



ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ SG8-HP01M SG8-HPSS01M

Руководство по эксплуатации
Rev. 1.4

ООО "АДВАНТЕХ"

5 января 2012 г.

111250, Москва,
ул. Красноказарменная,
д.13, стр.1,
тел. +7 (495) 721-47-74, 728-08-03
info@advantex.ru
<http://advantex.ru>



Версии документа

Версия	Дата	Описание
0.1	20 ноября 2009 г.	Предварительная версия. Основана на прошивке R0.1
0.2	06 декабря 2009 г.	Добавлен раздел 8 на с. 43 (Обновление прошивки). Основана на прошивке R0.2
1.0	20 января 2010 г.	Добавлено описание удаленного управления. (Команды SCPI). Основана на прошивке R1.0
1.1	30 ноября 2010 г.	Исправлена функциональная схема, исправлено изображение лицевой и задней панели
1.2	19 июня 2011 г.	Добавлено описание модификации SG8-HPSS01M, изменены пункты меню Settings > Reference Freq и Info, добавлены новые команды SCPI. Основана на прошивке R1.1
1.3	4 октября 2011 г.	Добавлены разделы “Комплектность поставки”, “Установка, обслуживание и техника безопасности”, “Утилизация”, добавлена команда SCPI STAT:QUES?
1.4	13 декабря 2011 г.	Команда STATus:QUESTionable[:EVENT]? заменена на STATus:QUESTionable:CONDition? Добавлена SCPI команда *OPC? (Прошивка R1.3)
	5 января 2012 г.	Исправлены опечатки

Содержание

1	Комплектность поставки	6
2	Краткое описание	6
3	Установка, обслуживание и техника безопасности	7
4	Элементы управления и внешние интерфейсы	9
5	Графический пользовательский интерфейс	11
5.1	Навигация по меню	13
5.2	Статусная строка	13
5.3	Ввод данных	15
6	Функции прибора	19
6.1	Главное меню	19
6.2	Режимы работы (Operation Modes)	20
6.2.1	Непрерывные колебания (CW)	21
6.2.2	Качание частоты (SWF)	22
6.2.3	Качание мощности (SWL)	25

6.2.4	Частотная модуляция (FM)	27
6.2.5	Фазовая модуляция (PhM)	29
6.3	Настройки прибора (Settings)	31
6.3.1	Опорная частота (Reference Freq.)	31
6.3.2	Аналоговый вход (Analog In)	32
6.4	Сохранение текущих настроек (Save Current)	34
6.5	Загрузка настроек по-умолчанию (Load Default)	34
6.6	Информация о приборе (Info)	34
7	Удаленное управление	34
7.1	Quick Start	35
7.2	Протокол управления SCPI	36
7.2.1	Соответствие стандарту	36
7.2.2	Заметки по стандарту	38
7.3	Список команд SCPI	38
7.3.1	*CLS	39
7.3.2	*IDN?	39
7.3.3	*RST	39
7.3.4	*OPC?	39
7.3.5	SYSTem:ERRor[:NEXT]?	40
7.3.6	OUTPut[:STATe]	40
7.3.7	OUTPut:ROSCillator[:STATe]	40
7.3.8	[SOURce:]FREQuency[:CW]	41
7.3.9	[SOURce:]POWer[:LEVel][:IMMEDIATE][:AMPLitude]	41
7.3.10	[SOURce:]PHASe[:ADJust]	41
7.3.11	[SOURce:]ROSCillator:SOURce	42
7.3.12	[SOURce:]ROSCillator:EXTernal:FREQuency	42
7.3.13	MEASure[:SCALar]:TEMPerature?	43
7.3.14	STATus:QUEStionable:CONDition?	43
8	Обновление прошивки	43
9	Утилизация	45

Список иллюстраций

1	Структурная схема блока синтеза частот (опция HP)	7
2	Структурная схема блока синтезатора частоты (с опцией давления “шпор” SS)	8
3	Рекомендуемое подключение чувствительного оборудования	10
4	Лицевая панель	11
5	Задняя панель	12
6	Схема включения входов Aux In и Mic In, формирующих сигналы Analog In и Triggering	12
7	Дисплей	12

8	Клавиатура	16
9	Главное меню	20
10	Режимы работы (Operation Modes)	21
11	Режим непрерывных колебаний (Operation Modes▷ Continuous Wave)	21
12	Параметры режимов качания	22
13	Режим качания частоты (Operation Modes▷ Sweep Frequency)	23
14	Опции режима качания частоты (Operation Modes▷ Sweep Frequency-ОПТ)	24
15	Огибающая мощности при качании частоты	25
16	Режим качания уровня (мощности) выходного сигнала (Operation Modes▷ Sweep Level)	26
17	Опции режима качания уровня (Operation Modes▷ Sweep Level-ОПТ)	27
18	Режим частотной модуляции (Operation Modes▷ Freq. Modulation)	28
19	Опции режима частотной модуляции (Operation Modes▷ Freq. Modulation-ОПТ)	29
20	Режим фазовой модуляции (Operation Modes▷ Phi Modulation)	30
21	Опции режима фазовой модуляции (Operation Modes▷ Phi Modulation-ОПТ)	31
22	Настройки прибора (Settings)	31
23	Настройки опорной частоты (Settings▷ Reference Freq.)	33
24	Настройки аналогового входа (Settings▷ Analog In)	33
25	Информация о приборе (Info)	35
26	Пример управления прибором с помощью программы <i>HyperTerminal</i>	36
27	Настройки СОМ-порта	37
28	Модель управления прибором и обработки команд	37
29	Дерево команд	39
30	Окно Device Manager (My Computer▷ Manage)	44
31	Программа для обновления прошивки – XMI Programmer	46

Список таблиц

1	Статусная информация	15
2	Числовые операции и ввод данных	17
3	Формы качания частоты	24
4	Формы качания уровня	27

1 Комплектность поставки

В комплект поставки входит следующее:

№	Описание	Кол-во	Прим.
1	Генератор сигналов SG8 10 МГц – 8 ГГц	1	
2	Кабель питания с вилкой CEE 7/7 (E+F Type)	1	1
3	Кабель USB A-B, 3м.	1	
4	Кабель RS-232, D-sub 9F - D-sub 9M, 3м.	0/1	2
5	CD-диск с драйверами и документацией	1	
6	Руководство по эксплуатации SG8 (печатная версия)	1	
7	Технический паспорт	1	
8	Гарантийный талон	1	
9	Упаковочный лист	1	

1. По-умолчанию поставляется кабель типа CEE 7/7 (типа E+F), если не оговорено иное.

2. По-умолчанию не поставляется, если не оговорено специально.

2 Краткое описание

На рис. 1 приведена структурная схема блока синтеза частот, составляющего основной узел прибора. Сигнал опорной частоты подается на положительный вход частотно-фазового детектора PFD (Phase-Frequency Detector). С выхода детектора сигнал подается на петлевой фильтр, затем на ГУН (VCO) с октавным диапазоном. Через ответвитель сигнал подается на фиксированный делитель на 8, затем на блок прямого цифрового синтеза DDS (Direct Digital Synthesizer). С выхода DDS сигнал фильтруется и подается на отрицательный вход PFD, замыкая петлю обратной связи системы фазовой автоподстройки. DDS работает в качестве делителя частоты с малым шагом перестройки. Сигнал с ГУНа подается на блок делителей частоты, за которым следует блок фильтрации гармоник. Сигнал с блока фильтрации подается на блок автоматической регулировки мощности APM (APC – Automatic Power Control), затем на выход RF Out. Выходной усилитель подключен непосредственно к разъему (через ответвитель), что позволяет получить на выходе RF Out максимальную мощность, которую способен выдать выходной каскад.

При определенных соотношениях выходной и опорной частоты на выходе СВЧ-синтезатора неизбежно возникают “шпоры”, генерируемые блоком DDS. Избежать этого эффекта можно применив переключаемый источник опорной частоты. На рис. 2 приведена структурная схема прибора с опцией дополнительного подавления “шпор”. Отличия заключаются в формировании второй опорной частоты для блока СВЧ-синтезатора. Опорная частота с внутреннего генератора подается на синтезатор кварцевым ГУНом и узкой петлей обратной связи. Синтезатор формирует частоту 150 МГц. Сигналы с внутреннего опорного генератора и синтезатора второй опорной частоты подаются на коммутатор, затем на вход опорной частоты СВЧ-синтезатора.

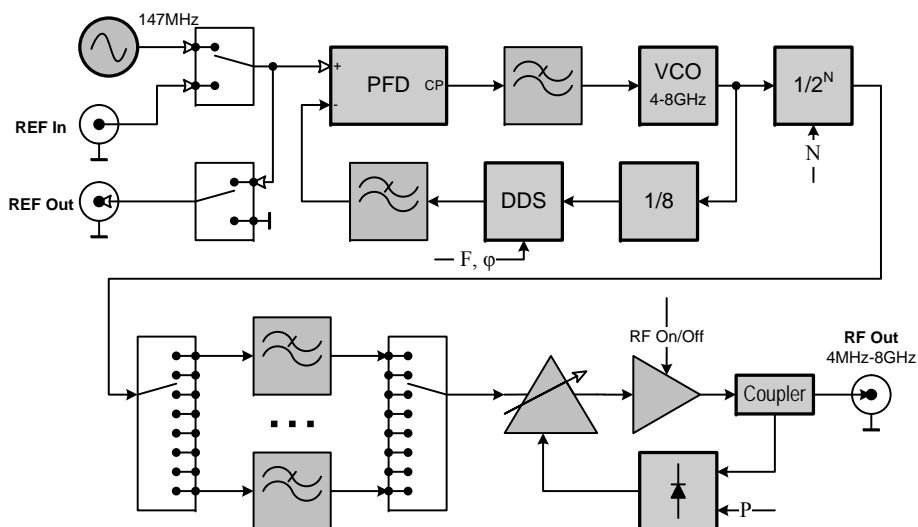


Рис. 1: Структурная схема блока синтеза частот (опция HP)

В зависимости от установленной частоты на выходе RF Out используется опорный сигнал 147 либо 150 МГц. Выбор осуществляется автоматически. За счет жесткой связи по фазе частот 147 и 150 МГц сохраняется точность шага перестройки выходной частоты, а узкая полоса передачи по фазе позволяет не ухудшить характеристики по фазовому шуму на выходе.

3 Установка, обслуживание и техника безопасности

При установке прибора обратите внимание на следующее:



- Прибор предназначен для использования в помещении, его конструкция не предусматривает защиту от дождя и грязи.
- Снизу и сзади прибора должно быть предусмотрено свободное пространство для нормальной вентиляции.
- Перед подсоединением кабелей и прочих устройств к разъемам прибора убедитесь, что разъем используемого кабеля соответствует разъему на приборе и находится в исправном состоянии. В противном случае можно повредить разъем на приборе.
- Используйте трех-контактную розетку питания с заземлением. Заземленный контакт шнура питания подключен к корпусу прибора.

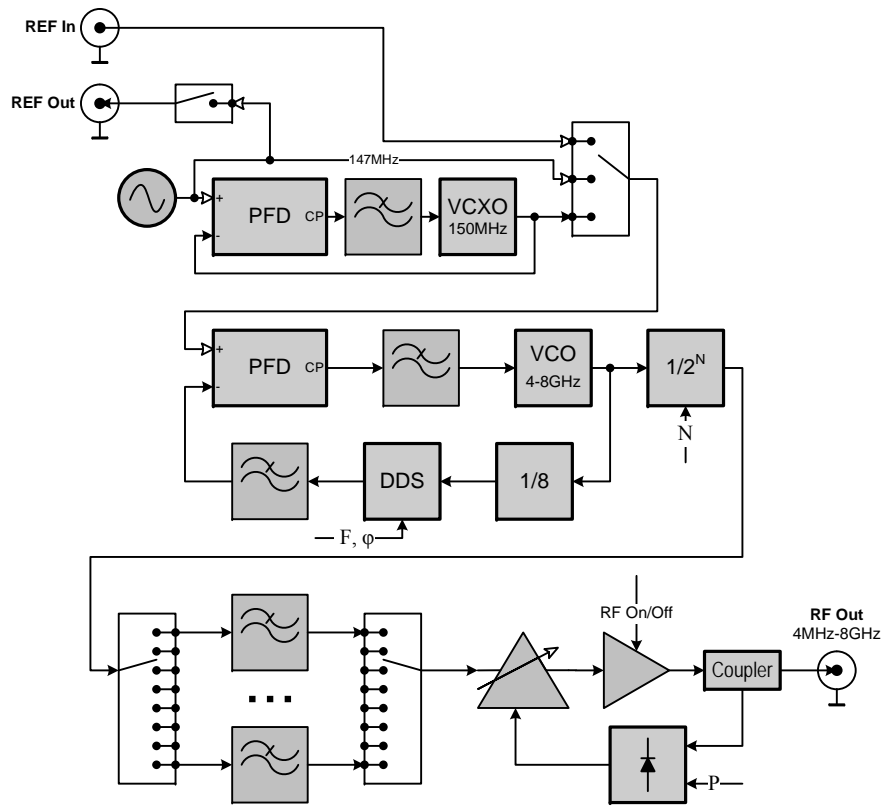


Рис. 2: Структурная схема блока синтезатора частоты (с опцией подавления «шпор» SS)

- При подключении к прибору прочих устройств убедитесь, что все приборы заземлены и их корпуса имеют одинаковый потенциал, в противном случае можно сжечь используемый вход или выход.

При включении питания желательно придерживаться следующего порядка:



1. Убедитесь, что кнопка питания на лицевой панели (поз. 4, рис. 4) находится в выключенном положении (отжата).
2. Убедитесь, что выключатель сетевого питания на задней панели (поз. 1, рис. 5) выключен.
3. Подключите шнур питания к прибору и вставьте в розетку.
4. Включите выключатель на задней панели.
5. Нажмите кнопку питания на лицевой панели, на дисплее должны появиться надписи, соответствующие текущему режиму работы прибора.
6. Чтобы выключить прибор, достаточно нажать кнопку питания на лицевой панели.

При длительном неиспользовании прибора рекомендуется отключить питание с помощью выключателя на задней панели. Перед этим следует выключить прибор с помощью кнопки на лицевой панели.

С течением времени отклонение уровня и частоты выходного сигнала от заданных значений могут увеличиться. Возникшие отклонения могут быть устранены путем калибровки. Рекомендуемый срок повторной калибровки – 1 год.



4 Элементы управления и внешние интерфейсы

На рис. 4 изображена лицевая панель прибора. Номерами обозначены следующие элементы:

1. Выход сигнала (RF Out), разъем типа N;
2. Индикатор включения выхода ВЧ-сигнала (RF Out), горит - сигнал подается на выход;
3. Кнопка включения/выключения выходного ВЧ-сигнала (RF Out). Фактически она включает/выключает питание выходного каскада генератора, вся остальная часть схемы работает независимо, т.е. при выключенном выходе доступны все функции прибора. При включении питания (кнопка поз. 1) выход RF Out по-умолчанию всегда отключен;



При включении сигнала на выходе образуется кратковременный скачок мощности длительностью около 5 мс. Это происходит из-за отсутствия сигнала на входе APC (автоматической регулировки мощности) до включения сигнала RF Out, в этот момент коэффициент усиления максимальный, что и приводит к выбросу. Поэтому при подключении к выходу генератора приборов с высокочувствительным входным каскадом рекомендуется подключать внешний фиксированный аттенуатор (рис. 3)

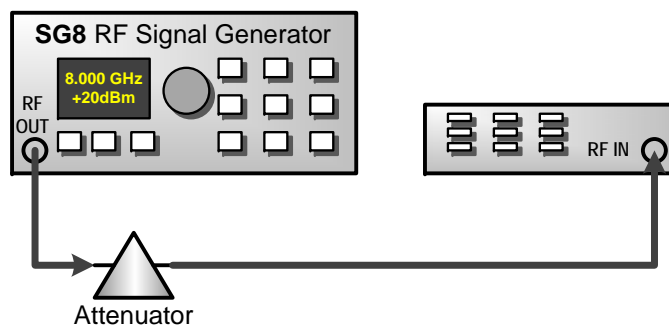


Рис. 3: Рекомендуемое подключение чувствительного оборудования

4. Кнопка включения/выключения питания. Отключает все цепи, кроме первичного блока питания;
5. Графический OLED экран с разрешением 128 x 64, цвет желтый, 4-bit;
6. Поворотный энкодер с нажатием, 24 позиции на 360°;
7. Клавиатура;
8. Кнопки контекстного меню.

На рис. 5 изображена задняя панель прибора. Номерами обозначены следующие элементы:

1. Выключатель питания 220 В, отключает все цепи питания, включая первичный блок питания;
2. Разъем USB для подключения к компьютеру;
3. Разъем RS-232 для подключения к COM-порту персонального компьютера. Разъем типа DB-9;
4. Вентилятор;
5. Дополнительная клемма заземления. Заземление предусмотрено через центральный лепесток разъема питания, дополнительная клемма предусмотрена на случай отсутствия цепи земли в розетке питания;
6. Выход сигнала опорной частоты (REF Out). Сигнал может дублироваться со входа REF In или подаваться со внутреннего опорного генератора. Разъем типа SMA, female;
7. Вход сигнала опорной частоты с внешнего генератора (REF In). Разъем типа SMA, female;

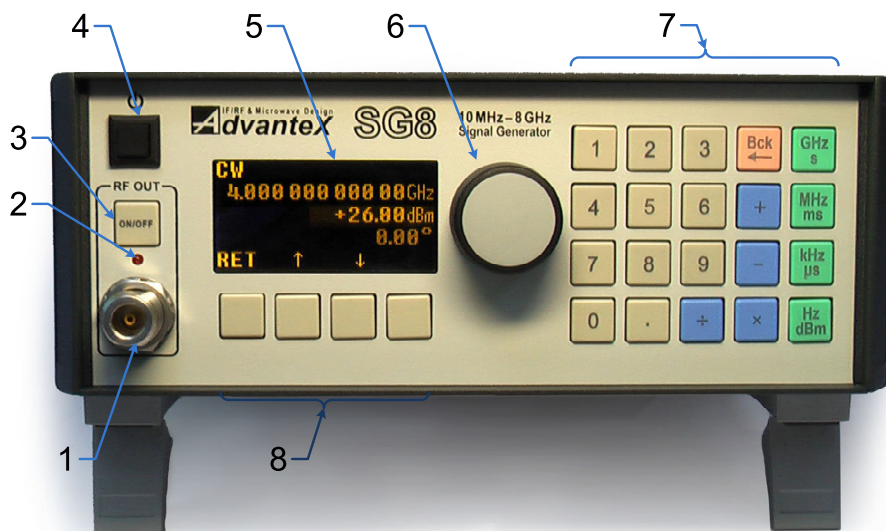


Рис. 4: Лицевая панель

8. Дополнительный аналоговый вход (Aux In), используется в качестве входа синхронизации запуска (Triggering) в режимах качания частоты/уровня и, как аналоговый вход для модулирующего сигнала в режимах модуляции. Разъем типа BNC;
9. Микрофонный вход (Mic In);
10. Разъем сетевого питания с отсеком плавкого предохранителя.

Сигналы со входов Aux In и Mic In подаются на усилитель с переменным усилением (VGA) и компаратор, формируя соответственно сигналы *Analog In*, используемый в качестве модулирующего сигнала, и *Triggering* – для синхронизации запуска в режимах качания (Sweep Frequency, Sweep Level), рис. 6.

i Схема включения приведена на рис. 6

i Рекомендуется использовать легкоплавкий предохранитель на 2 А

5 Графический пользовательский интерфейс

На рисунке 7 изображен вид экрана прибора. Он разделен на несколько полей: статусная строка (поз. 1), элементы меню, которые могут быть текстовыми, численными или графическими (поз. 2), контекстное меню (поз. 3), зависящее от выделенного в данный момент пункта, и полоса прокрутки (поз. 4), определяющее текущее положение выделенного пункта относительно всего меню. Меню состоит из элементов, расположенных по порядку слева-направо, сверху-вниз (поз. 2.1-2.4). Количество элементов может быть различным и составлять несколько строк. В одной строке может быть более

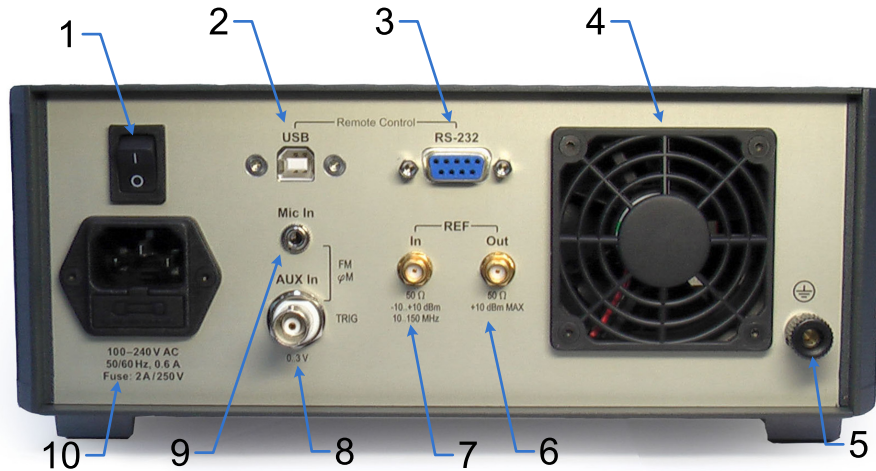


Рис. 5: Задняя панель

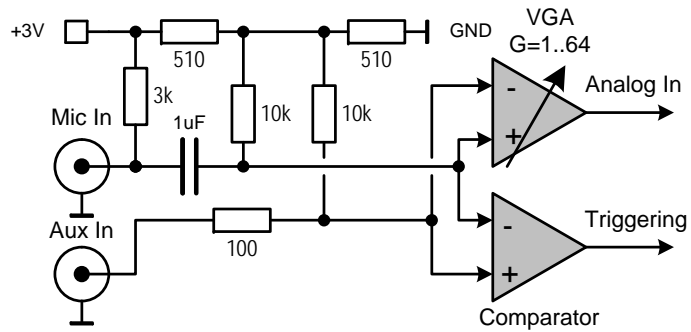


Рис. 6: Схема включения входов Aux In и Mic In, формирующих сигналы Analog In и Triggerring

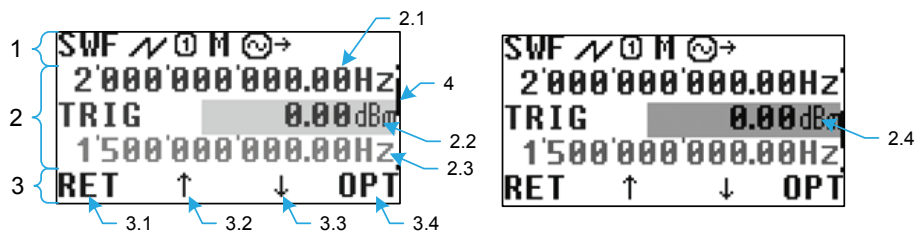


Рис. 7: Дисплей

одного элемента. В случае меню, состоящего из более трех строк, появляется полоса прокрутки. Элементы меню могут быть затененными (имеют меньшую яркость, поз. 2.3). Это означает, что в данном режиме работы они заблокированы или используются лишь для отображения информации без возможности редактирования или выполнения команды, соответствующей данному пункту. При перемещении по пунктам меню текущий элемент меню выделяется (поз. 2.2). При вводе числовых данных пункт меню становится активным (имеет большую яркость, поз. 2.4), что означает режим ввода числовых данных. Меню может иметь иерархическую структуру, перемещение между уровнями производится с помощью контекстного меню.

5.1 Навигация по меню

Навигация по элементам меню (перемещение по пунктам, переход в под-меню и переход на уровень вверх) осуществляется с помощью кнопок, соответствующих контекстному меню (рис. 4, поз. 5), и поворотного энкодера (поз. 4).

- RET – переход на уровень вверх;
- ↑ – переход к предыдущему пункту;
- ↓ – переход к следующему пункту;
- >> – переход в суб-меню (на уровень вниз);
- OPT – переход в меню опций текущего режима.

Поворот энкодера в режиме навигации по часовой стрелке соответствует команде ↓, против часовой – ↑, нажатие энкодера – >>.

5.2 Статусная строка

Статусная строка (верхняя строка экрана) служит для отображения текущего режима и параметров работы прибора. Ниже приведена информация, отображающаяся в статусной строке в виде символов.

Режим работы:

- CW** – (Continuous Wave) режим постоянных колебаний;
- SWF** – (Sweep Frequency) режим качания частоты;
- SWF_c** – (Sweep Frequency *Center*) режим качания частоты, но в отличие от SWF вместо начальной частоты задается центральная, вместо конечной - диапазон перестройки (Span);
- SWL** – (Sweep Level) режим качания мощности выходного сигнала¹;

¹Вместо мощности сигнала часто используется термин “уровень сигнала” (Level), что одно и то же

FM – (Frequency Modulation) режим частотной модуляции;

PhM – (Phase Modulation) режим фазовой модуляции.

Форма модулирующего сигнала или тип качания частоты или уровня:



– (Saw) пила, задает форму качания частоты или уровня;



– (Triangle) треугольник, задает форму качания частоты или уровня;



– (Sine) синус, используется в качестве внутреннего генератора в режиме модуляции;



– (Square) прямоугольник, используется в качестве внутреннего генератора в режиме модуляции.

Режимы запуска качания частоты или уровня (Triggering), используется в режиме SWF и SWL:



– (Auto) автоматический;



– (Single) один проход;



– (Step) один шаг.

Источник модулирующего сигнала или синхронизации запуска:



– (Manual) ручной запуск выбором меню TRIG в режиме SWF или SWL;



– (Positive Slope) запуск по переднему фронту внешнего сигнала синхронизации в режиме SWF или SWL;



– (Negative Slope) запуск по заднему фронту внешнего сигнала синхронизации в режиме SWF или SWL;



– (External) сигнал *Analog In*, формируемый входами Aux In и Mic In (рис. 6), в качестве модулирующего в режиме FM или PhM;
















– (Internal) внутренний генератор сигнала в качестве модулирующего в режиме FM или PhM.

Параметры сигнала опорной частоты (по-умолчанию используется внутренний опорный генератор, выход REF Out выключен):



– используется внутренний опорный генератор, сигнал с него подается на выход REF Out;

Таблица 1: Статусная информация

Режим работы (Operation Mode)	Форма сигнала (Waveform/ Shape)	Режим запуска (Triggering)	Источник (Source)	Опорный сигнал (Reference)	Предупреждения (Warnings)
CW			M		UNC
SWF					OVT
SWF_c					#XX
SWL					
FM			I		
PhM					



– используется внешний опорный генератор, выход REF Out выключен;



– используется внешний опорный генератор, выход REF Out включен.

Предупреждения и ошибки:

UNC – (Uncalibrated) один из параметров текущего режима имеет значение за пределами калибровочной зоны;

OVT – (Overtime) микроконтроллер не успевает обработать очередь событий;

#XX – (Error Code) код последней ошибки.

В таблице 1 приведены символы статусной строки в порядке их размещения на экране.

5.3 Ввод данных

Ввод числовых данных может быть выполнен с помощью клавиатуры (рис. 4, поз. 3), либо с помощью поворотного энкодера (поз. 4).

По-умолчанию энкодер находится в режиме навигации по меню. Нажатие энкодера² на выделенном числовом элементе меню (например, рис. 7,

²Под нажатием энкодера подразумевается одиночный щелчок энкодером

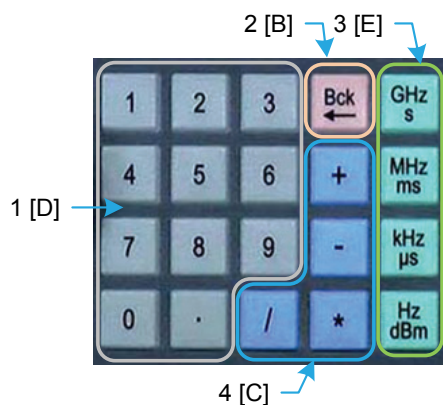


Рис. 8: Клавиатура

поз. 2.2) переводит элемент меню в режим числового ввода, поворот энкодера при этом соответствует увеличению или уменьшению числового значения. Для выхода из режима числового ввода в режим навигации достаточно повторно нажать энкодер или воспользоваться одной из кнопок контекстного меню (RET, ↓, ↑).

Цифровая клавиатура разделена на несколько групп (рис. 8):

1. Цифровые кнопки (группа D);
2. Удаление последнего символа (B);
3. Ввод/единицы измерения (группа E);
4. Операции (группа C).

При нажатии любой из кнопок групп D, B, C активируется режим числового ввода. Нажатие кнопки из группы E производит ввод значения и выход из режима числового ввода. При нажатии кнопок группы E в режиме навигации происходит изменение множителя числа, например, если текущее значение частоты 1'000'000'000.00 Hz, то после нажатия [MHz] отобразится значение 1'000.000 000 00 MHz, и так далее. Также при изменении множителя изменяется шаг приращения значения при повороте энкодера. Обычно минимальный шаг энкодера равен одной десятой выбранного множителя. Т.е. если текущие единицы kHz, то шаг энкодера равен 0.1 kHz. При увеличении скорости вращения шаг увеличивается.

В таблице 2 приведены примеры операций и соответствующие последовательности ввода команд.

Таблица 2: Числовые операции и ввод данных

Последовательность	Выражение	Описание
E	R	Служит для изменения масштаба значения, например, Hz, kHz, MHz, GHz, а также для повтора предыдущей команды. Для повтора предыдущей команды (операции с последним операндом) необходимо нажимать ту же кнопку “E”, что использовалась при вводе предыдущей команды. В противном случае производится выход из режима повтора ³
C E	$R \cdot (-1)$	В качестве команды “C” возможен только “-”. Служит для ввода отрицательного значения.
D E	D	Непосредственный ввод числа. Масштаб (множитель) определяется значением “E”, т.е. единицами измерения, например, μ s, ms, dBm, kHz и т.д.
D C E	$D \cdot (-1)$	В качестве команды “C” возможен только “-”. Служит для ввода отрицательного значения. Например, чтобы ввести -10 dBm, следует нажать “1”, “0”, “-”, “dBm”

(продолжение на следующей странице)

³Выход из режима повтора также производится при нажатии “Esc” после “E”

(продолжение таблицы 2, начало на с. 17)

Последовательность	Выражение	Описание
C D E	$R \otimes D$	Совместно с командой “E” используется для быстрого ввода значений с линейным или экспоненциальным шагом. Например, для того, чтобы последовательно установить частоту 100, 110, 120, 130, 140 MHz, достаточно установить частоту 100 MHz, затем нажать “+”, “1”, “0”, “MHz”, при каждом последующем нажатии “MHz” частота будет увеличиваться на 10 MHz. Также данная последовательность удобна для смещения на небольшую величину от установленного значения, например, необходимо установить 0.999 998 GHz. Для этого достаточно установить 1 GHz командой D E, затем вычесть из текущего значения 2 kHz последовательностью C D E
D C D E	$D_1 \otimes D_2$	Используется для расчета и одновременного ввода выражений, например, значений кратных частот ⁴
C D C E	$(R \otimes D) \cdot (-1)$	Редко используется

(продолжение на следующей странице)

⁴При выполнении последовательностей с несколькими операндами все операнды кроме последнего имеют текущий множитель (μ, m, k, M, G), т.е. тот, что был до начала ввода. Последний операнд имеет множитель, соответствующий нажатой кнопке “E”, завершающей последовательность. Для операндов, соответствующих безразмерному коэффициенту при операциях “*” и “/” множитель равен 1. Например, последовательность “*”, “2”, “kHz” умножит текущее значение частоты на 2 и отобразит результат в kHz. Коэффициенты при операциях “*” и “/” имеют точность 10⁻³ и максимальное значение не менее 10⁺³

(продолжение таблицы 2, начало на с. 17)

Последовательность	Выражение	Описание
C D C D E	$(R \otimes_A D_1) \otimes_B D_2$	Используется для расчета и одновременного ввода выражений. При использовании последовательностей с любым количеством операций промежуточный результат не загружается в устройство, используется лишь конечный результат после ввода "E". Таким образом, промежуточные значения ограничиваются лишь разрядностью числа ⁵ . При повторном нажатии "E" повторяется выполнение последней операции с последним операндом из последовательности
D C D C D E	$(D_1 \otimes_A D_2) \otimes_B D_3$	Используется для расчета значений вида $D \cdot m/n$

R – текущее значение, \otimes – операция (+, -, /, *), D – введенное число.

6 Функции прибора

6.1 Главное меню

Главное меню прибора состоит из следующих элементов (рис. 9):

Operation Modes – (режимы работы) содержит под-меню с доступными режимами работы (CW, SWF, SWL, FM, PhM);

Settings – (настройки) содержит под-меню с основными настройками прибора, относящимися ко всем режимам работы или к группе режимов;

Save Current – (сохранить текущие) команда сохранения текущих настроек и значений всех численных параметров. При включении прибор будет инициализирован сохраненными значениями;

Load Default – (загрузить по-умолчанию) команда загрузки значений по-умолчанию ("заводских" значений) для всех параметров;

Info – (информация) содержит под-меню с информацией о приборе.

При включении питания прибор пытается считать из энергонезависимой памяти (EEPROM) значения настроек, сохраненные ранее командой Save

⁵integer 64-bit, следует также учесть внутренний множитель, отвечающий за работу с фиксированной точкой: для частоты в Hz – 10^4 ; dBm, deg – 10^2 ; s – 10^9

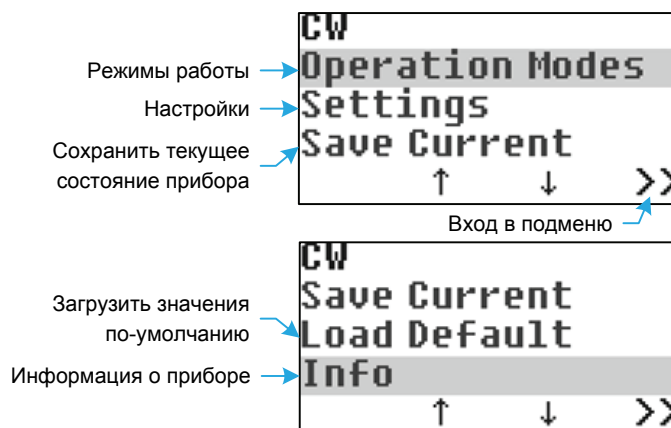


Рис. 9: Главное меню

Current. Если контрольная сумма совпадает, т.е. данные действительны, то загружаются сохраненные значения, если нет, то загружаются значения по-умолчанию, заданные при производстве прибора.

6.2 Режимы работы (Operation Modes)

Прибор имеет пять режимов работы, перечисленных в меню Operation Modes (рис. 10):

Continuous Wave – (CW) режим постоянных колебаний. На выходе – сигнал с заданной частотой и уровнем;

Sweep Frequency – (SWF) качание частоты;

Sweep Level – (SWL) качание уровня;

Freq. Modulation – (FM) частотная модуляция;

Phi Modulation – (PhM) фазовая модуляция.

После включения питания прибор находится в одном из перечисленных режимов независимо от текущего положения относительно меню. Текущий режим отображается в статусной строке, в левом верхнем углу экрана (см. раздел 5.2 на с. 13). Переключение между режимами осуществляется при входе в соответствующий пункт меню. Каждый режим работы имеет свой независимый набор параметров. Изменения, внесенные в параметры режима, сохраняются при выходе из данного режима и переключении в другой вплоть до выключения питания.

При включении питания загружается тот режим, который был текущим при нажатии команды Save Current. Начальный режим по-умолчанию – Continuous Wave (CW).



Рис. 10: Режимы работы (Operation Modes)

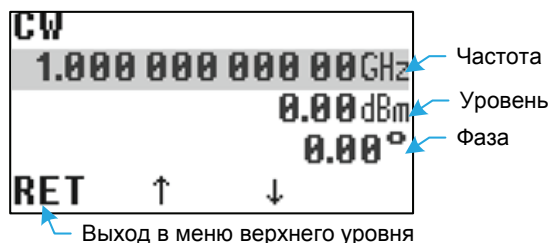


Рис. 11: Режим непрерывных колебаний (Operation Modes > Continuous Wave)

6.2.1 Непрерывные колебания (CW)

Режим непрерывных колебаний (Continuous Wave, CW) имеет следующие параметры (рис. 11):

Frequency – частота выходного сигнала;

Level – уровень выходного сигнала;

Phase – начальная фаза выходного сигнала.

Частота может задаваться с шагом 0.0001 Hz, несмотря на то, что на экран выводятся только старшие 12 цифр. Вводить такие значения можно непосредственно последовательностью “D E”, при этом цифры, не уместившиеся на экран все равно учитываются, либо последовательностью “C D E”, когда сначала вводится округленное значение, затем с помощью команды “+” или “-” смещение. В большинстве случаев ввод значений с такой точностью не требуется, т.к. стабильность опорного генератора, как правило, существенно ниже. Однако, если используется одна опорная частота для двух приборов и требуется обеспечить медленный уход фазы одного относительно другого, то это можно сделать указанным выше способом.

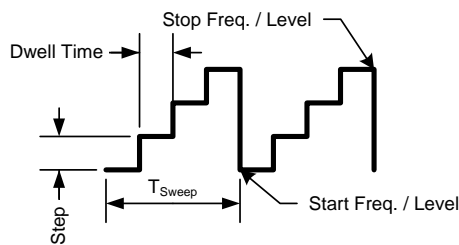


Рис. 12: Параметры режимов качания

Результирующая фаза сигнала описывается следующим выражением

$$\varphi_{out} = \omega_c t + \varphi_o(\omega_c) + \varphi,$$

где ω_c – центральная частота выходного сигнала, t – время, $\varphi_o(\omega_c)$ – начальный сдвиг (в общем случае зависит от частоты), φ – фаза, задаваемая параметром Phase. Таким образом, для того, чтобы сформировать два высокочастотных сигнала с заданным сдвигом фаз, необходимо использовать одну опорную частоту для обоих приборов, задать частоту и, регулируя φ одного из приборов скомпенсировать начальный сдвиг φ_o . Дальнейшее изменение фазы φ задает относительный сдвиг с достаточно высокой точностью.

6.2.2 Качание частоты (SWF)

Качание частоты представляет собой пошаговое изменение частоты выходного сигнала по заданному закону (например, треугольник или пила) при постоянном уровне мощности (рис. 12). T_{Sweep} – время прохода одного периода.

Режим качания частоты (Sweep Frequency, SWF) имеет следующие параметры (рис. 13):

Start Frequency – начальная частота;

Stop Frequency – конечная частота;

Level – уровень выходного сигнала;

Dwell Time – время шага;

Frequency Step – шаг по частоте.

Режим качания частоты имеет следующие опции (рис. 14):

- Тип режима:
 - Auto – автоматический, после прохода периода он автоматически повторяется;

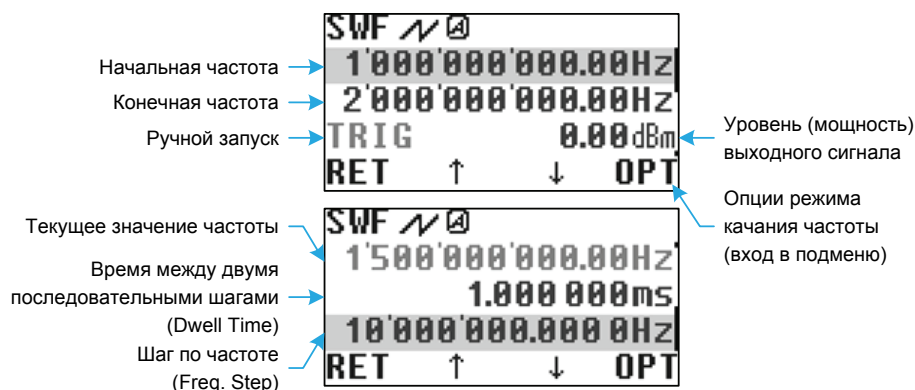


Рис. 13: Режим качания частоты (Operation Modes▷ Sweep Frequency)

- Single – одиночный проход периода. Начало прохода осуществляется по сигналу запуска (Triggering). После завершения прибор возвращается в начало периода и ожидает следующего запуска;
- Step – шаговый режим. Каждый шаг по частоте производится по сигналу запуска;

• Режим запуска:

- Manual – ручной, осуществляется командой TRIG из меню (рис. 13);
- External – запуск по внешнему сигналу синхронизации со входа Aux In;

* Trig Slope (фронт сигнала синхронизации):

- Positive – запуск осуществляется по переднему фронту;
- Negative – запуск осуществляется по заднему фронту;

- Dwell Time – под-меню дублирует соответствующий пункт меню на рис. 13;

- Frequency Step – под-меню дублирует соответствующий пункт меню на рис. 13;

• Форма качания (Shape):

- Saw – пила;
- Tri – треугольник (triangle);

• Настройки частоты:

- $F_1 - F_2$ – в данном режиме первые два поля частот в меню на рис. 13 соответствуют начальной и конечной частоте;

i В режиме Ext запуск также можно осуществить вручную командой TRIG

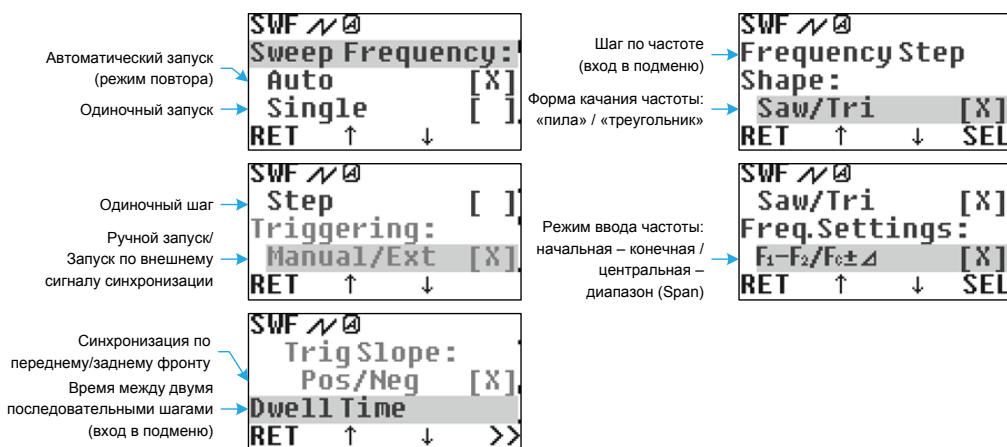


Рис. 14: Опции режима качания частоты (Operation Modes > Sweep Frequency-OPT)

Таблица 3: Формы качания частоты

SWF (SWF _C)	F _{Start} < F _{Stop} (Span > 0)	F _{Start} > F _{Stop} (Span < 0)
Saw (пила)	↗	↘
Triangle (треугольник)	∧	∨

– F_C ± Δ – в данном режиме первые два поля частот в меню на рис. 13 соответствуют центральной частоте и диапазону перестройки (Span).

В таблице 3 приведены формы качания частоты при различных соотношениях начальной и конечной частот.

Выходная частота прибора формируется делением октавного диапазона на коэффициент кратный двум. Границы переключения диапазонов следующие: 4 000, 2 000, 1 000, 500, 250, 125, 62.5, 31.25, 15.625, 7.8125 MHz. В режиме качания частоты для каждого шага рассчитывается и устанавливается калиброванное значение выходного уровня. Поэтому даже для широкого диапазона перестройки частоты уровень остается в пределах погрешности. Если диапазон перестройки содержит одну из границ переключения диапазонов делителя, то при переключении делителя происходит неизбежный скачок частоты, поскольку ГУН не может перестроиться мгновенно. Во избежание появления частотных компонент в спектре вне указанного диапазона перестройки (для ряда задач это имеет большое значение) сигнал на время перестройки ГУНа отключается. При включении сигнала происходит

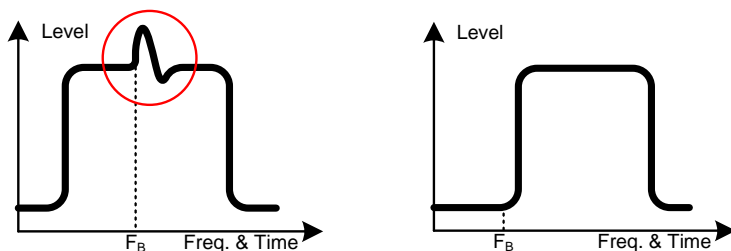


Рис. 15: Огибающая мощности при качании частоты

кратковременное увеличение мощности за счет работы АРУ. На рисунке 15 показан вид огибающей спектра в режиме качания частоты при малых значениях времени шага (Dwell Time) для случая, когда граница переключения F_B находится внутри и вне диапазона.

Избежать данного эффекта можно воспользовавшись режимом модуляции частоты. В этом случае переключение делителей не происходит, т.к. используется запас перестройки ГУНа. Однако этот же запас ограничивает и максимальный диапазон перестройки частоты.

6.2.3 Качание мощности (SWL)

Качание уровня представляет собой пошаговое изменение мощности выходного сигнала по заданному закону (например, треугольник или пила) при постоянной частоте (рис. 12). T_{Sweep} – время прохода одного периода. Режим качания уровня (Sweep Level, SWL) имеет следующие параметры (рис. 16):

Frequency – частота выходного сигнала;

Start Level – начальный уровень (мощность) сигнала;

Stop Level – конечный уровень (мощность) сигнала;

Dwell Time – время шага;

Level Step – шаг по уровню.

Режим качания уровня имеет следующие опции (рис. 17):

- Тип режима:
 - Auto – автоматический, после прохода периода он автоматически повторяется;
 - Single – одиночный проход периода. Начало прохода осуществляется по сигналу запуска (Triggering). После завершения прибор возвращается в начало периода и ожидает следующего запуска;

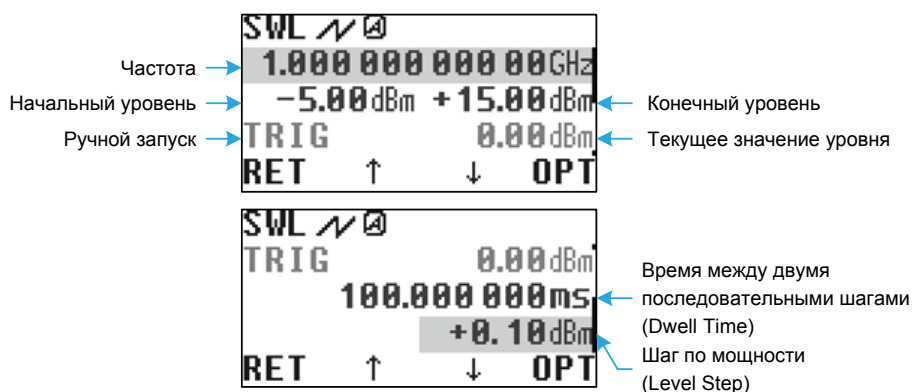


Рис. 16: Режим качания уровня (мощности) выходного сигнала (Operation Modes▷Sweep Level)

– Step – шаговый режим. Каждый шаг по частоте производится по сигналу запуска;

• Режим запуска:

- Manual – ручной, осуществляется командой TRIG из меню (рис. 16);
- External – запуск по внешнему сигналу синхронизации со входа Aux In;

* Trig Slope (фронт сигнала синхронизации):

- Positive – запуск осуществляется по переднему фронту;
- Negative – запуск осуществляется по заднему фронту;

• Dwell Time – под-меню дублирует соответствующий пункт меню на рис. 16;

• Level Step – под-меню дублирует соответствующий пункт меню на рис. 16;

• Форма качания (Shape):

- Saw – пила;
- Tri – треугольник (triangle);

В таблице 4 приведены формы качания уровня при различных соотношениях начальной и конечной мощности.

i В режиме Ext запуск также можно осуществить вручную командой TRIG

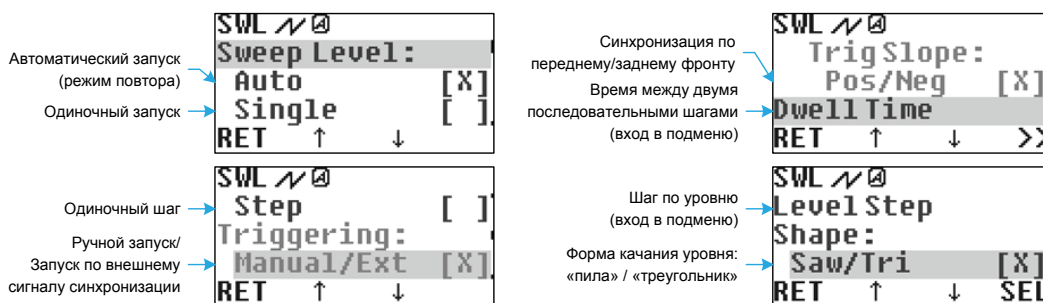


Рис. 17: Опции режима качания уровня (Operation Modes▷ Sweep Level-OPT)

Таблица 4: Формы качания уровня

SWL	$P_{Start} < P_{Stop}$	$P_{Start} > P_{Stop}$
Saw (пила)		
Triangle (треугольник)		

6.2.4 Частотная модуляция (FM)

Частотная модуляция представляет собой отклонение мгновенной частоты от центральной (т.е. среднего значения) в соответствии с модулирующим сигналом.

$$\omega(t) = \omega_C + \Delta \cdot s(t),$$

где $\omega(t)$ – мгновенная частота, ω_C – центральная частота, $s(t)$ – модулирующий сигнал, Δ – крутизна характеристики (Frequency Sensitivity, Hz/v). Значение $\max |\Delta \cdot s(t)|$ будем называть девиацией частоты (Frequency Deviation). Фаза выходного сигнала равна

$$\varphi(t) = \omega_C t + \Delta \int_{-\infty}^t s(\tau) d\tau.$$

Если в качестве модулирующего воздействия используется синусоидальный сигнал с девиацией Δ и собственной частотой Ω , то выражение фазы можно переписать в следующем виде

$$\varphi(t) = \omega_C t + \frac{\Delta}{\Omega} \sin(\Omega t).$$

Режим частотной модуляции имеет следующие параметры (рис. 18):

Center Frequency – центральная частота;

Level – уровень выходного сигнала;

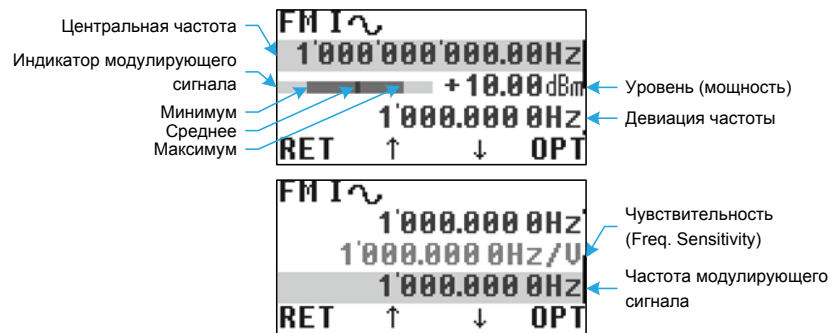


Рис. 18: Режим частотной модуляции (Operation Modes > Freq. Modulation)

Frequency Deviation – девиация частоты. Используется в режиме внутреннего источника;

Frequency Sensitivity – крутизна характеристики. Используется в режиме внешнего модулирующего сигнала, подаваемого на вход Aux In или Mic In;

Source Frequency – частота модулирующего сигнала (в случае внутреннего источника).

В режиме модуляции на экране в виде графической полосы также отображаются параметры модулирующего сигнала: минимальное, максимальное и среднее значение (рис. 18).

Режим частотной модуляции имеет следующие опции (рис. 19):

- Источник модулирующего сигнала (Source):
 - Internal – внутренний;
 - External – внешний (со входа Aux In или Mic In);
- Форма сигнала (Waveform):
 - Sine – синусоидальный;
 - Square – прямоугольный;
- FM Deviation, FM Sensitivity, Int Source Freq – под-меню дублирует соответствующие пункты меню на рис. 18.

Режимы модуляции в приборе реализованы цифровым способом. Т.е. модулирующее воздействие является результатом оцифровки сигнала *Analog In* или численного формирования отсчетов. Значения отсчетов пересчитываются в частоту или фазу, которая затем загружается в блок синтеза частот.

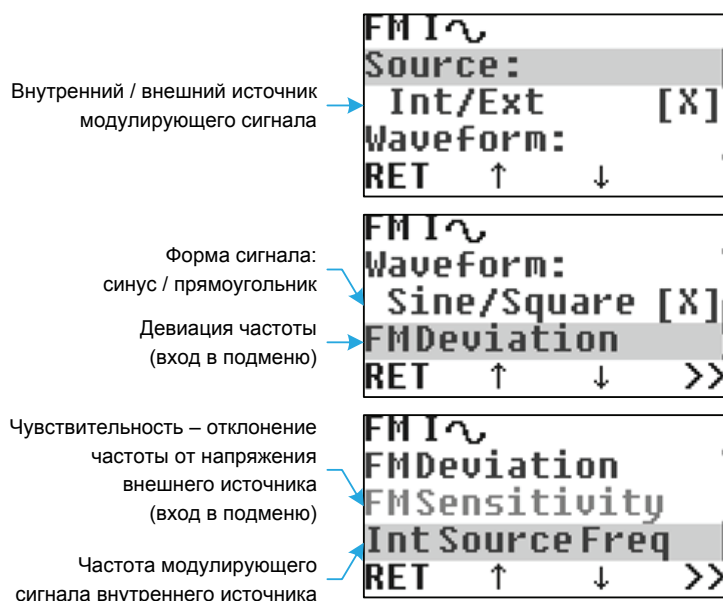


Рис. 19: Опции режима частотной модуляции (Operation Modes>Freq. Modulation-OPT)

В отличие от режима SWF, где расчет выходной мощности производится для каждой частоты по калибровочным коэффициентам, соответствующим данной частоте, в режиме FM для ускорения вычислений уровень сигнала рассчитывается по калибровочным коэффициентам центральной частоты. Т.к. обычно девиация гораздо меньше центральной частоты, то это не приводит к значительной погрешности.

Для эффективного использования разрядной сетки АЦП предусмотрен входной усилитель с регулируемым коэффициентом (VGA), рис. 6. Графический индикатор, рис. 13, отображает минимальное и максимальное значение оцифрованного сигнала относительно полной шкалы дискретизации (Full Scale).

6.2.5 Фазовая модуляция (PhM)

Фазовая модуляция представляет собой отклонение фазы сигнала от значения, соответствующего интегралу центральной частоты

$$\varphi(t) = \omega_C t + \Delta \cdot s(t),$$

где ω_C – центральная частота, $s(t)$ – модулирующий сигнал, Δ – крутизна характеристики (Phase Sensitivity, rad/v). Значение $\max |\Delta \cdot s(t)|$ будем называть девиацией фазы (Phase Deviation).

Режим фазовой модуляции имеет следующие параметры (рис. 20):

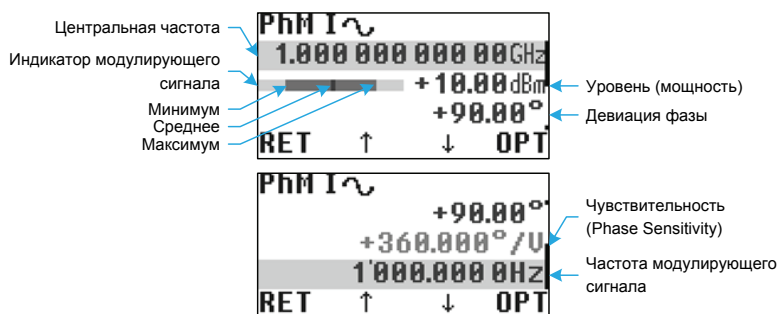


Рис. 20: Режим фазовой модуляции (Operation Modes▷Phi Modulation)

Center Frequency – центральная частота;

Level – уровень выходного сигнала;

Phase Deviation – девиация фазы. Используется в режиме внутреннего источника;


Phase Sensitivity – крутизна характеристики. Используется в режиме внешнего модулирующего сигнала, подаваемого на вход Aux In или Mic In;

Source Frequency – частота модулирующего сигнала (в случае внутреннего источника).

В режиме модуляции на экране в виде графической полосы также отображаются параметры модулирующего сигнала: минимальное, максимальное и среднее значение (рис. 20).

Режим фазовой модуляции имеет следующие опции (рис. 21):

- Источник модулирующего сигнала (Source):
 - Internal – внутренний;
 - External – внешний (со входа Aux In или Mic In);
- Форма сигнала (Waveform):
 - Sine – синусоидальный;
 - Square – прямоугольный;
- PhM Deviation, PhM Sensitivity, Int Source Freq – под-меню дублирует соответствующие пункты меню на рис. 20.

 Фазовая модуляция реализована цифровым способом

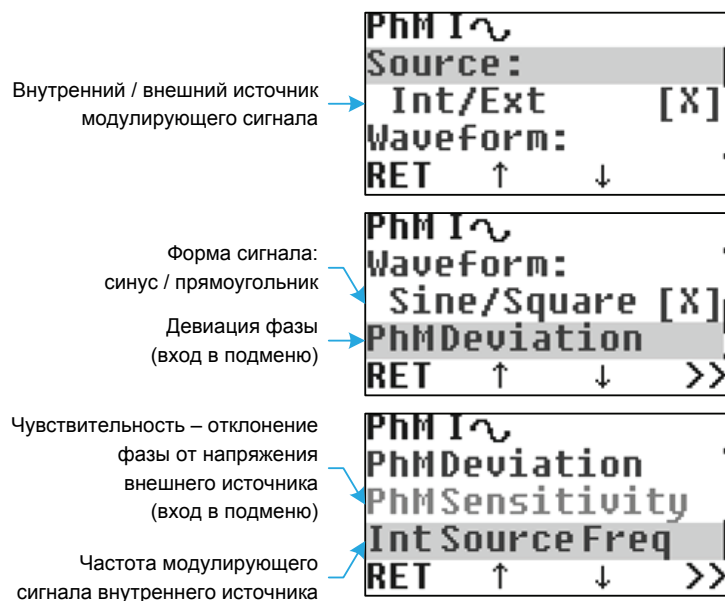


Рис. 21: Опции режима фазовой модуляции (Operation Modes>Phi Modulation-OPT)

6.3 Настройки прибора (Settings)

Меню настройки прибора (Settings) содержит следующие пункты (рис. 22):

Reference Frequency – под-меню настроек опорной частоты;

Analog In – под-меню настроек аналогового сигнала, подаваемого на входы Aux In и Mic In.

6.3.1 Опорная частота (Reference Freq.)

Меню настроек опорной частоты содержит следующие пункты (рис. 23):

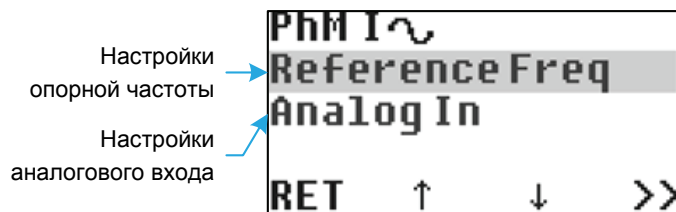


Рис. 22: Настройки прибора (Settings)

- Значение внешней опорной частоты (Ext Ref Freq) – используется для внешнего источника опорной частоты. Для корректной работы прибора введенное значение должно соответствовать действительному значению опорной частоты;
- Значение частоты внутреннего опорного генератора (Int Ref Freq).
- Источник (Source):
 - Internal – внутренний опорный генератор;
 - External – в качестве опорной частоты используется сигнал, подаваемый на вход REF In;
- Выход опорной частоты (Ref Output):
 - On – выход включен, сигнал текущей опорной частоты прибора выводится на выход REF Out. При включенном внутреннем опорном генераторе, сигнал берется с него, при включенном внешнем, – вход REF In подается через буферный усилитель на выход REF Out;
 - Off – выход REF Out выключен.
- Режим использования двух опорных частот (Int Ref Mode).⁶
 - Auto – автоматическое переключение. При этом прибор сам выбирает, какую частоту использовать для минимизации “шпор”. Режим Авто работает только в режиме CW, в остальных режимах используется фиксированная опорная частота 147 МГц;
 - Fixed 147 – фиксированная опорная частота 147 МГц;
 - Fixed 150 – фиксированная опорная частота 150 МГц.

6.3.2 Аналоговый вход (Analog In)

Меню настроек аналогового входа (рис. 24) содержит коэффициент усиления сигнала *Analog In*, являющегося разностью сигналов, подаваемых на входы Aux In и Mic In (рис. 6). Коэффициент усиления может принимать одно из следующих значений: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64. Ориентируясь на уровень сигнала, отображаемый графической полосой в режиме FM или PhM, следует настроить коэффициент усиления таким образом, чтобы максимум и минимум не выходили за диапазоны полосы, и в то же время были более половины шкалы. В таком случае разрядная сетка АЦП используется более эффективно.

⁶Данные пункты меню доступны только в опции SG8-HPSS, в опции SG8-HP пункты меню Auto и Fixed 150 неактивны. При включении питания для опции HPSS по умолчанию устанавливается значение Auto, в опции HP – Fixed 147. При выполнении команды Save Current настройки данного параметра не сохраняются и при повторном включении питания всегда сбрасываются в значения по умолчанию.

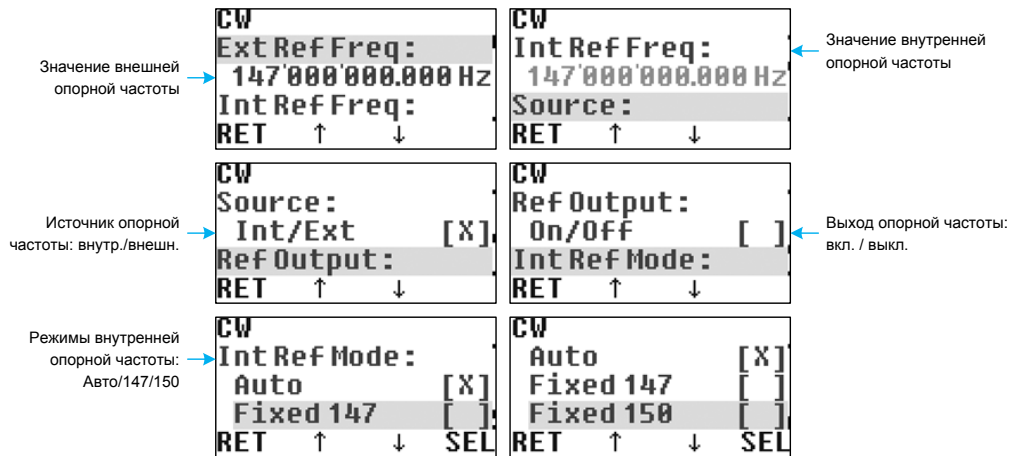


Рис. 23: Настройки опорной частоты (Settings▷Reference Freq.)

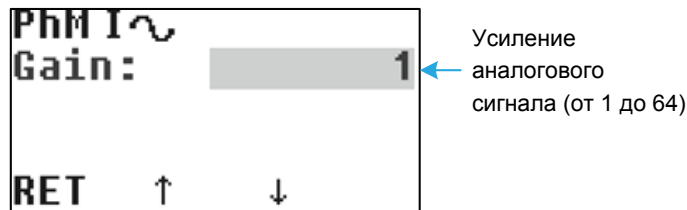


Рис. 24: Настройки аналогового входа (Settings▷Analog In)

6.4 Сохранение текущих настроек (Save Current)

Команда меню сохраняет текущие настройки и значения прибора в энерго-независимую память EEPROM. При включении питания прибор считывает, проверяет на целостность и инициализирует параметры режимов считанными значениями. Если значения при включении вычитаны с ошибкой⁷, то загружаются значения по-умолчанию.

6.5 Загрузка настроек по-умолчанию (Load Default)

Команда инициализирует все параметры прибора значениями по-умолчанию, т.е. заводскими значениями, и переходит в режим работы CW. Фактически команда эквивалентна инициализации прибора при включении питания с настройками по-умолчанию (заводскими настройками).

6.6 Информация о приборе (Info)

Меню информации о приборе содержит следующие пункты (рис. 25):

Part Number – полное название прибора, включающее серию, модификацию, конструктивное исполнение;

Serial Number – серийный номер прибора;

Firmware Revision – версия прошивки в формате Rx.x mm/dd/yy, где x.x – номер прошивки, mm – месяц, dd – число, yy – год выхода прошивки;

Operation Time – время наработки прибора в часах. Увеличивается каждый час работы на единицу, если время работы менее часа, то при выключении прибора оно не учитывается;

Power-On Count – количество включений прибора.

Temperature – температура выходного усилителя в блоке синтезатора частот. Питание выходного каскада автоматически отключается, если температура превысит 75-80 °С.

7 Удаленное управление

Управление данным прибором основано на стандарте SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments). Управление осуществляется через интерфейсы RS-232 и USB, расположенные на задней панели прибора, рис. 5, (USB работает в режиме последовательного порта), т.е. прибором легко

⁷Это может быть, например, после обновления прошивки с набором параметров, несовместимым со старой версией

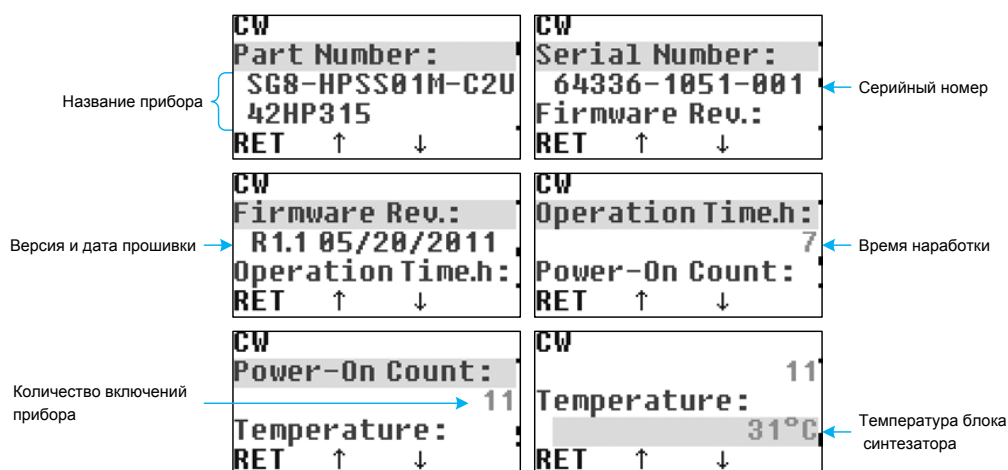


Рис. 25: Информация о приборе (Info)

управлять из любой программы, имеющей доступ к COM-порту компьютера. Активным может быть только один из портов, выбор происходит автоматически и один раз на все время работы прибора до выключения. Сигналом для выбора является любой пришедший байт на один из портов (не обязательно байт команды). Подключение по USB в приборе реализовано с помощью моста USB to UART и с точки зрения программного обеспечения компьютера представляет собой COM-порт, рис. 30. При данном способе подключения требуется установка драйвера⁸ моста (микросхема CP2102). На сайте производителя имеются драйвера для следующих операционных систем: Win2K/XP/2K3, Vista, Windows 7, Mac OS, Linux 3.1.

7.1 Quick Start

В качестве программы управления, например, можно воспользоваться стандартным приложением Windows *HyperTerminal* (Start ▷ Programs ▷ Accessories ▷ Communications ▷ HyperTerminal) для отправки команд в прибор, рис. 26. Настройки последовательного порта: 115200 bps, 8 data bits, parity none, 1 stop bit, flow control none, рис. 27. Для большего удобства использования терминала рекомендуем выставить настройки (File ▷ Properties, вкладка Settings, кнопка ASCII Setup...) “Echo typed characters locally” и “Send line ends with line feeds”. Например, последовательность строк в программе HyperTerminal:

```
*rst
freq 100MHz
pow -1dBm
```

⁸Последнюю версию драйвера можно скачать с сайта компании [Silicon Labs](http://www.siliconlabs.com)

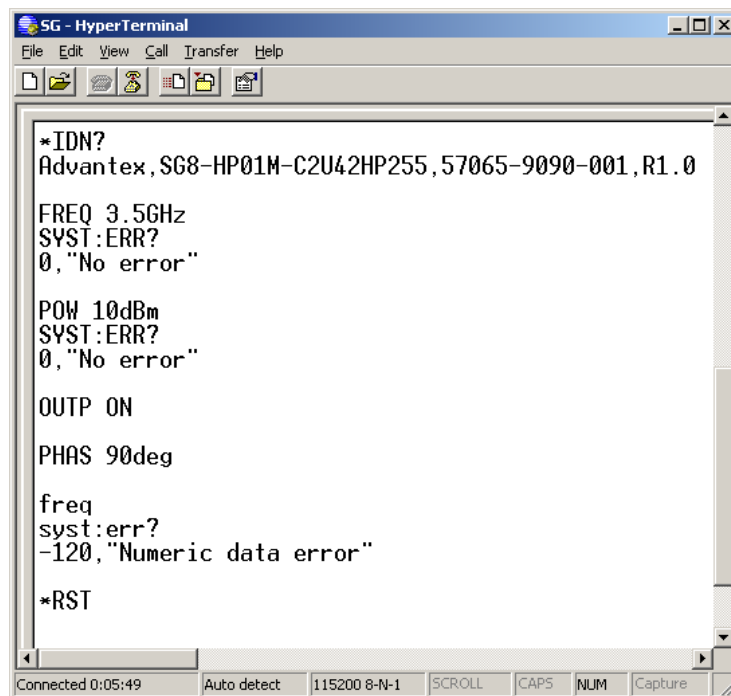


Рис. 26: Пример управления прибором с помощью программы *HyperTerminal*

вернет прибор в состояние по-умолчанию, установит частоту прибора 100 МГц и выходную мощность -1 дБм.

7.2 Протокол управления SCPI

На рис. 28 изображена модель обработки команд SCPI.

7.2.1 Соответствие стандарту

Набор команд прибора построен на основе SCPI версии 1999.0, но не совместим с ним полностью. Причины несовместимости:

- поддерживаются не все команды из обязательного списка (см. список команд);
- парсер распознает только одну команду в строке, длина строки не более 64 символов;
- длина буфера команд равна двум, т.е. не ожидая завершения выполнения первой команды можно сразу отправить вторую, но не более;



В задачах, где требуется отправить несколько команд друг за другом без фиксированной временной задержки, для корректной работы SCPI рекомендуется использовать команду *OPC?

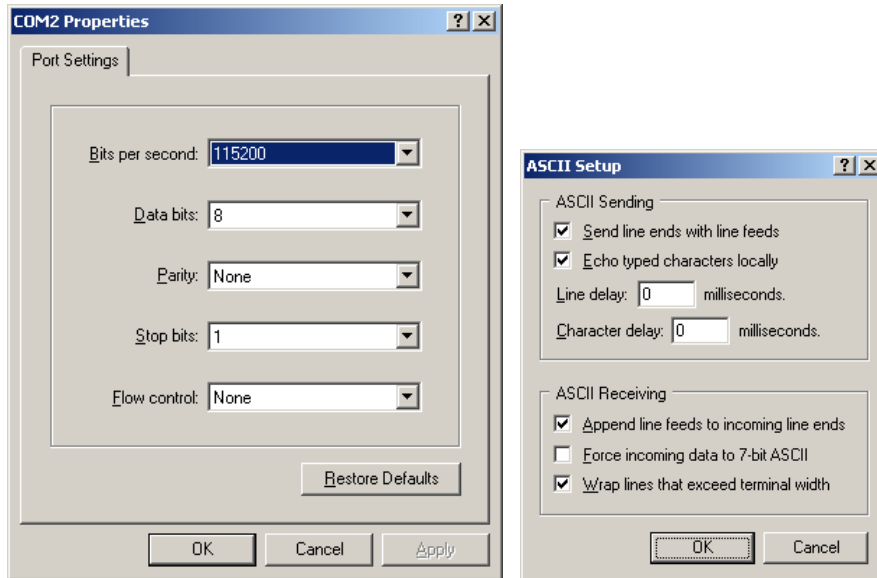


Рис. 27: Настройки COM-порта

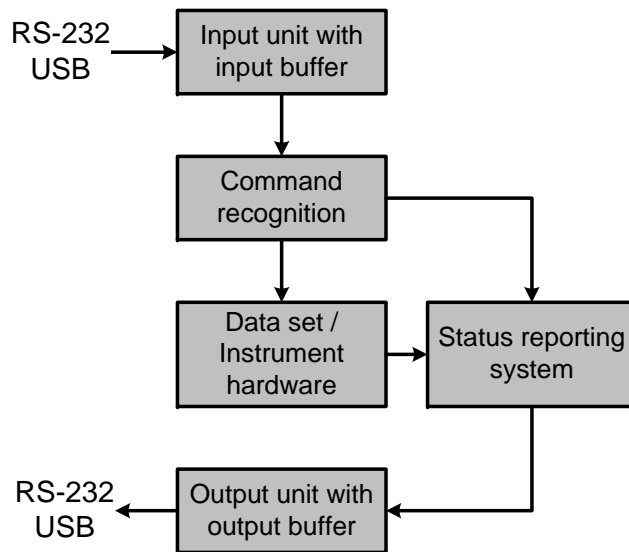


Рис. 28: Модель управления прибором и обработки команд

- не поддерживается в требуемом объеме отчетность о состоянии прибора;
- не поддерживается полный список форматов данных;
- документация не соответствует всем требованиям стандарта.

7.2.2 Заметки по стандарту

Приведенные заметки по стандарту помогут понять работу с SCPI-прибором.

- SCPI-команды не чувствительны к регистру, т.е. команды `*RST` и `*rst` идентичны.
- Часть слова, написанная заглавными буквами, соответствует краткой форме, т.е. для задания частоты, например, можно воспользоваться как командой `FREQ`, так и `FREQuency`.
- Слова, помещенные в квадратные скобки, являются необязательными. Команда для задания частоты `[SOURce:]FREQuency[:CW]` будет иметь одинаковый эффект в виде `SOURce:FREQuency:CW`, `FREQuency:CW`, `SOURce:FREQuency`, `FREQuency`.
- Если параметром к команде является число в некоторых единицах измерения, то существует единица измерения по-умолчанию. Например, команды `FREQ 1GHz`, `FREQ 1E9Hz` и `FREQ 1000000000` задают одну и ту же частоту 1 ГГц, единица измерения по-умолчанию – Гц.
- Команды, оканчивающиеся знаком вопроса, являются запросами и возвращают ответ. Например, команда `*IDN?` возвращает строку-идентификатор прибора. У многих команд, задающих какое-либо значение, есть форма запроса, например, `FREQ?` – возвращает текущее значение частоты.
- Команды, предусматривающие ввод численных параметров, могут также принимать следующие: `MINimum` – минимальное значение, `MAXimum` – максимальное значение, `DEFault` – значение по-умолчанию. Например, команда `FREQ MAX` загрузит максимальную частоту 8 ГГц, или `FREQ DEF` загрузит 1 ГГц.
- Если в результате команды прибор не произвел должных действий, стоит проверить буфер сообщений об ошибках запросом `SYSTem:ERRor:[NEXT]?`. В случае отсутствия сообщений в буфере будет возвращена строка `0,'No error'`, иначе – первое сообщение из буфера, содержащее стандартный код и описание ошибки.

7.3 Список команд SCPI

Рис. 29 содержит дерево команд (не включая стандартные). Пунктиром отмечены необязательные для ввода команды.

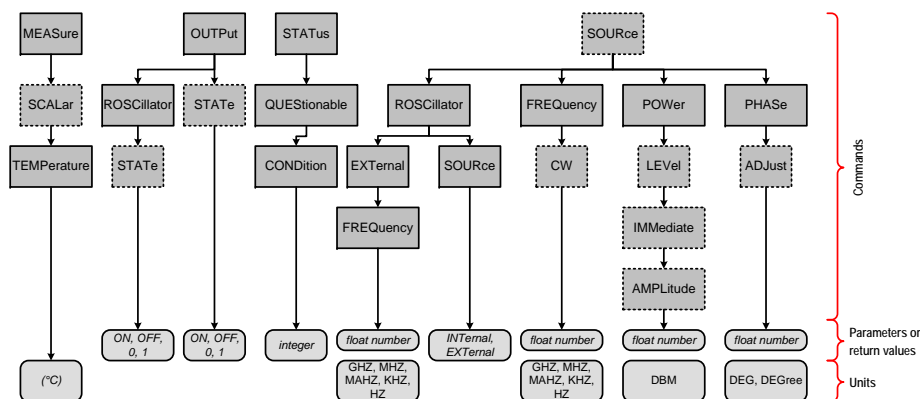


Рис. 29: Дерево команд

7.3.1 *CLS

Команда *CLS очищает буфер сообщений об ошибках.

7.3.2 *IDN?

Команда является запросом. В ответ приходит строка, содержащая информацию о приборе в следующем формате: *производитель, модель, серийный номер, информация о прошивке*.

7.3.3 *RST

Команда устанавливает прибор в заранее известное состояние (аналог команды меню Load Default), а именно: режим CW (Continuous Wave), частота 1 ГГц, мощность 0 дБм, фаза 0 градусов, выход отключен.

Удаленную работу с прибором рекомендуется начинать с этой команды.

7.3.4 *OPC?

Команда является запросом. Команда после выполнения возвращает 1. Это означает, что все предыдущие команды завершили свое выполнение. Хорошей практикой является использование этой команды вместо временной задержки между командами.

Примеры использования: Если необходимо отправить несколько команд, следующих непосредственно друг за другом, например, задать частоту и мощность, то целесообразно это сделать следующим образом:

```
freq 100 mhz
*opc?
1
```

```
pow 1 dbm
*opc?
1
```

7.3.5 SYSTem:ERRor[:NEXT]?

Команда является запросом. В ответ приходит строка, содержащая код и описание ошибки, расположенной в буфере сообщений. Если в буфере нет сообщений, то возвращается строка 0, "No error".

Буфер сообщений организован в виде FIFO (First In First Out, Первый Вошел Первый Вышел). Если пришедшая команда не соответствует требованиям парсера, либо по каким-то причинам не может быть исполнена, формируется соответствующее сообщение, которое помещается в буфер. Буфер рассчитан на 2 сообщения. Очищается буфер двумя способами: вычитыванием по одному сообщению и командой *CLS. В случае, если буфер полон, и приходит еще одно сообщение, то сообщение, которое пришло в буфер последним, перетирается сообщением -350, "Queue overflow".

7.3.6 OUTPut[:STATe]

Команда включает либо выключает выходной сигнал, аналогично кнопке RF OUT ON/OFF на лицевой панели.

Параметры: Для включения используются параметры 1 или ON, для отключения – 0 или OFF.

Команда в форме запроса возвращает значения 0 или 1.

Примеры использования:

```
output on
outp off
outp:state 1
OUTPUT 0
OUTP:STAT?
```

7.3.7 OUTPut:ROSCillator[:STATe]

Команда включает либо отключает выход опорной частоты REF OUT на задней панели.

Параметры: Для включения используются параметры 1 или ON, для отключения – 0 или OFF.

Команда в форме запроса возвращает значения 0 или 1.

Примеры использования:

```
output:rosc on
outp:rosc off
outp:rosc:state 1
```

7.3.8 [SOURce:]FREQuency[:CW]

Команда задает частоту выходного сигнала.

Параметры: Параметр задается в форме `[+|-]float_num[E[+|-]int_num] [GHZ|MHZ|MAHZ|KHZ|HZ]`.

Единицей измерения по-умолчанию является HZ. Заданное значение будет округлено с точностью устройства – 10^{-4} . Если заданный параметр не укладывается в диапазон устройства, то будет применено граничное значение, сообщение об ошибке сформировано не будет.

Команда в форме запроса возвращает текущее значение частоты в герцах. Форма ответа: `[+|-]float_num`.

Примеры использования:

```
freq 2.1GHZ
frequency 21e-1ghz
sour:freq:cw 21E8
freq max
```

7.3.9 [SOURce:]POWer[:LEVel][:IMMEdiate][:AMPLitude]

Команда задает мощность выходного сигнала.

Параметры: Параметр задается в форме `[+|-]float_num[E[+|-]int_num] [DBM]`.

Единицей измерения по-умолчанию является DBM. Заданное значение будет округлено с точностью устройства – 10^{-2} . Если заданный параметр не укладывается в диапазон устройства, то будет применено граничное значение, сообщение об ошибке сформировано не будет.

Команда в форме запроса возвращает текущее значение уровня в дБм. Форма ответа: `[+|-]float_num`.

Примеры использования:

```
pow 5.1dbm
source:power 1.23
POWER 123E-2DBM
POW MAX
```

7.3.10 [SOURce:]PHASe[:ADJust]

Команда задает смещение по фазе выходного сигнала.

Параметры: Параметр задается в форме `[+|-]float_num[E[+|-]int_num] [DEGREE]`. Единицей измерения по-умолчанию является `DEGREE`. Заданное значение будет округлено с точностью устройства – 10^{-2} . Если заданный параметр не укладывается в диапазон устройства, то будет применено граничное значение, сообщение об ошибке сформировано не будет.

Команда в форме запроса возвращает текущее значение смещения фазы в градусах. Форма ответа: `[+|-]float_num`.

Примеры использования:

```
phas 90deg
PHASE 90DEG
phase:adj 90.1e-1
```

7.3.11 [SOURCE:]ROSCillator:SOURCE

Команда включает либо отключает вход внешней опорной частоты REF IN.

Параметры: Значение параметра может быть `INTERNAL` – используется внутренний опорный генератор, либо `EXTERNAL` – используется внешний сигнал опорной частоты.

Команда в форме запроса возвращает текущее состояние в форме: `INT|EXT`.

Примеры использования:

```
rosc:source INT
rocs:sour ext
```

7.3.12 [SOURCE:]ROSCillator:EXTERNAL:FREQUENCY

Команда задает значение внешней опорной частоты, подаваемой на вход REF IN.

Параметры: Параметр задается в форме `[+|-]float_num[E[+|-]int_num] [GHZ|MHZ|MAHZ|KHZ|HZ]`.

Единицей измерения по-умолчанию является `HZ`. Заданное значение будет округлено с точностью устройства – 10^{-4} . Если заданный параметр не укладывается в диапазон устройства, то будет применено граничное значение, сообщение об ошибке сформировано не будет.

Команда в форме запроса возвращает текущее значение частоты в герцах. Форма ответа: `[+|-]float_num`.

Примеры использования:

```
rosc:ext:freq 100MHZ
SOURCE:ROSC:EXTERNAL:FREQUENCY 32MHz
rosc:ext:freq DEF
```

7.3.13 MEASure[:SCALar]:TEMPerature?

Команда возвращает значение температуры выходного усилителя в блоке синтезатора частот в градусах Цельсия. Форма ответа: [+|-]float_num.

Примеры использования:

```
meas:scal:temp?  
meas:temp?
```

7.3.14 STATus:QUEStionable:CONDition?

Команда возвращает значение статуса состояния прибора. Форма ответа: integer_num. Значение 0 означает, что все в норме, 3-й бит означает, что установленная мощность выходного сигнала вне диапазона калибровки.

Примеры использования:

```
STAT:QUES:COND?  
8
```

8 Обновление прошивки

В состав прибора входит микроконтроллер (MCU), который управляет всеми СВЧ-узлами, графическим дисплеем и обработкой клавиатуры. Микроконтроллер имеет два типа энергонезависимой памяти: Flash, в которой хранится программа, и EEPROM, в которой хранится информация об устройстве, в т.ч. информация о текущей версии прошивки (программы для микроконтроллера). Поэтому обновление состоит из двух файлов в формате Intel Hex, один – для Flash, и второй – для EEPROM. Обновление прошивки осуществляется через интерфейс RS-232 или USB, подключаемый к порту персонального компьютера. Подключение по USB в приборе реализовано с помощью моста USB to UART и с точки зрения программного обеспечения компьютера представляет собой COM-порт, рис. 30. При данном способе подключения требуется установка драйвера⁹ моста (микросхема CP2102).

После установки драйвера при подключении устройства в списке оборудования компьютера появляется COM-порт, его номер указан в конце строки (рис. 30).

При включении питания прибор всегда переходит в режим обновления прошивки и ждет соответствующей команды от компьютера. Если в течение пол-секунды команда не приходит, прибор переходит в штатный режим работы и уже не реагирует на команды записи или чтения Flash и EEPROM, т.к. в штатном режиме работы интерфейсы RS-232 и USB служат

⁹Последнюю версию драйвера можно скачать с сайта компании [Silicon Labs](http://SiliconLabs.com)

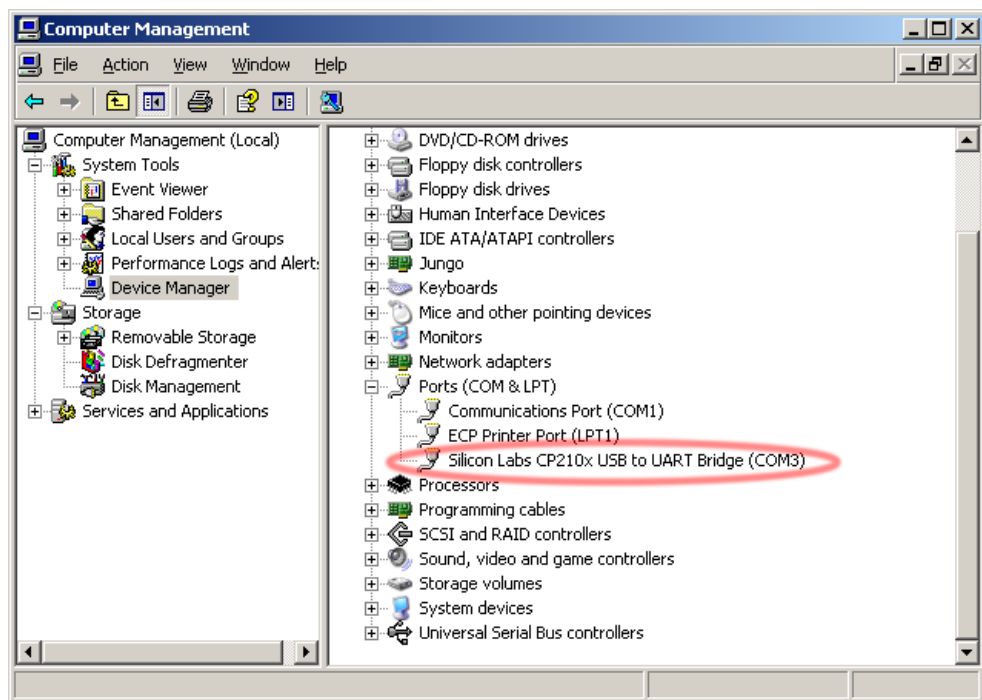


Рис. 30: Окно Device Manager (My Computer > Manage)

для удаленного управления прибором. Для обновления прошивки используется программа XMI Programmer (XMEGA Instrument Programmer)¹⁰, рис. 31. Последовательность действий следующая:

1. Выключить питание прибора;
2. Подключить прибор к персональному компьютеру через RS-232 или USB;
3. Запустить программу XMI Programmer;
4. Выбрать порт, нажать кнопку Connect. Если выбран не тот порт, нажать кнопку Stop, выбрать порт, нажать Connect;
5. Включить прибор. В течение одной секунды должно установиться соединение (строка Connecting... Ok!). Если этого не произошло то скорее всего выбран не тот порт, в таком случае нажмите Stop, выключите прибор, смените порт в выпадающем меню, нажмите Connect и включите прибор. Должна появиться надпись Connecting... Ok!;
6. Выберите пункт Write to MCU, флажок напротив пункта Rewrite All EEPROM Data оставьте невыделенным¹¹;
7. Выберите файлы прошивки для Flash и EEPROM;
8. Нажмите кнопку Go! Процесс обновления занимает около 30 секунд и включает в себя проверку записанных данных, результаты операций выводятся в окно программы;
9. После успешного выполнения можно закрыть программу.

Текущую прошивку можно сохранить в файлы, если выбрать пункт Read from MCU.

9 Утилизация

Для утилизации прибора, отслужившего свой срок, следует обратиться к ближайшему представительству компании, специализирующейся на утилизации электронного оборудования¹², либо связаться с нами по электронной почте sales@advantex.ru или телефону +7(495)721-47-74.

¹⁰Программа обновления прошивки поддерживает следующие операционные системы: WinXP, Vista, Windows 7.

¹¹Если этот пункт выделить, то будет переписана вся область памяти EEPROM, а не только та часть, которая содержит информацию о текущей версии прошивки. Т.е. индивидуальные данные прибора (серийный номер, время наработки, количество включений) будут стерты, что нежелательно

¹²Для поиска подобной компании достаточно воспользоваться системой поиска Yandex по ключевому запросу “утилизация электронного оборудования”

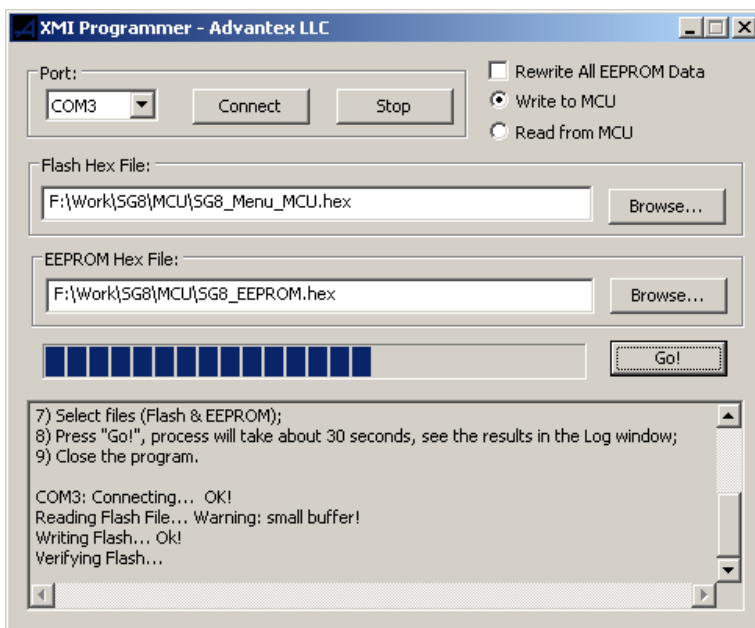


Рис. 31: Программа для обновления прошивки – XMI Programmer