УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель
генерального директора -
заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»

_____ **А.Н. Щипунов**

«27» 04 **2016 г.**

М.п.

Источники опорные радиочастотных сигналов с низким уровнем фазовых шумов Fluke моделей 96040A и 96270A

Методика поверки

651-15-46 МП

гр. 64924-16

р.п. Менделеево
2016 г.

1 Общие сведения

1.1 Настоящая методика распространяется на опорные источники радиочастотных сигналов с низким уровнем фазовых шумов Fluke моделей 96040A и 96270A (далее - источника) компании ««Fluke Precision Measurement Ltd.» (Великобритания), и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.
1.2 Интервал между поверками - 1 год.

2 Операции поверки

2.1 При поверке источников выполнить работы в объеме, указанном в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Идентификация программного обеспечения	8.3	да	да
4 Определение погрешности установки частоты внутреннего опорного генератора	8.4	да	да
5 Определение погрешности установки частоты на выходе источника	8.5	да	да
6 Определение уровня гармонических составляющих в выходном сигнале	8.6	да	да
7 Определение уровня субгармонических составляющих в выходном сигнале	8.7	да	да
8 Определение уровня фазового шума	8.8	да	да
9 Определение погрешности установки параметров модуляции	8.9	да	да
10 Определение погрешности измерения частоты встроенным частотомером	8.10	да	да
11 Определение погрешности установки выходного уровня для измерительного преобразователя 50 Ом	8.11	да	да
12 Определение погрешности ослабления внутреннего аттенюатора для преобразователя 50 Ом	8.12	да	да
13 Определение КСВ для преобразователя 50 Ом	8.13	да	нет
14 Определение погрешности установки выходного уровня для измерительного преобразователя 75 Ом	8.14	да	да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
15 Определение погрешности ослабления внутреннего аттенюатора для преобразователя 75 Ом	8.15	да	да
16 Определение КСВ с преобразователем 75 Ом	8.16	да	нет
17 Определение погрешности установки уровня на микроволновом выходе (только для 96270A)	8.17	да	да
18 Определение погрешности установки частоты на микроволновом выходе источника (только для 96270A)	8.18	да	да
19 Определение уровня гармонических и субгармонических составляющих в выходном сигнале на микроволновом выходе источника (только для 96270A)	8.19	да	да
20 Определение погрешности установки параметров модуляции на микроволновом выходе источника (только для 96270A)	8.20	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и прибор бракуется.

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательное оборудование, представленные в таблице 2.

Таблица 2

№ пунктов методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.4, 8.5, 8.18	Частотомер электронно-счётный 53151A: диапазон измерений частоты от 10 Гц до 26,5 ГГц; пределы основной допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты при работе от внутреннего генератора ± ($F \cdot 10^{-7}$ + ΔF), где F – частота сигнала, ΔF – разрешение по частоте.
8.4, 8.5, 8.10, 8.18	Стандарт частоты рубидиевый FS725: пределы допускаемой относительной погрешности частоты 10 МГц ± $1 \cdot 10^{-10}$
8.6, 8.7, 8.11, 8.12, 8.13, 8.14, 8.15, 8.16, 8.17,	Приёмник измерительный R&S FSMR 26 с опциями FS-K40 и B2: R&S FSMR 26 (Рег.№ 50678-12): пределы абсолютной погрешности погрешность измерения частоты ± ($1{,}8 \cdot 10^{-7} \cdot fc$ + 0,1) Гц; пределы допускаемой относитель-

8.19, 8.20	ной погрешности измерений отношений уровня входного синусоидального сигнала в диапазоне входных сигналов от минус 140 до 0 дБ/мВт и от 0 до 20 дБ/мВт ± (0,01 + 0,005 на 10 дБ шага) дБ
8.8, 8.9	Анализатор источников сигналов R&S FSUP 26: пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты ± ($1{,}8 \cdot 10^{-7}$ ·fc +1/2 значения последнего индицируемого разряда); пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума во всем диапазоне частот, в диапазоне отстроек от несущей: от 1 до 100 Гц ± 3,0 дБ; от 100 Гц до 10 МГц ± 1,0 дБ; от 10 до 30 МГц ±3,0 дБ; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного синусоидального сигнала: ± (0,3 – 3) дБ.
8.11,8.14, 8.17	Вольтметр переменного тока эталонный 5790A: диапазон частот от 10 Гц до 1 МГц; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения переменного напряжения ± 10^{-6} · (a · U_x + b · $U_п$), преобразователь измерительный ваттметров поглощаемой мощности 8483A (рег. № 58320-14), блок измерительный ваттметра N1913A (рег. № 57386-14)
8.11, 8.14, 8.17	Ваттметры СВЧ с блоком измерительным R&S NRP (рег. № 32262-06) с преобразователями измерительными NRP–Z55, NRP-Z91 (рег. №37008-08).
8.11	Нагрузка проходная типа HUBER+SUHNER 6701.01.B
8.12, 8.15	Аттенюатор 8493C (рег. № 60766-15), 6 дБ, диапазон частот от 0 до 26,5 ГГц
8.13, 8.16	Генератор сигналов Agilent E8257D (Рег, № 53941-13) диапазон частот от 250 кГц до 50 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты ± $7{,}5 \cdot 10^{-8}$; максимальный уровень выходной мощности не менее 10 дБ/мВт, пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня мощности не более ± 1,2 дБ); Направленный мост Agilent 86205A Нагрузка Narda Microwave 231-416
8.14	Преобразователь измерительный ваттметров поглощаемой мощности 8483A (рег. № 58320-14), блок измерительный ваттметра N1913A (рег. № 57386-14), адаптер Maury Microwave 8882A, преобразователь импеданса (50 Ом - 75 Ом) R &S RAZ, нагрузка 11094B
8.15, 8.16	Преобразователь импеданса (50 Ом - 75 Ом) R &S RAZ
8.16	Направленный мост Agilent 86207A Нагрузка Maury Microwave 8885B Нагрузка Maury Microwave 8884B
8.17	Проходная нагрузка Rohde & Schwarz RAD 50 Адаптер Maury Microwave 8821B1 Power Meter Power Sensor, Thermal, 27 GHz, 50 Ω Адаптер Maury Microwave 8828A

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

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

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению поверки источников допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим образованием, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке, допущенный к работе с электроустановками и имеющие право на поверку (аттестованными в качестве поверителей).

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с действующими нормативными документами.

5.2 К работе с источниками допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94, ГОСТ Р 51350-99, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.3 При проведении поверки необходимо принять меры защиты от статического напряжения, использовать антистатические заземлённые браслеты и заземлённую оснастку. Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности антистатических защитных устройств.

6 Условия поверки

6.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С	23 ± 5*;
- относительная влажность воздуха, %	от 5 до 70;
- атмосферное давление, мм рт. ст.	от 626 до 795;
- напряжение питания, В	от 100 до 250;
- частота, Гц	от 50 до 60.

*температура выбирается в соответствии с руководствами по эксплуатации средств поверки.
Все средства измерений, использующиеся при поверке источников, должны работать в нормальных условиях эксплуатации.

7 Подготовка к поверке

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выполнить операции, оговорённые в документации изготовителя на поверяемый источник по его подготовке к работе;
- выполнить операции, оговорённые в РЭ на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить прогрев приборов для установления их рабочих режимов.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре проверить:

- отсутствие механических повреждений и ослабление элементов, чёткость фиксации их положения;
- чёткость обозначений, чистоту и исправность разъёмов и гнёзд, наличие и целостность печатей и пломб;
- наличие маркировки согласно требованиям эксплуатационной документации.

8.1.2 Результаты поверки считать положительными, если выполняются все перечисленные требования. В противном случае источник бракуется.

8.2 Опробование

8.2.1 Подготовить источник к работе в соответствии с технической документацией фирмы-изготовителя. Проверить отсутствие сообщений о неисправности в процессе загрузки источника.

8.2.2 Результаты поверки считать положительными, если выполняются процедуры, приведённые в п.п. 8.2.1.

8.3 Идентификация программного обеспечения

Проверку соответствия заявленных идентификационных данных программного обеспечения (ПО) источника проводить в следующей последовательности:

- проверить наименование ПО;
- проверить идентификационное наименование ПО;
- проверить номер версии (идентификационный номер) ПО;
- определить цифровой идентификатор ПО (контрольную сумму исполняемого кода). Для расчёта цифрового идентификатора применяется программа (утилита) «MD5_FileChecker». Указанная программа находится в свободном доступе сети Internet (сайт www.winmd5.com).

Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют идентификационным данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	*Значение*
Идентификационное наименование ПО	96xxx.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.11
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	–

8.4 Определение погрешности установки частоты внутреннего опорного генератора

8.4.1 Прогреть источник в течение минимум 24 часов.

8.4.2 Соединить выход 10 МГц стандарта частоты со входом внешнего опорного источника на задней панели частотомера.

8.4.3 Соединить выход REF FREQUENCY OUTPUT на задней панели источника со входом А частотомера (рисунок 1).

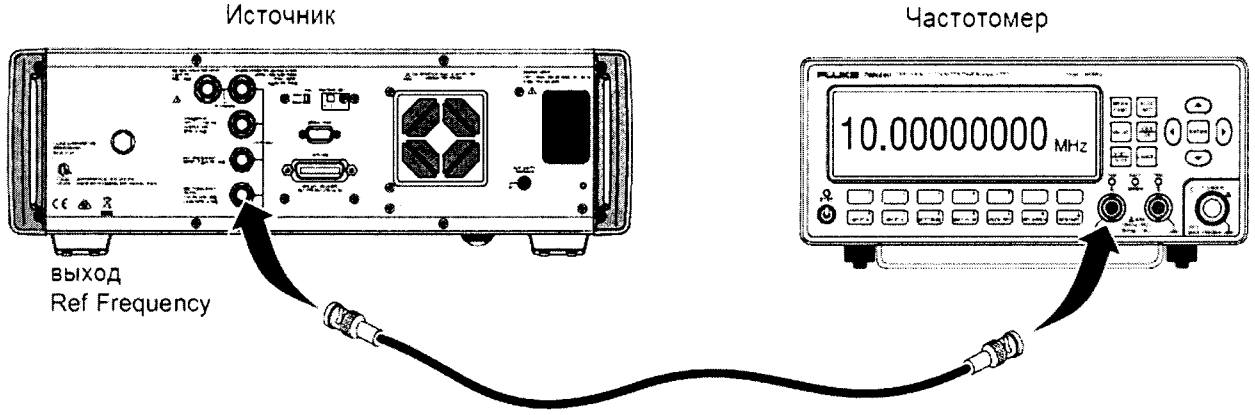

Рисунок 1.

8.4.4 Установить значение входного импеданса частотомера равным 50 Ом.

8.4.5 На источнике установить значение частоты сигнала с выхода REF FREQUENCY OUTPUT равным 10 МГц.

8.4.6 Измерить частотомером несколько раз значение частоты сигнала источника с выхода REF REQUENCY OUTPUT.

8.4.7 Результаты поверки считать удовлетворительными, если измеренное значение находится в пределах от 9,99999950 МГц до 10,00000050 МГц.

8.5 Определение погрешности установки частоты на выходе источника

8.5.1 Прогреть источник в течение минимум 24 часов.

8.5.2 Соединить выход 10 МГц стандарта частоты со входом внешнего опорного источника на задней панели частотомера.

8.5.3 Соединить преобразователь 50 Ом из комплекта источника со входом А частотомера (рисунок 2).

8.5.4 Установить на источнике следующие параметры:

Ref Frequency Input	Disabled
Mode	Leveled Sine
Signal	Microwave Output
Frequency	10 kHz
Level	+13 dBm
Output	OPER

8.5.5 Установить на частотомере следующие параметры:

Function	Freq A
Slope	Positive
Coupling	AC
Input Impedance	50 Ω
Attenuation	1x
Trigger Mode	Auto

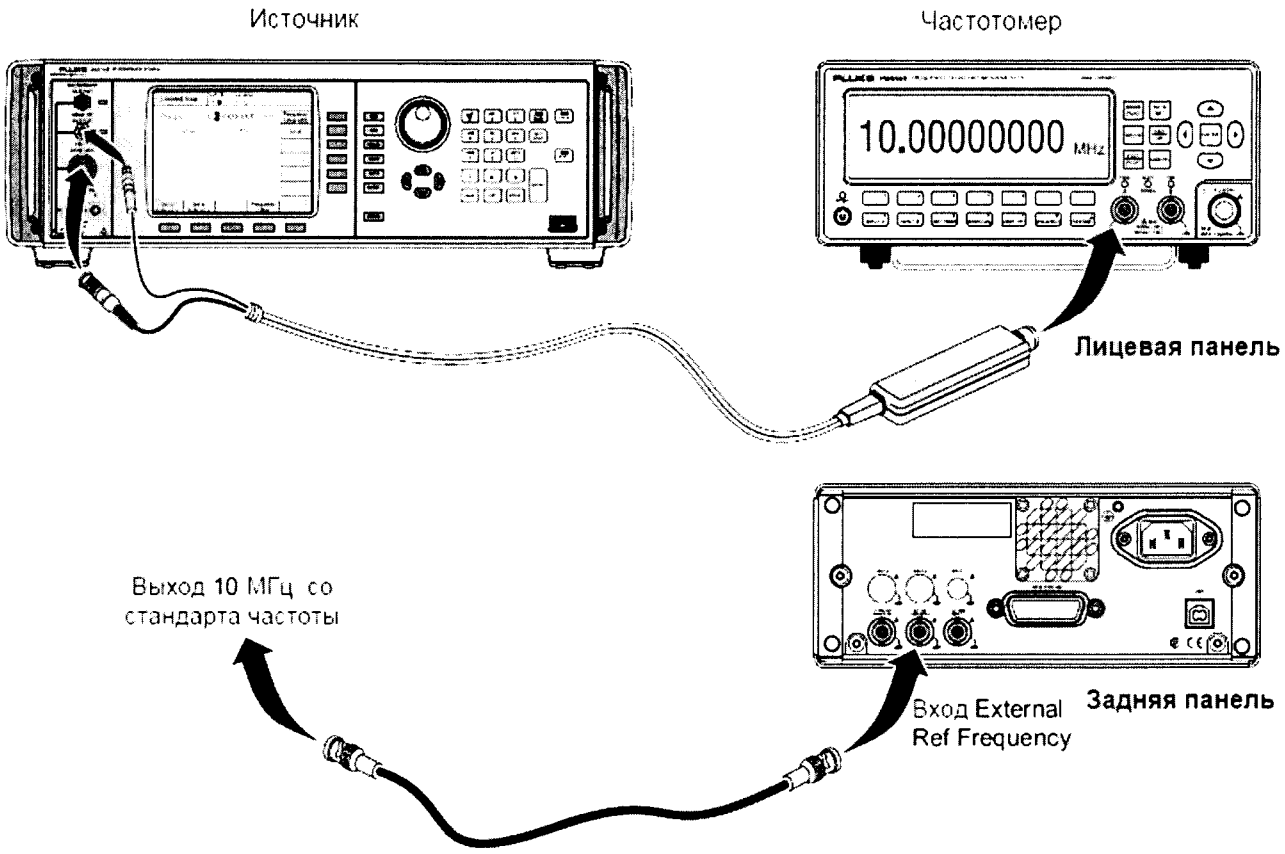

Рисунок 2.

8.5.6 Установить значение частоты выходного сигнала источника в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4.

Номинальная частота сигнала источника	**Допустимые значения частоты сигнала источника**
10 кГц	(9,999 999 495 – 10,000 000 505) кГц
10 МГц	(9,999 999 500 – 10,000 000 500) МГц
30 МГц	(29,999 998 500 – 30,000 001 500) МГц
50 МГц	(49,999 997 500 – 50,000 002 500) МГц
100 МГц	(99,999 995 000 – 100,000 005 000) МГц
500 МГц	(499,999 980 – 500,000 020) МГц
1 ГГц	(0,999 999 950 0 – 1,000 000 050 0) ГГц
2 ГГц	(1,999 999 900 0 – 2,000 000 100 0) ГГц
2.7 ГГц	(2,699 999 865 0 – 2,700 000 135 0) ГГц
4 ГГц	(3,999 999 800 0 – 4,000 000 200 0) ГГц

8.5.7 Измерить частотомером значение частоты выходного сигнала источника.

8.5.8 Результаты поверки считать удовлетворительными, если измеренные значения частоты соответствуют допустимым значениям, указанным в таблице 4.

8.6 Определение уровня гармонических составляющих в выходном сигнале (96040A и 96270A)

8.6.1 Соединить выход преобразователя 50 Ом с высокочастотным входом анализатора спектра.

8.6.2 Соединить выход REF FREQUENCY OUTPUT на задней панели источника со входом Ext Ref In на задней панели анализатора спектра (рисунок 3).

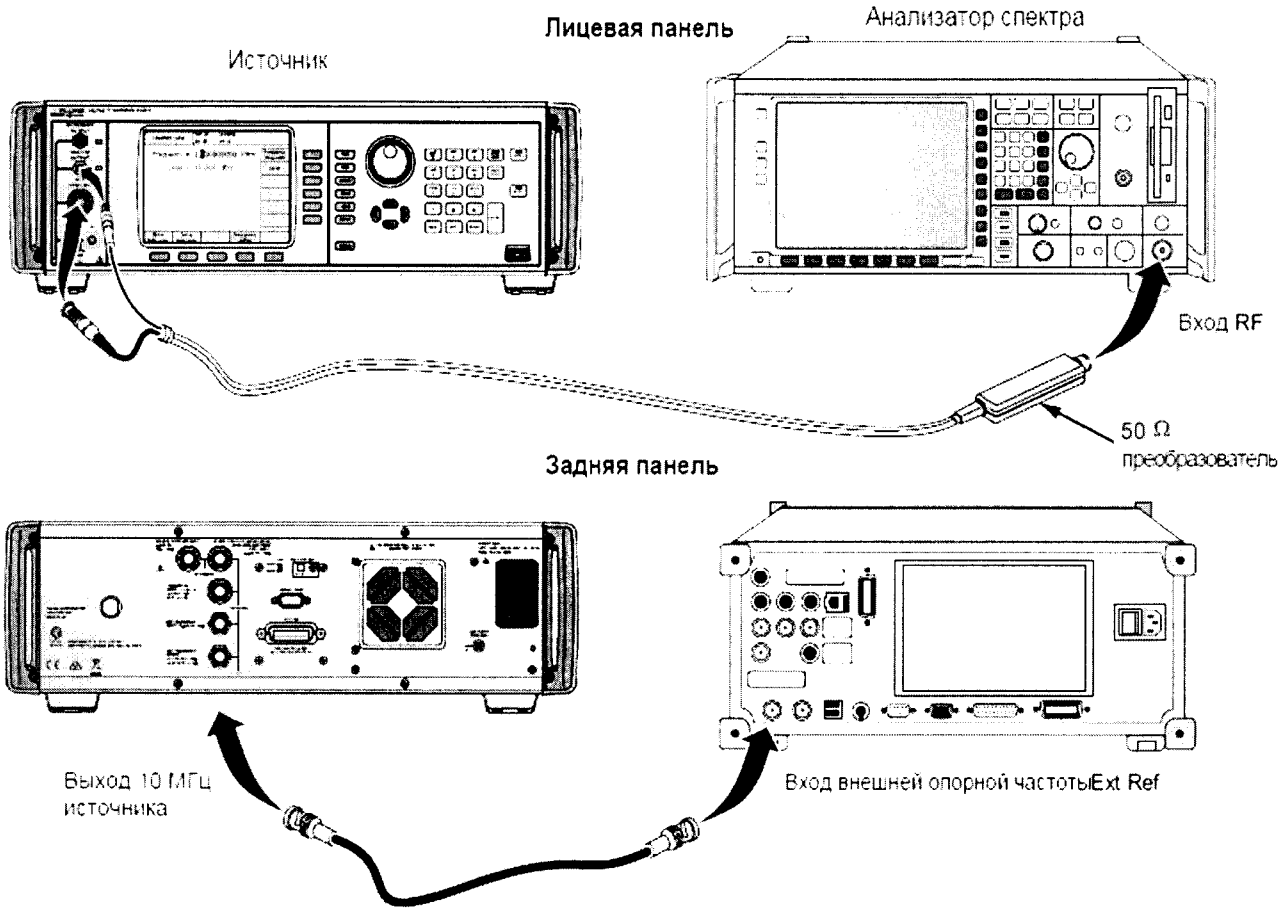

Рисунок 3.

8.6.3 Установить значение частоты сигнала с выхода REF FREQUENCY источника равным 10 МГц.

8.6.4 Установить на анализаторе спектра следующие параметры:

PRESET
EXT REF On
COUPLING DC
REF LVL +30 dBm
FREQ 20 kHz
SPAN 100 Hz

8.6.5 Установить на источнике следующие параметры:

Mode Leveled Sine
Frequency 20 kHz
Level +24 dBm
Output OPER

8.6.6 Нажать на анализаторе спектра MARKER->PEAK.

8.6.7 Установить значение центральной частоты анализатора спектра равным 40 кГц (2-я гармоника.

8.6.8 Измерить с помощью дельта-функции анализатора спектра значение амплитуды второй гармоники по отношению к первой гармонике.

8.6.9 Установить значение центральной частоты анализатора спектра равным 60 кГц (3-я гармоника).

8.6.10 Нажать на анализаторе спектра MARKER->PEAK.

8.6.11 Измерить с помощью дельта-функции анализатора спектра значение амплитуды третьей гармоники по отношению к первой.

8.6.12 Повторить измерения для всех значений частот из таблицы, устанавливая частоту и уровень в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5.

Значение выходного уровня сигнала источника, дБ/мВт	**Частота источника**	**Частота 2-ой гармоники**	**Допустимое значение уровня гармонических составляющих по 2-й гармонике, дБс, менее**	**Частота 3-й гармоники**	**Допустимое значение уровня гармонических составляющих по 3-й гармонике, дБс, менее**
+24	20 кГц	40 кГц	-60	60 кГц	-60
	2,74 МГц	5,48 МГц	-60	8,22 МГц	-60
	5,5 МГц	11 МГц	-60	16,5 МГц	-60
	11 МГц	22 МГц	-60	33 МГц	-60
	22 МГц	44 МГц	-60	66 МГц	-60
	44 МГц	88 МГц	-60	132 МГц	-60
	62,5 МГц	125 МГц	-60	187,5 МГц	-60
	88 МГц	176 МГц	-60	264 МГц	-60
	125 МГц	250 МГц	-60	375 МГц	-60
+20	250 МГц	500 МГц	-60	750 МГц	-60
	354 МГц	708 МГц	-60	1,062 ГГц	-60
	500 МГц	1 ГГц	-60	1,5 ГГц	-60
	714 МГц	1,428 ГГц	-60	2,142 ГГц	-60
	1 ГГц	2 ГГц	-60	3 ГГц	-60
	1,4 ГГц	2,8 ГГц	-55	4,2 ГГц	-55
+14	1,8 ГГц	3,6 ГГц	-55	5,4 ГГц	-55
	2,7 ГГц	5,4 ГГц	-55	8,1 ГГц	-55
	4,024 ГГц	8,048 ГГц	-55	12,072 ГГц	-55

8.6.13 Результаты поверки считать удовлетворительными, если измеренные значения уровней сигнала по 2-й и 3-й гармоникам не превышают указанных в таблице 5.

8.7 Определение уровня субгармонических составляющих в выходном сигнале

8.7.1 Соединить оборудование в соответствии с рисунком 3.

8.7.2 Установить на анализаторе спектра следующие параметры:

PRESET	
COUPLING	DC
REF LVL	+10 dBm
EXT REF	On
FREQ	2.150 003 GHz
SPAN	2 MHz

8.7.3 Установить на источнике следующие параметры:

Mode	Leveled Sine
Frequency	2.150 003 GHz
Level	+4.6 dBm
Output	OPER

8.7.4 Установить анализатор спектра в режим однократного измерения, запустить процесс измерения, дождаться его окончания и нажать клавишу MARKER → PEAK.

8.7.5 Измерить с помощью дельта-функции анализатора спектра максимальное значение амплитуды любого отображаемого сигнала, кроме сигнала первой гармоники.

8.7.6 Повторить измерения для всех значений выходной частоты из таблицы 6.

Таблица 6.

Частота, ГГц	**Допустимое значение уровня гармонических составляющих, дБс, менее**
2,150 003	-66
2,275 003	-66
2,425 003	-66
2,500 003	-66
2,650 003	-66
2,825 003	-66
2,999 997	-66
3,149 997	-66
3,424 997	-66
3,499 997	-66
3,649 997	-66
3,774 997	-66
3,924 997	-66
3,999 997	-66

8.7.7 Результаты поверки считать удовлетворительными, если измеренные значения уровней паразитных сигналов не превышают установленных в таблице.

8.8 Определение уровня фазового шума (96040A и 96270A)

8.8.1 Соединить выход преобразователя 50 Ом со входом анализатора сигналов.

8.8.2 Установить на анализаторе сигналов режим измерения фазового шума:

- нажать программную клавишу Setting в основном меню установок анализатора;
- установить диапазон частоты смещения для измерения фазового шума от 100 Гц до 10 МГц;
- нажать снова программную клавишу Setting и выйти в меню Spurs;
- нажать клавишу HIGHLIGHT SPURS.

8.8.3 Установить на источнике следующие параметры (для модели 96270A необходимо убедиться, что выбран выход преобразователя):

Mode Leveled	Sine
Frequency	1 GHz
Level	+13 dBm
Output	OPER

8.8.4 Нажать программную клавишу Premeas анализатора для автоматической настройки анализатора и выполнения процедуры проведения предварительных измерений.

8.8.5 Нажать программную клавишу Run на анализаторе после окончания предварительных измерений (анализатор по умолчанию будет использовать кросс-корреляционные измерения, обеспечивая оптимальное измерение фазового шума).

8.8.6 Нажать клавишу MARKER на анализаторе сигналов, чтобы установить маркер на значение нижней частоты смещения 100 Гц.

8.8.7 Убедиться, что измеренное с помощью маркера значение фазового шума при значении смещения 100 Гц находиться в переделах, указанных в таблице 7.

Таблица 7.

Частота	**Смещение частоты**	**Допустимое значение фазового шума, дБс/Гц, менее**
125 МГц	100 Гц	-121
	1 кГц	-141
	10 кГц	-148
	100 кГц	-151
	1 МГц	-153
	10 МГц	-155
1 ГГц	100 Гц	-104
	1 кГц	-130
	10 кГц	-140
	100 кГц	-141
	1 МГц	-148
	10 МГц	-152

8.8.8 Измерить значение фазового шума, нажимая клавиши вверх (↑) и вниз (↓) анализатора для перемещения маркера на дисплее для каждого значения частоты смещения, указанного в таблице 7.

8.8.9 Результаты поверки считать удовлетворительными, если измеренные значения уровней фазового шума не превышают установленных в таблице 7.

8.9 Определение погрешности установки параметров модуляции (96040A и 96270A)

8.9.1 Соединить выход 50 Ом преобразователя со входом RF INPUT анализатора спектра.

8.9.2 Нажать клавишу анализатора спектра PRESET

8.9.3 Установить на источнике режим амплитудной модуляции (AM). (для 96270A убедиться, что выбран выход преобразователя).

8.9.4 Установить на источнике следующие параметры:

Frequency	30 MHz
Level	+10 dBm
Mod Rate	20 kHz (Sine)
AM Depth	50 %
Output	OPER
Modulation	ON

8.9.5 Измерить анализатором спектра в режиме автоматической настройки коэффициент амплитудной модуляции входного сигнала.

8.9.6 Повторить измерения для всех значений параметров из таблицы 8.

Таблица 8.

Уровень, дБ/мВт	**Несущая частота**	**Модулирующая частота, кГц**	**КАМ, %**	**Допустимые значения КАМ, %**
+10	30 МГц	20	50	от 48,4 до 51,6
		100	50	от 48,4 до 51,6
+14	125 МГц	1	90	от 87,2 до 92,8
		100	90	от 87,2 до 92,8
	1 ГГц	1	90	от 87,2 до 92,8
		20	90	от 87,2 до 92,8

8.9.7 Установить на источнике режим частотной модуляции (FM), (для 96270A убедиться, что выбран выход преобразователя).

8.9.8 Установить на источнике следующие параметры:

Frequency 62,5 MHz
Level +13 dBm
Mod Rate 1 kHz (Sine)
FM Deviation 300 kHz
Output OPER
Modulation OFF

8.9.9 Установить анализатор в режим автонастройки, настроится на входной сигнал и после этого включить на источнике режим частотной модуляции.

8.9.10 Измерить девиацию частоты анализатором для всех значений параметров из таблицы 9.

Таблица 9.

Уровень, дБ/мВт	Несущая частота	Модулирующая частота	Девиация	Допустимые значения девиации
+13 дБ/мВт	62,5 МГц	400 Гц	30 кГц	±0,11 Гц
	62,5 МГц	300 кГц	1 МГц	±10 Гц
	125 МГц	400 Гц	10 кГц	от 99,70 кГц до 100,30 кГц
		100 кГц	10 кГц	от 99,70 кГц до 100,30 кГц
		400 Гц	300 кГц	от 309,0 кГц до 291,0 кГц
		100 кГц	300 кГц	от 309,0 кГц до 291,0 кГц
	1 ГГц	400 Гц	1 МГц	от 1,030 МГц до 0,970 МГц
		300 кГц	1 МГц	от 1,030 МГц до 0,970 МГц

8.9.11 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения КАМ и девиации частоты не превышают указанных в таблицах 8 и 9.

8.10 Определение погрешности измерения частоты встроенным частотомером

8.10.1 Прогреть источник в течение минимум 24 часов.

Примечание: для модели 96040A соединить выход 10 МГц стандарта частоты со входами 50 MHz Counter, Modulation, Leveling, и Frequency Pull BNC на задней панели источника с помощью BNC-разветвителя;

для модели 96270A соединить выход 10 МГц стандарта частоты со входом 300 MHz Counter на задней панели источника с помощью BNC-разветвителя.

8.10.2 На источнике нажать клавишу MEAS и выбрать режим измерения частоты.

8.10.3 Выбрать время стробирования 80 и дождаться, пока не будет отображено значение измеренной частоты.

8.10.4 Результаты поверки считать удовлетворительными, если измеренное внутренним частотомером значение частоты будет находиться в пределах от 10,000 000 051 МГц до 9,999 999 949 МГц.

8.11 Определение погрешности установки выходного уровня для измерительного преобразователя 50 Ом (96040A и 96270A)

8.11.1 Измерения на низких частотах

Примечание: При проведении измерений могут возникнуть нежелательные помехи на частоте 10 МГц из-за оборудования, работающего в непосредственной близости от места проведения измерений, что может привести к ошибочным результатам. Чтобы избежать данной проблемы при измерениях в диапазоне частот от 10 МГц до 300 МГц, необходимо добавить небольшое смещение частоты (50 кГц) к номинальному значению частоты, если значение номинальной частоты является кратным 10 МГц.

8.11.1.1 Соединить преобразователь 50 Ом со входом INPUT 1 калибратора 5790A через нагрузку 50 Ом (рисунок 4).

Примечание: Используйте дроссель, чтобы уменьшить значение шума и получить более точные результаты измерений. Дроссель необходимо установить между проходной нагрузкой и входом калибратора 5720A. Параметры дросселя - 6 витков коаксиального кабеля диаметром 0,5 мм (типа RG-58) на тороиде типа TDK H5C2 - T28-13-16.

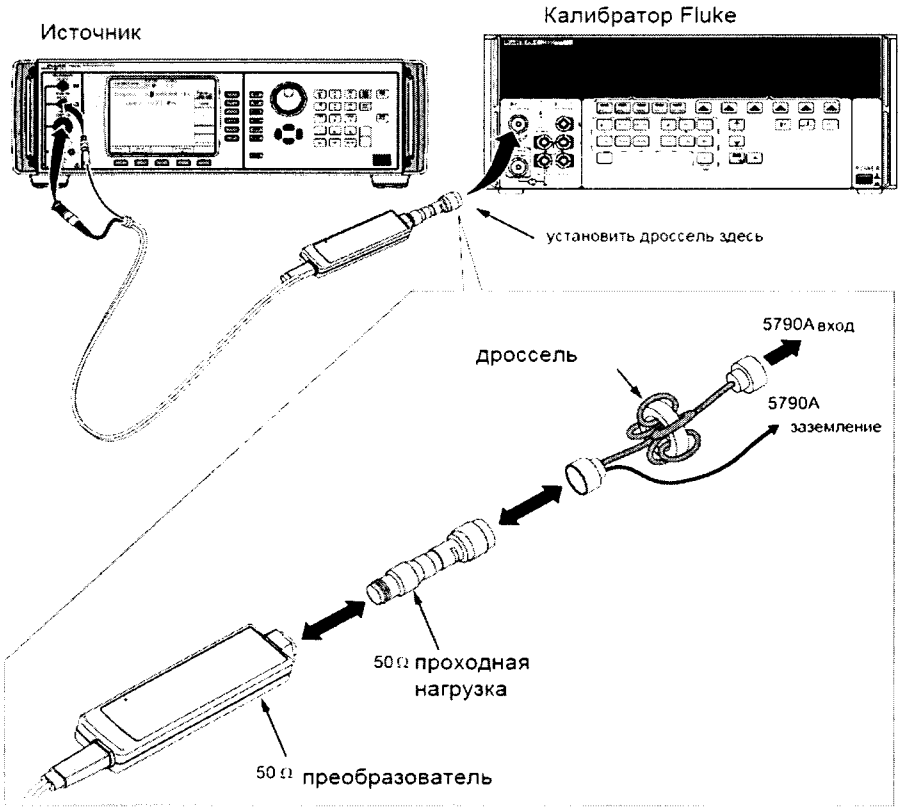

Рисунок 4.

8.11.1.2 Установить на источнике следующие параметры:

Mode	Leveled Sine
Frequency	1 kHz
Level	+16 dBm
Output	OPER

8.11.1.3 Измерить значение выходного уровня калибратором и пересчитать измеренное значение из Вольт в дБ/мВт, используя формулу:

$$\frac{\text{дБ}}{\text{мВт}}(50\ \text{Ом}) = 10 \cdot \lg\left(\frac{\text{В}^2}{50 \cdot 0{,}001}\right).$$

8.11.1.4 Записать результат измерений на частоте 100 кГц как P_1.

8.11.1.5 Повторить измерения для всех значений частоты и уровня сигнала из таблицы 10.

Таблица 10.

Установленный уровень, дБ/мВт	Частота, кГц	Допустимое значение абсолютной погрешности уровня, дБ
+16	1 кГц	± 0,03
	20 кГц	± 0,03
	100 кГц (P_1)	± 0,03
+13	1 кГц	± 0,03
	20 кГц	± 0,03
	100 кГц (P_1)	± 0,03
+3	1 кГц	± 0,03
	20 кГц	± 0,03
	100 кГц (P_1)	± 0,03
-7	1 кГц	± 0,03
	20 кГц	± 0,03
	100 кГц (P_1)	± 0,03
-17	1 кГц	± 0,03
	20 кГц	± 0,03
	100 кГц	± 0,03
-27	1 кГц	± 0,03
	20 кГц	± 0,03
	100 кГц (P_1)	± 0,03
-37	1 кГц	± 0,03
	20 кГц	± 0,03
	100 кГц (P_1)	± 0,03
-47	1 кГц	± 0,03
	20 кГц	± 0,03
	100 кГц (P_1)	± 0,03

8.11.1.6 Вычислить погрешность установки уровня сигнала источника как разность между установленным уровнем сигнала источника и измеренным калибратором уровнем сигнала.

8.11.2 Измерения на высоких частотах

8.11.2.1 Соединить измерительный преобразователь 50 Ом со входом термисторного преобразователя измерителя мощности (рисунок 5).

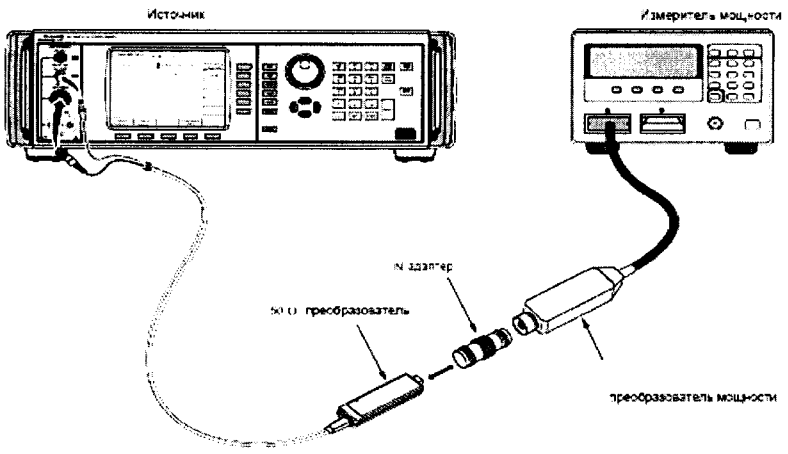

Рисунок 5.

8.11.2.2 Установить на источнике следующие параметры:

Mode Leveled Sine
Frequency 100 kHz
Level +16 dBm
Output OPER

8.11.2.3 Установить индикацию измерителя мощности в дБ/мВт.

8.11.2.4 Ввести значение частоты, на которой производятся измерения (0,1 МГц) в измеритель мощности для коррекции калибровочного коэффициента.

Примечание: рекомендуемый измеритель мощности имеет измерительный преобразователь с сохранёнными калибровочными коэффициентами, зависящими от частоты, на которой проводится измерение; при использовании других моделей преобразователей мощности с таблицей калибровочных коэффициентов необходимо вводить калибровочные коэффициенты вручную.

8.11.2.5 Измерить уровень выходного сигнала источника на частоте 100 кГц измерителем мощности и записать полученное значение в таблицу 11 как P_2.

Примечание: Измеритель мощности может автоматически выбрать диапазон измерений, предел которого будет совпадать с точкой, в которой производятся измерения. Чтобы избежать этого, необходимо вручную установить диапазон измерителя мощности сразу после измерений на частоте 100 кГц и сохранить фиксацию диапазона измерителя мощности для всех последующих частот той же амплитуды сигнала.

Таблица 11.

Установленный уровень, дБ/мВт	**Частота**	**Измеренное значение $P_{вых.}$, дБ**	**Допустимые значения погрешности уровня, дБ**
+16	100 кГц	P_2	Опорный уровень
	10 МГц	P_3	± 0,05
	100 МГц	P_3	± 0,05
	300 МГц	P_3	± 0,07
	1,4 ГГц	P_3	± 0,20
+13	100 кГц	P_2	Опорный уровень
	10 МГц	P_3	± 0,05
	100 МГц	P_3	± 0,05
	300 МГц	P_3	± 0,07
	1,4 ГГц	P_3	± 0,20
	3 ГГц	P_3	± 0,30
	4 ГГц	P_3	± 0,30
+3	100 кГц	P_2	Опорный уровень
	10 МГц	P_3	± 0,05
	100 МГц	P_3	± 0,05
	300 МГц	P_3	± 0,07
	1,4 ГГц	P_3	± 0,20
	3 ГГц	P_3	± 0,30
	4 ГГц	P_3	± 0,30

8.11.2.6 Установить значение частоты источника в соответствии с первой из проверяемых частот (10 МГц) таблицы 11.

8.11.2.7 Ввести значение частоты, на которой проводится измерение, в измеритель мощности и измерить значение выходного уровня P_3 сигнала источника.

8.11.2.8 Вычислить значение $P_{вых} = P_1 + (P_3 - P_2)$.

8.11.2.9 Повторить измерения для всех значений частот и уровней сигнала из таблицы 11.

8.11.2.10 Соединить преобразователь 50 Ом со входом диодного преобразователя 50 Ом

измерителя мощности.

8.11.2.11 Установить на источнике следующие параметры:

Mode Leveled Sine
Frequency 100 kHz
Level -7 dBm
Output OPER

8.11.2.12 Ввести значение частоты, на которой производятся измерения (0,1 МГц) в измеритель мощности для коррекции калибровочного коэффициента.

Примечание: Датчик мощности на основе диода может иметь нелинейную АЧХ, что необходимо корректировать.

8.11.2.13 Измерить уровень выходного сигнала источника на частоте 100 кГц измерителем мощности и записать полученное значение в таблицу 12 как P_2.

Таблица 12.

Установленный уровень, дБ/мВт	**Частота**	**Измеренное значение $P_{вых.}$, дБ**	**Допустимое отклонение $P_{вых.}$, дБ**
-7	100 кГц	P_2	Опорный уровень
	10 МГц	P_3	± 0,05
	100 МГц	P_3	± 0,05
	300 МГц	P_3	± 0,07
	1,4 ГГц	P_3	± 0,20
	3 ГГц	P_3	± 0,30
	4 ГГц	P_3	± 0,30
-17	100 кГц	P_2	Опорный уровень
	10 МГц	P_3	± 0,05
	100 МГц	P_3	± 0,05
	300 МГц	P_3	± 0,07
	1,4 ГГц	P_3	± 0,20
	3 ГГц	P_3	± 0,30
	4 ГГц	P_3	± 0,30
-27	100 кГц	P_2	Опорный уровень
	10 МГц	P_3	± 0,05
	100 МГц	P_3	± 0,05
	300 МГц	P_3	± 0,07
	1,4 ГГц	P_3	± 0,20
	3 ГГц	P_3	± 0,30
	4 ГГц	P_3	± 0,50
-37	100 кГц	P_2	Опорный уровень
	10 МГц	P_3	± 0,05
	100 МГц	P_3	± 0,05
	300 МГц	P_3	± 0,07
	1,4 ГГц	P_3	± 0,20
	3 ГГц	P_3	± 0,30
	4 ГГц	P_3	± 0,50
-47	100 кГц	P_2	Опорный уровень
	10 МГц	P_3	± 0,05
	100 МГц	P_3	± 0,05
	300 МГц	P_3	± 0,07
	1,4 ГГц	P_3	± 0,20
	3 ГГц	P_3	± 0,30
	4 ГГц	P_3	± 0,50

8.11.2.14 Установить значение частоты источника в соответствии с первой из проверяемых частот (10 МГц) таблицы 12.

8.11.2.15 Ввести значение частоты, на которой проводится измерение, в измеритель мощности и измерить значение выходного уровня P_3 сигнала источника.

8.11.2.16 Вычислить значение $P_{вых} = P_1 + (P_3 - P_2)$ и записать полученное значение в таблицу 12.

8.11.2.17 Повторить измерения для всех значений частот и уровней сигнала из таблицы 11.

8.11.2.18 Вычислить погрешность установки уровня сигнала источника как разность между установленным уровнем сигнала источника и измеренным измерителем мощности уровнем сигнала.

8.11.3 Измерения низкоуровневых сигналов

8.11.3.1 Соединить выход преобразователя 50 Ом с высокочастотным входом анализатора спектра и выход REF FREQUENCY OUTPUT на задней панели источника со входом Ext Ref In на задней панели анализатора спектра (рисунок 6).

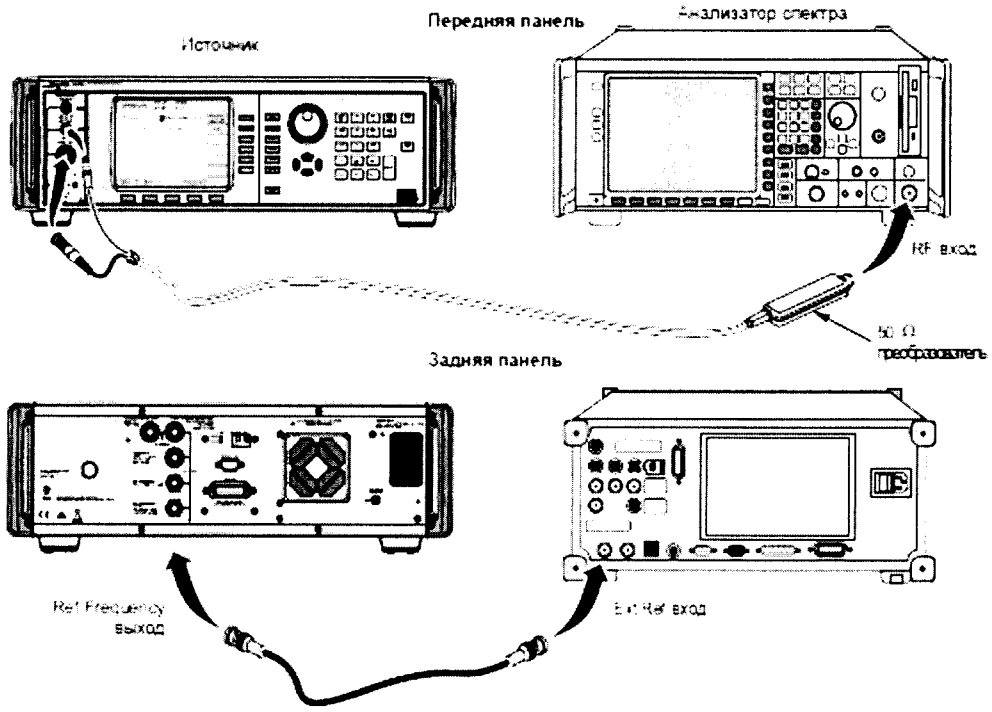

Рисунок 6.

8.11.3.2 Установить значение частоты сигнала с выхода REF FREQUENCY источника равным 10 МГц.

8.11.3.3 Установить на источнике следующие параметры:

Frequency 100 kHz
Level -37 dBm
Output OPER

8.11.3.4 Позволить анализатору спектра настроиться на входной сигнал и измерить уровень сигнала P_{-37}.

8.11.3.5 Установить значение выходного уровня источника на следующее значение уровня сигнала из раздела А таблицы 13 для той же частоты и измерить значение уровня $P_{отн.}$, не меняя настройки анализатора спектра.

Таблица 13.

Раздел	Частота	Установленный уровень, дБ/мВт	Измеренное значение $P_{отн.}$, дБ	Допустимое значение погрешности уровня, дБ
А	100 кГц	-37	Опорное	Опорное
		-47		± 0,03
		-57		± 0,20
		-66		± 0,20
		-75 (P_{-75})		± 0,50
		-85		± 0,50
	10 МГц	-37	P_{-37}	Опорное
		-47		± 0,05
		-57		± 0,10
		-66		± 0,10
		-75 (P_{-75})		± 0,10
		-85		± 0,30
		-95		± 0,70
	100 МГц	-37	Опорное	Опорное
		-47		± 0,05
		-57		± 0,10
		-66		± 0,10
		-75 (P_{-75})		± 0,10
		-85		± 0,30
		-95		± 1,50
	300 МГц	-37	P_{-37}	Опорное
		-47		± 0,07
		-57		± 0,10
		-66		± 0,10
		-75 (P_{-75})		± 0,30
		-85		± 0,50
		-95		± 1,50
	1,4 ГГц	-37	Опорное	Опорное
		-47		± 0,20
		-57		± 0,40
		-66		± 0,40
		-75		± 0,50
		-75 (P_{-75})		± 1,00
		-85		± 1,50
		-95		± 1,00
	3 ГГц	-37	P_{-37}	Опорное
		-47		± 0,30
		-57		± 0,50
		-66		± 0,50
		-75 (P_{-75})		± 1,00
		-85		± 1,00
		-95		
	4 ГГц	-37	Опорное	Опорное
		-47		± 0,50
		-57		± 0,50
		-66		± 0,50
		-75 (P_{-75})		± 1,00

Раздел	Частота	Установленный уровень, дБ/мВт	Измеренное значение $P_{отн.}$, дБ	Допустимое значение погрешности уровня, дБ
		-85		± 1,00
		-95		± 0,50
В	100 кГц	-75	Опорное	Опорное
		-85		± 0, 50
	10 МГц	-75	Опорное	Опорное
		-85		± 0,30
		-95		± 0,70
	100 МГц	-75	Опорное	Опорное
		-85		± 0,30
		-95		± 0,70
	300 МГц	-75	P_{-37}	Опорное
		-85		± 0,50
		-95		± 1,50
	1,4 ГГц	-75	Опорное	Опорное
		-85		± 1,00
		-95		± 1,50
	3 ГГц	-75	P_{-37}	Опорное
		-85		± 1,00
		-95		
	4 ГГц	-75	Опорное	Опорное
		-85		± 1,00

8.11.3.6 Вычислить значение $P_{вых.} = P_{-37} + P_{отн.}$.

8.11.3.7 Повторить п.п. 8.11.3.5 – 8.11.3.6 для каждого значения уровня сигнала из таблицы 13 раздел В для частоты 100 кГц.

8.11.3.8 Установить значение уровня сигнала -37 дБ/мВт, установить следующее значение частоты из раздела В таблицы 13 и повторить п.п. 8.11.3.4 – 8.11.3.8.

8.11.3.9 Установить значение частоты источника 100 кГц и значение уровня -75 дБ/мВт.

8.11.3.10 Повторить п.п. 8.11.3.4 – 8.11.3.10 для раздела В таблицы 13 и вычислить $P_{вых.} = P_{-75} + P_{отн.}$.

8.11.3.11 Вычислить погрешность установки уровня сигнала источника как разность между установленным уровнем сигнала источника и измеренным анализатором уровнем сигнала.

8.11.4 Измерения сверхнизкоуровневых сигналов

8.11.4.1 Установить значение частоты сигнала с выхода REF FREQUENCY источника равным 10 МГц.

8.11.4.2 Установить на источнике следующие параметры:

Frequency 100 kHz
Level -75 dBm
Output OPER

8.11.4.3 Позволить анализатору спектра настроиться на входной сигнал и измерить уровень сигнала P_{-75}.

8.11.4.4 Установить значение выходного уровня источника на следующее значение из таблицы для той же частоты и измерить значение уровня $P_{отн.}$, не меняя настройки анализатора спектра.

8.11.4.5 Вычислить значение $P_{вых.} = P_{-75} + P_{отн.}$.

8.11.4.6 Повторить п.п. 8.11.4.4 и 8.11.4.5 для каждого значения уровня сигнала из таблицы 14 для частоты 10 МГц.

Таблица 14.

Частота	**Установленный уровень, дБ/мВт**	**Измеренное значение $P_{отн}$, дБ**	**Допустимое значение погрешности уровня, дБ**
10 МГц	-75	Опорный	Опорный
	-105		± 0,7
	-115		± 0,7
	-124		± 0,7
100 МГц	-75	Опорный	Опорный
	-105		± 0,7
	-115		± 0,7
	-124		± 0,7
300 МГц	-75	Опорный	Опорный
	-105		± 1,5
	-115		± 1,5
	-124		± 1,5
1,4 ГГц	-75	Опорный	Опорный
	-105		± 1,5
	-115		± 1,5
	-124		± 1,5
3,0 ГГц	-75	Опорный	Опорный
	-105		± 1,5
	-115		± 1,5
	-124		± 1,5

8.11.4.7 Установить значение уровня сигнала источника -75 дБ/мВт, установить следующее значение частоты из таблицы 14 и повторить п.п. 8.11.4.3 – 8.11.4.6.

8.11.4.8 Вычислить погрешность установки уровня сигнала источника как разность между установленным уровнем сигнала источника и измеренным анализатором уровнем сигнала.

8.11.4.9 Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения погрешности установки выходного уровня сигнала источника соответствуют указанным в таблицах 10 – 14.

8.12 Определение погрешности ослабления внутреннего аттенюатора для преобразователя 50 Ом

Примечание: При определении погрешности ослабления пределы допускаемых погрешностей соответствуют указанным в описании типа. В некоторых случаях они могут отличаться в связи с фактическими характеристиками оборудования, используемого при измерениях. Например, если в спецификации погрешность равна ± 0,025 дБ и неопределённость измерения источника ± (0,015 дБ + 0,005 дБ на 10 дБ) значение погрешности будет ± 0,035 дБ (значение квадратного корня из суммы квадратов 0,025 и 0,024).

8.12.1 Соединить выход 50 Ом измерительного преобразователя со входом RF INPUT анализатора спектра через аттенюатор 6 дБ (рисунок 7).

8.12.2 Соединить выход REF FREQUENCY OUTPUT на задней панели источника со входом Ext Ref In на задней панели анализатора спектра.

8.12.3 Установить значение частоты сигнала с выхода REF FREQUENCY источника равным 10 МГц.

8.12.4 Установить на источнике следующие параметры:

Frequency 10 MHz
Level +10 dBm
Output OPER

(Для 96270A убедиться, что выбран выход измерительного преобразователя).

8.12.5 Измерить анализатором спектра уровень входного сигнала и использовать полученный результат как значение опорного уровня сигнала.

8.12.6 Измерить анализатором спектра значение уровня сигнала, устанавливая его в соответствии с таблицей 15.

Таблица 15.

Номинальное значение, дБ	**Уровень сигнала источника, дБ/мВт**	**Допустимые значения погрешность ослабления, дБ**
0	+10	Опорный
-7	+3	± 0,02
-17	-17	± 0,02
-27	-27	± 0,02
-37	-37	± 0,02
-47	-47	± 0,02
-57	-57	± 0,03
-67	-67	± 0,05
-76	-66	± 0,07
-85	-75	± 0,07
-95	-85	± 0,15
-105	-95	± 0,15

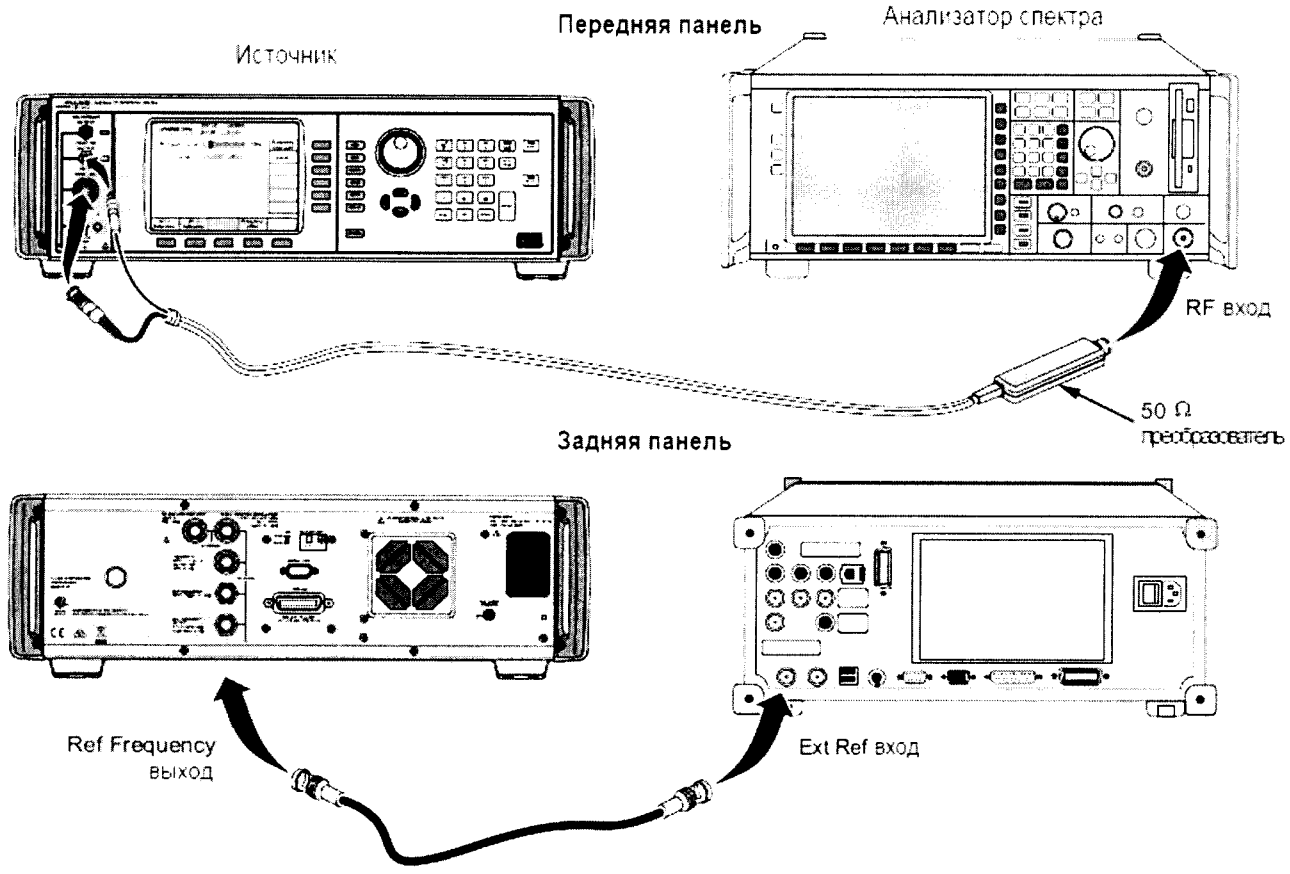

Рисунок 7.

8.12.7 Измерить значение выходного уровня сигнала источника, изменяя параметры в соответствии с таблицей 15.

8.12.8 Повторить измерения для значений частоты сигнала источника 50 и 100 МГц.

8.12.9 Вычислить погрешность ослабления внутреннего аттенюатора для преобразователя 50 Ом как разность между установленным уровнем сигнала источника и измеренным анализатором уровнем сигнала.

8.12.10 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения погрешности ослабления внутреннего аттенюатора соответствуют указанным в таблице 15.

8.13 Определение КСВ для преобразователя 50 Ом

8.13.1 Соединить выход REF FREQUENCY OUTPUT на задней панели источника со входами внешнего опорного сигнала на анализаторе спектра и генераторе сигналов (рисунок 8).

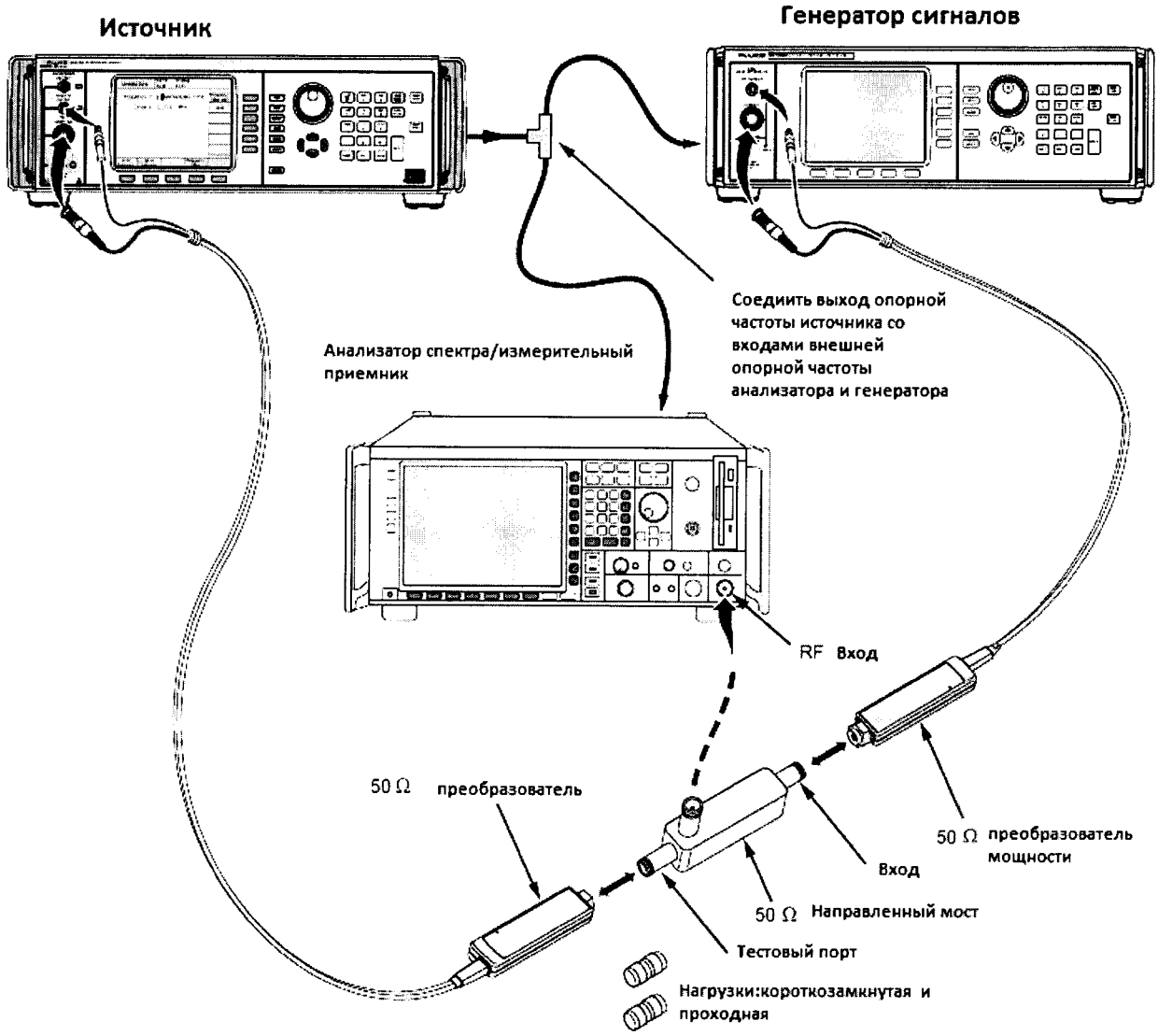

Рисунок 8.

8.13.2 Установить анализатор спектра и генератор сигналов в режим работы от внешнего опорного генератора.

8.13.3 Установить значение частоты выходного сигнала источника на выходе REF FREQUENCY OUTPUT равным 10 МГц.

8.13.4 Соединить выход генератора сигналов со входным портом направленного моста .

8.13.5 Соединить выход направленного моста со входом анализатора спектра.

8.13.6 Соединить выход источника с тестовым портом направленного моста.

8.13.7 Установить режим работы анализатора спектра:

PRESET
EXT REF On
REF LVL +10 dBm
FREQ 500 MHz
SPAN ZeroSpan

8.13.8 Установить режим работы генератора сигналов:

Frequency 500,00001 MHz
Amplitude 0 dBm
Output On

8.13.9 Установить режим работы источника:

Frequency 500 MHz
Level +13 dBm
Output OPER

(Для 96270A убедиться, что выбран выход измерительного преобразователя).

8.13.10 Отрегулировать опорный уровень анализатора спектра таким образом, чтобы отображаемая линия находилась приблизительно на 3 дБ линии опорного уровня,

8.13.11 Перевести источник в режим ожидания и отсоединить тестовый порт направленного моста.

8.13.12 Присоединить нагрузку холостого хода 50 Ом к тестовому порту направленного моста.

8.13.13 Установить единицы отображаемого уровня сигнала анализатора спектра в вольтах и маркером измерить максимальное значение уровня сигнала в вольтах U_{xx}.

8.13.14 Присоединить короткозамкнутую нагрузку к тестовому порту моста.

8.13.15 Выполнить поиск пика напряжения с короткозамкнутым тестовым портом моста и записать полученное значение $U_{кз}$.

8.13.16 Вычислить среднее значение измеренных величин $Z_{Max} = (U_{xx} + U_{кз})/2$ с открытым и замкнутым портом и записать это число для частоты 500 МГц.

8.13.17 Повторить п.п. 8.13.9 – 8.13.16 для следующего значения частоты из таблицы 16.

Таблица 16.

Значение уровня источника, дБ/мВт	**Частота источника**	**Частота генератора сигналов**	**Допустимое значение КСВ, не более**
+13	500 МГц	500,000 01 МГц	1,05
	2 ГГц	2,000 000 01 ГГц	1,10
	3 ГГц	3,000 000 01 ГГц	1,15
	4 ГГц	4,000 000 01 ГГц	1,20
+3	500 МГц	500,000 01 МГц	1,05
	2 ГГц	2,000 000 01 ГГц	1,10
	3 ГГц	3,000 000 01 ГГц	1,15
	4 ГГц	4,000 000 01 ГГц	1,20
-7	500 МГц	500,000 01 МГц	1,05
	2 ГГц	2,000 000 01 ГГц	1,10
	3 ГГц	3,000 000 01 ГГц	1,15
	4 ГГц	4,000 000 01 ГГц	1,20

8.13.18 Вновь соединить тестовый порт моста с источником и установить режим работы источника OPER.

8.13.19 Установить линейный режим отображения результатов измерений анализатора спектра.

8.13.20 Установить время развертки анализатора равным 5 мс, режим развертки однократный.

8.13.21 Установить значение частоты сигнала источника 500 МГц.

8.13.22 Установить значение частоты сигнала генератора 500,00001 МГц.

8.13.23 Установить центральную частоту анализатора спектра 500 МГц.

8.13.24 Запустить однократное измерение на анализаторе спектра.

8.13.25 Измерить максимальное значение уровня сигнала $U_{макс.}$ маркером анализатора спектра после окончания однократного измерения и записать значение амплитуды сигнала.

8.13.26 Измерить минимальное значение уровня сигнала $U_{мин.}$ маркером анализатора спектра после окончания однократного измерения и записать значение амплитуды сигнала.

8.13.27 Вычислить значение $Z_{ист.}=(U_{макс.} - U_{мин.})/2$.

8.13.28 Вычислить значение коэффициента отражения $\rho_l = \frac{Z_{ист.}}{Z_{max}}$.

8.13.29 Вычислить КСВ по формуле: КСВ = $\frac{1-\rho_l}{1+\rho_l}$,

8.13.30 Повторить измерения для всех параметров из таблицы 16.

8.13.31 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение КСВ не превышает значений, указанных в таблице 16.

8.14 Определение погрешности установки выходного уровня для измерительного преобразователя 75 Ом (96040A и 96270A)

8.14.1 Измерения на низких частотах

Примечание: При проведении измерений могут возникнуть нежелательные помехи на частоте 10 МГц из-за оборудования, работающего в непосредственной близости от места проведения измерений, что может привести к ошибочным результатам. Чтобы избежать данной проблемы при измерениях в диапазоне частот от 10 МГц до 300 МГц, необходимо добавить небольшое смещение частоты (50 кГц) к номинальному значению частоты, если значение номинальной частоты является кратным 10 МГц.

8.14.1.1 Соединить измерительный преобразователь 75 Ом со входом INPUT 1 калибратора 5790A через нагрузку 75 Ом (рисунок 9). Примечание: Используйте дроссель, чтобы уменьшить значение шума и получить более точные результаты измерений. Дроссель необходимо установить между проходной нагрузкой и входом калибратора 5720A. Параметры дросселя – 6 витков коаксиального кабеля диаметром 0,5 мм на тороиде TDK H5C2 – T28-13-16.

8.14.1.2 Установить на источнике следующие параметры:

Mode	Leveled Sine
Frequency	1 kHz
Level	+10 dBm
Output	OPER

8.14.1.3 Измерить значение выходного уровня калибратором и пересчитать измеренное значение из Вольт в дБ/мВт, используя формулу:

$\frac{дБ}{мВт}(75\ Ом) = 10lg(\frac{В^2}{75 \cdot 0{,}001})$,

8.14.1.4 Записать результат измерений на частоте 100 кГц как P_1.

8.14.1.5 Повторить измерения для всех значений частоты и уровня сигнала из таблицы 17.

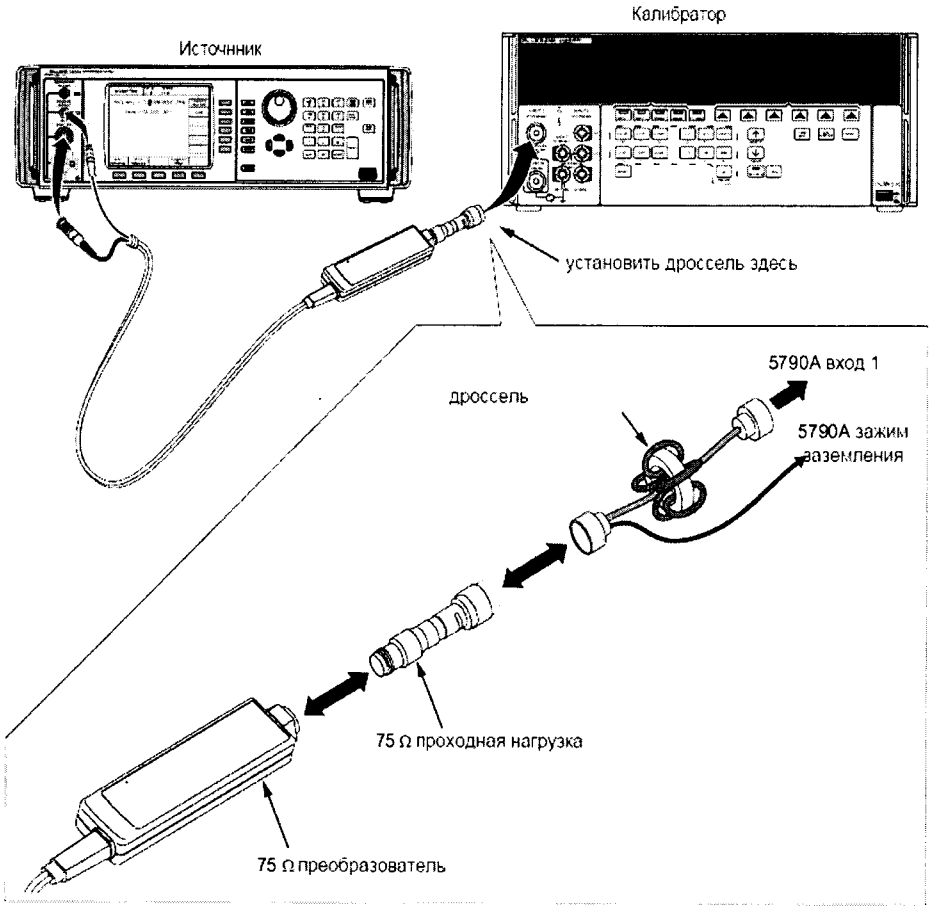

Рисунок 9.

Таблица 17.

Установленный уровень, дБ/мВт	Частота, кГц	Допустимое значение погрешности уровня, дБ
+10	1	± 0,12
	20	± 0,12
	100 (P_1)	± 0,12
+7	1	± 0,12
	20	± 0,12
	100 (P_1)	± 0,12
-3	1	± 0,12
	20	± 0,12
	100 (P_1)	± 0,12
-13	1	± 0,12
	20	± 0,12
	100	± 0,12
-23	1	± 0,12
	20	± 0,12
	100 (P_1)	± 0,12
-33	1	± 0,15
	20	± 0,15
	100 (P_1)	± 0,15
-43	1	± 0,15
	20	± 0,15
	100 (P_1)	± 0,15

8.14.1.6 Вычислить погрешность установки уровня сигнала источника как разность

между установленным уровнем сигнала источника и измеренным калибратором уровнем сигнала.

8.14.2 Измерения на высоких частотах

8.14.2.1 Соединить измерительный преобразователь 75 Ом со входом 75 Ом преобразователя измерителя мощности через адаптер типа N (рисунок 10).

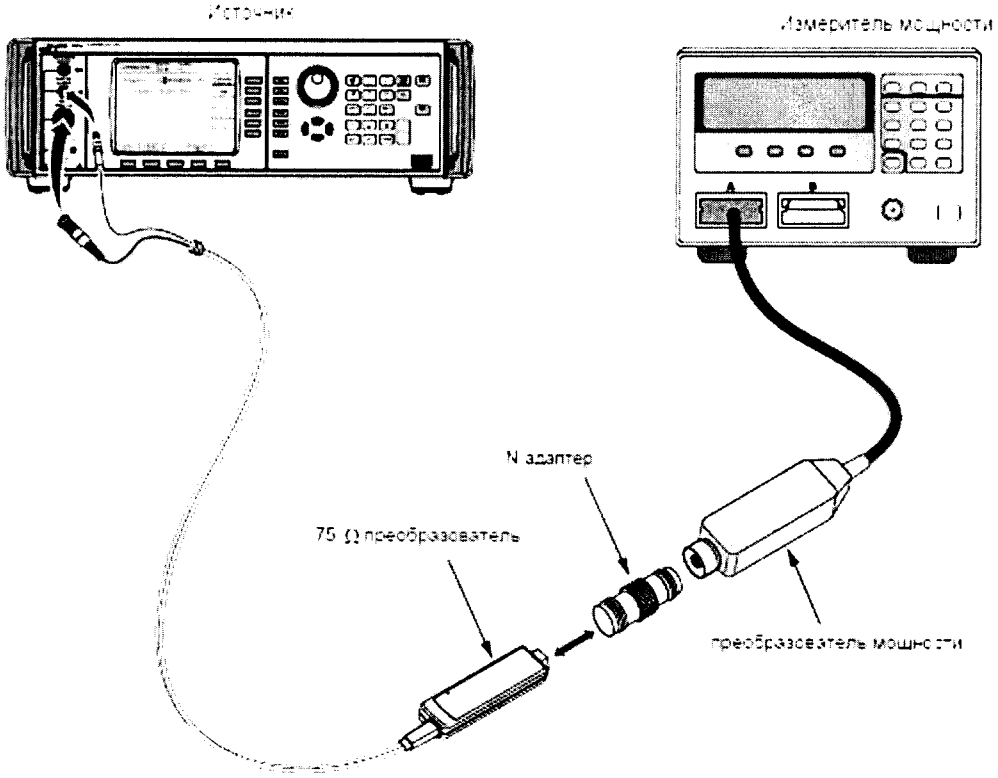

Рисунок 10.

8.14.2.2 Установить на источнике следующие параметры:

Mode	Leveled Sine
Frequency	100 kHz
Level	+10 dBm
Output	OPER

8.14.2.3 Ввести значение частоты, на которой производятся измерения (0,1 МГц) в измеритель мощности для коррекции калибровочного коэффициента.

Примечание: рекомендуемый измеритель мощности имеет измерительный преобразователь с сохранёнными калибровочными коэффициентами, зависящими от частоты, на которой проводится измерение; при использовании других моделей преобразователей мощности с таблицей калибровочных коэффициентов необходимо вводить калибровочные коэффициенты вручную.

8.14.2.4 Установить индикацию измерителя мощности в дБ/мВт.

8.14.2.5 Измерить уровень выходного сигнала источника на частоте 100 кГц измерителем мощности и записать полученное значение в таблицу 18 как P_2.

Примечание: Измеритель мощности может автоматически выбрать диапазон измерений, предел которого будет совпадать с точкой, в которой производятся измерения. Чтобы избежать этого, необходимо вручную установить диапазон измерителя мощности сразу после измерений на частоте 100 кГц и сохранить фиксацию диапазона измерителя мощности для всех последующих частоты той же амплитуды сигнала.

8.14.2.6 Установить значение частоты источника в соответствии с первой из проверяемых частот (10 МГц) таблицы 18.

8.14.2.7 Ввести значение частоты, на которой проводится измерение, в измеритель

мощности и измерить значение выходного уровня P_3 сигнала источника.

8.14.2.8 Вычислить значение $P_{вых} = P_1 + (P_3 - P_2)$.

8.14.2.9 Повторить измерения для всех значений частот и уровней сигнала из таблицы 18.

Таблица 18.

Установленный уровень, дБ/мВт	**Частота**	**Измеренное значение $P_{вых.}$, дБ**	**Допустимое отклонение $P_{вых.}$, дБ**
+10	100 кГц	P_2	Опорное
	10 МГц	P_3	± 0,12
	100 МГц	P_3	± 0,12
	300 МГц	P_3	± 0,15
	1 ГГц	P_3	± 0,25
+7	100 кГц	P_2	Опорное
	10 МГц	P_3	± 0,12
	100 МГц	P_3	± 0,12
	300 МГц	P_3	± 0,15
	1,4 ГГц	P_3	± 0,25
	2 ГГц	P_3	± 0,30
	4 ГГц	P_3	± 0,50
-3	100 кГц	P_2	Опорное
	10 МГц	P_3	± 0,12
	100 МГц	P_3	± 0,12
	300 МГц	P_3	± 0,15
	1,4 ГГц	P_3	± 0,25
	2 ГГц	P_3	± 0,30
	4 ГГц	P_3	± 0,50
-13	100 кГц	P_2	Опорное
	10 МГц	P_3	± 0,12
	100 МГц	P_3	± 0,12
	300 МГц	P_3	± 0,15
	1,4 ГГц	P_3	± 0,25
	2 ГГц	P_3	± 0,30
	4 ГГц	P_3	± 0,50
-23	100 кГц	P_2	Опорное
	10 МГц	P_3	± 0,12
	100 МГц	P_3	± 0,12
	300 МГц	P_3	± 0,15
	1,4 ГГц	P_3	± 0,25
	2 ГГц	P_3	± 0,3
	4 ГГц	P_3	± 0,50
-33	100 кГц	P_2	Опорное
	10 МГц	P_3	± 0,15
	100 МГц	P_3	± 0,15
	300 МГц	P_3	± 0,20
	1,4 ГГц	P_3	± 0,50
	2 ГГц	P_3	± 0,50
	4 ГГц	P_3	± 0,50

Установленный уровень, дБ/мВт	Частота	Измеренное значение $P_{вых.}$, дБ	Допустимое отклонение $P_{вых.}$, дБ
-43	100 кГц	P_2	Опорное
	10 МГц	P_3	± 0,15
	100 МГц	P_3	± 0,15
	300 МГц	P_3	± 0,20
	1,4 ГГц	P_3	± 0,50
	2 ГГц	P_3	± 0,50
	4 ГГц	P_3	± 0,50

8.14.2.10 Вычислить погрешность установки уровня сигнала источника как разность между установленным уровнем сигнала источника и измеренным измерителем мощности уровнем сигнала.

8.14.3 Измерения низкоуровневых сигналов

8.14.3.1 Соединить выход преобразователя 75 Ом с высокочастотным входом анализатора спектра и выход REF FREQUENCY OUTPUT на задней панели источника со входом Ext Ref In на задней панели анализатора спектра (рисунок 11).

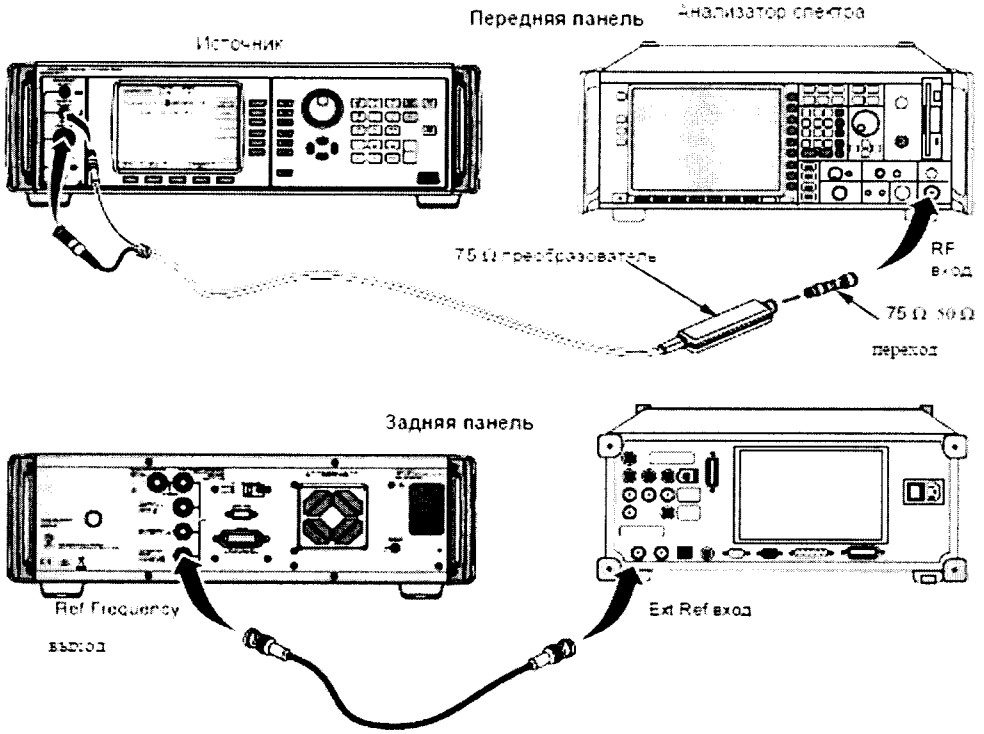

Рисунок 11.

8.14.3.2 Установить значение частоты сигнала с выхода REF FREQUENCY источника равным 10 МГц.

8.14.3.3 Установить на источнике следующие параметры:

Frequency 100 kHz
Level -33 dBm
Output OPER

8.14.3.4 Позволить анализатору спектра настроиться на входной сигнал и измерить уровень сигнала P_{-33}.

8.14.3.5 Установить значение выходного уровня источника на следующее значение уровня сигнала из раздела А таблицы 19 для той же частоты и измерить значение уровня $P_{отн.}$, не меняя настройки анализатора спектра.

Таблица 19.

Раздел	**Частота**	**Установленный уровень, дБ/мВт**	**Измеренное значение $P_{отн}$, дБ**	**Допустимое значение погрешности уровня, дБ**
A	100 кГц	-33	Опорный	Опорный
		-53		± 0,15
		-72		± 0,20
		-81 (P_{-81})		± 0,70
	10 МГц	-33	Опорный	Опорный
		-53		± 0,15
		-72		± 0,20
		-81 (P_{-81})		± 0,70
	100 МГц	-33	Опорный	Опорный
		-53		± 0,15
		-72		± 0,20
		-81 (P_{-81})		± 0,70
	300 МГц	-33	Опорный	Опорный
		-53		± 0,20
		-72		± 0,20
		-81 (P_{-81})		± 0,70
	1,4 ГГц	-33	Опорный	Опорный
		-53		± 0,15
		-72		± 0,20
		-81 (P_{-81})		± 1,00
	2 ГГц	-33	Опорный	Опорный
		-53		± 0,50
		-72		± 0,50
		-81 (P_{-81})		± 1,00
	4 ГГц			
B	100 кГц	-33	Опорный	Опорный
		-53		± 0,15
		-63		± 0,20
		-81		± 0,70
	10 МГц	-33	Опорный	Опорный
		-53		± 0,20
		-63		± 0,20
		-81		± 0,70
		-101 (P_{-101})		± 1,50
	125 МГц	-33	Опорный	Опорный
		-53		± 0,15
		-63		± 0,20
		-81		± 0,70
		-101 (P_{-101})		± 1,50

В	300 МГц	-33	Опорный	Опорный
		-53		± 0,15
		-63		± 0,20
		-81		± 0,70
		-101 (P_{-101})		± 1,50
	1,4 ГГц	-33	Опорный	Опорный
		-53		± 0,50
		-63		± 0,50
		-81		± 1,00
		-101 (P_{-101})		± 1,50
	2 ГГц	-33	Опорный	Опорный
		-53		± 0,50
		-63		± 0,50
		-81		± 1,00
		-101 (P_{-101})		± 1,50

8.14.3.6 Вычислить значение $P_{вых.} = P_{-33} + P_{отн.}$.

8.14.3.7 Повторить п.п. 8.14.3.5 – 8.14.3.6 для каждого значения уровня сигнала из таблицы 13 раздел В для частоты 100 кГц.

8.14.3.8 Установить значение уровня сигнала -33 дБ/мВт, установить следующее значение частоты из раздела А таблицы 19 и повторить п.п. 8.14.3.4 – 8.14.3.8.

8.14.3.9 Установить значение частоты источника 100 кГц и повторить п.п. 8.14.3.5 – 8.14.3.9 для раздела В таблицы 19 и вычислить $P_{вых.} = P_{-33} + P_{отн.}$.

8.14.3.10 Вычислить погрешность установки уровня сигнала источника как разность между установленным уровнем сигнала источника и измеренным анализатором уровнем сигнала.

Примечание: Описанная выше процедура и контрольные точки, перечисленные в таблицах 18 и 19, позволяет проверить работу всех контролируемых уровней и уровень затухания сигнала в цепях источника которые определяют уровень точности во всем диапазоне амплитуды и позволяют избежать необходимости проводить сложные измерения на чрезвычайно низких уровнях сигнала ниже -101 дБ/мВт. Тем не менее, ниже приводится необязательная процедура измерения сверх низкого уровня сигнала, предназначенный для пользователей.

8.14.4 Измерения сверх низкоуровневых сигналов

Примечание: Измерения сверх низкоуровневых сигналов определены по отношению к ранее измеренным уровням сигнала. Два значения уровня (-81 дБ/мВт и -91 дБ/мВт) используются в качестве опорных точек для последующих измерений. Проведение прецизионные измерений сверх низкого уровня требует соответствующих настроек параметров анализатора, чтобы обеспечить требуемую линейность, шума, и повторяемость. Параметры анализатора спектра должны быть сохранены для всех амплитуд на одной частоте после установления точки отсчета. В частности, значение ослабления встроенного аттенюатора, значение опорного уровня и разрешение полосы пропускания не должны измениться.

8.14.4.1 Установить значение частоты сигнала с выхода REF FREQUENCY источника равным 10 МГц.

8.14.4.2 Установить на источнике следующие параметры:

Frequency 10 МГц

Level -81 dBm
Output OPER

8.14.4.3 Позволить анализатору спектра настроиться на входной сигнал и измерить уровень сигнала P_{-81}.

8.14.4.4 Установить значение выходного уровня источника на следующее значение из таблицы для той же частоты и измерить значение уровня $P_{отн.}$, не меняя настройки анализатора спектра.

8.14.4.5 Вычислить значение $P_{вых.} = P_{-81} + P_{отн.}$.

8.14.4.6 Повторить п.п. 8.14.4.4 и 8.14.4.5 для каждого значения уровня сигнала из раздела А таблицы 20 для частоты 10 МГц.

Таблица 20.

Раздел	**Частота**	**Установленный уровень, дБ/мВт**	**Измеренное значение $P_{отн,}$, дБ**	**Допустимое значение погрешности уровня, дБ**
А	10 МГц	-81	Опорный	Опорный
		-101		± 1,50
		-121		± 1,50
	100 МГц	-81	Опорный	Опорный
		-101		± 1,50
		-121		± 1,50
	300 МГц	-81	Опорный	Опорный
		-101		± 1,50
		-121		± 1,50
	1,4 ГГц	-81	Опорный	Опорный
		-101		± 1,50
		-121		± 1,50
	2 ГГц	-81	Опорный	Опорный
		-101		± 1,50
		-121		± 1,50
В	10 МГц	-91	Опорный	Опорный
		-111		± 1,50
	100 МГц	-91	Опорный	Опорный
		-111		± 1,50
	300 МГц	-91	Опорный	Опорный
		-111		± 1,50
	1,4 ГГц	-91	Опорный	Опорный
		-111		± 1,50
	2 ГГц	-91	Опорный	Опорный
		-111		± 1,50

8.14.4.7 Установить значение уровня сигнала источника -81 дБ/мВт, установить следующее значение частоты из таблицы 20 и повторить п.п. 8.14.4.3 – 8.14.4.6.

8.14.4.8 Установить значение уровня сигнала источника -91 дБ/мВт, установить значение частоты источника 10 МГц, повторить п.п. 8.11.4.4 – 8.14.4.8 для значений, указанных в разделе В таблицы 20 и вычислить $P_{вых.} = P_{-91} + P_{отн.}$

8.14.4.9 Вычислить погрешность установки уровня сигнала источника как разность между установленным уровнем сигнала источника и измеренным анализатором уровнем сигнала.

8.14.4.10 Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения погрешности установки выходного уровня сигнала источника соответствуют указанным в таблицах 17 – 20.

8.15 Определение погрешности ослабления внутреннего аттенюатора для преобразователя 75 Ом

Примечание: При определении погрешности ослабления пределы допускаемых погрешностей соответствуют указанным в описании типа. В некоторых случаях они могут быть изменены в связи с фактическими характеристиками оборудования, используемого при измерениях. Например, если в спецификации погрешность равна ± 0,025 дБ и неопределённость измерения источника ± (0,015 дБ + 0,005 дБ на 10 дБ) значение погрешности дБ будет ± 0,035 дБ (значение квадратного корня из суммы квадратов 0,025 и 0,024).

8.15.1 Соединить выход 75 Ом измерительного преобразователя со входом RF INPUT анализатора спектра через аттенюатор 6 дБ (рисунок 12). Аттенюатор минимизирует ошибки рассогласования.

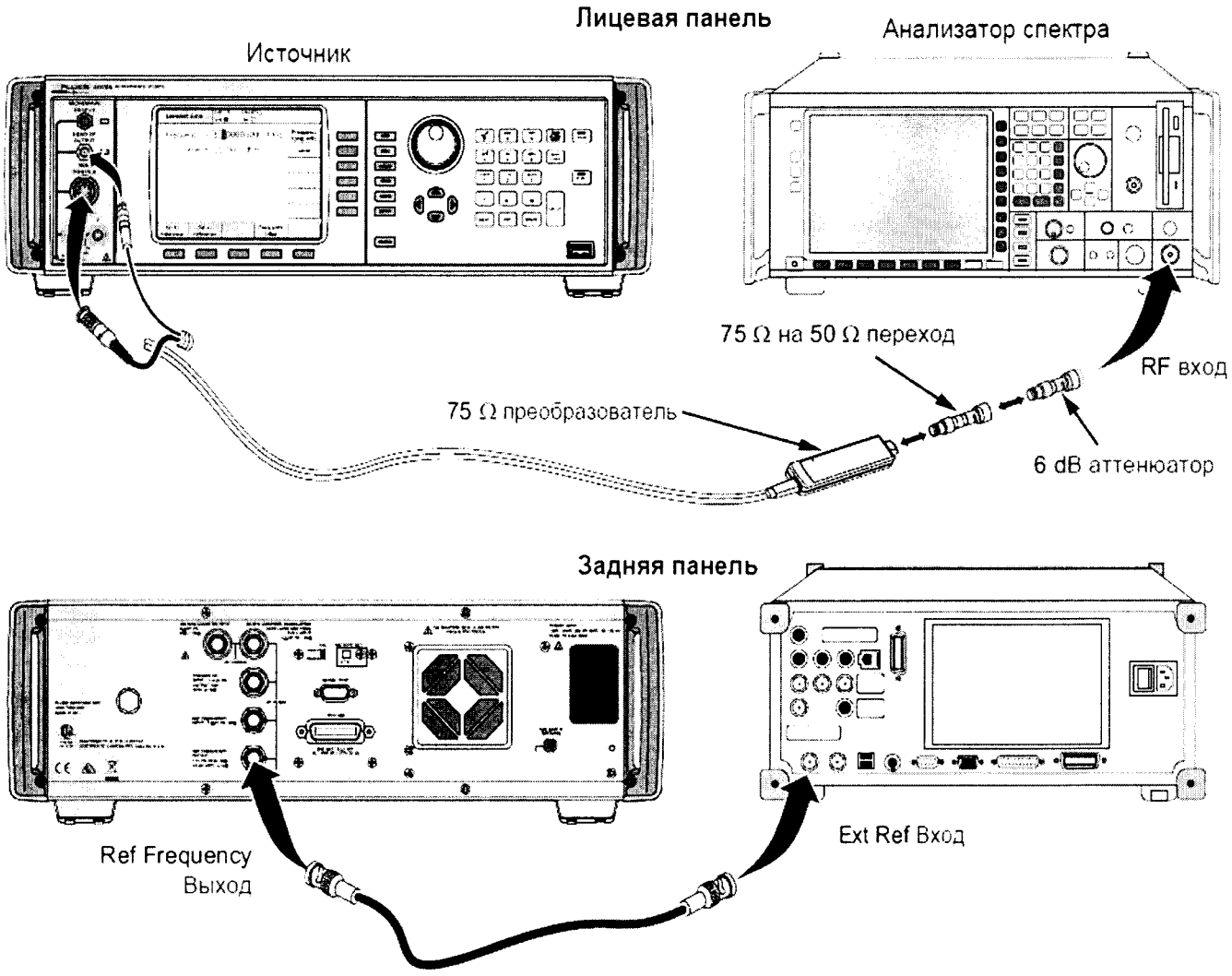

Рисунок 12

8.15.2 Соединить выход REF FREQUENCY OUTPUT на задней панели источника со входом Ext Ref In на задней панели анализатора спектра.

8.15.3 Установить значение частоты сигнала с выхода REF FREQUENCY источника равным 10 МГц.

8.15.4 Установить на источнике следующие параметры:

Frequency	10 MHz
Level	+10 dBm
Output	OPER

8.15.5 Измерить анализатором спектра уровень входного сигнала и использовать полученный результат как значение опорного уровня сигнала.

8.15.6 Измерить анализатором спектра значение уровня сигнала, устанавливая его в соответствии с таблицей 21.

Таблица 21.

Номинальное значение ослабления, дБ	**Измеренный уровень, дБ**	**Допустимое значение погрешности, дБ**
0	---	опорный
-3		± 0,07
-13		± 0,07
-23		± 0,07
-33		± 0,07
-43		± 0,1
-53		± 0,1
-63		± 0,1
-73		± 0,2
-82		± 0,2
-91		± 0,2
-101		± 0,4 (тип.)

8.15.7 Повторить измерения для значений частоты сигнала источника 50 и 100 МГц.

8.15.8 Вычислить погрешность ослабления внутреннего аттенюатора для преобразователя 75 Ом как разность между установленным уровнем сигнала источника и измеренным анализатором уровнем сигнала.

8.15.9 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения погрешности ослабления внутреннего аттенюатора соответствуют указанным в таблице 21.

8.16 Определение КСВ с преобразователем 75 Ом

8.16.1 Соединить выход REF FREQUENCY OUTPUT на задней панели источника со входами внешнего опорного сигнала на анализаторе спектра (измерительном приёмнике) и генераторе сигналов (рисунок 13).

8.16.2 Установить анализатор спектра и генератор сигналов в режим работы от внешнего опорного генератора.

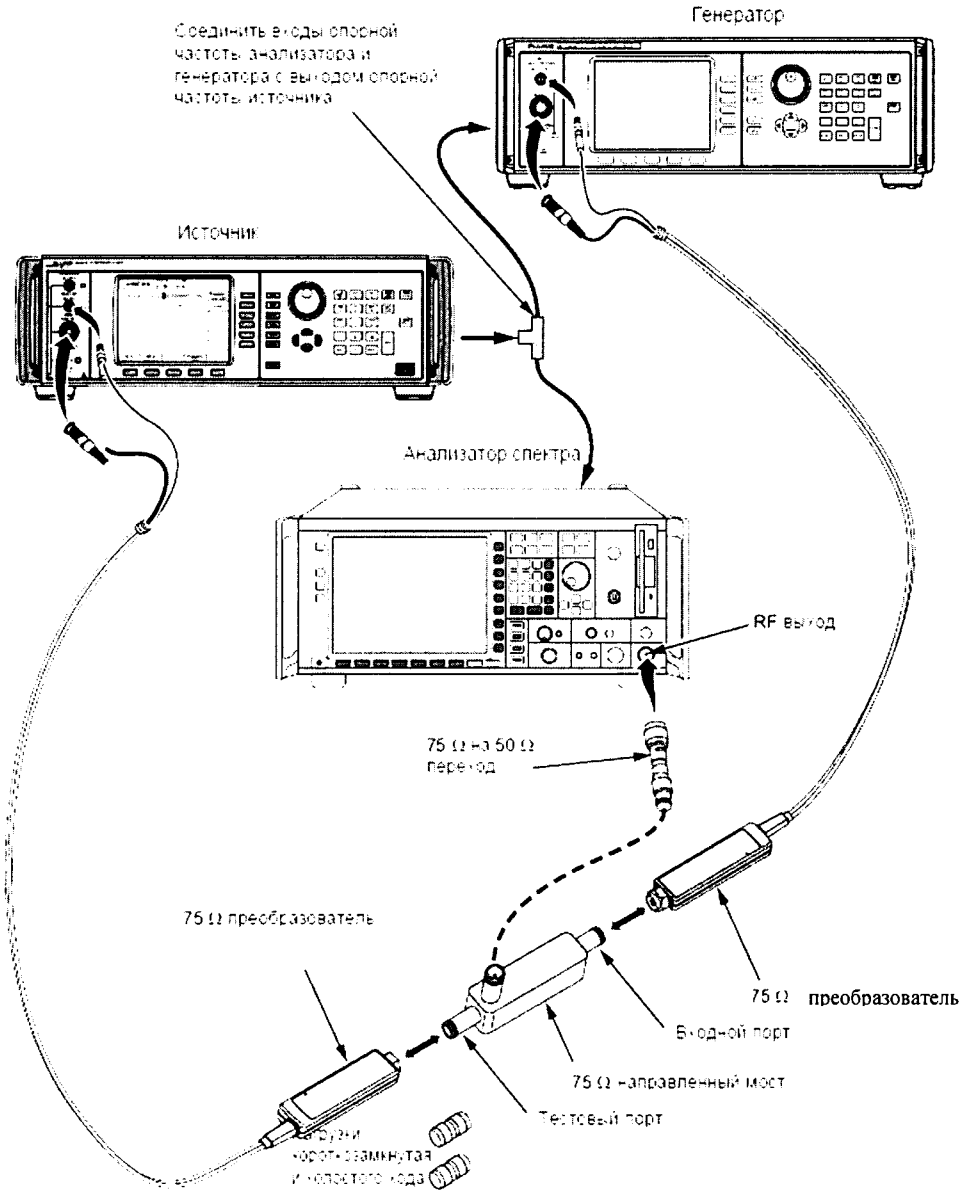

Рисунок 13.

8.16.3 Установить значение частоты выходного сигнала источника на выходе REF FREQUENCY OUTPUT равным 10 МГц.

8.16.4 Соединить выход генератора сигналов со входным портом направленного моста.

8.16.5 Соединить выход направленного моста со входом анализатора спектра, используя согласующую нагрузку 75 Ом – 50 Ом.

8.16.6 Соединить выход источника с тестовым портом направленного моста (чтобы определить настройки опорного уровня анализатора спектра, поверяемый прибор должен сначала быть подключён к направленному мосту).

8.16.7 Установить режим работы анализатора спектра:

PRESET
EXT REF On
REF LVL +10 dBm
FREQ 500 MHz
SPAN Zero Span

8.16.8 Установить режим работы генератора сигналов:

Frequency 500,00001 MHz
Amplitude 0 dBm
Output On

8.16.9 Установить режим работы источника:

(Для 96270A убедиться, что выбран выход измерительного преобразователя),

Frequency 500 MHz

Level +7 dBm

Output OPER

8.16.10 Отрегулировать опорный уровень анализатора спектра таким образом, чтобы отображаемая линия находилась приблизительно на 3 дБ ниже линии опорного уровня.

8.16.11 Перевести источник в режим ожидания и отсоединить тестовый порт направленного моста.

8.16.12 Присоединить нагрузку холостого хода 75 Ом к тестовому порту моста.

8.16.13 Установить единицы отображаемого уровня сигнала анализатора спектра в вольтах и маркером измерить максимальное значение уровня сигнала в вольтах $U_{хх.}$.

8.16.14 Присоединить короткозамкнутую нагрузку к тестовому порту моста,

8.16.15 Выполнить поиск пика напряжения на анализаторе спектра с короткозамкнутым тестовым портом моста и записать полученное значение $U_{кз.}$.

8.16.16 Вычислить среднее значение измеренных величин $Z_{Max} = (U_{хх.} + U_{кз.})/2$ для частоты 500 МГц.

8.16.17 Повторить п.п. 8.16.9 – 8.16.16 для следующего значения частоты из таблицы 22.

Таблица 22.

Значение уровня источника, дБ/мВт	Частота источника	Частота генератора сигналов	Допустимое значение КСВН, не более
+7	100 МГц	100,000 01 МГц	1,1
	500 МГц	500,000 01 МГц	1,2
	1 ГГц	1,000 000 01 ГГц	1,2
-3	100 МГц	100,000 01 МГц	1,1
	500 МГц	500,000 01 МГц	1,2
	1 ГГц	1,000 000 01 ГГц	1,2
	2 ГГц	2,000 000 01 ГГц	1,3
-13	100 МГц	100,000 01 МГц	1,1
	500 МГц	500,000 01 МГц	1,2
	1 ГГц	1,000 000 01 ГГц	1,2
	2 ГГц	2,000 000 01 ГГц	1,3

8.16.18 Вновь соединить тестовый порт моста с источником и установить режим работы источника OPER.

8.16.19 Установить линейный режим отображения результатов измерений анализатора спектра.

8.16.20 Установить время развёртки анализатора равным 5 мс, режим развёртки однократный.

8.16.21 Установить значение частоты сигнала источника 500 МГц.

8.16.22 Установить значение частоты сигнала генератора 500,00001 МГц.

8.16.23 Установить центральную частоту анализатора спектра 500 МГц.

8.16.24 Запустить однократное измерение на анализаторе спектра.

8.16.25 Измерить максимальное значение уровня сигнала $U_{макс.}$ маркером анализатора спектра после окончания однократного измерения и записать значение амплитуды сигнала.

8.16.26 Измерить минимальное значение уровня сигнала $U_{мин.}$ маркером анализатора спектра после окончания однократного измерения и записать значение амплитуды сигнала.

8.16.27 Вычислить значение $Z_{ИСТ.} = (U_{макс.} - U_{мин.})/2$.

8.16.28 Вычислить значение коэффициента отражения $\rho_l = \frac{Z_{ист.}}{Z_{max}}$,

8.16.29 Вычислить КСВ по формуле: КСВ = $\frac{1-\rho_l}{1+\rho_l}$.

8.16.30 Повторить измерения для всех параметров из таблицы 22.

8.16.31 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение КСВ не превышает значений, указанных в таблице 22.

8.17 Определение погрешности установки уровня на микроволновом выходе (только для 96270A)

Примечание: При проведении измерений могут возникнуть нежелательные помехи на частоте 10 МГц из-за оборудования, работающего в непосредственной близости от места проведения измерений, что может привести к ошибочным результатам. Чтобы избежать данной проблемы при измерениях в диапазоне частот от 10 МГц до 300 МГц, необходимо добавить небольшое смещение частоты (50 кГц) к номинальному значению частоты, если значение номинальная частоты является кратным 10 МГц.

8.17.1 Соединить преобразователь 50 Ом со входом INPUT 1 калибратора 5790A через нагрузку 50 Ом (рисунок 14).

Примечание: Используйте дроссель, чтобы уменьшить значение шума и получить более точные результаты измерений. Дроссель необходимо установить между проходной нагрузкой и входом калибратора 5720A. Параметры дросселя - 6 витков коаксиального кабеля диаметром 0,5 мм на тороиде TDK H5C2 - T28-13-16.

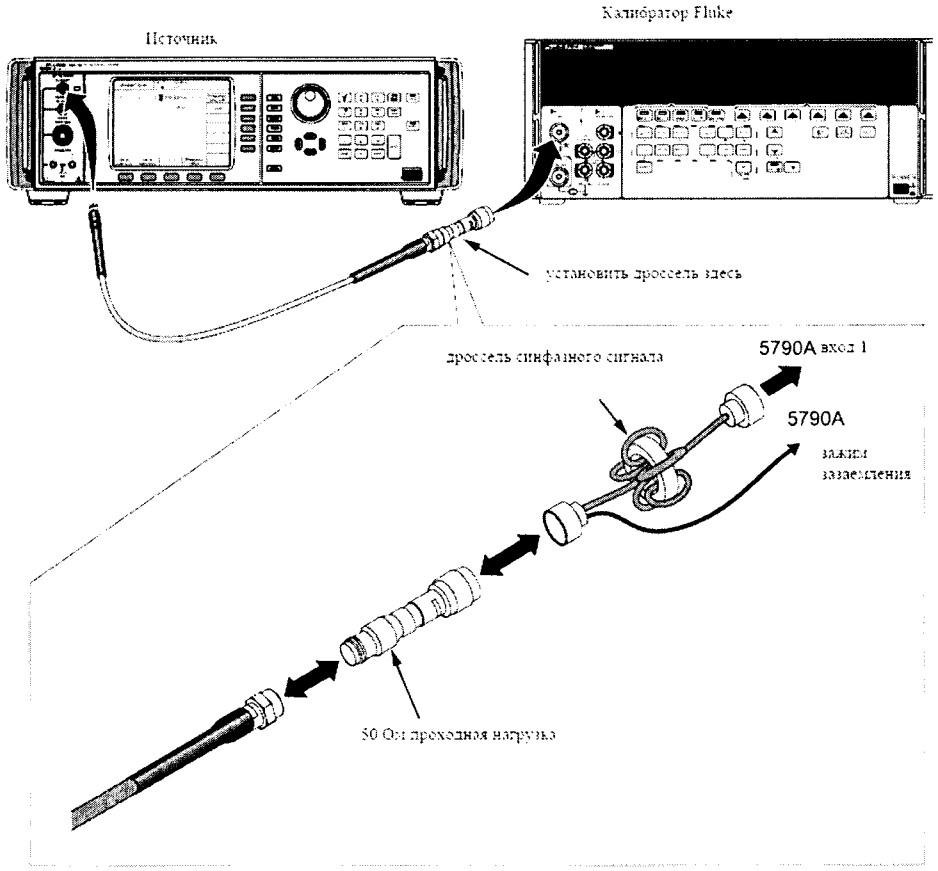

Рисунок 14.

8.17.2 Установить на источнике следующие параметры:

Mode	Leveled Sine
Frequency	1 kHz
Level	+13 dBm
Output	OPER

8.17.3 Измерить значение выходного уровня калибратором и пересчитать измеренное значение из Вольт в дБ/мВт, используя формулу:

$$\frac{\text{дБ}}{\text{мВт}}(50\ \text{Ом}) = 10 \cdot \lg\left(\frac{\text{В}^2}{50 \cdot 0{,}001}\right).$$

8.17.4 Записать результат измерений на частоте 100 кГц как P_1.

8.17.5 Повторить измерения для всех значений частоты и уровня сигнала из таблицы 23.

Таблица 23.

Установленные опции	**Установленный уровень, дБ/мВт**	**Частота, кГц**	**Допустимое значение погрешности уровня, дБ**
Все конфигурации	+13	1 кГц	± 0,5
		100 кГц (P_1)	± 0,5
	+3	1 кГц	± 0,5
		100 кГц (P_1)	± 0,5
Только Non-Low Level MW O/P	-4	1 кГц	± 0,5
		100 кГц (P_1)	± 0,5
Только Low Level Microwave Output	-7	1 кГц	± 2,0
		100 кГц	± 2,0
	-17	1 кГц	± 2,0
		100 кГц	± 2,0
	-27	1 кГц	± 2,0
		100 кГц (P_1)	± 2,0
	-37	1 кГц	± 2,0
		100 кГц (P_1)	± 2,0
	-47	1 кГц	± 2,0
		100 кГц (P_1)	± 2,0

8.17.6 Вычислить погрешность установки уровня сигнала источника как разность между установленным уровнем сигнала источника и измеренным калибратором уровнем сигнала.

8.17.7 Соединить вход преобразователя измерителя мощности (NRP-Z55) напрямую с выходом микроволнового выхода источника (рисунок 15).

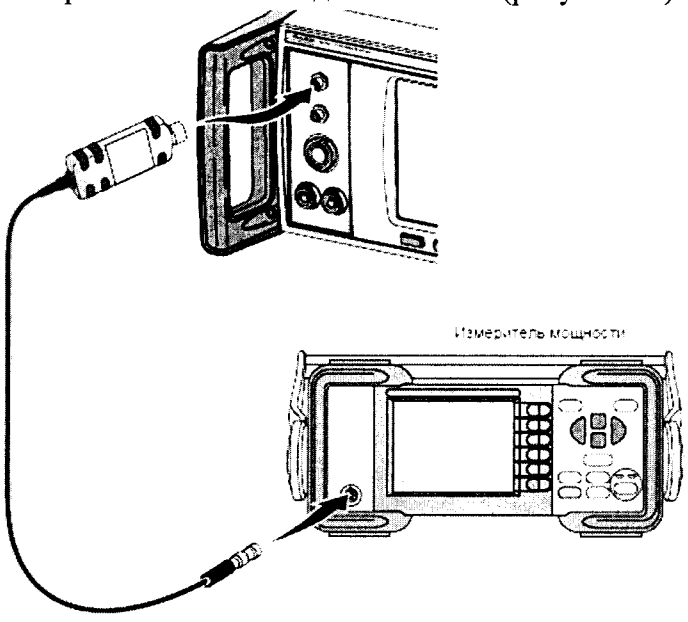

Рисунок 15.

8.17.8 Установить на источнике следующие параметры:

Mode	Leveled Sine
Signal	Microwave Output
Frequency	100 kHz
Level	+16 dBm
Output	OPER

8.17.9 Ввести значение частоты, на которой производятся измерения (0,1 МГц) в измеритель мощности для коррекции калибровочного коэффициента.

Примечание: рекомендуемый измеритель мощности имеет измерительный преобразователь с сохранёнными калибровочными коэффициентами, зависящими от частоты, на которой проводится измерение; при использовании других моделей преобразователей мощности с таблицей калибровочных коэффициентов необходимо вводить калибровочные коэффициенты вручную.

8.17.10 Измерить уровень выходного сигнала источника на частоте 100 кГц измерителем мощности и записать полученное значение в таблицу 24 как P_2.

Примечание: Измеритель мощности может автоматически выбрать диапазон измерений, предел которого будет совпадать с точкой, в которой производятся измерения. Чтобы избежать этого, необходимо вручную установить диапазон измерителя мощности сразу после измерений на частоте 100 кГц и сохранить фиксацию диапазона измерителя мощности для всех последующих частоты той же амплитуды сигнала.

Таблица 24.

Установленные опции	**Установленный уровень, дБ/мВт**	**Частота**	**Измеренное значение $P_{вых}$, дБ**	**Допустимое значение погрешности уровня, дБ**
Все конфигурации	+ 13	100 кГц	P_2	Опорный
		10 МГц	P_3	± 0,5
		100 МГц	P_3	± 0,5
		1 ГГц	P_3	± 0,5
		4,024 ГГц	P_3	± 1,0
		10 ГГц	P_3	± 1,0
		15 ГГц	P_3	± 1,0
		20 ГГц	P_3	± 1,0
		26,4 ГГц	P_3	± 1,0
	+3	100 кГц	P_2	Опорный
		10 МГц	P_3	± 0,5
		100 МГц	P_3	± 0,5
		1 ГГц	P_3	± 0,5
		4,024 ГГц	P_3	± 1,0
		10 ГГц	P_3	± 1,0
		15 ГГц	P_3	± 1,0
		20 ГГц	P_3	± 1,0
		26,4 ГГц	P_3	± 1,0
Только Non-Low Level MW O/P	-4	100 кГц	P_2	Опорный
		10 МГц	P_3	± 0,5
		100 МГц	P_3	± 0,5
		1 ГГц	P_3	± 0,5
		4,024 ГГц	P_3	± 1,0
		10 ГГц	P_3	± 1,0
		15 ГГц	P_3	± 1,0
		20 ГГц	P_3	± 1,0
		26,4 ГГц	P_3	± 1,0

Только Low Level Microwave Output	-7	100 кГц	P_2	Опорный
		10 МГц	P_3	± 2,0
		100 МГц	P_3	± 2,0
		1 ГГц	P_3	± 2,0
		4,024 ГГц	P_3	± 2,0
		10 ГГц	P_3	± 2,0
		15 ГГц	P_3	± 2,0
		20 ГГц	P_3	± 2,0
		26,4 ГГц	P_3	± 2,0

8.17.11 Установить значение частоты источника в соответствии с первой из проверяемых частот (10 МГц) таблицы 24.

8.17.12 Ввести значение частоты, на которой проводится измерение, в измеритель мощности и измерить значение выходного уровня P_3 сигнала источника.

8.17.13 Вычислить значение $P_{вых} = P_1 + (P_3 - P_2)$.

Примечание: Если используется преобразователь мощности не с рекомендованным присоединительным разъёмом сечением 2,92 мм, вносимые потери должны быть приняты во внимание при каждом измерении частоты.

8.17.14 Повторить измерения для всех значений частот и уровней сигнала из таблицы 24. Для приборов с опцией Low Level Microwave Output при значении амплитуды сигнала источника, равной -7 дБ/мВт, записать значение $P_{вых}$ при уровне сигнала источника -7 дБ/мВт, как P_{-7} на каждой частоте.

8.17.15 Соединить микроволновой выход источника с высокочастотным входом анализатора спектра и выход REF FREQUENCY OUTPUT на задней панели источника со входом Ext Ref In на задней панели анализатора спектра (рисунок 16).

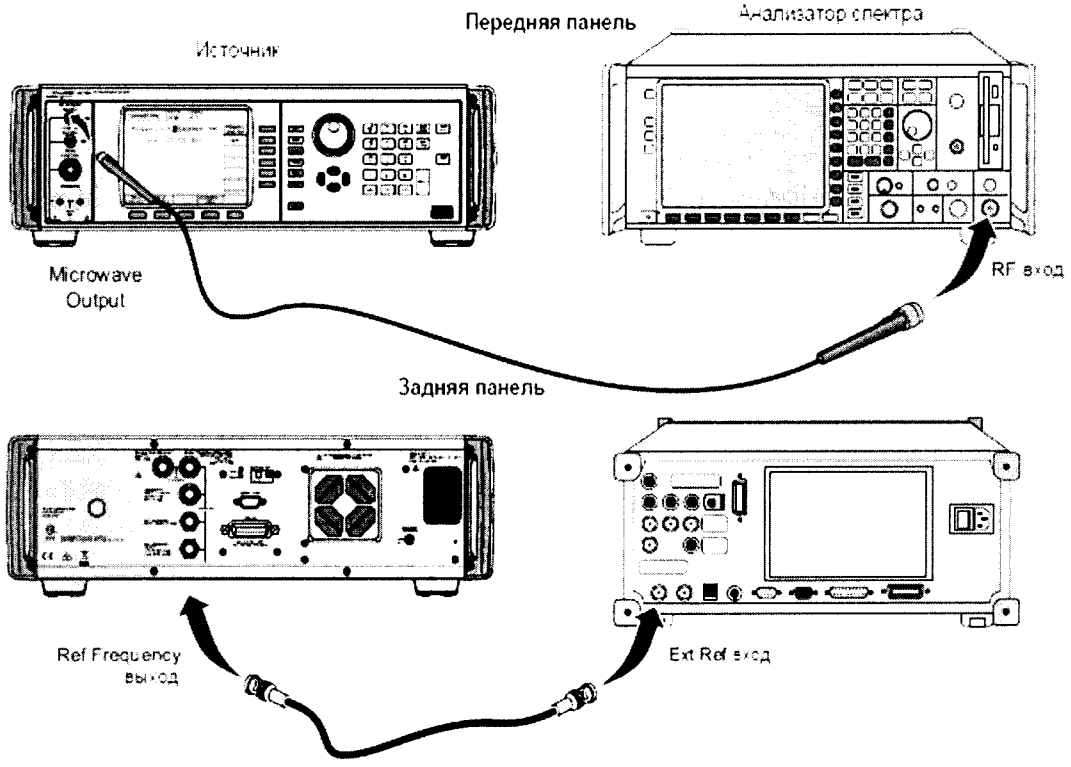

Рисунок 16.

8.17.16 Установить значение частоты выходного сигнала источника на выходе REF FREQUENCY OUTPUT равным 10 МГц.

8.17.17 Установить на источнике следующие параметры:

Frequency 100 kHz

Level -7 dBm
Output OPER

8.17.18 Позволить анализатору спектра настроиться на входной сигнал и измерить уровень сигнала $P_{отн.}$.

8.17.19 Установить значение выходного уровня источника на следующее значение уровня сигнала из раздела А таблицы 25 для той же частоты и измерить значение уровня $P_{отн.}$, не меняя настройки анализатора спектра.

Таблица 25.

Раздел	**Частота**	**Установленный уровень, дБ/мВт**	**Измеренное значение $P_{отн.}$, дБ**	**Допустимое значение погрешности уровня, дБ**
A Low Level Microwave Output Option only	10 МГц	-7	Опорный	Опорный
		-17		±2,0
		-27		±2,0
		-37 (P_{-37})		±2,0
	100 МГц	-7	Опорный	Опорный
		-17		±2,0
		-27		±2,0
		-37 (P_{-37})		±2,0
	1 ГГц	-7	Опорный	Опорный
		-17		±2,0
		-27		±2,0
		-37 (P_{-37})		±2,0
	4,024 ГГц	-7	Опорный	Опорный
		-17		±2,0
		-27		±2,0
		-37 (P_{-37})		±2,0
	10 ГГц	-7	Опорный	Опорный
		-17		±2,0
		-27		±2,0
		-37 (P_{-37})		±2,0
	20 ГГц	-7	Опорный	Опорный
		-17		±2,0
		-27		±2,0
		-37 (P_{-37})		±2,0
	26,4 ГГц	-7	Опорный	Опорный
		-17		±2,0
		-27		±2,0
		-37 (P_{-37})		±2,0
B Low Level Microwave Output Option only	100 кГц	-37	Опорный	Опорный
		-57		±2,0
		-66		±2,0
		-75		±2,0
		-85		±2,0

Раздел	Частота	Установленный уровень, дБ/мВт	Измеренное значение $P_{отн.}$, дБ	Допустимое значение погрешности уровня, дБ
B Low Level Microwave Output Option only	10 МГц	-37	Опорный	Опорный
		-47		±2,0
		-57		±2,0
		-66		±2,0
		-75		±2,0
		-85		±2,0
	100 МГц	-37	Опорный	Опорный
		-47		±2,0
		-57		±2,0
		-66		±2,0
		-75		±2,0
		-85		±2,0
	1 ГГц	-37	Опорный	Опорный
		-47		±2,0
		-57		±2,0
		-66		±2,0
		-75		±2,0
		-85		±2,0
	4,024 ГГц	-37	Опорный	Опорный
		-47		±2,0
		-57		±2,0
		-66		±2,0
		-75		±2,0
		-85		±2,0
	10 ГГц	-37	Опорный	Опорный
		-47		±2,0
		-57		±2,0
		-66		±2,0
	20 ГГц	-37	Опорный	Опорный
		-47		±2,0
		-57		±2,0
		-66		±2,0
		-75		±2,0
		-85		±2,0

B Low Level Microwave Output Option only	26,4 ГГц	-37	Опорный	Опорный
		-47		±2,0
		-57		±2,0
		-66		±2,0
		-75		±2,0
		-85		±2,0

8.17.20 Вычислить значение $P_{вых.} = P_{-7} + P_{отн.}$.

8.17.21 Повторить п.п. 8.17.19 – 8.17.20 для каждого значения уровня сигнала из таблицы 25 раздел А.

8.17.22 Установить значение уровня сигнала -7 дБ/мВт, установить следующее значение частоты из раздела А таблицы 25 и повторить п.п. 8.17.18 – 8.17.21.

8.17.23 Установить значение частоты источника 100 кГц и значение уровня -37 дБ/мВт.

8.17.24 Повторить п.п. 8.17.18 – 8.17.24 для раздела В таблицы 25 и вычислить $P_{вых.} = P_{-37} + P_{отн.}$.

8.17.25 Вычислить погрешность установки уровня сигнала источника как разность между установленным уровнем сигнала источника и измеренным анализатором уровнем сигнала.

8.17.26 Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения погрешности установки выходного уровня сигнала источника соответствуют указанным в таблицах 23 – 25.

8.18 Определение погрешности установки частоты на микроволновом выходе источника

8.18.1 Прогреть источник в течение минимум 24 часов.

8.18.2 Соединить выход 10 МГц стандарта частоты со входом внешнего опорного источника на задней панели частотомера.

8.18.3 Соединить выход REF FREQUENCY OUTPUT на задней панели источника со входом А частотомера.

8.18.4 Установить на источнике следующие параметры:

Ref Frequency Input	Disabled
Mode	Leveled Sine
Signal	Microwave Output
Frequency	10 kHz
Level	+13 dBm
Output	OPER

8.18.5 Установить значение частоты выходного сигнала источника в соответствии с таблицей 26.

Таблица 26.

Номинальная частота сигнала источника	**Допустимые значения частоты сигнала источника**
10 МГц	9,999 999 500 – 10,000 000 500 МГц
1 ГГц	0,999 999 950 0 – 1,000 000 050 0 ГГц
5 ГГц	4,999 999 750 0 – 5,000 000 250 0 ГГц
6,036 ГГц	6,035 999 698 2 – 6,036 000 301 8 ГГц
8,048 ГГц	8,047 999 597 6 – 8,048 000 402 4 ГГц
9,52 ГГц	9,519 999 524 0 – 9,520 000 476 0 ГГц
10 ГГц	9,999 999 500 0 – 10,000 000 500 0 ГГц
11,32 ГГц	11,319 999 434 0 – 11,320 000 566 0 ГГц
12,072 ГГц	12,071 999 396 4 – 12,072 00 603 6 ГГц

Номинальная частота сигнала источника	Допустимые значения частоты сигнала источника
13,5 ГГц	13,499 999 325 0 – 13,500 000 675 0 ГГц
15 ГГц	14,999 999 250 0 – 15,000 000 750 0 ГГц
16 ГГц	15,999 999 200 0 – 16,000 000 800 0 ГГц
18,108 ГГц	18,107 999 094 6 – 18,108 000 905 4 ГГц
19,04 ГГц	19,039 999 048 0 – 18,108 000 905 4 ГГц
20 ГГц	19,999 999 000 0 – 20,000 001 000 0 ГГц
24 ГГц	23,999 998 800 0 – 24,000 001 200 0 ГГц
26,5 ГГц	26,499 998 675 0 – 26,500 001 325 0 ГГц

8.18.6 Измерить частотомером значение частоты выходного сигнала источника.

8.18.7 Результаты поверки считать удовлетворительными, если измеренные значения частоты соответствуют допустимым значениям, указанным в таблице 26.

8.19 Определение уровня гармонических и субгармонических составляющих в выходном сигнале на микроволновом выходе источника (96270A)

8.19.1 Соединить микроволновой выход источника с высокочастотным входом анализатора спектра.

8.19.2 Соединить выход REF FREQUENCY OUTPUT на задней панели источника со входом Ext Ref In на задней панели анализатора спектра (рисунок 17).

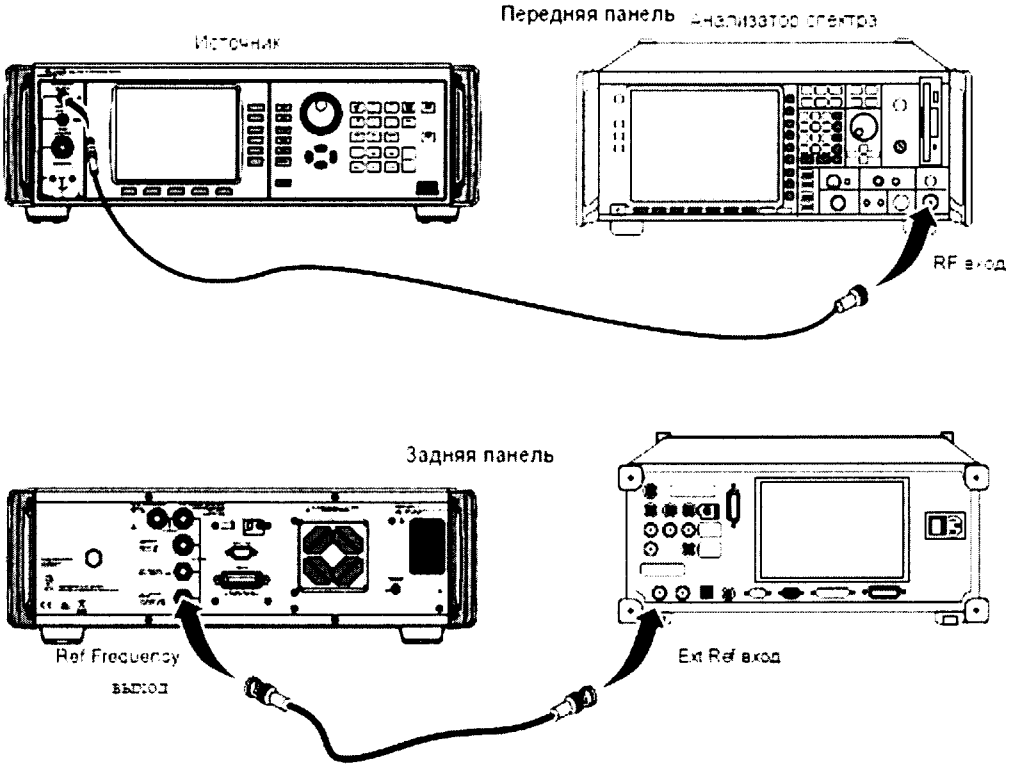

Рисунок 17.

8.19.3 Установить значение частоты сигнала с выхода REF FREQUENCY источника равным 10 МГц.

8.19.4 Установить на анализаторе спектра следующие параметры:

PRESET
EXT REF On
COUPLING DC
REF LVL +24 dBm

FREQ 20 kHz
SPAN 100 Hz

8.19.5 Установить на источнике следующие параметры:

Mode Leveled Sine
Signal Microwave Output
Frequency 20 kHz
Level +16 dBm
Output OPER

8.19.6 Нажать на анализаторе спектра MARKER->PEAK.

8.19.7 Установить значение центральной частоты анализатора спектра равным 40 кГц (2-я гармоника.

8.19.8 Измерить с помощью дельта-функции анализатора спектра значение амплитуды второй гармоники по отношению к первой гармонике.

8.19.9 Установить значение центральной частоты анализатора спектра равным 60 кГц (3-я гармоника).

8.19.10 Нажать на анализаторе спектра MARKER->PEAK.

8.19.11 Измерить с помощью дельта-функции анализатора спектра значение амплитуды третьей гармоники по отношению к первой.

8.19.12 Повторить измерения для всех значений частот из таблицы, устанавливая частоту и уровень в соответствии с таблицей 27.

Таблица 27.

Значение выходного уровня сигнала источника, дБ/мВт	**Частота источника**	**Частота 2-ой гармоники**	**Допустимое значение уровня гармонических составляющих по 2-й гармонике, дБс, менее**	**Частота 3-й гармоники**	**Допустимое значение уровня гармонических составляющих по 3-й гармонике, дБс, менее**
+16	20 кГц	40 кГц	-60	60 кГц	-60
	2,74 МГц	5,48 МГц	-60	8,22 МГц	-60
	5,5 МГц	11 МГц	-60	16,5 МГц	-60
	11 МГц	22 МГц	-60	33 МГц	-60
	22 МГц	44 МГц	-60	66 МГц	-60
	50 МГц	100 МГц	-60	150 МГц	-60
	88 МГц	176 МГц	-60	264 МГц	-60
	125 МГц	250 МГц	-60	375 МГц	-60
	250 МГц	250 МГц	-60	750 МГц	-60
	354 МГц	708 МГц	-60	1,062 ГГц	-60
	500 МГц	1 ГГц	-60	1,5 ГГц	-60
	1 ГГц	2 ГГц	-60	3 ГГц	-60
	1,25 ГГц	2,5 ГГц	-55	3,75 ГГц	-55
	1,4 ГГц	2,8 ГГц	-55	4,2 ГГц	-55
	1,8 ГГц	2,8 ГГц	-55	5,4 ГГц	-55
	2 ГГц	4 ГГц	-55	8 ГГц	-55
	2,7 ГГц	5,4 ГГц	-55	8,1 ГГц	-55
	5 ГГц	10 ГГц	-55	15 ГГц	-55
	9 ГГц	18 ГГц	-55	-	-
	10 ГГц	20 ГГц	-55	-	-
	12 ГГц	24 ГГц	-55	-	-
	13 ГГц	26 ГГц	-55	-	-

8.19.13 Установить на анализаторе спектра следующие параметры:

PRESET
COUPLING DC
REF LVL +10 dBm
EXT REF On
FREQ 4.399994 GHz
SPAN 2 MHz

8.19.14 Установить на источнике следующие параметры:

Mode Leveled Sine
Signal Microwave Output
Frequency 4.399994 GHz
Level +4.6 dBm
Output OPER

8.19.15 Установить анализатор спектра в режим однократного измерения, запустить процесс измерения, дождаться его окончания и нажать клавишу MARKER → PEAK.

8.19.16 Измерить с помощью дельта-функции анализатора спектра максимальное значение амплитуды любого отображаемого сигнала, кроме сигнала первой гармоники. Проверить любые ложные сигналы в полосе частот > ± 3 кГц от центральной частоты и в диапазоне ± 1 МГц в пределах перечисленных ограничений.

8.19.17 Повторить измерения для всех значений выходной частоты из таблицы 28.

Таблица 28.

Частота, ГГц	**Частота субгармоник, ГГц**			**Допустимое значение уровня гармонических составляющих, дБс, менее**
4,05	6,075	-	-	-60
6,20	9,300	-	-	-60
8,30	4,150	6,225	12,450	-60
12,00	3,000	6,000	9,000	-60
16,00	4,000	8,000	12,000	-60
18,50	4,625	-		-60
22,00	5,500	-	-	-60
27,00	6,750	-	-	-60

8.19.18 Результаты поверки считать удовлетворительными, если измеренные значения уровней гармонических и субгармонических составляющих выходного сигнала не превышают установленных в таблицах 27 и 28.

8.20 Определение погрешности установки параметров модуляции на микроволновом выходе источника

8.20.1 Соединить микроволновой выход источника с высокочастотным входом анализатора спектра.

8.20.2 Нажать клавишу анализатора спектра PRESET

8.20.3 Установить на источнике режим амплитудной модуляции (AM) и включить микроволновой выход.

8.20.4 Установить на источнике следующие параметры:

Frequency 30 MHz
Level +10 dBm
Mod Rate 20 kHz (Sine)
AM Depth 50 %
Output OPER
Modulation ON

8.20.5 Измерить анализатором спектра в режиме автоматической настройки коэффициент амплитудной модуляции входного сигнала.

8.20.6 Повторить измерения для всех значений параметров из таблицы 29.

Таблица 29.

Уровень, дБ/мВт	**Несущая частота**	**Модулирующая частота, кГц**	**КАМ, %**	**Допускаемые значения КАМ, %**
+10	30 МГц	20	50	от 48,4 до 51,6
		100	50	от 48,4 до 51,6
+14	125 МГц	1	90	от 87,2 до 92,8
		100	90	от 87,2 до 92,8
	1 ГГц	1	90	от 87,2 до 92,8
		20	90	от 87,2 до 92,8

8.20.7 Установить на источнике режим частотной модуляции (FM), (для 96270A убедиться, что выбран выход преобразователя).

8.20.8 Установить на источнике следующие параметры:

Frequency 62,5 MHz
Level +13 dBm
Mod Rate 1 kHz (Sine)
FM Deviation 300 kHz
Output OPER
Modulation OFF

8.20.9 Установить анализатор в режим автонастройки, настроится на входной сигнал и после этого включить на источнике режим частотной модуляции.

8.20.10 Измерить девиацию частоты анализатором для всех значений параметров из таблицы 30.

Таблица 30.

Уровень, дБ/мВт	Несущая частота	Модулирующая частота	Девиация	Допустимые значения девиации
+13 дБ/мВт	62,5 МГц	400 Гц	30 кГц	от 29,10 до 30,90 кГц
	62,5 МГц	300 кГц	1 МГц	от 0,970 до 1,030 МГц
	125 МГц	400 Гц	10 кГц	от 99,70 кГц до 100,30 кГц
		100 кГц	10 кГц	от 99,70 кГц до 100,30 кГц
		400 Гц	300 кГц	от 291,0 кГц до 309,0 кГц
		100 кГц	300 кГц	от 291,0 кГц до 309,0 кГц
	1 ГГц	400 Гц	1 МГц	от 1,030 МГц до 0,970 МГц
		300 кГц	1 МГц	от 1,030 МГц до 0,970 МГц

8.20.11 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения КАМ и девиации частоты не превышают указанных в таблицах 29 и 30.

9 Оформление результатов поверки

9.1 При положительных результатах поверки на осциллограф выдаётся свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки поверяемый осциллограф к дальнейшему применению не допускается. На него выдаётся извещение о непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин забракования.

Начальник отделения
ФГУП «ВНИИФТРИ» О.В. Каминский