

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ
ФГУП «ВНИИФТРИ»

М.В. Балаханов

« 22 »

2009 г.



УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ СИ «Воентест»
ФГУП «ВНИИ МО РФ»

С.И. Донченко

« 22 »

2009 г.



Инструкция

Генераторы сигналов высокочастотные
векторные R&S SMBV100A модели B103, B106
фирмы «Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG», Германия

Методика поверки

г. Мытищи
2009 г.

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика распространяется на генераторы сигналов высокочастотные векторные R&S SMBV100A модели B103, B106 (далее - генераторы), фирмы «Rohde & Schwarz GmbH & Co.KG», Германия, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

1.2 Межповерочный интервал - 2 года.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке (ввозе импорта)	периодической поверке
1. Внешний осмотр.	8.1	+	+
2. Опробование.	8.2	+	+
3. Определение диапазона, дискретности и относительной погрешности установки частоты немодулированного сигнала.	8.3	+	+
4. Определение диапазона, дискретности и абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности немодулированного сигнала.	8.4	+	+
5. Определение КСВН высокочастотного выхода генератора.	8.5	+	-
6. Определение уровня гармонических искажений немодулированного сигнала.	8.6	+	+
7. Определение уровня негармонических искажений немодулированного сигнала.	8.7	+	+
8. Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов немодулированного сигнала.	8.8	+	+
9. Определение диапазона, дискретности и абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции.	8.9	+	+
10. Определение диапазона и абсолютной погрешности установки девиации частоты в режиме частотной модуляции.	8.10	+	+
11. Определение диапазона и абсолютной погрешности установки девиации фазы в режиме фазовой модуляции.	8.11	+	+
12. Определение входного сопротивления входа внешней модуляции «ЕХТ» и максимального входного модулирующего напряжения.	8.12	+	-
13. Определение диапазона частот повторения модулирующих импульсов, максимального входного модулирующего напряжения, длительности фронта и длительности спада огибающей радиоимпульсов в режиме импульсной модуляции (опц. К22)	8.13	+	+

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке (ввозе импорта)	периодической поверке
14. Определение коэффициента подавления в паузе радиоимпульсов в режиме импульсной модуляции. (опц. К22)	8.14	+	+
15. Определение диапазонов установки периода следования, длительности и временной задержки импульсов в режиме импульсной модуляции от внутреннего модулирующего генератора. (опц. К23)	8.15	+	-
16. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики в полосе IQ модуляции.	8.16	+	+
17. Определение пределов векторной ошибки IQ модуляции типа 16QAM.	8.17	+	+
18. Определение входного сопротивления и КСВН входов внешней цифровой модуляции «I» и «Q».	8.18	+	-

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 2.

Таблица 2

№ пункта методики поверки	Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура
1	2
8.3	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66 (диапазон частот от 10 Гц до 37,5 ГГц, пределы относительной погрешности измерений частоты $\pm (3 \times 10^{-8} + 1/f_x t_{сч})$). Компаратор частотный Ч7-39 (частота входных сигналов 1 - 50 МГц, нестабильность частоты 7×10^{-13} за 1 с, 5×10^{-14} за 10 с).
8.4, 8.6, 8.7, 8.8, 8.14, 8.16	Анализатор спектра Agilent E4440A (диапазон частот от 100 до $2,6 \cdot 10^{10}$ Гц, динамический диапазон измерений уровня сигнала 98 дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня сигнала $\pm 1,0$ дБ)
8.4	Измеритель мощности МЗ-22А (диапазон частот от 0,03 до 53,6 ГГц, диапазон измерений мощности от 1 мкВт до 10 мВт, пределы погрешности измерений мощности $\pm (0,3 + 0,2 P_k/P_x)$ % в поддиапазонах P_k - 100 мкВт, 1 мВт, 10 мВт).
8.5, 8.18	Анализатор электрических цепей векторный R&S ZVA24 (диапазон измерений частоты от 0,01 до 24 ГГц, диапазон измерений КСВН от 1 до бесконечности, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений КСВН $\pm 0,25$)
8.9, 8.10, 8.11, 8.12	Измеритель модуляции вычислительный СКЗ-45 (диапазон несущих частот от 100 кГц до 17,85 ГГц, диапазон модулирующих частот от 0,02 до 200 кГц, пределы основной погрешности измерений коэффициента АМ и девиации частоты ± 2 %)
8.12, 8.18	Измеритель иммитанса Е7-15 (диапазон измерений индуктивности от 10^{-7} до 16×10^3 Гн, сопротивления от 10^{-3} до 10^7 Ом, емкости от 10^{-13} до 16×10^{-3} , пределы погрешности измерений $\pm 0,25$ %).

1	2
8.13, 8.14	Генератор импульсов Г5-92 (диапазон частот повторения импульсов от 0,1 Гц до 10 МГц, амплитуда импульсов на нагрузке 50 Ом от 0,5 до 50 В, длительность импульсов от 10 нс до 1 с, погрешность установки амплитуды $\pm 1\%$, погрешность установки длительности $\pm 3\%$).
8.2, 8.13, 8.15, 8.17	Осциллограф цифровой Yokogawa DL9240 (полоса пропускания 1500 МГц, пределы допускаемой погрешности коэффициентов развертки $\pm 0,001\%$, пределы допускаемой погрешности коэффициентов отклонения $\pm 1,5\%$)
8.16	Генератор сигналов высокочастотный Г4-164 (диапазон частот от 0,1 до 640 МГц, выходное напряжение от 3×10^{-8} до 2 В, пределы основной погрешности установки частоты $\pm 5 \times 10^{-6}\%$).
8.12	Генератор сигналов низкочастотный Г3-121 (диапазон частот от 10 Гц до 1 МГц, выходное напряжение от 1 мкВ до 10 В, пределы основной погрешности установки частоты $\pm 0,5\%$).

3.2 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

3.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах).

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки генератора допускаются лица, имеющие высшее или среднее специальное образование, квалификационную группу по электробезопасности не ниже 4 с напряжением до 1000 В, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электронным измерительно-испытательным оборудованием, и опыт практической работы.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в руководстве по эксплуатации на приборы, в технической документации на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С 23 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) 100 ± 4 (750 ± 30);
- параметры питания от сети переменного тока:
 - напряжение, В $220 \pm 4,4$;
 - частота, Гц $50 \pm 0,5$.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать приборы в условиях, указанных в п. 6.1, в течение 1 ч;

- выполнить операции, оговоренные в руководстве по эксплуатации на поверяемый генератор (РЭ) по его подготовке к поверке;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1. Внешний осмотр

8.1.1. При внешнем осмотре проверить:

- наличие товарного знака фирмы-изготовителя, серийный номер, год изготовления;
- соответствие комплектности требованиям нормативно-технической документации на конкретную модификацию;
- состояние лакокрасочного покрытия;
- чистоту гнезд, разъемов, клемм;
- отсутствие механических, электрических, химических и тепловых повреждений.
- комплектность генератора должна соответствовать технической документации.

8.2. Опробование

8.2.1. Подготовить генератор к работе в соответствии с ТД.

8.2.2. Включить главный выключатель питания на задней панели в положение «I».

Над переключателем ON/STANDBY на передней панели должен загореться желтый светодиод (справа).

8.2.3. Включить генератор нажав переключатель ON/STANDBY на передней панели. Должен включиться зеленый светодиод (слева). После включения прибора сначала производится загрузка операционной системы Linux, а затем - загрузка встроенного программного обеспечения. Во время загрузки встроенного программного обеспечения выполняется самотестирование прибора. После завершения загрузки на экране отобразится блок-схема генератора сигналов.

8.2.4. Нажать клавишу PRESET для установки предустановленного состояния прибора.

8.2.5. Подключить высокочастотный выход генератора к осциллографу. Нажать RF OFF. На экране осциллографа должен наблюдаться ВЧ сигнал частотой 1 ГГц. Проверить исправность органов управления и возможность генерации сигналов различной частоты и мощности, последовательно изменяя частоту и уровень выходной мощности сигнала.

Результаты опробования считать положительными если после включения генератора горит зеленый светодиод, после выполнения самотестирования отсутствует сообщение ERROR в информационной строке экрана, обеспечивается воспроизведение ВЧ сигнала на выходе генератора.

8.3. Определение диапазона, дискретности и относительной погрешности установки частоты немодулированного сигнала

8.3.1. Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

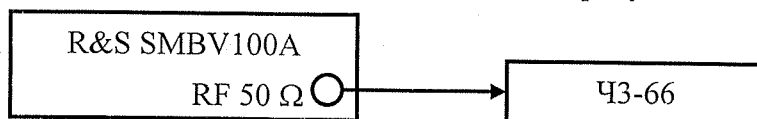


Рисунок 1

8.3.2. Диапазон рабочих частот определить с помощью частотомера электронно-счетного ЧЗ-66. С помощью клавиш установки параметров или валкодера установить значение

частоты сначала в крайнем левом, а затем в крайнем правом положении частотного диапазона, провести измерение установленных значений частоты сигнала.

8.3.3. Дискретность установки частоты проверить на любой из частот всего диапазона.

8.3.4. Подключить компаратор частотный Ч7-39 к выходу внутреннего опорного генератора REF OUT на задней панели (рис. 2). Измеренное значение частоты сигнала $F_{\text{изм}}$ записать в протокол.

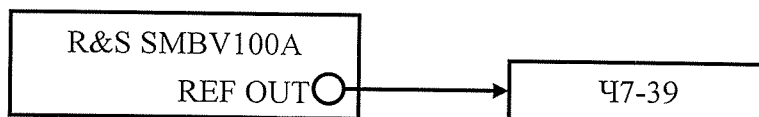


Рисунок 2

8.3.5. Относительную погрешность установки частоты δF рассчитать по формуле:

$$\delta F = \frac{F_{\text{изм}} - 10^7}{10^7}.$$

Результаты поверки считать положительными, если диапазон установки частоты немодулированного сигнала от 9 кГц до 3,2 ГГц (модель В103), от 9 кГц до 6 ГГц (модель В106), дискретность установки частоты не более 0,001 Гц, относительная погрешность установки частоты находится в пределах $\pm 10^{-6}$ без опции В1 (в пределах $\pm 10^{-7}$ при установленной опции В1).

8.4. Определение диапазона, дискретности и абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности немодулированного сигнала

8.4.1. Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 3.

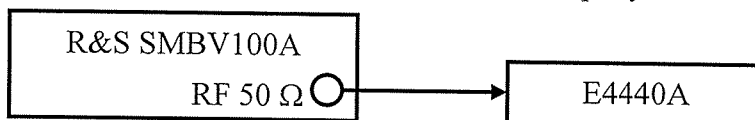


Рисунок 3

8.4.2. Диапазон установки уровня выходной мощности определить с помощью анализатора спектра Agilent E4440A на частотах 200 кГц, 1 МГц, 3,3 ГГц и 6 ГГц для модели В106. С помощью клавиш установки параметров или валкодера установить значение уровня выходной мощности сначала минус 145 дБмВт, а затем 30 дБмВт, провести измерение установленных значений уровня сигнала.

8.4.3. Дискретность установки уровня выходной мощности проверить на любой из частот всего диапазона.

8.4.4. Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 4.

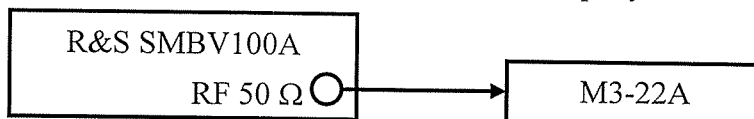


Рисунок 4

8.4.5. Установить на генераторе уровень мощности сигнала минус 1 дБмВт (794 мкВт).

8.4.6. Установить на ваттметре поглощаемой мощности М3-22А предел измерений 1 мВт.

8.4.7. Измерить уровень мощности сигнала на выходе генератора в частотных точках 200 кГц, 500 кГц, 1 МГц, 2 МГц, 5 МГц, 10 МГц, 20 МГц, 50 МГц, 100 МГц, 200 МГц, 500

МГц, 1 ГГц, 2 ГГц, 3 ГГц, 3,2 ГГц для модели В103 и дополнительно в частотных точках 4 ГГц, 5 ГГц, 6 ГГц для модели В106.

8.4.8. Шкала ваттметра отградуирована в Вт, для пересчета в дБмВт, использовать формулу:

$$P_{изм} [\text{дБмВт}] = 10 \lg P_{изм} [\text{мВт}],$$

где $P_{изм}$ – измеренное значение мощности в мВт.

Рассчитанное значение мощности занести в протокол.

8.4.9. Абсолютную погрешность установки уровня выходной мощности в каждой частотной точке рассчитать по формуле:

$$\Delta P [\text{дБ}] = (-1 [\text{дБмВт}]) - P_{изм} [\text{дБмВт}].$$

Результаты поверки считать положительными, если диапазон установки выходной мощности от минус 145 до 30 дБм, дискретность уровня выходной мощности 0,01 дБмВт, значения абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности находится в пределах $\pm 0,5$ дБ в диапазоне частот до 3 ГГц и в пределах $\pm 0,9$ дБ в диапазоне частот выше 3 ГГц.

8.5. Определение КСВН высокочастотного выхода генератора

8.5.1. Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 5.

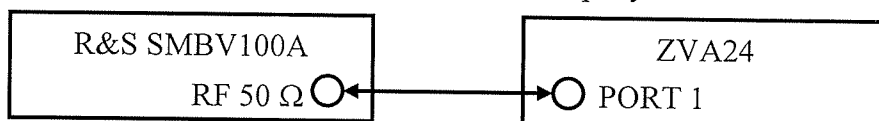


Рисунок 5

8.5.2. Отключать высокочастотный выход генератора, нажав RF OFF.

8.5.3. Подключить высокочастотный выход генератора к анализатору электрических цепей векторному R&S ZVA24. Включить анализатор в режим измерений КСВН (VSWR).

8.5.4. Установить полосу обзора на анализаторе от 200 кГц до 3,2 ГГц при испытании модели В103 и от 200 кГц до 6 ГГц при испытании модели В106. На экране анализатора наблюдать частотную зависимость КСВН выхода генератора и с помощью маркера определить максимальное (пиковое) значение КСВН.

Результаты поверки считать положительными, если КСВН высокочастотного выхода генератора не более 1,8 в диапазоне частот от 200 кГц до 3,2 ГГц (модель В103) и от 200 кГц до 6 ГГц (модели В106).

8.6. Определение уровня гармонических искажений немодулированного сигнала

8.6.1. Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 6.

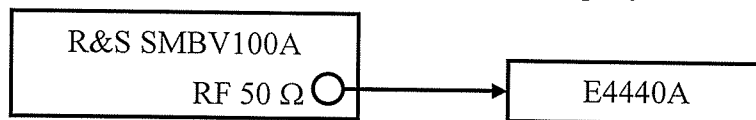


Рисунок 6

8.6.2. На генераторе установить уровень выходной мощности сигнала 8 дБмВт.

8.6.3. Частоту сигнала f_n устанавливать последовательно в точках 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 МГц, 1, 1,6 ГГц для модели В103 и дополнительно в точках 2, 3 ГГц для модели В106.

8.6.4. С помощью анализатора спектра измерить уровень несущей P_H на частоте f_n и уровень максимальной гармоники сигнала P_G на частотах $f_n \times 2$ и $f_n \times 3$.

8.6.5. Рассчитать уровень гармонических искажений как разность между уровнем максимальной гармоники и уровнем несущей, измеренных в дБмВт, по формуле:

$$P_{ГИ} = P_G - P_H.$$

Результаты поверки считать положительными, если уровень гармонических искажений сигнала не более минус 30 дБмВт.

8.7. Определение уровня негармонических искажений немодулированного сигнала (при отстройке от основной гармоники более 10 кГц)

8.7.1. Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 6.

8.7.2. На генераторе установить уровень выходной мощности сигнала 12 дБмВт.

8.7.3. Частоту сигнала f_n устанавливать последовательно в точках 200, 500 кГц, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 МГц, 1, 2, 3,2 ГГц для модели В103 и дополнительно в точках 2, 4, 5, 6 ГГц для модели В106.

8.7.4. С помощью анализатора спектра измерить уровень несущей P_H на частоте f_n и максимальный уровень негармонических искажений сигнала $P_{НГ}$ в диапазонах частот $[200 \text{ кГц} \dots f_n - 10 \text{ кГц}]$ и $[f_n + 10 \text{ кГц} \dots 6 \text{ ГГц}]$.

Рассчитать уровень негармонических искажений как разность между максимальным уровнем искажений и уровнем несущей, измеренных в дБмВт, по формуле:

$$P_{ГИ} = P_{НГ} - P_H.$$

Результаты поверки считать положительными, если уровень негармонических искажений сигнала не более минус 70 дБмВт в диапазоне частот от 200 кГц до 1,499 ГГц, не более минус 64 дБмВт в диапазоне частот от 1,5 до 3 ГГц, не более минус 58 дБмВт в диапазоне частот выше 3 ГГц.

8.8. Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов немодулированного сигнала

8.8.1. Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 6.

8.8.2. Установить на выходе генератора немодулированный сигнал частотой 100 МГц и амплитудой 12 дБмВт.

8.8.3. На анализаторе спектра установить полосу пропускания фильтра 10 Гц.

8.8.4. Измерить уровень фазового шума $L_{ФШ, \text{измер}}$ [дБмВт] на частоте 100,020 МГц или на частоте 99,980 МГц (при отстройке 20 кГц).

8.8.5. Пересчитать уровень фазового шума к полосе 1 Гц (рассчитать спектральную плотность мощности фазовых шумов) по следующему соотношению:

$$L_{ФШ} = L_{ФШ, \text{измер}} - 30 - 10 \cdot \log(B_{Ш}) \text{ [дБ/Гц]},$$

где $B_{Ш}$ - шумовая полоса фильтра, равная $1,129 \times$ полоса пропускания фильтра (для аналогового фильтра 4 порядка в Е4440А).

8.8.6. Повторить пп. 8.8.4 - 8.8.5 устанавливая последовательно частоту сигнала на генераторе 1 ГГц, 2 ГГц, 3 ГГц, 4 ГГц и 6 ГГц (4 и 6 ГГц только для модели В106).

Результаты поверки считать положительными, если спектральная плотность мощности фазовых шумов при отстройке 20 кГц не более минус 141 дБ/Гц на частоте 100 МГц, не более минус 122 дБ/Гц на частоте 1 ГГц, не более минус 116 дБ/Гц на частоте 2 ГГц, не более минус 112 дБ/Гц на частоте 3 ГГц, не более минус 110 дБ/Гц на частоте 4 ГГц, не более минус 106 дБ/Гц на частоте 6 ГГц.

8.9. Определение диапазона, дискретности и абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции

8.9.1. Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 7.

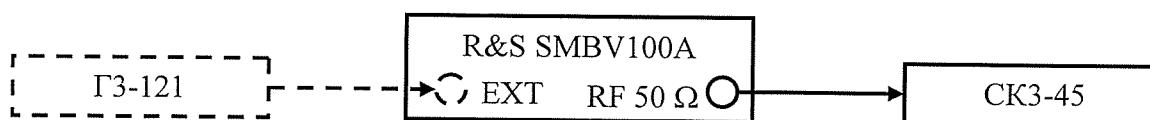


Рисунок 7

8.9.2. Установить частоту сигнала 10 МГц, уровень выходной мощности 8 дБмВт.

8.9.3. Включить на генераторе режим амплитудной модуляции от внутреннего модулирующего генератора. Для этого на блок-схеме генератора в выпадающем списке блока RF/A Mod выбрать Amplitude Modulation, нажать кнопку State в положение ON, в списке AM Source выбрать Internal.

8.9.4. Установить в качестве модулирующего сигнала гармоническое колебание частотой 1 кГц. Для этого в окне Amplitude Modulation в списке LF Gen Shape выбрать Sine, в поле LF Gen Freq записать 1 kHz.

8.9.5. С помощью измерителя модуляции СКЗ - 45 проверить диапазон установки коэффициента амплитудной модуляции. Коэффициент амплитудной модуляции изменять в поле AM Depth окна Amplitude Modulation от 0 до 100 %. Дискретность установки коэффициента амплитудной модуляции проверить на любом из значений коэффициента.

8.9.6. Измерить с помощью измерителя модуляции СКЗ - 45 значения коэффициента амплитудной модуляции $m_{изм}$ при установленных на генераторе значениях $m_{уст}$ от 0 до 80 % с шагом 10 %.

8.9.7. Абсолютную погрешность установки коэффициента амплитудной модуляции рассчитать по формуле:

$$\Delta m = m_{уст} - m_{изм}$$

8.9.8. Повторить измерения по п. 8.9.6 устанавливая значение несущей частоты 20, 30 и 100 МГц.

Результаты поверки считать положительными, если диапазон установки коэффициента амплитудной модуляции от 0 до 100 %, дискретность установки диапазона установки коэффициента амплитудной модуляции 0,1 %, значения абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции в диапазоне от 0 до 80 % при модуляции синусоидальным сигналом частотой 1 кГц находится в пределах $\pm (0,01m_{уст} + 1 \%)$ на несущих частотах 10 и 20 МГц, в пределах $\pm (0,04m_{уст} + 1 \%)$ на несущих частотах 30 и 100 МГц.

8.10. Определение диапазона и абсолютной погрешности установки девиации частоты в режиме частотной модуляции.

8.10.1. Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 7.

8.10.2. Установить частоту сигнала 23,4375 МГц, уровень выходной мощности 8 дБмВт.

8.10.3. Включить на генераторе режим частотной модуляции от внутреннего модулирующего генератора. Для этого на блок-схеме генератора в выпадающем списке блока RF/A Mod выбрать Frequency Modulation, нажать кнопку State в положение ON, в списке FM Source выбрать Internal.

8.10.4. Установить в качестве модулирующего сигнала гармоническое колебание частотой 1 кГц. Для этого в окне Frequency Modulation в списке LF Gen Shape выбрать Sine, в поле LF Gen Freq записать 1 kHz.

8.10.5. Установить режим «High» частотной модуляции в окне Frequency Modulation в списке FM Mode. Проверить с помощью измерителя модуляции СКЗ - 45 диапазон установки девиации частоты в режиме «High» на несущих 23,4375 МГц, 46,875 МГц, 93,75 МГц, 187,5 МГц, 375 МГц, 750 МГц, 1500 МГц, 3000 МГц, 3200 МГц. В окне Frequency Modulation

в списке FM Deviation последовательно устанавливать значения 1 МГц, 0,125 МГц, 0,25 МГц, 0,5 МГц, 1 МГц, 2 МГц, 4 МГц, 8 МГц, 16 МГц.

8.10.6. Установить режим «Low» частотной модуляции в окне Frequency Modulation в списке FM Mode. Проверить с помощью измерителя модуляции СКЗ - 45 диапазон установки девиации частоты в режиме «Low» на несущих 23,4375 МГц, 46,875 МГц, 93,75 МГц, 187,5 МГц, 375 МГц, 750 МГц, 1500 МГц, 3000 МГц, 3200 МГц. В окне Frequency Modulation в списке FM Deviation последовательно устанавливать значения 1 МГц, 0,031 МГц, 0,062 МГц, 0,125 МГц, 0,25 МГц, 0,5 МГц, 1 МГц, 2 МГц, 4 МГц.

8.10.7. Измерить с помощью измерителя модуляции СКЗ - 45 значения девиации частоты $\Delta F_{изм}$ при установленных на генераторе значениях $\Delta F_{уст}$: 1 МГц, 0,031 МГц, 0,062 МГц, 0,125 МГц, 0,25 МГц, 0,5 МГц, 1 МГц, 2 МГц, 4 МГц в соответствии со списком несущих частот в п. 8.10.6 в режиме «Low».

8.10.8. Подключить к входу внешней модуляции генератор сигналов ГЗ-121, на генераторе установить частоту 1 кГц. Повторить п.п. 8.10.5 - 8.10.7, включив на генераторе R&S SMBV100A режим частотной модуляции от внешнего источника (в списке FM Source выбрать External).

8.10.9. Абсолютную погрешность установки девиации частоты рассчитать по формуле:

$$\Delta F = \Delta F_{уст} - \Delta F_{изм}.$$

Результаты поверки считать положительными, диапазон установки девиации частоты соответствует значениям, указанным в п.п. 8.10.5., 8.10.6, а режимах «High» и «Low» соответственно, абсолютная погрешность установки девиации частоты находится в пределах $\pm (0,02\Delta F_{уст} + 20 \text{ Гц})$.

8.11. Определение диапазона и абсолютной погрешности установки девиации фазы в режиме фазовой модуляции

8.11.1. Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 7.

8.11.2. Установить частоту сигнала 23,4375 МГц, уровень выходной мощности 8 дБмВт.

8.11.3. Включить на генераторе режим фазовой модуляции от внутреннего модулирующего генератора. Для этого на блок-схеме генератора в выпадающем списке блока RF/A Mod выбрать Phase Modulation, нажать кнопку State в положение ON, в списке PhiM Source выбрать Internal.

8.11.4. Установить в качестве модулирующего сигнала гармоническое колебание частотой 1 кГц. Для этого в окне Phase Modulation в списке LF Gen Shape выбрать Sine, в поле LF Gen Freq записать 1 kHz.

8.11.5. Установить режим «High» фазовой модуляции в окне Phase Modulation в списке PhiM Mode. Проверить с помощью измерителя модуляции СКЗ - 45 диапазон установки девиации фазы в режиме «High» на несущих 23,4375 МГц, 46,875 МГц, 93,75 МГц, 187,5 МГц, 375 МГц, 750 МГц, 1500 МГц, 3000 МГц, 3200 МГц. В окне Phase Modulation в списке PhiM Deviation последовательно устанавливать значения 2 рад, 1,25 рад, 2,5 рад, 5 рад, 10 рад, 20 рад, 40 рад, 80 рад, 160 рад.

8.11.6. Установить режим «Low» фазовой модуляции в окне Phase Modulation в списке PhiM Mode. Проверить с помощью измерителя модуляции СКЗ - 45 диапазон установки девиации фазы в режиме «Low» на несущих 23,4375 МГц, 46,875 МГц, 93,75 МГц, 187,5 МГц, 375 МГц, 750 МГц, 1500 МГц, 3000 МГц, 3200 МГц. В окне Phase Modulation в списке PhiM Deviation последовательно устанавливать значения 2 рад, 0,125 рад, 0,25 рад, 0,5 рад, 1 рад, 2 рад, 4 рад, 8 рад, 16 рад.

8.11.7. Измерить с помощью измерителя модуляции СКЗ - 45 значения девиации фазы $\Delta \Theta_{изм}$ при установленных на генераторе значениях $\Delta \Theta_{уст}$: 2 рад, 0,125 рад, 0,25 рад, 0,5 рад,

1 рад, 2 рад, 4 рад, 8 рад, 16 рад в соответствии со списком несущих частот в п. 8.11.6 в режиме «Low».

8.11.8. Подключить к входу внешней модуляции генератор сигналов ГЗ-121, на генераторе установить частоту 1 кГц. Повторить п.п. 8.11.5 - 8.11.7, включив на генераторе R&S SMBV100A режим фазовой модуляции от внешнего источника (в списке PhiM Source выбрать External).

8.11.9. Абсолютную погрешность установки девиации фазы рассчитать по формуле:

$$\Delta\Theta = \Delta\Theta_{уст} - \Delta\Theta_{изм}.$$

Результаты поверки считать положительными, диапазон установки девиации фазы соответствует значениям, указанным в п.п. 8.11.5., 8.11.6, а режимах «High» и «Low» соответственно, абсолютная погрешность установки девиации фазы находится в пределах $\pm (0,02\Delta\Theta_{уст} + 0,003 \text{ рад})$.

8.12. Определение входного сопротивления входа внешней модуляции «EXT» и максимального входного модулирующего напряжения

8.12.1. Выключить генератор.

8.12.2. Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 8.

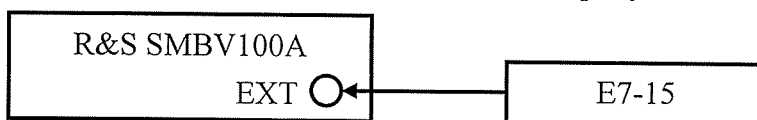


Рисунок 8

8.12.3. С помощью измерителя иммитанса E7-15 в режиме измерений электрического сопротивления измерить сопротивление входа внешней модуляции.

8.12.4. Включить генератор.

8.12.5. Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 9.

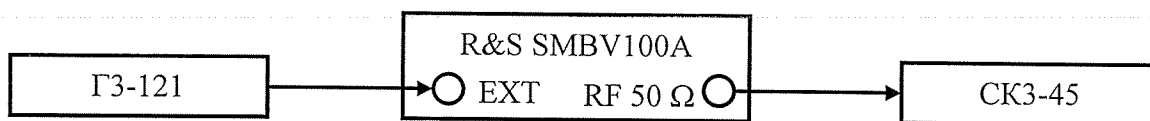


Рисунок 9

8.12.6. Установить на генераторе ГЗ-121 следующие параметры выходного сигнала: частота 1 кГц, амплитуда 7,07 В (пиковое значение входного напряжения 10 В).

8.12.7. Установить на генераторе R&S SMBV100A частоту сигнала 10 МГц, уровень выходной мощности 8 дБмВт.

8.12.8. Включить на генераторе R&S SMBV100A режим амплитудной модуляции от внешнего модулирующего источника. Для этого на блок-схеме генератора в выпадающем списке блока RF/A Mod выбрать Amplitude Modulation, нажать кнопку State в положение ON, в списке AM Source выбрать External. Значение коэффициента амплитудной модуляции (AM Depth в окне Amplitude Modulation) установить равным $m_{уст} = 80 \%$.

8.12.9. Измерить с помощью измерителя модуляции СКЗ - 45 значение коэффициента амплитудной модуляции $m_{изм}$. Рассчитать по формуле $\Delta m = m_{уст} - m_{изм}$ абсолютную погрешность установки коэффициента амплитудной модуляции.

Результаты поверки считать положительными, если сопротивление входа внешней модуляции «EXT» не менее 100 кОм, абсолютная погрешность установки коэффициента амплитудной модуляции находится в пределах $\pm (0,01m_{уст} + 1 \%)$ при входном напряжении 10 В.

8.13. Определение диапазона частот повторения модулирующих импульсов, максимального входного модулирующего напряжения, длительности фронта и длительности спада огибающей радиоимпульсов в режиме импульсной модуляции (опц. К22)

8.13.1. Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 10.

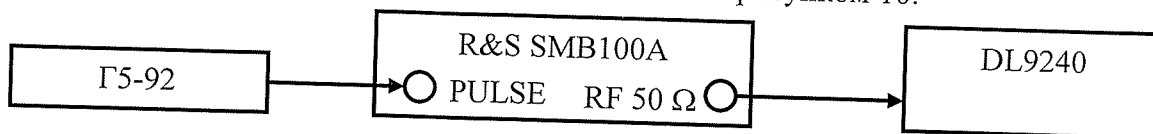


Рисунок 10

8.13.2. Установить на генераторе Г5-92 следующие параметры выходного сигнала: период повторения импульсов 40 нс (частота 2,5 МГц), длительность импульсов 20 нс, амплитуда импульсов 5 В.

8.13.3. Установить на генераторе R&S SMBV100A частоту сигнала 100 МГц, уровень выходной мощности 8 дБмВт. Включить на генераторе R&S SMBV100A режим импульсной модуляции от внешнего модулирующего источника. Для этого на блок-схеме генератора в выпадающем списке блока RF/A Mod выбрать Pulse Modulation, нажать кнопку State в положение ON, в списке Source выбрать External.

8.13.4. Измерить с помощью осциллографа период следования радиоимпульсов.

Результаты испытаний считать положительными, если период следования радиоимпульсов находится в пределах $40 \pm 0,4$ нс, т.е. обеспечивается импульсная модуляция от внешнего источника с частотой 2,5 МГц при амплитуде модулирующего напряжения 5 В.

8.13.5. Последовательно установить на генераторе Г5-92 период повторения импульсов 1 мкс, 100 мкс, 10 мс и длительность импульсов соответственно 100 нс, 10 мкс, 1 мс. Измерить с помощью осциллографа длительность фронта и спада радиоимпульсов.

Результаты проверки считать положительными, если при всех установленных значениях периода длительность фронта и длительность спада огибающей радиоимпульсов не более 20 нс.

8.14. Определение коэффициента подавления в паузе радиоимпульсов в режиме импульсной модуляции

8.14.1. Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 11.

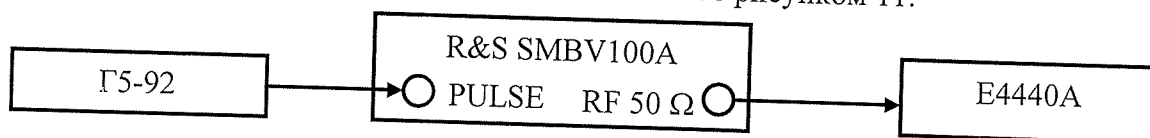


Рисунок 11

8.14.2. Установить на генераторе Г5-92 следующие параметры выходного сигнала: период повторения импульсов 2 с, длительность импульсов 1 с, амплитуда импульсов 1 В.

8.14.3. Установить на генераторе R&S SMBV100A частоту сигнала 100 МГц, уровень выходной мощности 0 дБмВт. Включить на генераторе R&S SMBV100A режим импульсной модуляции от внешнего модулирующего источника. Для этого на блок-схеме генератора в выпадающем списке блока RF/A Mod выбрать Pulse Modulation, нажать кнопку State в положение ON, в списке Source выбрать External.

8.14.4. Настроить анализатор спектра на центральную частоту 100 МГц. На экране анализатора должно наблюдаться поочередное (раз в секунду) изображение сигнала и изображение шумовой дорожки. Зафиксировать с помощью маркера уровень сигнала P .

8.14.5. Последовательно уменьшая полосу обзора и корректируя полосу пропускания фильтров добиться чтобы, максимальное значение уровня шумов на границах полосы обзора

было не менее чем на 90 дБ ниже уровня сигнала P . При этом следить, чтобы время свипирования не превышало 500 мс, и при необходимости корректировать его в ручном режиме.

8.14.6. Зафиксировать с помощью маркера уровень остаточного сигнала в паузе радиоимпульса $P_{ост.}$ (отсчет производится в момент времени соответствующий отсутствию основного сигнала). Рассчитать коэффициент подавления в паузе радиоимпульсов по формуле:

$$K_{под.} = P - P_{ост.} \text{ [дБ]}$$

Результаты поверки считать положительными, если значение коэффициента подавления в паузе радиоимпульсов не менее 80 дБ.

8.15. Определение диапазонов установки периода следования, длительности и временной задержки импульсов в режиме импульсной модуляции от внутреннего модулирующего генератора (опц. K23)

8.15.1. Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 12.

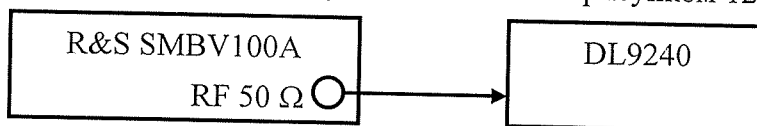


Рисунок 12

8.15.2. Установить на генераторе R&S SMBV100A частоту сигнала 100 МГц, уровень выходной мощности 8 дБмВт. Включить на генераторе R&S SMBV100A режим импульсной модуляции от внутреннего модулирующего источника. Для этого на блок-схеме генератора в выпадающем списке блока RF/A Mod выбрать Pulse Modulation, нажать кнопку State в положение ON, в списке Source выбрать Internal.

8.15.3. В окне Pulse Modulation установить период следования импульсов 40 нс, длительность импульсов 10 нс. Измерить с помощью осциллографа период и длительность радиоимпульсов. Установить период следования импульсов 85 с, длительность импульсов 1 с. Измерить с помощью осциллографа период и длительность радиоимпульсов.

8.15.4. Установить период следования импульсов 5 с, временную задержку между импульсами в паре 1 с. Измерить с помощью осциллографа значение временной задержки между импульсами в паре.

8.15.5. Установить период следования импульсов 100 нс, длительность импульсов 20 нс, временную задержку между импульсами в паре 20 нс. Измерить с помощью осциллографа значение временной задержки между импульсами в паре.

Результаты поверки считать положительными, если диапазон установки периода следования импульсов от 40 нс до 85 с, диапазон установки длительности импульсов от 10 нс до 1 с, диапазон установки временной задержки между импульсами в паре от 20 нс до 1 с.

8.16. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики в полосе IQ модуляции

8.16.1. Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 13.

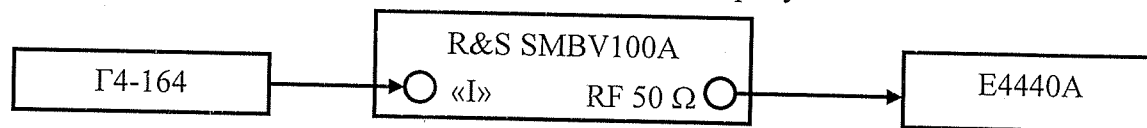


Рисунок 13

8.16.2. Установить на генераторе R&S SMBV100A частоту сигнала 117 МГц, уровень выходной мощности 0 дБмВт. Включить на генераторе R&S SMBV100A режим цифровой IQ модуляции от внешнего модулирующего источника. Для этого на блок-схеме генератора в вы-

падающем списке блока I/Q Mod, выбрать I/Q Settings, нажать кнопку State в положение ON, в списке Source выбрать Analog Wideband I/Q In.

8.16.3. Установить на генераторе Г4-164 частоту сигнала 1 МГц, уровень выходной мощности 4 дБмВт.

8.16.4. Настроить анализатор спектра на центральную частоту 117 МГц, полоса обзора 100 МГц.

8.16.5. Изменяя частоту модулирующего генератора Г4-164 в соответствии с таблицей 8.1 измерить уровень модулированного сигнала при отстройке от несущей на различные модулирующей частоты. Результаты занести в таблицу.
Таблица 8.1.

Измеренное значение уровня сигнала, дБм												
Частота модуляции, МГц	Несущая частота, МГц											
	117	255	360	470	690	1000	1400	2000	2850	3900	5000	5940
1												
5												
10												
20												
30												
40												
50												
60												
Неравномерность в полосе ± 5 МГц												
Неравномерность в полосе ± 10 МГц												
Неравномерность в полосе ± 60 МГц												

8.16.6. Рассчитать неравномерность АЧХ в полосе модуляции ± 5 , ± 10 и ± 60 МГц как разность между максимальным и минимальным значением уровня сигнала в соответствующей полосе. Результаты занести в таблицу 8.1.

8.16.7. Повторить п.п. 8.16.2 - 8.16.6 устанавливая на генераторе R&S SMBV100A несущую частоту в соответствии с табл. 8.1.

Результаты поверки считать положительными, если неравномерность амплитудно-частотной характеристики в полосе IQ модуляции от минус 5 до 5 МГц не более 1 дБ, в полосе IQ модуляции от минус 10 до 10 МГц не более 2 дБ, в полосе IQ модуляции от минус 60 до 60 МГц не более 6 дБ.

8.17. Определение пределов векторной ошибки IQ модуляции типа 16QAM

8.17.1. Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 14.

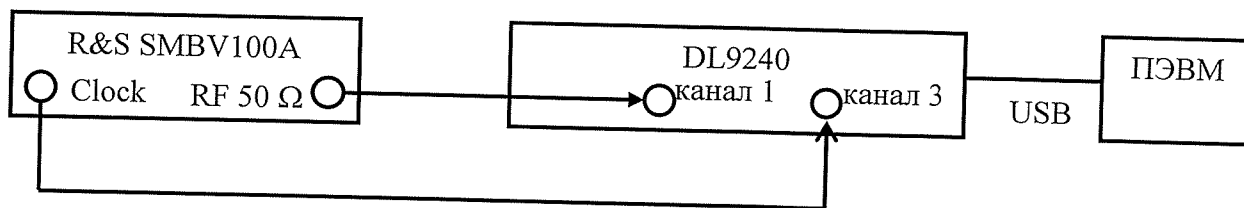


Рисунок 14

8.17.2. Установить на генераторе R&S SMBV100A частоту сигнала 1 МГц, уровень выходной мощности 8 дБмВт. Включить на генераторе R&S SMBV100A режим цифровой IQ модуляции от внутреннего модулирующего источника. Для этого на блок-схеме генератора в выпадающем списке блока I/Q Mod, выбрать I/Q Settings, нажать кнопку State в положение ON, в списке Source выбрать Internal Baseband I/Q In.

8.17.3. В выпадающем списке блока Baseband выбрать Custom Digital Mod и установить следующие параметры внутреннего квадратурно-модулирующего генератора сигналов произвольной формы:

- источник данных (Data Source) - PRBS;
- тип псевдослучайной последовательности (PRBS Type) - PRBS 9;
- скорость передачи (Symbol Rate) - 10 ksym/s;
- кодирование (Coding) - NO;
- тип модуляции (Modulation Type) - 16-QAM;
- фильтр модулирующего сигнала (Filter) - rectangular.

8.17.4. Подключить осциллограф посредством интерфейса USB к ПЭВМ и запустить программу «DL9240_Demodul_16QAM.vi».

8.17.5. В окне программы наблюдать последовательное появление точек на векторной диаграмме состояний. Если в результате демодуляции угловые точки ($I=Q=1$, $I=Q=-1$) на диаграмме состояний не соответствуют своему положению (диаграмма повернута в какую-либо сторону вокруг точки (0,0)) то необходимо скомпенсировать расфазировку. Для этого на блок-схеме генератора в выпадающем списке блока RF/A Mod выбрать Phase и в появившемся окне Phase Settings изменять значение опорной фазы сигнала в пределах от минус 180 град до 180 град пока угловые точки на векторной диаграмме состояний не совместятся с точками пересечения линий шкалы (см. рисунок 15).

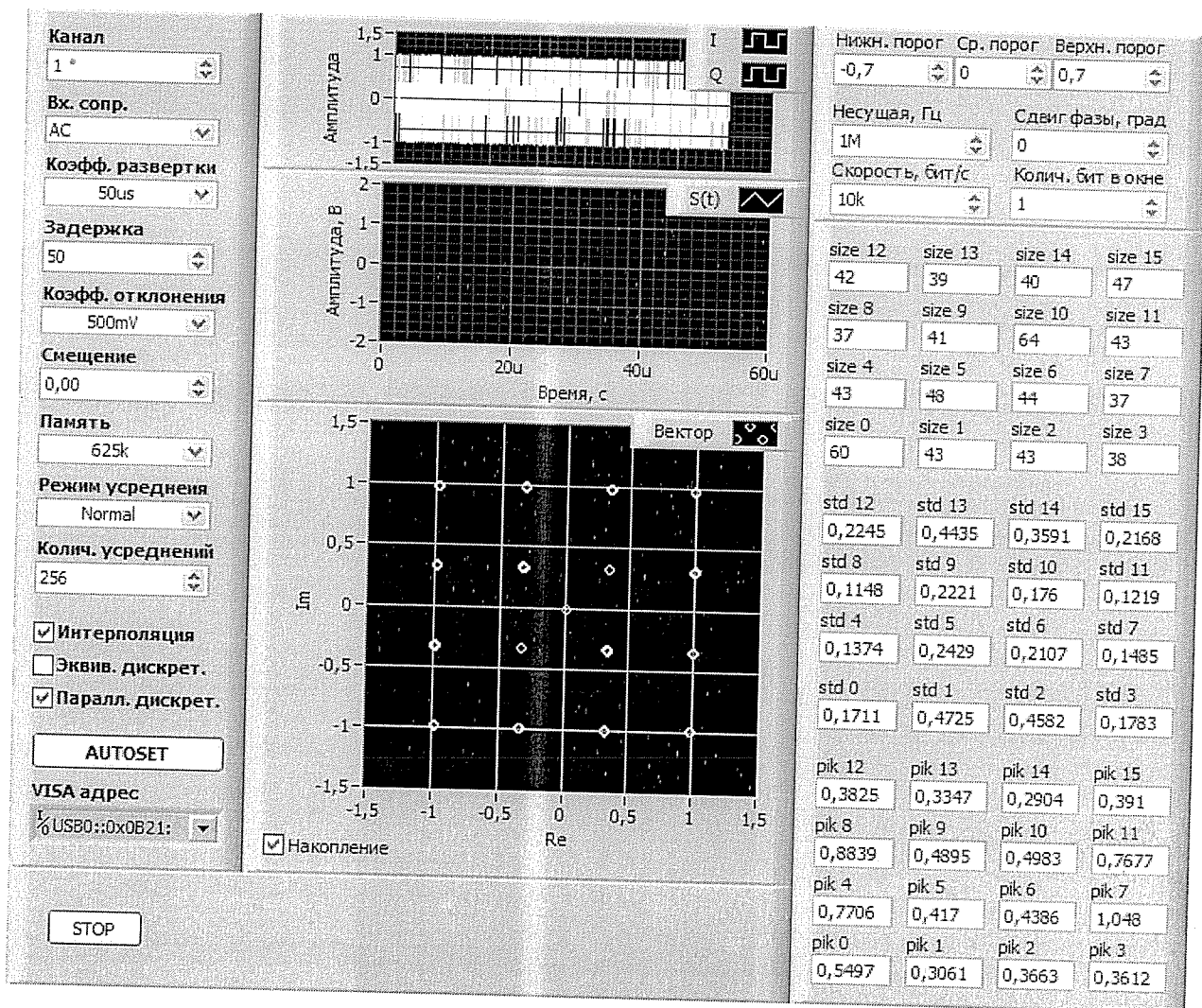


Рисунок 15

8.17.6. Включить режим накопления измерительной информации (управляющий элемент «Накопление»).

8.17.7. По мере выполнения измерений на панели справа от векторной диаграммы будут увеличиваться значения size 0...size 15. Когда все значения size 0...size 15 превысят 50 измерений нажать STOP в программном окне.

8.17.8. В качестве векторной ошибки IQ модуляции в процентах взять максимальное из значений pic 0 ... pic 15.

Результаты поверки считать положительными, если векторная ошибка IQ модуляции типа 16QAM с прямоугольным фильтром, скоростью передачи 10 кГц, несущей 1 МГц находится в пределах $\pm 1,2\%$.

8.18. Определение входного сопротивления и КСВН входов внешней цифровой модуляции «I» и «Q»

8.18.1. Выключить генератор.

8.18.2. Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 16.

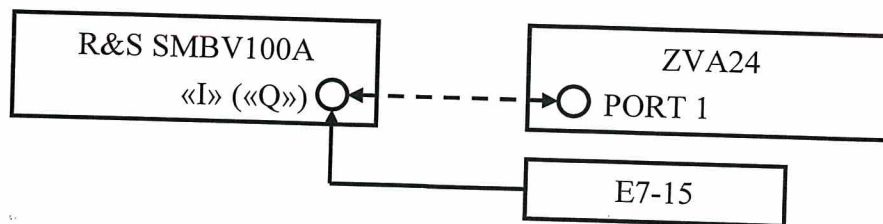


Рисунок 16

8.18.3. С помощью измерителя иммитанса E7-15 в режиме измерений электрического сопротивления измерить сопротивление входов внешней цифровой модуляции I и Q.

8.18.4. Установить полосу обзора на анализаторе от 200 кГц до 60 МГц. Включить анализатор в режим измерений КСВН (VSWR).

8.18.5. Подключить вход I к анализатору электрических цепей векторному R&S ZVA24. На экране анализатора наблюдать частотную зависимость КСВН входа I и с помощью маркера определить максимальное (пиковое) значение КСВН.

8.18.6. Подключить вход Q к анализатору электрических цепей векторному R&S ZVA24. На экране анализатора наблюдать частотную зависимость КСВН входа Q и с помощью маркера определить максимальное (пиковое) значение КСВН.

Результаты поверки считать положительными, если сопротивление входов внешней цифровой модуляции находится в пределах 50 ± 2 Ом, КСВН входов не более 1,2.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки генератора выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки поверяемый генератор к дальнейшему применению не допускается. На такой генератор выдается извещение об его непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин.

Начальник отдела
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИ МО РФ

Старший научный сотрудник
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИ МО РФ

Начальник НО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник ИЛ СИ ВН «НавТест»

И.М. Малай

А.В. Клеопин

В.З. Маневич

А.В. Ефимов