развёртку (25, 50, 100, 200, 290, 450).
- **START SWEEP** — запускает свип (сканирование частоты), если задан либо диапазон изменения частоты (span), либо изменение уровня сигнала (level change)
- **EXTERNAL GAIN** — ввод внешнего усиления или ослабления для корректировки уровня отображения.
- **OUTPUT** — позволяет выбрать режим выхода: либо **наиболее чистый сигнал**, либо **максимальный уровень и высокая точность частоты**

Переключение режимов:

- **MODE** — активирует меню смены режима.
 - **Spectrum Analyzer** — активирует режим спектроанализатора, используя порт RF в качестве входа.
 - **Signal Generator** — активирует режим генератора сигналов, используя порт RF в качестве выхода
 - **Calibration Output** — управляет встроенным калибровочным генератором, используя порт CAL в качестве выхода

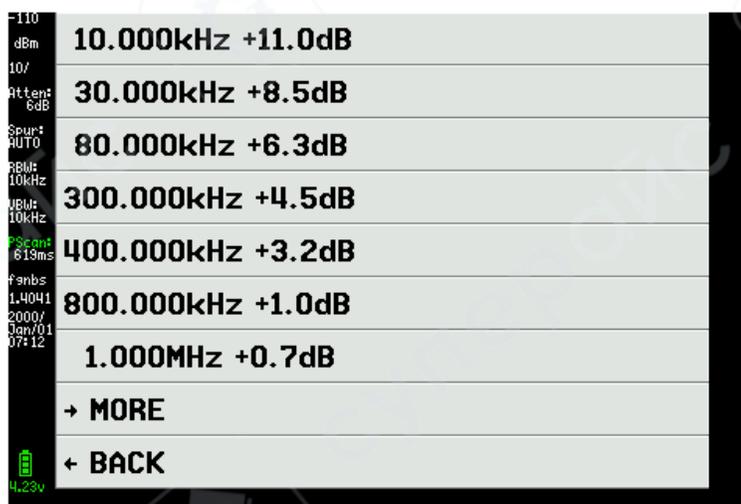
5.2 Редактирование входной кривой

Устройство tinySA Ultra имеет два режима входа: Normal (Обычный) и Ultra, и для каждого режима предусмотрена отдельная кривая коррекции уровня. Кроме того, для каждого из этих режимов предусмотрены отдельные коррекционные кривые при включённом LNA (Low Noise Amplifier — маломушмящий усилитель).

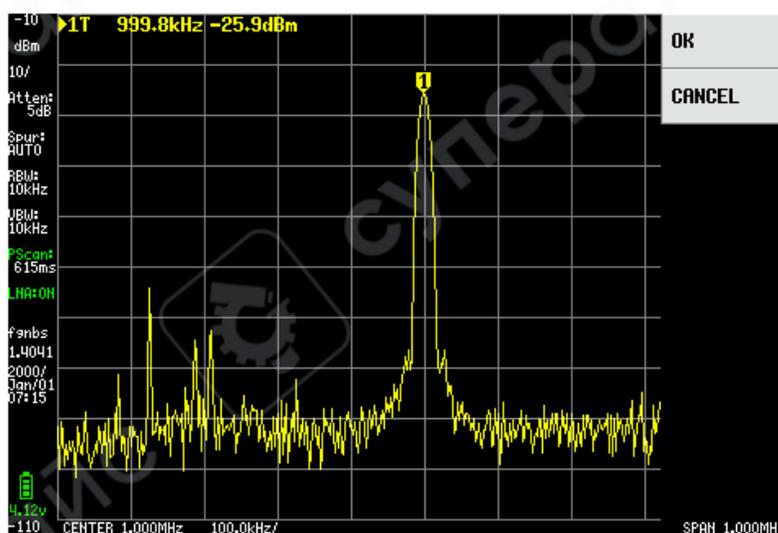
Редактирование входной кривой предназначено для корректировки измеряемого уровня сигнала на разных частотах. Для этого используется внешний генератор сигналов с постоянным уровнем выходной мощности (например, -25 dBm) и возможностью точной настройки частоты.

Редактирование входной кривой предполагает использование внешнего генератора сигналов с постоянным выходным уровнем (например, **-25 dBm**), который можно настроить на любую из допустимых частот, и который подключён ко входу.

При активации функции редактирования уровень выходного сигнала генератора можно задать с помощью клавиатуры **LEVEL**. После ввода уровня от генератора (например, **-25 dBm**) появляется меню из трёх страниц с записями для каждой из 20 точек в кривой коррекции. Первая страница меню редактирования входной кривой выглядит следующим образом:



После выбора записи, например **1.000MHz +0.7dB**, tinySA переключается на центральную частоту, равную выбранной, и генератор можно установить на эту частоту с заданным уровнем выходного сигнала (например, -25 dBm). Экран теперь выглядит следующим образом:



И если маркер действительно находится на выбранной частоте и уровень генератора установлен правильно, нажатие кнопки ОК даст команду tinySA использовать измеренный уровень для корректировки значения коррекции уровня на выбранной частоте. Меню возвращается к списку всех записей кривой коррекции и теперь показывает обновлённое значение коррекции для ранее выбранной частоты. Эта запись изменилась с +0.7 dB на +1.6 dB, так как измеренный уровень оказался на 0.9 dB ниже, чем заданный входной уровень -25 dBm.

110	10.000kHz +11.0dB
dBm	30.000kHz +8.5dB
10/	80.000kHz +6.3dB
Attenu: 5dB	300.000kHz +4.5dB
Spur: AUTO	400.000kHz +3.2dB
RBW: 10kHz	800.000kHz +1.0dB
MBW: 10kHz	1.000MHz +1.6dB
FS span: 8.14ms	→ MORE
LNA: ON	← BACK
fsmbs: 1.4041	
2000/0000/01	
07:18	
4.06v	

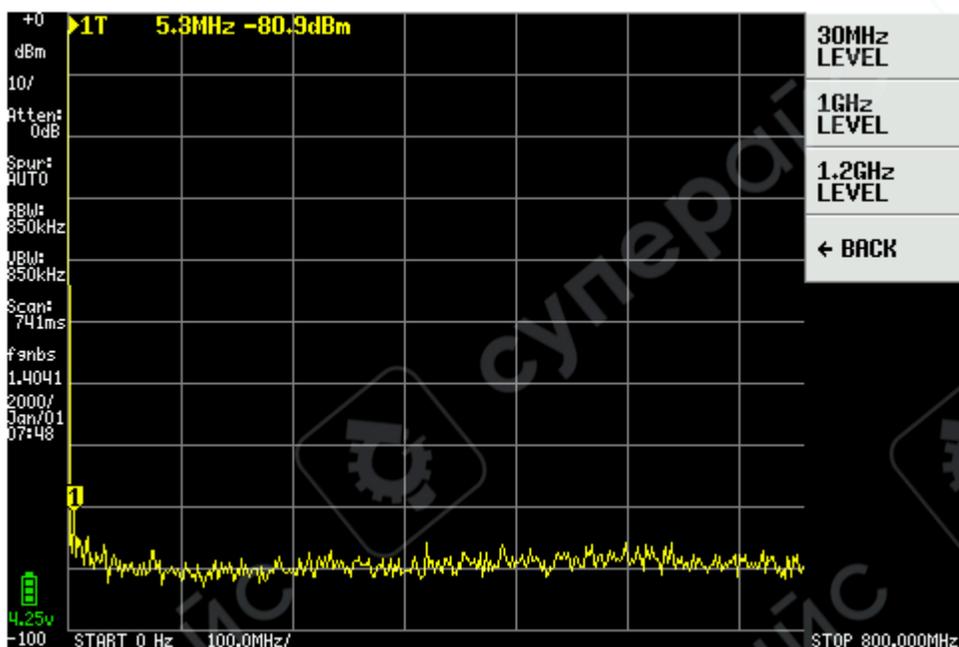
5.3 Редактирование выходной кривой

Устройство tinySA Ultra поддерживает 4 режима выхода:

- Normal (Нормальный): ниже 830 МГц. В этом режиме на выход подаётся синусоидальный сигнал.
- Direct (Прямой): от 830 МГц до 1130 МГц. В этом режиме на выход подаётся меандр (квадратный сигнал).
- ADF: от 1130 МГц до 4400 МГц. В этом режиме доступна меньшая частотная точность, отсутствует модуляция FM, но используется чистый квадратный сигнал.
- Mixer (Смесительный): от 1130 МГц до 5400 МГц. В этом режиме доступна модуляция FM, высокая точность частоты и более широкий диапазон выходного уровня, но вместе с основным сигналом могут присутствовать дополнительные паразитные сигналы.

Функция редактирования выходной кривой (Output Curve Edit) предполагает, что к RF-разъёму tinySA подключён селективный измеритель мощности (например, другой анализатор спектра).

Когда активируется функция редактирования выходной кривой, может появиться всплывающее окно с запросом: "First calibrate 30MHz output" (Сначала откалибруйте выход на 30 МГц). Это выполняется через меню: **CONFIG → MORE → LEVEL CORRECTION → OUTPUT LEVEL**



Когда выбран пункт **30MHz LEVEL**, tinySA начинает генерировать сигнал -30 dBm на частоте 30 МГц, и появляется клавиатура для ввода фактически измеренного уровня сигнала. После того как уровень OUTPUT LEVEL откалиброван, функцию редактирования выходной кривой можно активировать снова.

Появляется трёхстраничное меню, в котором перечислены все частоты кривой коррекции с соответствующими значениями уровня.



После выбора конкретной записи (например, 10 МГц), tinySA начинает генерировать сигнал 10 МГц с уровнем примерно -35 dBm, и подключённый селективный измеритель

мощности может использоваться для измерения реального выходного сигнала. Затем измеренное значение вводится вручную.

Допустим, измеренное значение составило -35.4 dBm — тогда страница редактирования кривой покажет, что значение коррекции на 10 МГц изменилось с -4.2 dB на -3.8 dB.

+0 dBm	30.000kHz +4.7dB
10/ Atten: 0dB	100.000kHz +1.1dB
Spur: AUTO	200.000kHz -0.8dB
RBW: 350kHz	600.000kHz -2.5dB
VBW: 350kHz	5.000MHz -4.0dB
Scan: 740ms	10.000MHz -3.8dB
f 1.4041 2000/ Jan/01 07:45	110.000MHz -4.6dB
	→ MORE
 4.24v -100	← BACK