



ВЕКТОРНЫЙ МОДУЛЯТОР AVM4-10M

Технические характеристики Rev. 1.0

ООО "АДВАНТЕХ"

29 декабря 2011 г.

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





Версии документа

Версия	Дата	Описание
1.0	29 декабря 2011 г.	Технические характеристики прибора на базе ВЧ-блока AVM4-20M-RF

Содержание

1	Краткое описание	5
1.1	Отличительные особенности	5
1.2	Основные характеристики	5
1.3	Система обозначений	6
1.4	Область применения	7
1.5	Органы управления и индикации	7
1.6	Структурная схема	9
2	Технические характеристики	10
2.1	Параметры выхода RF Out	10
2.2	Вход гетеродина LO	10
2.3	Входы I/Q	14
2.4	Модуляция	19
3	Интерфейсы управления	27
4	Эксплуатационные характеристики	27
5	Схема измерений	27

Список иллюстраций

1	Обозначение векторного модулятора	6
2	Лицевая панель векторного модулятора AVM4	7
3	Задняя панель векторного модулятора AVM4	8
4	Структурная схема блока квадратурного модулятора AVM4	9
5	Уровни сигнала на выходе RF Out от частоты (для заданных уровней от -30 до $+20$ дБм)	12
6	Абсолютная погрешность установки уровня в калиброванной области от частоты и установленного значения уровня	13
7	Точка пересечения IP_3 по выходу RF Out, двух-тоновый сигнал ($P \approx +10$ дБм, каждый тон)	14
8	КСВ и обратные потери выхода RF Out и входа LO от частоты	15
9	Время вкл./вык. выхода RF Out по сигналу на входе TRIG	16
10	Уровень шума от частоты гетеродина @ $P_{OUT} = -20$ до $+15$ дБм	16
11	Относительный уровень 2-й гармоники и продуктов модуляции от частоты @ $P_{OUT} = -20$ до $+10$ дБм	17



12	Относительный уровень 3-й гармоники и продуктов модуляции от частоты @ $P_{OUT} = -20$ до $+10$ дБм	17
13	Подавление несущей (не калиброванное) от частоты. Уровень сигнала на выходе в выкл. состоянии от частоты	18
14	АЧХ входов I/Q @ $f_{LO} = 100..300$ МГц	19
15	АЧХ входов I/Q @ $f_{LO} = 400..1500$ МГц	20
16	АЧХ входов I/Q @ $f_{LO} = 2..4$ ГГц	20
17	КСВ и обратные потери по входам I/Q	21
18	Подавление боковой полосы (sideband suppression) @ $P_{LO} = -10 \dots +12$ дБм	21
19	Подавление боковой полосы (sideband suppression) @ $P_{LO} = -10 \dots +12$ дБм (контурный график)	22
20	I/Q IMD_3 от частоты f_{IQ} @ $V_{IQ} = 0.4, 0.8, 1.6$ Вп-п	23
21	Спектральная плотность мощности сигнала QAM-256 @ $P_{OUT} = 0, +10, +16$ дБм (30 Msym/s, RC, $\beta = 0.2$)	23
22	Созвездие QAM-256 @ $f_{LO} = 100$ МГц ($P_{LO} = +13$ дБм, $P_{OUT} = 0$ дБм, 30 Msym/s, RC, $\beta = 0.2$)	24
23	Созвездие QAM-256 @ $f_{LO} = 1$ ГГц ($P_{LO} = 0$ дБм, $P_{OUT} = 0$ дБм, 30 Msym/s, RC, $\beta = 0.2$)	24
24	Созвездие QAM-256 @ $f_{LO} = 4$ ГГц ($P_{LO} = +7.4$ дБм, $P_{OUT} = 0$ дБм, 30 Msym/s, RC, $\beta = 0.2$)	25
25	Спектральная плотность мощности сигнала MSK (10 Msym/s)	25
26	Созвездие сигнала MSK (10 Msym/s)	27
27	Глазковая диаграмма демодулированной частоты MSK сигнала (10 Msym/s)	28
28	Созвездие сигнала 8PSK @ $P_{OUT} = 0$ дБм (30 Msym/s, $f_{LO} = 1$ ГГц)	29
29	Созвездие сигнала 8PSK @ $P_{OUT} = +19$ дБм (30 Msym/s, $f_{LO} = 1$ ГГц)	29
30	Схема измерения АЧХ I/Q каналов	31
31	Схема измерения IMD_3 входов I/Q	31
32	Схема измерения OIP_3	31
33	Схема измерения подавления боковой полосы (sideband) и несущей (LO suppression)	32

Список таблиц

1	Описание обозначений маркировки	6
2	Параметры сигнала RF Out	11
3	Характеристики входа гетеродина LO	14
4	Характеристики входов I/Q	18
5	Характеристики качества модуляции для сигнала QAM64 10 Msym/s	26
6	Сигналы интерфейса RS-232 для подключения к СОМ-порту компьютера	28
7	Эксплуатационные характеристики	30

1 Краткое описание

1.1 Отличительные особенности

- Широкая полоса I/Q каналов
- Высокая точность установки мощности выходного сигнала
- Фильтрация выходного сигнала
- Регулировка подавления несущей
- Небольшие габаритные размеры
- Невысокая стоимость

1.2 Основные характеристики

Ниже в сжатом виде представлены основные характеристики (типичные значения). Подробные параметры и дополнительные условия для указанных значений приведены в разделе 2 на с. 10.

- Диапазон частот: **0.1 – 4 ГГц**
- Полоса I/Q: **DC – 500 МГц**
- Уровень на входах I/Q (ном.): **0.8 Вп-п @ 50Ω**
- Подавление бокового канала I/Q (sideband suppression), калибров.: **–40..–60 дБ**
- Точка децибельной компрессии выходного каскада P_{1dB} : **+20 дБм**
- Диапазон перестройки уровня выходного сигнала: **–30.. +20 дБм**
- Абсолютная погрешность установки уровня: **±0.2 дБ**
- Шаг установки уровня: **0.05 дБ**
- Точка IP_3 по выходу: **+27 дБм**
- Уровень шума: **–120 дБм/Гц @ $P_{OUT}=0$ дБм**
- Уровень сигнала на входе LO (гетеродин): **–10..+10 дБм**
- Подавление несущей (калибров.): **–60 дБ**
- Интерфейсы внешнего управления: **RS-232, USB**
- Формат команд: **SCPI**
- Диапазон рабочих температур: **0..+40°C**
- Габаритные размеры (ном.): В x Ш x Г: **2U x 42HP($\frac{1}{2}$ 19") x 315 мм**

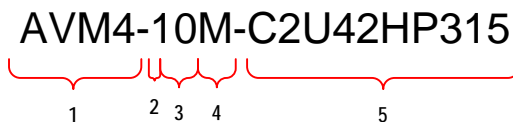


Рис. 1: Обозначение векторного модулятора

Таблица 1: Описание обозначений маркировки

Обозначение	Описание
Позиция 1. Модель прибора	
AVM4	Аналоговый векторный (Analog Vector Modulator), до 4 ГГц
Позиция 2. Аппаратные опции	
(пусто)	Базовая конфигурация
Позиция 3. Номер модификации	
10	Номер модификации изделия ^①
Позиция 4. Программные опции и варианты сборки ^②	
M	Базовая конфигурация ^③
Позиция 5. Исполнение (тип корпуса) ^④	
C2U42HP315	Корпус ("С"), высота 2U (88.9 мм), ширина 42HP (213.36 мм), глубина 315 мм

① Номер модификации увеличивается при изменениях, затрагивающих функциональные характеристики прибора

② Вариант сборки печатных плат, прошивки программируемой логики и микроконтроллеров

③ Основной (базовая конфигурация) вариант сборки и прошивки

④ По требованию возможна поставка без корпуса (в виде набора блоков: квадратурный модулятор, блок вторичного питания, плата управления)

1.3 Система обозначений

Полное название прибора состоит из следующих частей (рис. 1).

1. название модели прибора
2. аппаратные опции, тип модификации
3. номер модификации
4. вариант сборки
5. исполнение (тип корпуса)

В таблице 1 дано описание позиций и возможные дополнительные опции. В название они вписываются в том же порядке, что и в таблице.

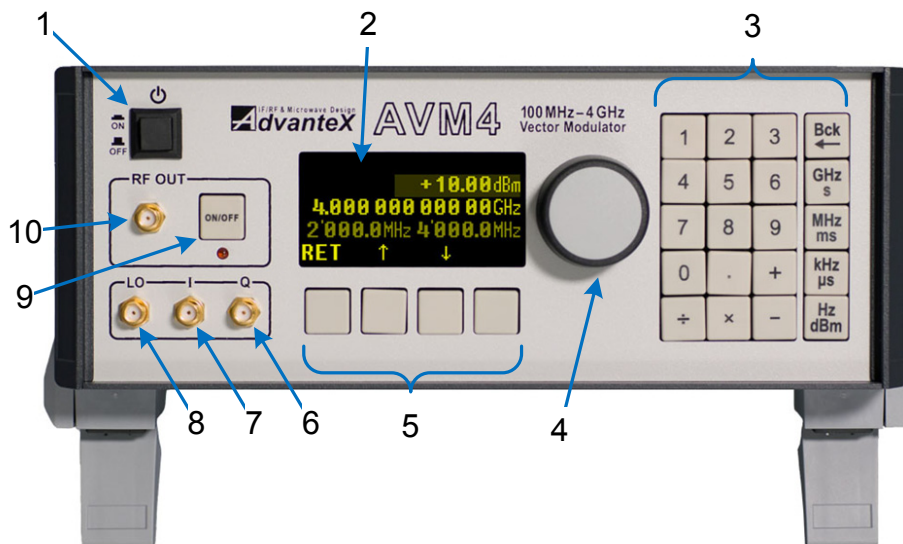


Рис. 2: Лицевая панель векторного модулятора AVM4

1.4 Область применения

Прибор в основном предназначен для тестирования и отладки оборудования в следующих областях:

- Сверх-широкополосные цифровые беспроводные системы связи;
- Формирование предсказаний и петли обратной связи по I/Q для мощных усилителей и передатчиков;
- В качестве широкополосного управляемого фазо-сдвигателя с диапазоном перестройки 360° во всей полосе частот.

1.5 Органы управления и индикации

На рисунке 2 приведен вид лицевой панели прибора.

1. Power ON/OFF – вкл./выкл. питания (выключает вторичный блок питания);
2. графический дисплей типа OLED;
3. цифровая клавиатура;
4. ручка плавной регулировки уровня выходного сигнала, смещений и т.д.;
5. кнопки контекстного меню;

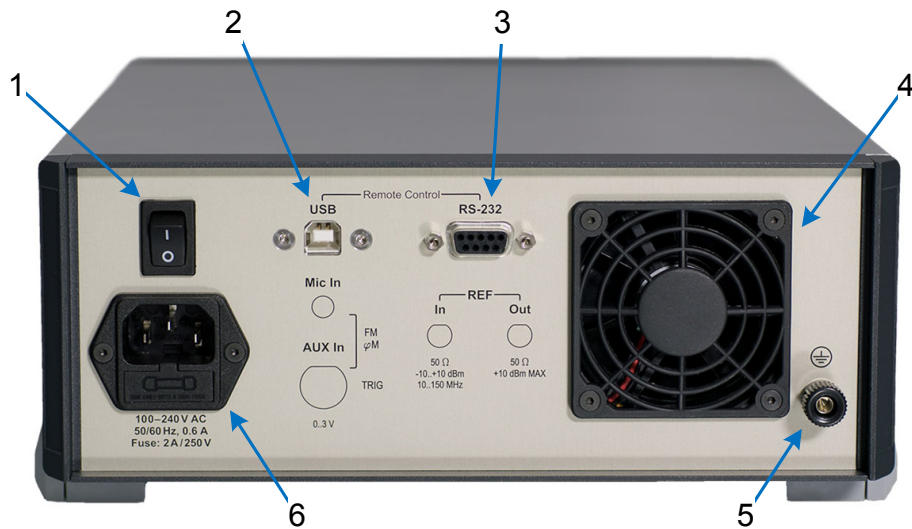


Рис. 3: Задняя панель векторного модулятора AVM4

6. вход Q, разъем типа SMA;
7. вход I, разъем типа SMA;
8. вход LO (гетеродин), разъем типа SMA;
9. RF ON/OFF – вкл./выкл. ВЧ-сигнала с LED индикатором;
10. RF Out – выход ВЧ-сигнала, разъем типа SMA.

На задней панели расположены следующие элементы (рис. 3):

1. общий выключатель питания AC;
2. разъем USB, тип B (для внешнего управления);
3. RS-232 – интерфейс управления через COM-порт компьютера, разъем типа D-sub, 9-pin, female;
4. вентилятор;
5. GND – клемма заземления;
6. разъем сетевого питания AC с предохранителем.

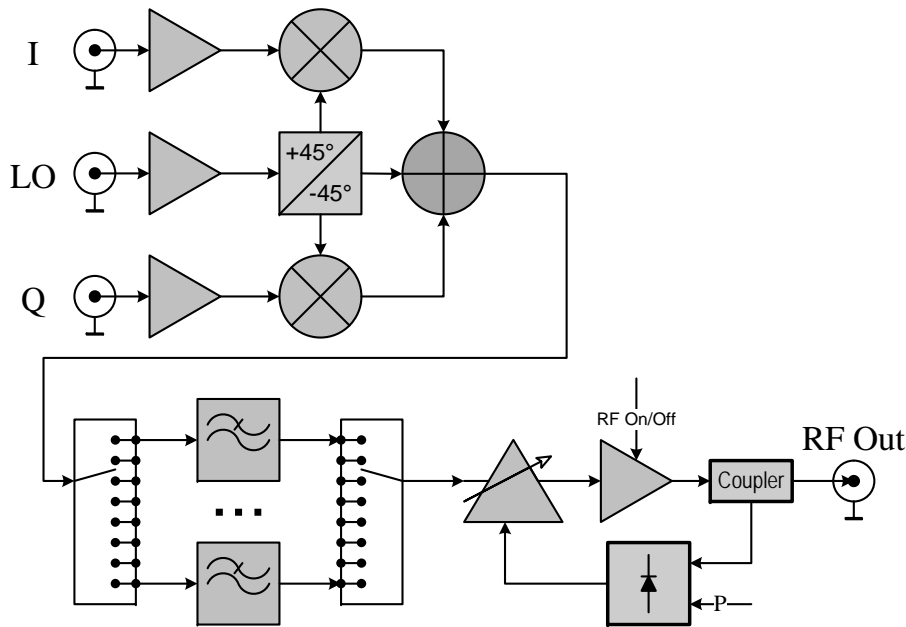


Рис. 4: Структурная схема блока квадратурного модулятора AVM4

1.6 Структурная схема

На рисунке 4 приведена структурная схема ВЧ-блока прибора. Он представляет собой обычный квадратурный модулятор с дополнительным набором функциональных возможностей:

- Выходной каскад позволяет выдать достаточно мощный сигнал для подачи непосредственно на выходной усилитель без использования внешнего предусилителя;
- Система автоматической подстройки уровня выходного сигнала с цифровой коррекцией, размещенная непосредственно на выходе прибора, позволяет получить высокую точность установки мощности выходного сигнала;
- Фильтрация продуктов гетеродина 2-го и 3-го порядка за счет блока переключаемых фильтров, перекрывающего весь частотный диапазон прибора;
- Регулируемые смещения каналов I/Q для дополнительного подавления несущей.



2 Технические характеристики

2.1 Параметры выхода RF Out

При работе с прибором требуется ввести два параметра – выходной уровень и частоту гетеродина. Не смотря на то, что сигнал гетеродина подается от внешнего источника, значение его частоты используется алгоритмами микроконтроллера для расчета коррекции уровня выходного сигнала и выбора фильтра с требуемой граничной частотой. Эти фильтры служат для подавления продуктов модуляции гетеродина второго и третьего порядков. Следует также иметь в виду, что при работе вблизи частоты среза выбранного фильтра, эта фильтрация может привести к уменьшению полосы I/Q каналов. В таком случае можно задать частоту в приборе чуть выше, чем есть на самом деле. Это приведет к расширению полосы за счет включения более широкополосного фильтра, но также приведет и к меньшему подавлению продуктов модуляции гетеродина и большей погрешности уровня выходного сигнала. На рисунках 14, 15 и 16 приведены АЧХ каналов с автоматическим выбором фильтров. Если вам требуется более широкая полоса I/Q каналов – воспользуйтесь методом, описанным выше.

Параметры ВЧ-сигнала приведены в таблице 2.

2.2 Вход гетеродина LO

Подавление несущей можно отрегулировать с помощью смещения каналов I и Q (см. Руководство по эксплуатации). На рисунке 13 показано некалиброванное значение подавления несущей, т.е. при нулевых смещениях, заданных в меню прибора. Регулируя эти параметры, можно добиться существенного улучшения подавления несущей при заданном уровне и частоте сигнала гетеродина.

Фазовая квадратурная ошибка может быть отрегулирована с помощью уровня сигнала гетеродина, подаваемого на вход LO. На рисунке 18 и 19 показано подавление боковой полосы (sideband suppression) от частоты при различном уровне сигнала гетеродина. Остальные параметры представлены в таблице 3.

Таблица 2: Параметры сигнала RF Out

Параметр	Условия	мин.	тип.	макс.	Ед.
Диапазон частот	по уровню -3 дБ	40		4400	МГц
Диапазон перестройки уровня (рис. 5)		-30		$+20$	дБм
Шаг перестройки уровня			0.05		дБ
Абсолютная погрешность уровня (рис. 6)	$-10 \leq P_{OUT} \leq +10$ дБм		± 0.1	± 0.3	дБ
	в диапазоне калибровки		± 0.2	± 0.5	
Температурный уход уровня			0.01		дБ/°C
Область калибровки (рис. 5)	верхняя граница области калибровки	$+13$		$+18$	дБм
	нижняя граница области калибровки	-20		-15	
Точка децибелной компрессии P_{1dB}	2 ГГц	$+18$	$+20$		дБм
Точка пересечения IP_3 (рис. 7)	от 100 МГц до 4 ГГц		$+27$		дБм
КСВ (RF Out @ нагрузка 50Ω), рис. 8			1.9		
Время переходного процесса установки уровня			100		мс
Время вкл./выкл. выхода RF Out (рис. 9)	от момента фронта сигнала на входе TRIG		0.1		мс
Уровень шума @ $P_{OUT} = 0$ дБм (рис. 10)	100 МГц		-117		дБм/Гц
	1 ГГц		-124		
	4 ГГц		-128		
Уровень 2-й гармоники и продуктов модуляции @ $P_{OUT} = 0$ дБм (рис.11)	100 МГц		-31		дБ
	1 ГГц		-44		
	4 ГГц		-44		
Уровень 3-й гармоники и продуктов модуляции @ $P_{OUT} = 0$ дБм (рис.12)	100 МГц		-43		дБ
	1 ГГц		-66		
	4 ГГц		-85		
Допустимое постоянное смещение на выходе RF Out		0		8	В
Уровень сигнала на выходе RF Out при выключенном состоянии (рис. 13)		-40		-65	дБм

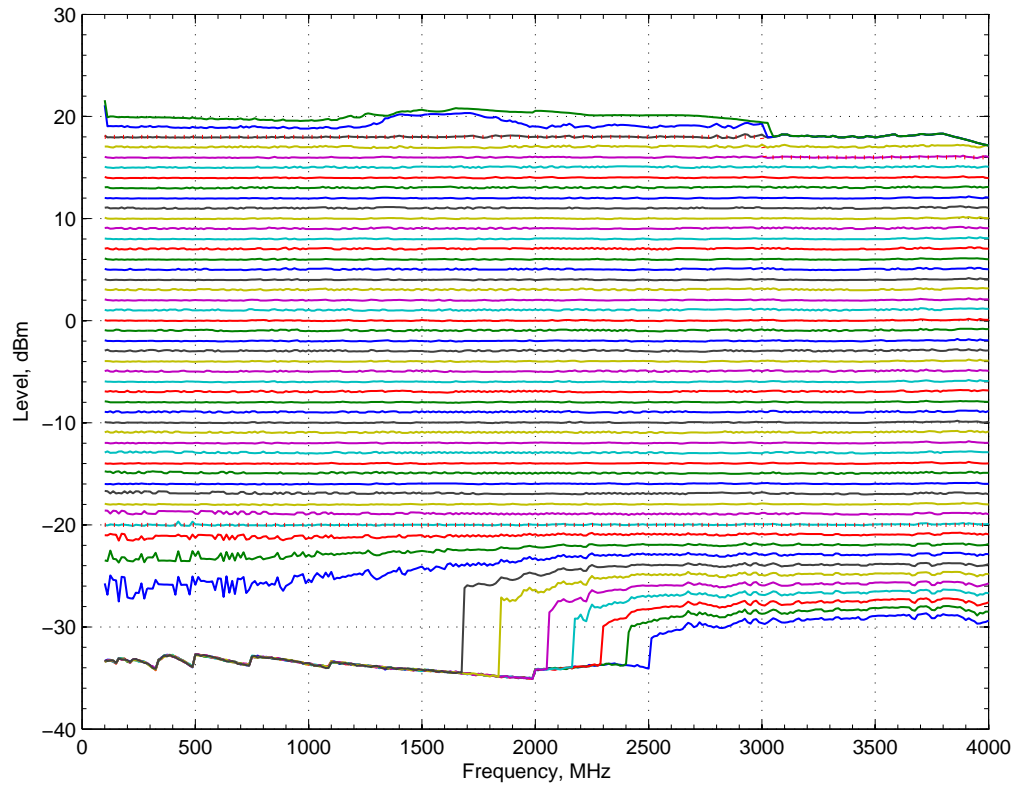


Рис. 5: Уровни сигнала на выходе RF Out от частоты (для заданных уровней от -30 до +20 дБм)

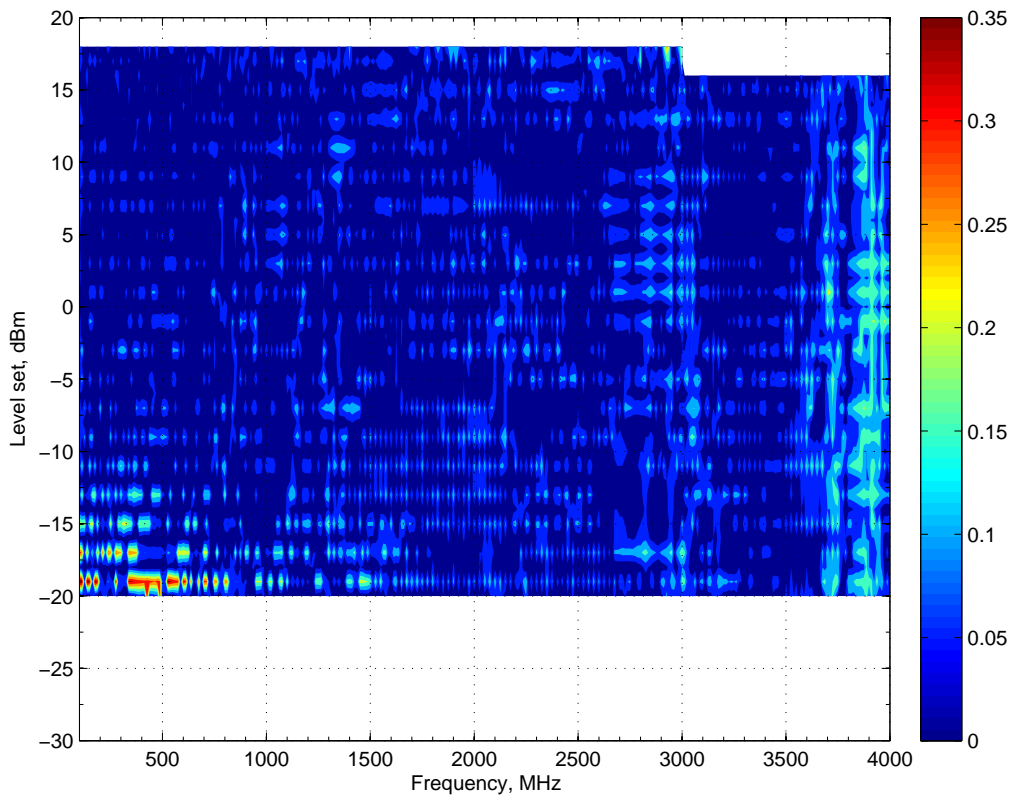


Рис. 6: Абсолютная погрешность установки уровня в калиброванной области от частоты и установленного значения уровня

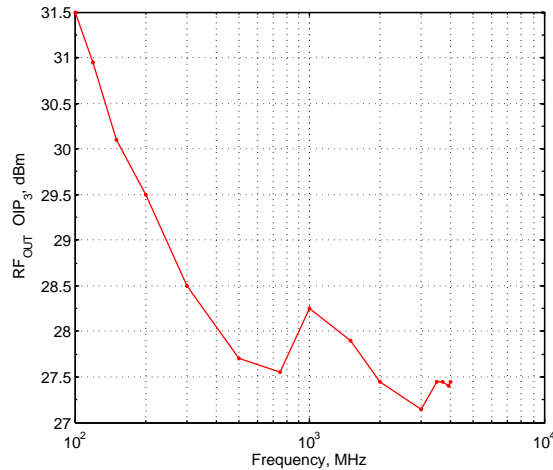


Рис. 7: Точка пересечения IP_3 по выходу RF Out, двух-тоновый сигнал ($P \approx +10$ дБм, каждый тон)

Таблица 3: Характеристики входа гетеродина LO

Параметр	Условия	мин.	тип.	макс.	Ед.
Диапазон частот		100		4000	МГц
КСВ (вход LO @ 50Ω), рис. 8	от 500 МГц до 4 ГГц		1.5		
	от 100 МГц до 500 МГц			3	
Уровень сигнала на входе LO		-10	0	+10	дБм
Подавление несущей LO относительно RF Out (рис. 13)	не калиброванное (@ $P_{LO} = 0$ дБм)	-60	-40	-25	дБ
	калиброванное			-60	

2.3 Входы I/Q

Входы I/Q работают от DC и рассчитаны на работу с источниками с выходным сопротивлением 50 Ом. Развязка по постоянному току приводит к некоторому ухудшению подавления несущей, т.к. несогласованное сопротивление источника изменяет смещение I/Q входов. В таком случае следует использовать настройки смещения в приборе, чтобы скорректировать подавление несущей. Параметры, относящиеся к I/Q входам, приведены в таблице 4.

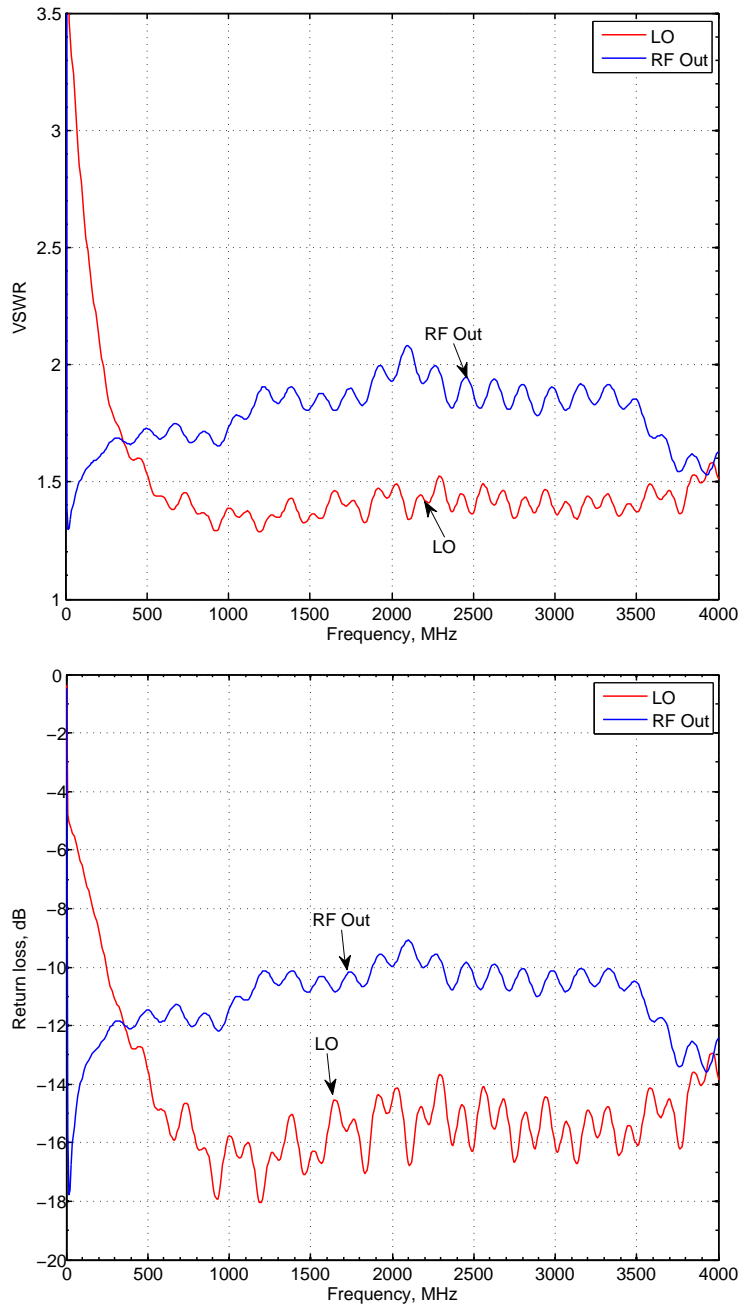


Рис. 8: КСВ и обратные потери выхода RF Out и входа LO от частоты

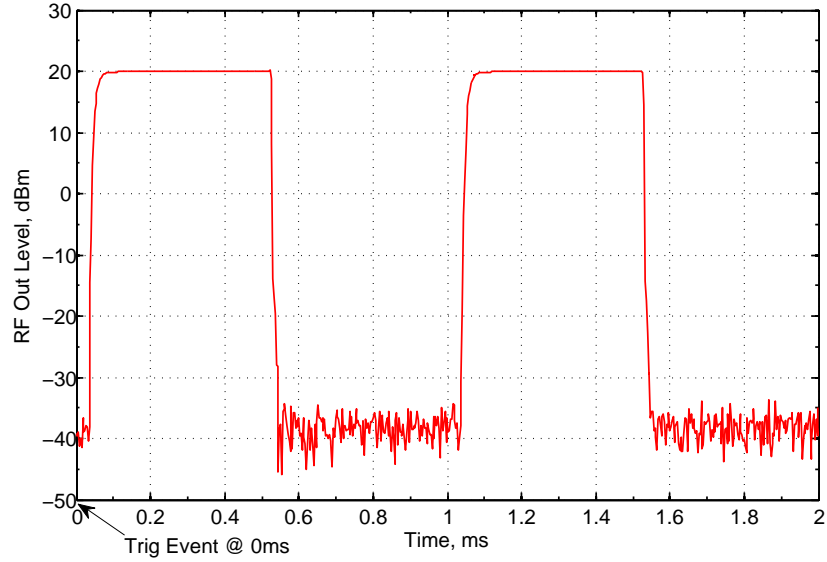


Рис. 9: Время вкл./вык. выхода RF Out по сигналу на входе TRIG

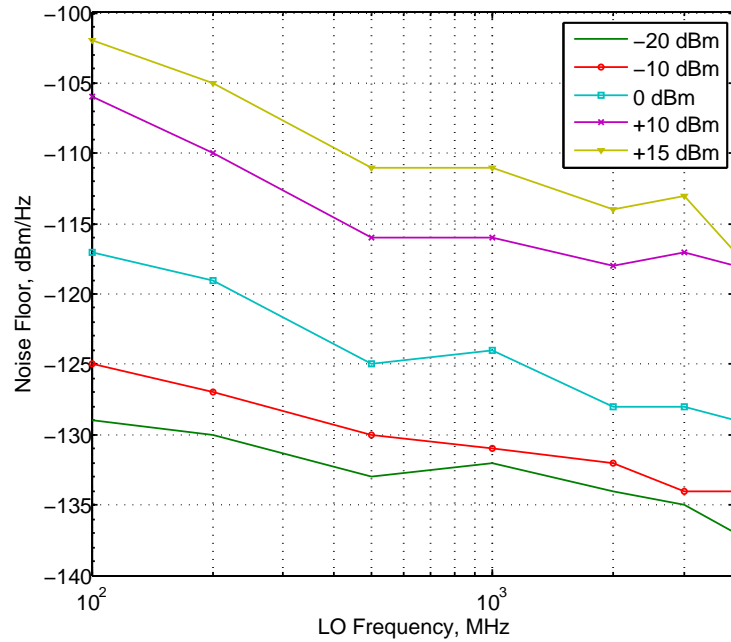


Рис. 10: Уровень шума от частоты гетеродина @ $P_{OUT} = -20$ до +15 дБм

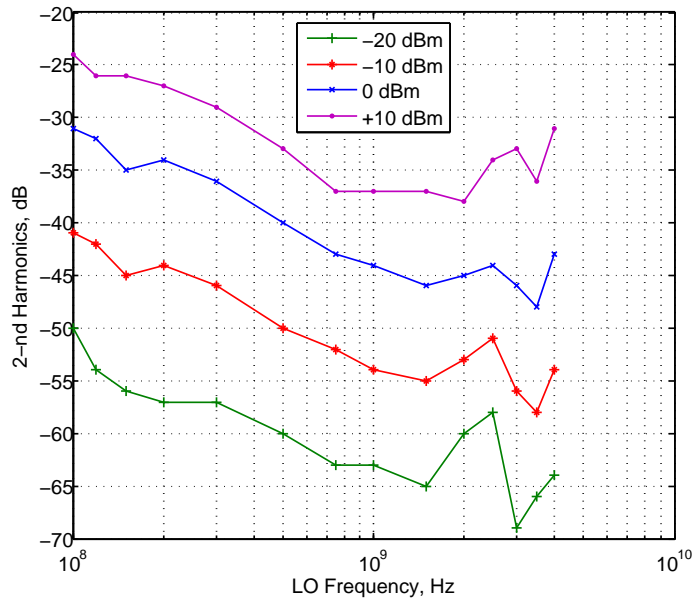


Рис. 11: Относительный уровень 2-й гармоника и продуктов модуляции от частоты @ $P_{OUT} = -20$ до $+10$ дБм

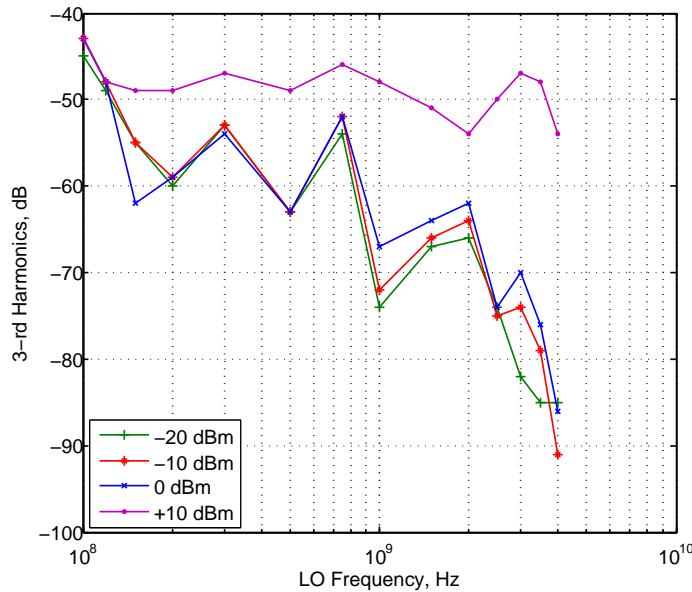


Рис. 12: Относительный уровень 3-й гармоника и продуктов модуляции от частоты @ $P_{OUT} = -20$ до $+10$ дБм

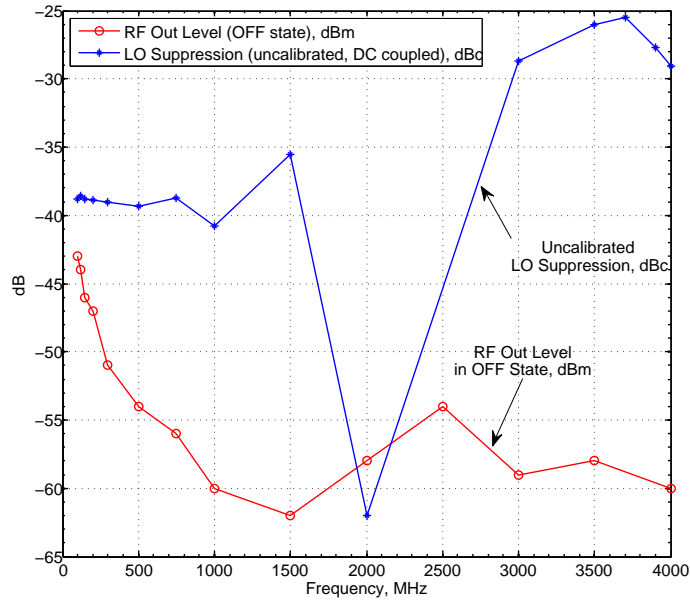


Рис. 13: Подавление несущей (не калиброванное) от частоты. Уровень сигнала на выходе в выкл. состоянии от частоты

Таблица 4: Характеристики входов I/Q

Параметр	Условия	мин.	тип.	макс.	Ед.
Полоса частот	может быть ограничена выходным фильтром, см. рис. 14, 15, 16	DC		500	МГц
КСВ (по входам I/Q @ 50Ω), рис. 17	@ 100 МГц		1.1		
Неравномерность АЧХ	от DC до 100 МГц, $F_{LO} > 500$ МГц		1.5		дБп-п
	во всей полосе I/Q			6	
Подавление боковой полосы (sideband suppression), рис. 18, 19	не калиброванное (@ $P_{LO} = 0$ дБм)	-60	-40	-20	дБ
	калиброванное		-60		
Двух-тоновая интермодуляция по входам I/Q IMD_3 @ $V_{IQ} = 0.8$ Вп-п (рис. 20)	$f_{IQ} = 200$ МГц		-40		дБ
Уровень сигнала на входах I/Q	на нагрузке @ 50Ω		0.8	1.6	Вп-п
Разбаланс усиления между входами I/Q			0.02		дБ

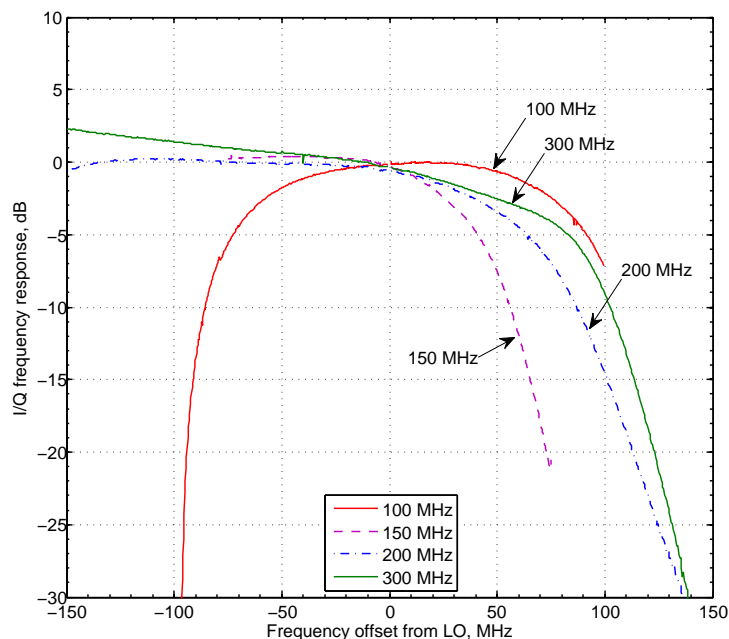


Рис. 14: АЧХ входов I/Q @ $f_{LO}=100..300$ МГц

2.4 Модуляция

Прибор прежде всего ориентирован на применение в широкополосных системах. Его характеристики позволяют формировать сигналы со сложными видами модуляции. На рисунке 25 приведена спектральная плотность мощности QAM сигнала при различных уровнях на выходе – эти графики отображают влияние нелинейности на параметр АСП (Adjacent Channel Power). На рисунках 22, 23 и 24 показано созвездие сигнала QAM265 на выходе RF Out при различных несущих – 100 МГц, 1 ГГц и 4 ГГц. В этих конкретных случаях EVM (Error Vector Magnitude) равен 0.96, 1 и 1.96% соответственно.

На рисунках 25, 26 и 27 показаны спектр, созвездие и глазковая диаграмма демодулированного MSK сигнала. На рисунках 28 и 29 показаны созвездия сигнала 8PSK для уровня 0 и +19 дБм. В последнем случае выходной каскад прибора находится в насыщении. Тем не менее даже в этом случае, как видно из графика, сигналы типа FSK и PSK имеют достаточное качество для нормальной демодуляции.

В таблице 5 представлены модуляционные характеристики ¹, в качестве примера выбран сигнал QAM64 10 Msym/s при различных значениях несущей.

¹Данные измерены с помощью анализатора сигналов R&S FSV7

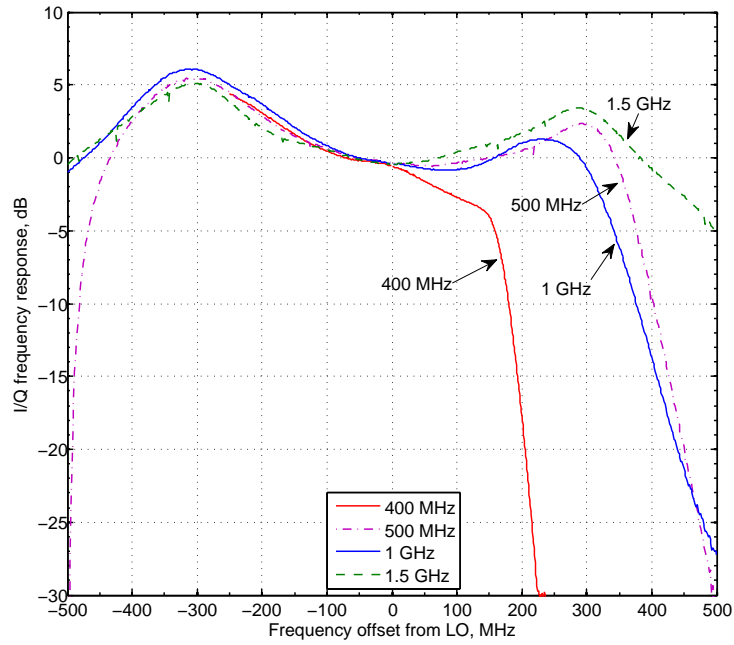


Рис. 15: АЧХ входов I/Q @ $f_{LO}=400..1500$ МГц

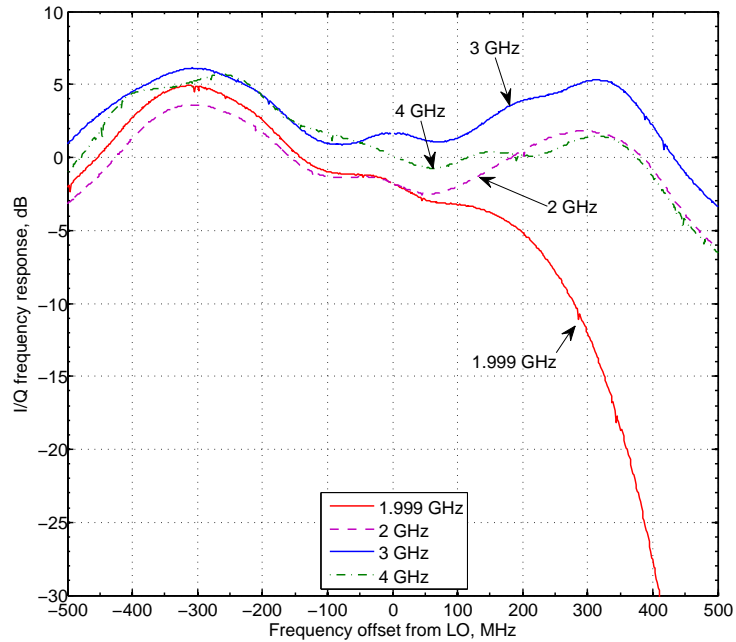


Рис. 16: АЧХ входов I/Q @ $f_{LO}=2..4$ ГГц

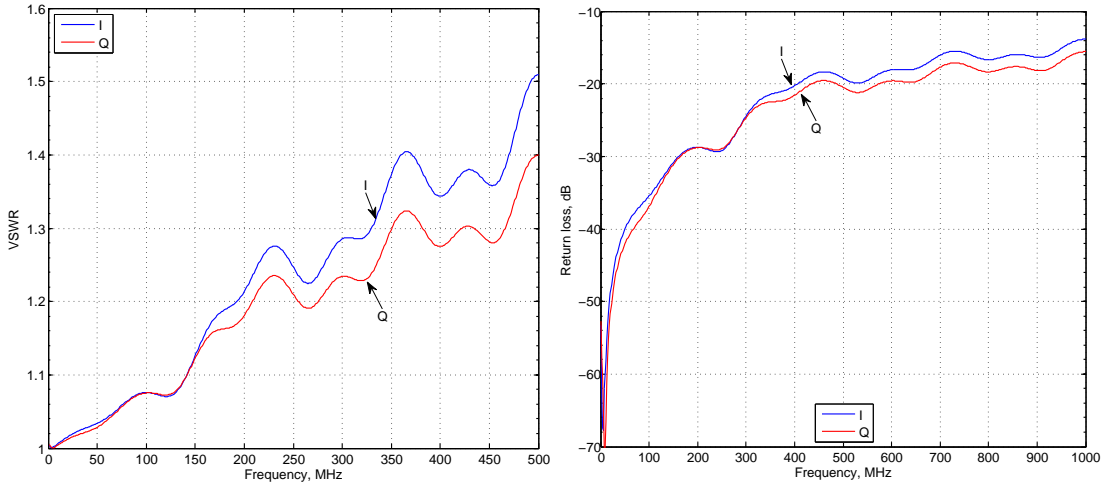


Рис. 17: КСВ и обратные потери по входам I/Q

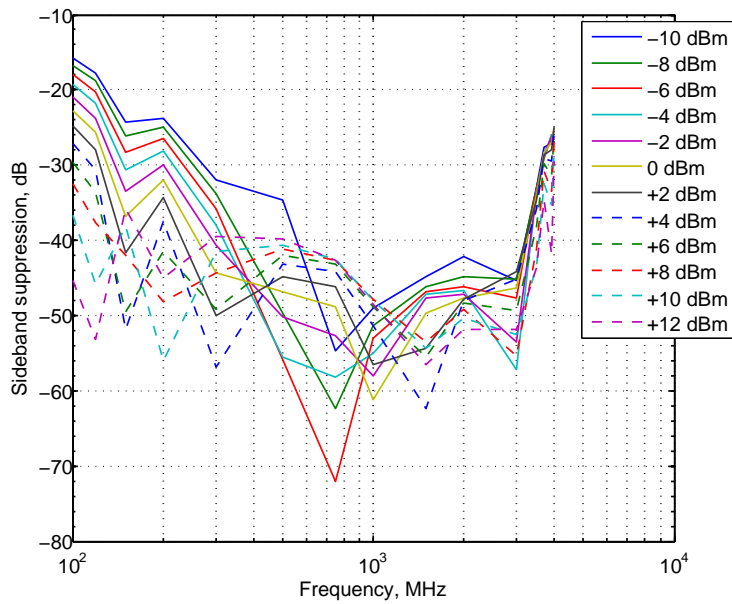


Рис. 18: Подавление боковой полосы (sideband suppression) @ $P_{LO} = -10 \dots +12$ дБм

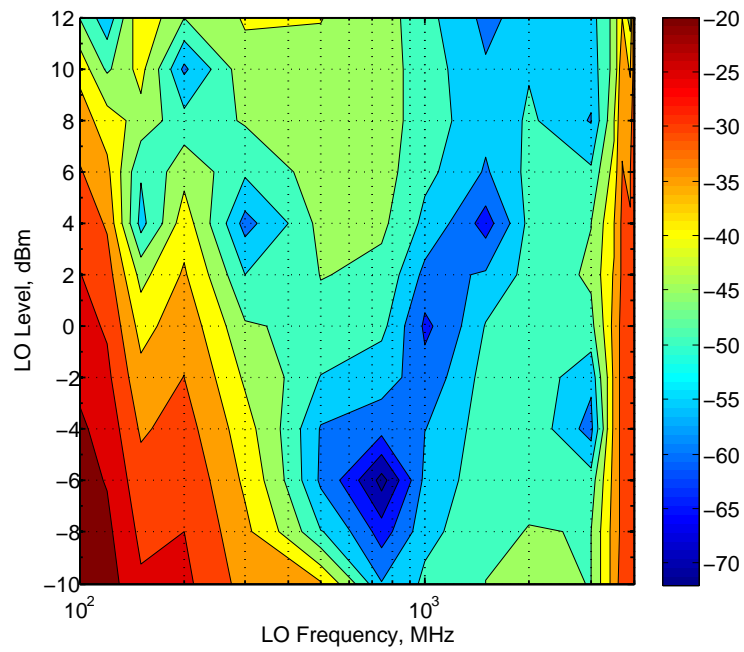


Рис. 19: Подавление боковой полосы (sideband suppression) @ $P_{LO} = -10 \dots +12$ дБм (контурный график)

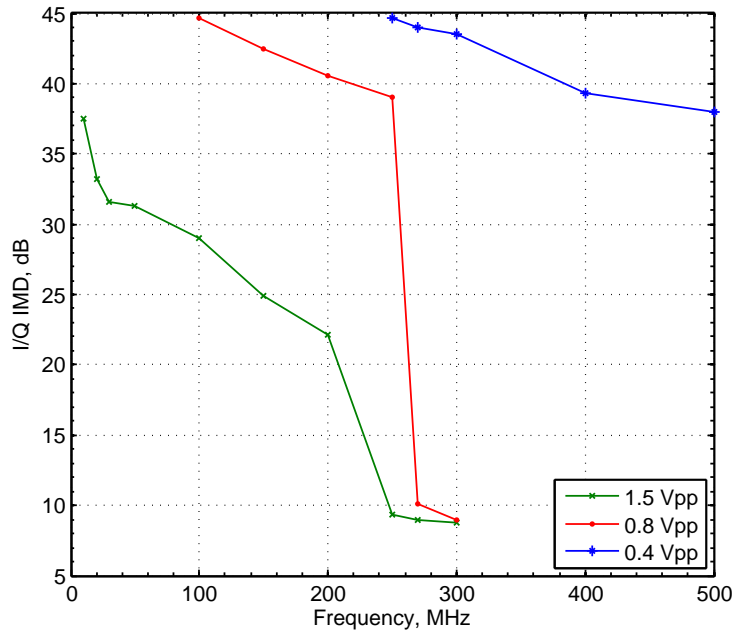


Рис. 20: I/Q IMD_3 от частоты f_{IQ} @ $V_{IQ}=0.4, 0.8, 1.6$ Вп-п

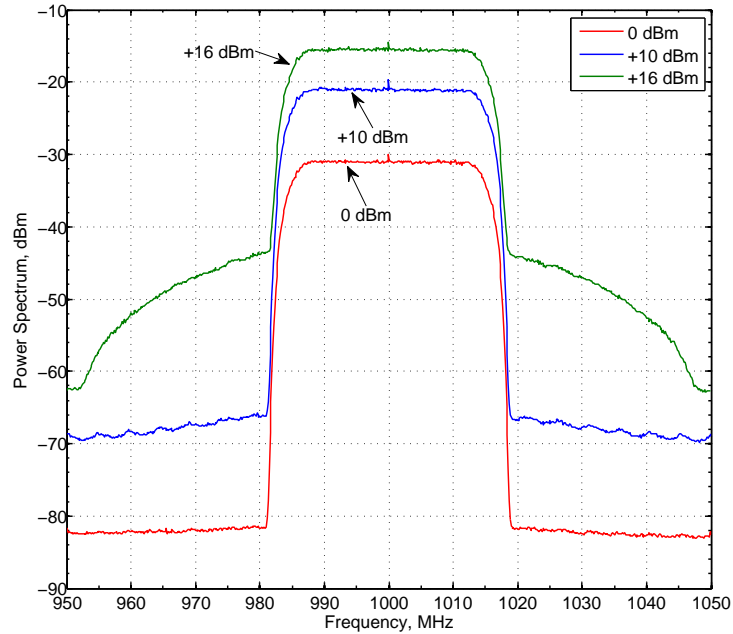


Рис. 21: Спектральная плотность мощности сигнала QAM-256 @ $P_{OUT}=0, +10, +16$ дБм (30 Msym/s, RC, $\beta = 0.2$)

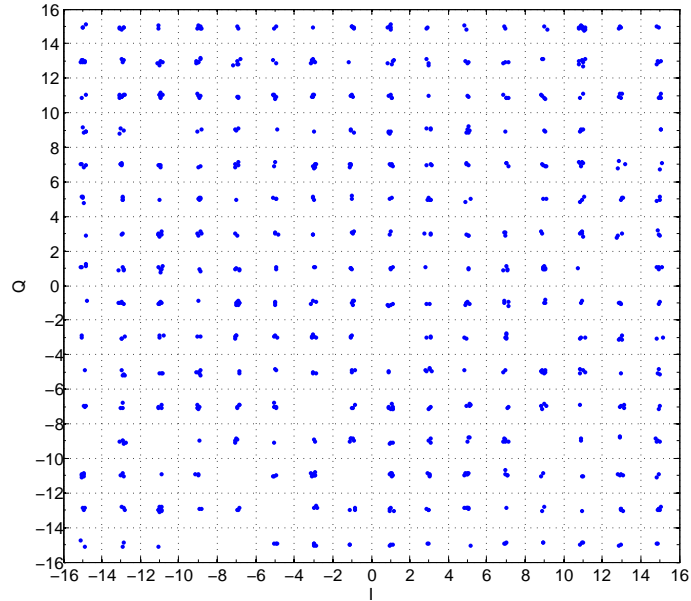


Рис. 22: Созвездие QAM-256 @ $f_{LO}=100$ МГц ($P_{LO}=+13$ дБм, $P_{OUT}=0$ дБм, 30 Msym/s, RC, $\beta = 0.2$)

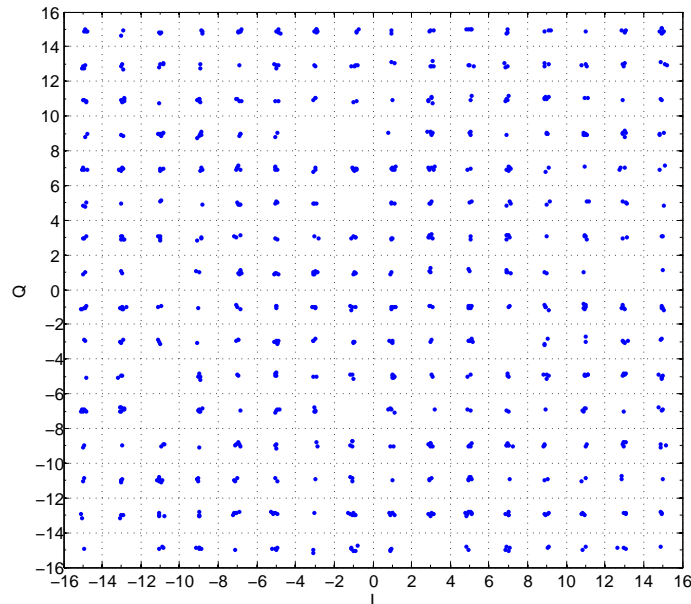


Рис. 23: Созвездие QAM-256 @ $f_{LO}=1$ ГГц ($P_{LO}=0$ дБм, $P_{OUT}=0$ дБм, 30 Msym/s, RC, $\beta = 0.2$)

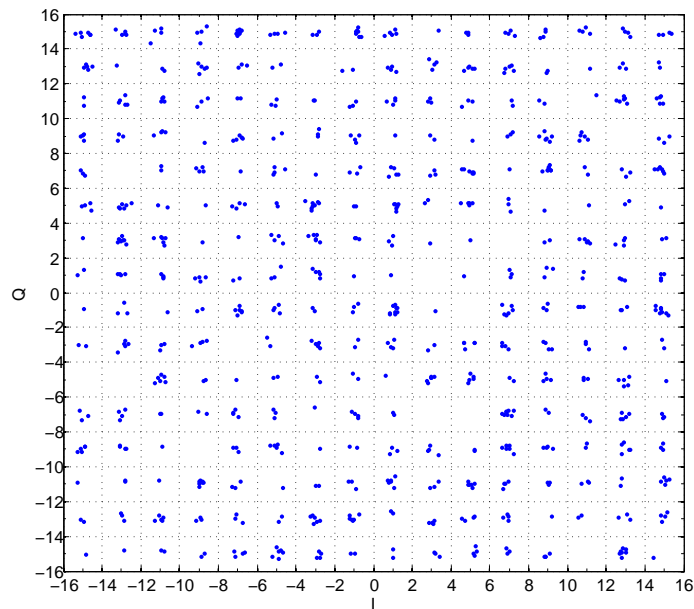


Рис. 24: Созвездие QAM-256 @ $f_{LO}=4$ ГГц ($P_{LO}=+7.4$ дБм, $P_{OUT}=0$ дБм, 30 Msym/s, RC, $\beta = 0.2$)

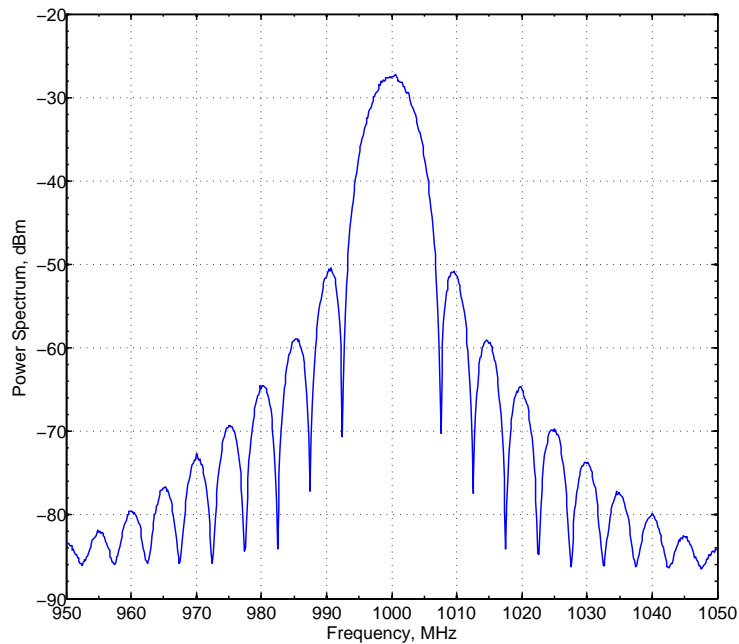


Рис. 25: Спектральная плотность мощности сигнала MSK (10 Msym/s)



Таблица 5: Характеристики качества модуляции для сигнала QAM64 10 Msym/s

f_{LO} , GHz	EVM RMS, %	Phase Error RMS, deg	I/Q Offset, dB	Gain Imbalance, dB	Quadrature Error, deg
0.1	5.9 (0.48)	2.19 (0.3)	-31 (-58)	0.01 (0)	6.79 (0.03)
0.12	4.7 (0.47)	1.7 (0.3)	-31 (-60)	0.03 (0.02)	5.3 (0.03)
0.15	2.25 (1.58)	1.2 (1.0)	-31 (-60)	0.03 (0.02)	1.9 (0.02)
0.2	1.76 (0.87)	0.79 (0.58)	-31 (-59)	0.03 (0.02)	1.76 (0.02)
0.3	1.0	0.65	-31	0.03	0.04
0.5	0.64	0.33	-31	0.03	0.47
0.75	0.87	0.39	-30	0.02	0.83
1	0.5	0.3	-32	0.02	0.19
1.5	0.48	0.28	-27	0.02	0.09
2	0.8	0.45	-58	0.02	0.49
3	1	0.45	-20	0.02	0.8
3.5	4.5 (0.95)	2 (0.45)	-18 (-63)	0.04	1.5 (0.75)
3.7	10 (0.7)	6 (0.44)	-22 (-64)	0.2 (0.05)	2.6 (0.04)
3.9	6.5 (0.6)	3.3 (0.37)	-21 (-58)	0.1 (0.03)	2 (0.11)
4	4.5 (0.78)	1.8 (0.48)	-21 (-58)	0.05 (0.02)	3.8 (0.06)

* В скобках показаны значения при калиброванном гетеродине и смещениях I/Q

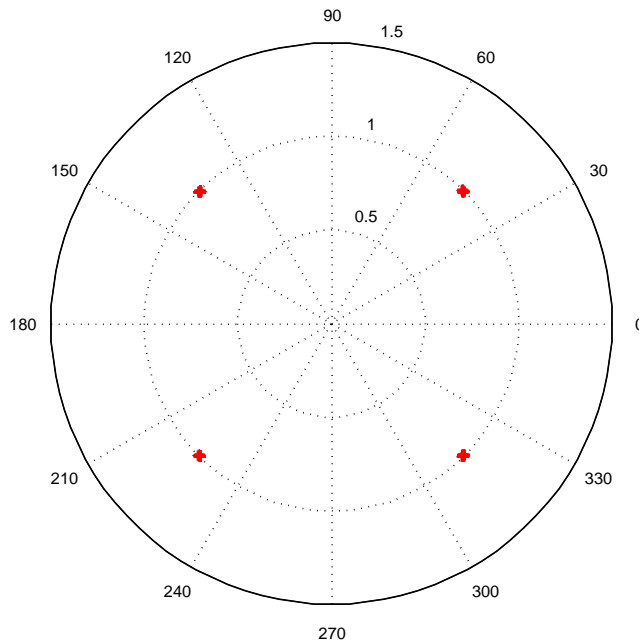


Рис. 26: Созвездие сигнала MSK (10 Msym/s)

3 Интерфейсы управления

В генераторе предусмотрены интерфейсы RS-232 и USB. Любой из них может быть использован как для управления по протоколу SCPI, так и обновления прошивки контроллера, управляющего узлами генератора. Для подключения компьютера через USB используется стандартный драйвер моста USB-to-UART мс. CP2102, последнюю версию которого можно скачать с сайта производителя Silicon Labs – www.silabs.com.

Для интерфейса RS-232 используется разъем типа 9-pin D-sub, female. Назначение контактов приведено в таблице 6.

4 Эксплуатационные характеристики

В таблице 7 приведены основные эксплуатационные характеристики.

5 Схема измерений

На рисунке 30 представлена схема измерения АЧХ I/Q каналов. Синусоидальный сигнал с относительно малой частотой ($\Delta f=100$ кГц) и нормальной амплитудой ($V_{IQ}=0.8$ Вп-п) подается на один из каналов. Сигнал, подаваемый на второй канал (тот, что измеряется), должен иметь амплитуду

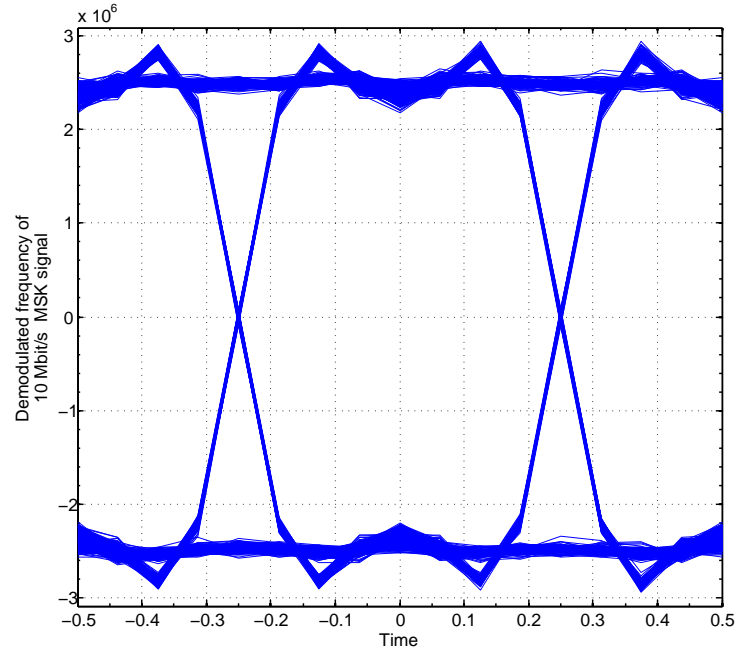


Рис. 27: Глазковая диаграмма демодулированной частоты MSK сигнала (10 Msum/s)

Таблица 6: Сигналы интерфейса RS-232 для подключения к COM-порту компьютера

PC (9-pin D-sub Male)		AVM4 (9-pin D-sub Female)	
Сигнал	№ конт.	№ конт.	Сигнал
DCD	1	1	соединен с контактами 4 и 6
RxD	2	2	TxD
TxD	3	3	RxD
DTR	4	4	соединен с контактами 1 и 6
GND	5	5	GND
DSR	6	6	соединен с контактами 1 и 4
RTS	7	7	соединен с контактом 8
CTS	8	8	соединен с контактом 7
RI	9	9	не подсоединен

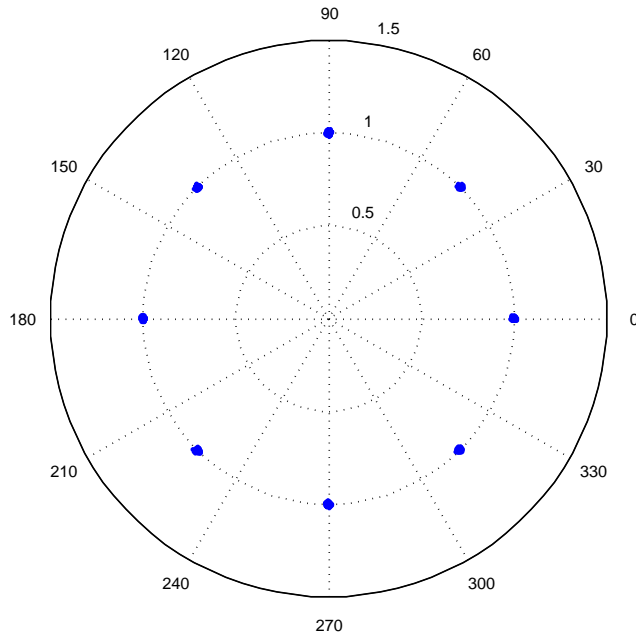


Рис. 28: Созвездие сигнала 8PSK @ $P_{OUT}=0$ дБм (30 Msym/s, $f_{LO}=1$ ГГц)

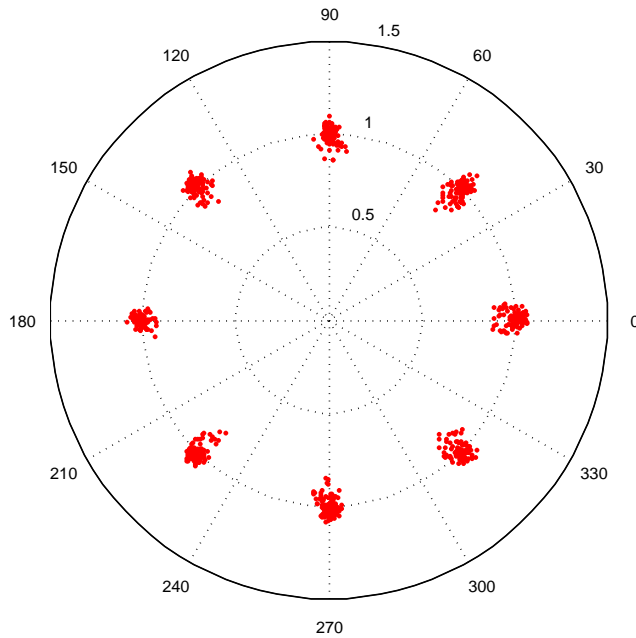


Рис. 29: Созвездие сигнала 8PSK @ $P_{OUT}=+19$ дБм (30 Msym/s, $f_{LO}=1$ ГГц)



Таблица 7: Эксплуатационные характеристики

Параметр	Условия	мин.	тип.	макс.	Ед.
Питание	перем. входное напряжение, 47..63 Hz	85		264	В (AC)
	пост. входное напряжение	120		370	В (DC)
Потребление			9	10	Вт
Импульсный ток при старте	при 115V			13	А
	при 230V			25	А
Внешняя среда	Диапазон рабочих температур	0		+40	°C
	Температура хранения	-40		+71	°C
Вибрации	синусоидальные, 5–150 Hz	2			g
Габаритные размеры	высота (с ножками)			104	мм
	ширина (с ножками)			246	мм
	глубина (с разъемами)			336	мм
Масса			3		кг
Рекомендуемый срок повторной калибровки			1		год

децибел на 10 ниже, в противном случае АРУ выровняет уровень на выходе, и результаты измерений не будут корректными. Частота этого сигнала (f_{IQ}) перестраивается от 1 МГц до 500 МГц, и таким образом можно наблюдать огибающую АЧХ на анализаторе спектра (для отображения кривой в настройках анализатора должен быть установлен детектор типа Max Hold).

На рисунке 31 представлена схема измерения IMD_3 I/Q каналов. Один канал заземлен через нагрузку 50Ω . На второй канал подается двух-тоновый сигнал с известным калиброванным уровнем тона. Дополнительные аттенюаторы обеспечивают изоляцию между портами сумматора мощности. Отношение между уровнем тона и интермодуляционной составляющей (IMD_3) измеряется анализатором спектра. Уровень выходного сигнала при этом должен быть достаточно малым, чтобы обеспечить линейный режим выходного каскада квадратурного модулятора и входа анализатора сигнала.

На рисунке 32 приведена схема измерения IP_3 по выходу.

На рисунке 33 приведена схема измерения подавления бокового канала (sideband suppression) и подавления несущей LO.

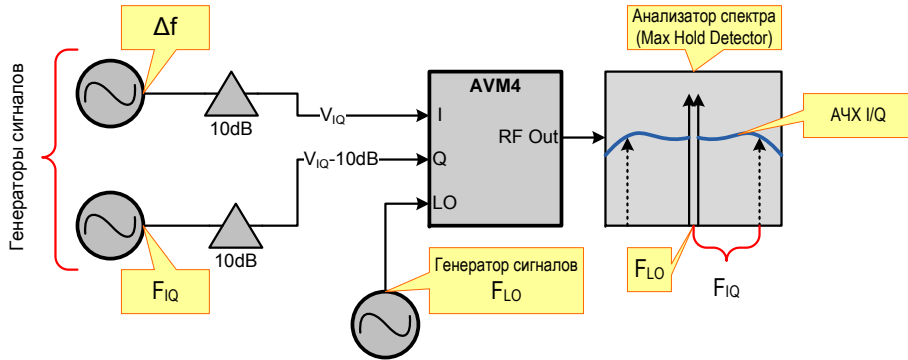


Рис. 30: Схема измерения АЧХ I/Q каналов

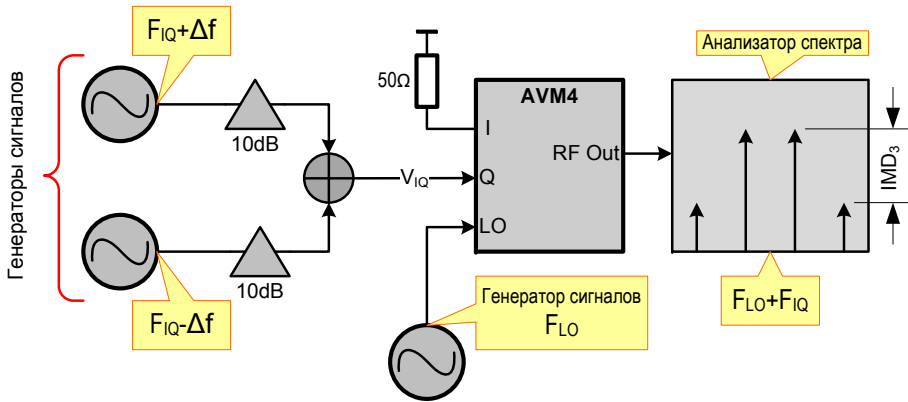


Рис. 31: Схема измерения IMD_3 входов I/Q

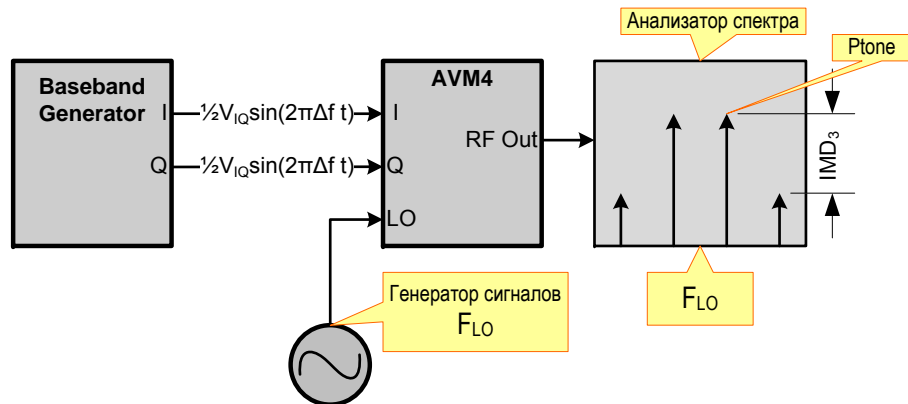


Рис. 32: Схема измерения OIP_3

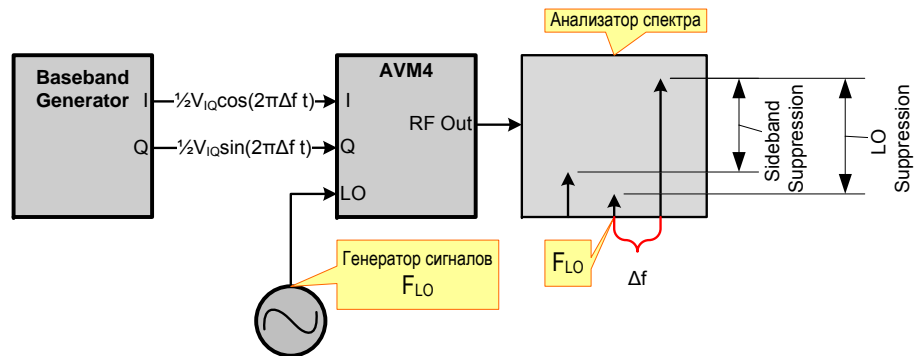


Рис. 33: Схема измерения подавления боковой полосы (sideband) и несущей (LO suppression)