

СОГЛАСОВАНО

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

_____ А.Н. Щипунов

« ____ » _____ 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Переносчики частоты
РЧ5-29М**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
651-21-007 МП**

р.п. Менделеево
2021 г.

Содержание

1	Общие положения	3
2	Перечень операций поверки	3
3	Требования к условиям проведения поверки	4
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	6
7	Внешний осмотр	7
8	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7
9	Проверка программного обеспечения	8
10	Определение метрологических характеристик средства измерений	8
11	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	13
12	Оформление результатов поверки	15

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее - МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок переносчиков частоты РЧ5-29М (далее – РЧ5-29М, прибор), изготавливаемых ООО НПП «Элмика», г. Москва, г. Зеленоград, проезд 4922, дом 4. стр 3, пом. I, ком. 21 а.

1.2 Первичной поверке подлежат РЧ5-29М до ввода в эксплуатацию и после ремонта.

Периодической поверке подлежат РЧ5-29М, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.3 При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых РЧ5-29М к государственным первичным эталоном единиц величин:

- Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 78,33 ГГц (ГЭТ 167-2017);
- Государственный первичный эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц (ГЭТ 193-2011);
- Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭТ 1-2018).

1.4 Поверка РЧ5-29М может осуществляться только аккредитованным, на проведение поверки в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации лицом, в соответствии с его областью аккредитации.

1.5 Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик применяется метод косвенных измерений.

1.6 Интервал между поверками 1 год.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки РЧ5-29М должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки РЧ5-29М

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	да	да
Опробование	8.2	да	да
Определение диапазона частот входных сигналов РЧ5-29М и диапазона значений мощности измеряемых входных сигналов смесителей ССГ-02, ССГ-03, ССГ-04, ССГ-06	8.3	да	да
Определение КСВН волноводного входа смесителей ССГ-02, ССГ-03, ССГ-04, ССГ-06	8.4	да	да
Определение выходной мощности встроенного гетеродина	8.5	да	да
Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора	8.6	да	да
Определение относительной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала	8.7	да	да
Проверка идентификации ПО	8.8	да	да

2.2 Не допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин.

2.3 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 поверяемый РЧ5-29М бракуется и направляется в ремонт.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия, установленные в ГОСТ 8.395-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
- относительная влажность окружающего воздуха, не более, % 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) от 84 до 106 (от 630 до 795);
- напряжение сети, В от 198 до 242;
- частота сети, Гц от 49,5 до 50,5.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами с высшим или средним техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в области радиотехнических измерений в установленном порядке, имеющими квалификационную группу электробезопасности не ниже второй.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом ИРВМ.411143.001 РЭ «Переносчик частоты РЧ5-29М. Руководство по эксплуатации».

4.3 Поверка осуществляется одним специалистом.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки РЧ5-29М должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства измерений, применяемые при поверке

Пункт МП	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки		
	Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемое средство измерений и его технические характеристики
10.1	Аттенюатор	Диапазон частот от 37,5 до 53,57 ГГц, диапазон ослабления от 0 до 70 дБ	Аттенюатор поляризационный ДЗ-37, диапазон частот от 37,5 до 53,57 ГГц, диапазон ослабления от 0 до 70 дБ
	Аттенюатор	Диапазон частот от 53,57 до 78,33 ГГц, диапазон ослабления от 0 до 70 дБ	Аттенюатор поляризационный ДЗ-38, диапазон частот от 53,57 до 78,33 ГГц, диапазон ослабления от 0 до 70 дБ
	Аттенюатор	Диапазон частот от 78,33 до 118,1 ГГц, диапазон ослабления от 0 до 60 дБ	Аттенюатор поляризационный прямоотсчетный АП-20, диапазон частот от 78,33 до 118,1 ГГц, диапазон ослабления от 0 до 60 дБ
	Аттенюатор	Диапазон частот от 118,1 до 178,4 ГГц, диапазон ослабления от 0 до 50 дБ	Аттенюатор поляризационный прямоотсчетный АП-19, диапазон частот от 118,1 до 178,4 ГГц, диапазон ослабления от 0 до 50 дБ
	Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот от 37,5 до 53,57 ГГц	Генератор сигналов высокочастотный Г4-141, диапазон частот от 37,5 до 53,57 ГГц

Продолжение таблицы 2

Пункт МП	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки		
	Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемое средство измерений и его технические характеристики
	Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот от 53,57 до 78,33 ГГц	Генератор сигналов высокочастотный Г4-142, диапазон частот от 53,57 до 78,33 ГГц
	Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот от 78,33 до 118,1 ГГц	Генератор сигналов высокочастотный Г4-183М, диапазон частот от 78,33 до 118,1 ГГц
	Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот от 118,1 до 178,4 ГГц	Генератор сигналов высокочастотный Г4-161М, диапазон частот от 118,1 до 178,4 ГГц
	Ваттметр поглощаемой мощности	Диапазон частот от 37,5 до 178,4 ГГц, диапазон измеряемых мощностей ($1 \cdot 10^{-6}$ - $5 \cdot 10^{-3}$) Вт	Ваттметры поглощаемой мощности М3-75 с приемными преобразователями ПП-13 (сечение 5,2×2,6 мм), ПП-14 (сечение 3,6×1,8 мм), ПП-15 (сечение 2,4×1,2 мм), ПП-16 (сечение 1,6×0,8 мм)
10.2	Анализатор электрических цепей векторный	Диапазон частот от 37,5 до 178,4 ГГц	Анализатор электрических цепей векторный ZVA-67 с опцией R&S ZVA-K, диапазон частот от 10 МГц до 67 ГГц. Модули расширения частотного диапазона анализаторов электрических цепей векторных ZVA-Z75, ZVA-Z110, ZVA-Z170, диапазон частот от 50 ГГц до 170 ГГц. Модуль расширения частотного диапазона ZC220, диапазон частот от 140 ГГц до 220 ГГц
10.3	Измеритель мощности	Диапазон частот от 16,5 до 31,0 ГГц, установка мощности не менее $1 \cdot 10^{-2}$ Вт	Преобразователь измерительный NRP-Z55 с индикаторным блоком NRP, диапазон частот от 0 до 40 ГГц; диапазон установки мощности от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ Вт
10.4	Частотомер	Пределы допускаемой погрешности измерений частоты $\pm 2 \cdot 10^{-7}$	Частотомер универсальный CNT-90XL, пределы допускаемой погрешности измерений частоты $\pm 2 \cdot 10^{-7}$
	Стандарт частоты	Выходная частота 5 и 10 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты $\pm 5 \cdot 10^{-9}$	Стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-92, выходная частота 5 и 10 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности по частоте $\pm 2 \cdot 10^{-10}$

Продолжение таблицы 2

Пункт МП	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки		
	Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемое средство измерений и его технические характеристики
10.5	Частотомер	Пределы допускаемой погрешности измерений частоты $\pm 2 \cdot 10^{-7}$	Частотомер универсальный CNT-90XL, пределы допускаемой погрешности измерений частоты $\pm 2 \cdot 10^{-7}$
	Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот от 37,5 до 53,57 ГГц	Генератор сигналов высокочастотный Г4-141, диапазон частот от 37,5 до 53,57 ГГц
	Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот от 53,57 до 78,33 ГГц	Генератор сигналов высокочастотный Г4-142, диапазон частот от 53,57 до 78,33 ГГц
	Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот от 78,33 до 118,1 ГГц	Генератор сигналов высокочастотный Г4-183М, диапазон частот от 78,33 до 118,1 ГГц
	Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот от 118,1 до 178,4 ГГц	Генератор сигналов высокочастотный Г4-161М, диапазон частот от 118,1 до 178,4 ГГц
	Аттенюатор	Диапазон частот от 37,5 до 53,57 ГГц, диапазон ослабления до 0 до 70 дБ	Аттенюатор поляризационный ДЗ-37, диапазон ослабления до 0 до 70 дБ
	Аттенюатор	Диапазон частот от 53,57 до 78,33 ГГц, диапазон ослабления до 0 до 70 дБ	Аттенюатор поляризационный ДЗ-38, диапазон частот от 53,57 до 78,33 ГГц, диапазон ослабления до 0 до 70 дБ
	Аттенюатор	Диапазон частот до 78,33 до 118,1 ГГц, диапазон ослабления от 0 до 60 дБ	Аттенюатор поляризационный прямоотсчетный АП-20, диапазон ослабления от 0 до 60 дБ
	Аттенюатор	Диапазон частот от 118,1 до 178,4 ГГц, диапазон ослабления от 0 до 50 дБ	Аттенюатор поляризационный прямоотсчетный АП-19, диапазон ослабления от 0 до 50 дБ

5.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик РЧ5-29М с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны и поверены, применяемые средства поверки утверждённого типа СИ в качестве эталонов единиц величин должны быть исправны и поверены с присвоением соответствующего разряда, по требованию государственных поверочных схем.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности)

ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00, а также требования безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на РЧ5-29М и средства поверки.

6.2 Средства поверки должны быть надежно заземлены в соответствии с документацией.

6.3 Размещение и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 Внешний осмотр РЧ5-29М провести визуально без вскрытия. При этом необходимо проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку согласно эксплуатационной документации;
- отсутствие видимых механических повреждений корпуса, передней и задней панелей, соединительных элементов, влияющих на работу РЧ5-29М;
- чистоту и исправность разъемов;
- состояние соединительных кабелей, входящих в комплект поставки;
- исправность органов управления РЧ5-29М.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются все перечисленные требования.

В противном случае результаты внешнего осмотра считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо произвести подготовительные работы, оговоренные в руководствах по эксплуатации РЧ5-29М и применяемых средств поверки.

8.2 Включить прибор нажатием кнопки "СЕТЬ". Через 30 минут прибор будет готов к проведению измерений.

П р и м е ч а н и е – При включении прибора производится самодиагностика синтезатора частоты и, в случае обнаружения неисправности, на экране жидкокристаллического индикатора прибора появляется надпись "Неисправность синтезатора". Это свидетельствует о неисправности прибора и необходимости его ремонта.

8.3 Во время прогрева произвести опробование прибора. Для этого:

- последовательно нажимая кнопки "Частотомер", "Синтезатор" и "Переносчик", убедиться, что на экране жидкокристаллического индикатора прибора происходит соответствующее переключение функции. Установить нужную функцию для проведения выбранного вида измерений;
- последовательно нажимая кнопки меню, убедиться, что на экране жидкокристаллического индикатора прибора происходит соответствующее переключение параметров режима работы и диапазона частот. Установить нужные параметры режима работы и диапазон частот для проведения выбранного вида измерений;
- убедиться в отображении результатов измерений при подаче мощности СВЧ.

Проверку работоспособности проводить на всех пределах измерений РЧ5-29М.

8.4 Результаты опробования считать положительными, если при прохождении самоконтроля РЧ5-29М калибруется, переключаются режимы измерений, устанавливается нуль, а также отображаются результаты измерений при подаче мощности СВЧ.

В противном случае результаты опробования считать отрицательными и дальнейшие операции поверки не проводить.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Осуществить проверку соответствия программного обеспечения средства измерений требованиям, указанным в описании типа, в следующей последовательности:

– установить (проинсталлировать на ПК) программу вычисления контрольной суммы (C Sum) ПО

– HashTab V52.0.14 (версия для Windows XP).

– программу скачать с сайта www.hashtab.ru

– файл с ПО в приложении – этот файл записан в прибор РЧ5-29М.

– запустить HashTab;

– считать C Sum по Алгоритму вычисления цифрового идентификатора ПО: CRC32;

– контрольная сумма исполняемого кода должна быть равна: FFE4E8B9

9.2 Результат проверки программного обеспечения считать положительным, если идентификационные данные ПО соответствуют таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	CHARA_1_5_4.hex
Номер версии (идентификационный номер) ПО	4
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	FFE4E8B9

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение диапазона частот входных сигналов РЧ5-29М провести на частотах:

– 118,1; 133,2; 148,3; 163,3 и 178,4 ГГц со смесителем ССГ-02;

– 78,33; 88,3; 98,25; 108,2 и 118,1 ГГц со смесителем ССГ-03;

– 53,57; 59,8; 66,0; 72,0 и 78,33 ГГц со смесителем ССГ-04;

– 37,5; 41,5; 45,5; 49,5 и 53,57 ГГц со смесителем ССГ-06.

– 8.3.2 Определение диапазона частот входных сигналов РЧ5-29М со смесителями ССГ-02, ССГ-03, ССГ-04, ССГ-06 провести в следующей последовательности:

– собрать схему, приведенную на рисунке 1. Поверочное оборудование для определения частотного диапазона измеряемого входного сигнала выбрать в соответствии с таблицей 4;

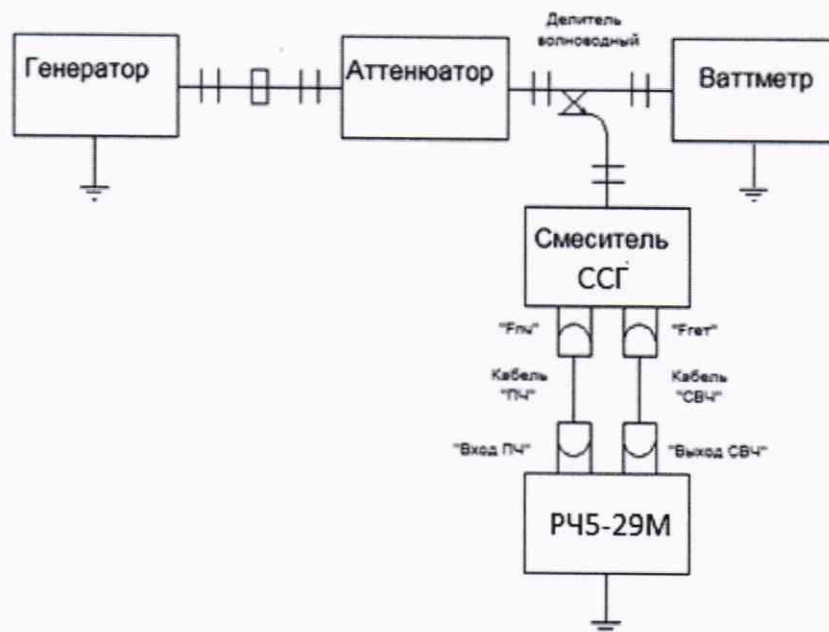


Рисунок 1 – Схема определения диапазона частот измеряемого входного сигнала

Таблица 4 – Поверочное оборудование для определения диапазона частот измеряемого входного сигнала

Смеситель	Диапазон частот, ГГц	Ваттметр	Аттенюатор	Генератор
ССГ-02	от 118,1 до 178,4	М3-75 с ПП-16	АП-19	Г4-161М
ССГ-03	от 78,33 до 118,1	М3-75 с ПП-15	АП-20	Г4-183М
ССГ-04	от 53,57 до 78,33	М3-75 с ПП-14	ДЗ-38	Г4-142
ССГ-06	от 37,5 до 53,57	М3-75 с ПП-13	ДЗ-37	Г4-141

- установить на аттенюаторе ослабление 20 дБ;
- включить генератор, ваттметр, РЧ5-29М и дать им прогреться;
- перевести РЧ5-29М из режима функционирования переносчика в режим функционирования частотомера и кнопкой меню "Диапазон" выбрать нужный поддиапазон;
- установить на табло генератора в режиме непрерывной генерации (НГ) первую частотную точку соответствующего поддиапазона и при помощи аттенюатора выставить по табло ваттметра уровень мощности 1 мВт, при этом на экране РЧ5-29М должны наблюдаться признак захвата и значение частоты входного сигнала;
- записать это значение частоты в протокол измерения;
- ввести на аттенюаторе максимальное ослабление, при этом переносчик частоты переходит из режима захвата в режим поиска и на его экране появляется надпись "Входной сигнал не обнаружен";
- постепенно уменьшая ослабление на аттенюаторе установить минимальный уровень мощности согласно таблице 4 для данного поддиапазона. На экране РЧ5-29М должны наблюдаться признак захвата и значение частоты входного сигнала;
- записать это значение частоты в протокол измерения;
- аналогично произвести измерения на остальных частотных точках соответствующего поддиапазона.

Таблица 5 – Максимальный и минимальный уровни мощности сигнала в диапазонах рабочих частот

Смеситель/ поддиапазон	Диапазон частот, ГГц	Минимальный уровень мощности, мкВт	Максимальный уровень мощности, мВт
ССГ-02	от 118,1 до 178,4	10 (-20 дБм)	5 (+7 дБм)
ССГ-03	от 78,33 до 118,1	3 (-25 дБм)	5 (+7 дБм)
ССГ-04	от 53,57 до 78,33	1 (-30 дБм)	5 (+7 дБм)
ССГ-06	от 37,5 до 53,57	1 (-30 дБм)	5 (+7 дБм)

10.2 Определение КСВН входа провести в диапазоне частот смесителей в соответствии с таблицей 7, в следующей последовательности:

- собрать схему, приведенную на рисунке 2. В таблице 6 приведены диапазоны рабочих частот для модулей расширения частотного диапазона (далее – МРЧД), необходимых для проведения измерений. Для проведения измерений в частотном диапазоне менее 67 ГГц использовать коаксиально-волноводный переход без использования МРЧД.

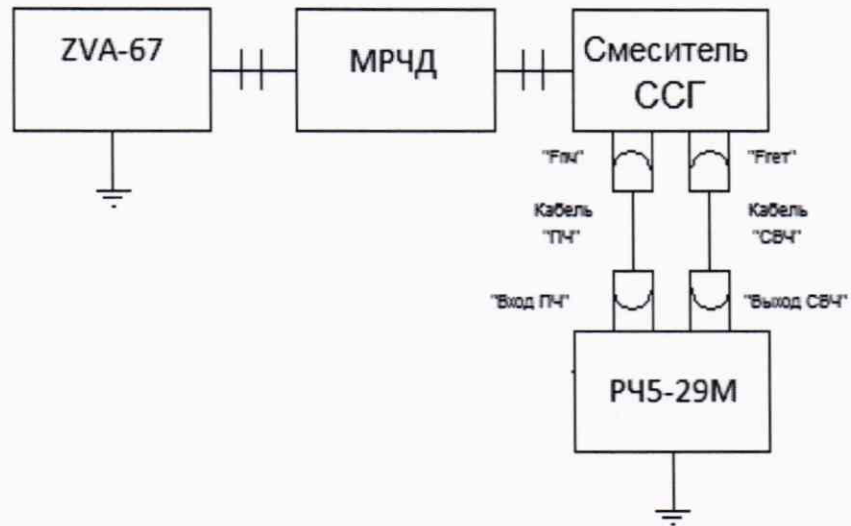


Рисунок 2 – Схема измерения КСВН волноводного входа смесителей ССГ-02, ССГ-03, ССГ-04, ССГ-06

Таблица 6 – Диапазоны рабочих частот МРЧД

Наименование МРЧД	Диапазон частот, ГГц
ZVA-Z75	от 50 до 75 включительно
ZVA-Z110	от 75 до 110 включительно
ZVA-Z170	от 110 до 170 включительно
ZC220	от 140 ГГц до 220 включительно

- подготовить РЧ5-29М в соответствии с руководством по эксплуатации;
- на анализаторе электрических цепей векторном ZVA 67 нажать кнопку Preset. Нажать кнопку Freq и выбрать диапазон, соответствующий рабочему частотному диапазону подключенного смесителя;
- выполнить полную однопортовую калибровку векторного анализатора цепей в соответствии с документом «Анализаторы электрических цепей векторные ZVA50, ZVA67, ZVA80. Руководство по эксплуатации»;
- выбрать формат отображения результатов измерений VSWR;
- измерить КСВН входа подключенного смесителя;
- аналогично произвести измерения на остальных частотных точках соответствующего поддиапазона.

10.3 Определение выходной мощности встроенного гетеродина провести на частотах 16,5; 20,0; 23,0; 27,0 и 31,0 в следующей последовательности:

в следующей последовательности:

- собрать схему, приведенную на рисунке 3;

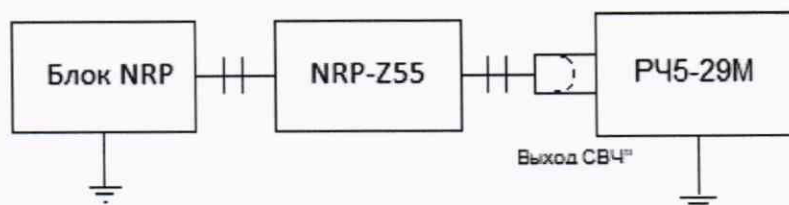


Рисунок 3 – Схема измерения выходной мощности встроенного гетеродина

- подготовить РЧ5-29М и ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP-Z55 с блоком измерительным NRP в соответствии с руководством по эксплуатации на них;
- перевести РЧ5-29М из режима частотомера в режим синтезатор;
- установить на РЧ5-29М первую частоту 16,5 ГГц;
- провести измерения выходной мощности в соответствии с инструкцией по эксплуатации ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP-Z55;
- зафиксировать значения выходной мощности встроенного гетеродина для измеряемой частоты в протоколе измерений.

Повторить измерения на остальных частотных точках соответствующего поддиапазона.

10.4 Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора провести на частоте 10 МГц, в следующей последовательности:

- собрать схему, приведенную на рисунке 4;

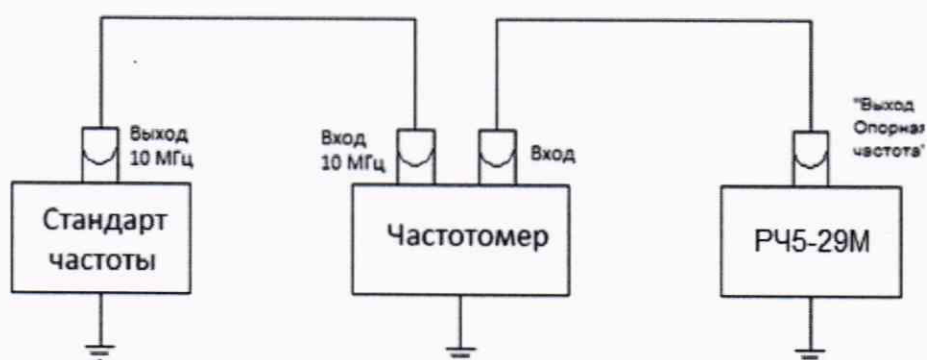


Рисунок 4 – Схема определения относительной погрешности установки частоты опорного генератора

- подготовить РЧ5-29М: выбор режима настройки опорной частоты ("Установка $F_{\text{опоры}}$ ") осуществляется нажатием кнопки меню "Установка" в соответствующей строке.
- частотомер универсальный CNT-90XL и стандарт частоты рубидиевый FS 725 подготовить в соответствии с руководством по эксплуатации;
- зафиксировать значения частоты, измеренные на частотомере в протоколе измерений

10.5 Определение относительной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала в диапазоне рабочих частот с соответствующим смесителем ССГ-02, ССГ-03, ССГ-04, ССГ-06 провести в следующей последовательности:

- собрать схему, приведенную на рисунке 5. Средства измерений для определения частотного диапазона измеряемого входного сигнала выбрать в соответствии с таблицей 7;

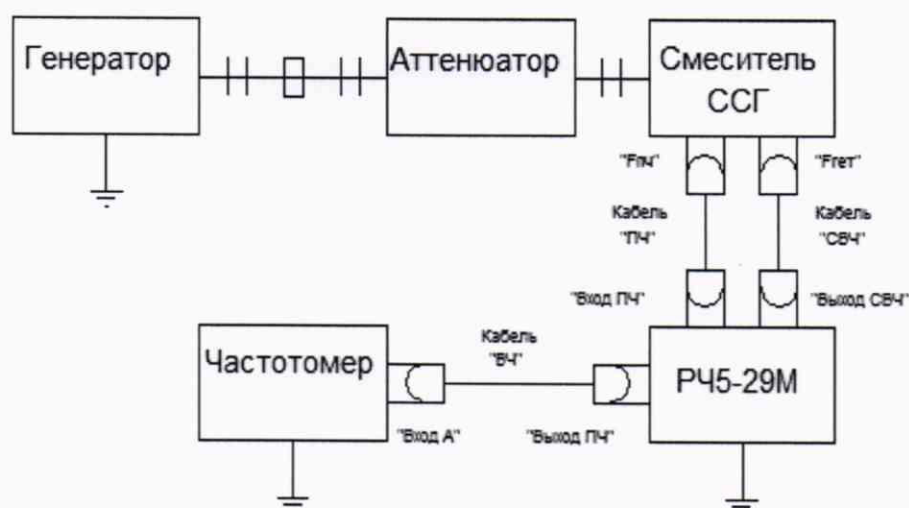


Рисунок 5 – Схема определения погрешности измерения частоты входного синусоидального сигнала

Таблица 7 – Средства измерений для определения относительной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала

Смеситель	Диапазон частот, ГГц	Частотомер	Атенюатор	Генератор
ССГ-02	от 118,1 до 178,4	CNT-90XL	АП-19	Г4-161М
ССГ-03	от 78,33 до 118,1		АП-20	Г4-183М
ССГ-04	от 53,57 до 78,33		ДЗ-38	Г4-142
ССГ-06	от 37,5 до 53,57		ДЗ-37	Г4-141

- установить на аттенюаторе ослабление 20 дБ;
- включить генератор, частотомер, РЧ5-29М и дать им прогреться;
- перевести РЧ5-29М из режима переносчика в режим частотомера;
- кнопкой меню «Диапазон» выбрать нужный поддиапазон;
- установить на генераторе в зависимости от поддиапазона первую частотную точку соответствующего поддиапазона;
- при помощи кнопки меню «Тсчета» на передней панели РЧ5-29М установить время измерения равным 10 с;
- при помощи кнопки меню «Частота» на передней панели РЧ5-29М выбрать опцию «Fпч» (на экране РЧ5-29М должны отображаться значение промежуточной частоты и ее арифметический знак);
- зафиксировать значение промежуточной частоты, индицируемое РЧ5-29М и ее арифметического знака в протоколе;
- изменяя ослабление аттенюатора и чувствительность частотомера добиться устойчивых показаний на его табло;
- зафиксировать значение промежуточной частоты, индицируемое частотомером в протоколе;
- рассчитать погрешность измерения промежуточной частоты по формуле (3) п. 11.5;
- зафиксировать рассчитанное значение погрешности измерения промежуточной частоты в протоколе;

- при помощи кнопки меню «Частота» на передней панели РЧ5-29М выбрать опцию «Fгет» (на экране РЧ5-29М должны отображаться значение частоты гетеродина и номер рабочей гармоники);
- зафиксировать значения частоты гетеродина и номера гармоники, отображаемых на экране РЧ5-29М в протоколе;
- определить относительную погрешность измерения частоты входного синусоидального сигнала по формуле (4) п.11.5;
- зафиксировать значения относительной погрешности измерения частоты входного синусоидального сигнала в протоколе.

Повторить измерения на остальных частотных точках соответствующего поддиапазона.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Результат измерений по п. 10.1 считать положительным, если во всех частотных точках соответствующего поддиапазона при максимальном и минимальном уровнях мощности сигнала значения измеренной частоты соответствуют значениям установленной частоты на генераторе, а диапазон рабочих частот входных сигналов соответствует таблице 4. Минимальный и максимальный уровни мощности измеряемых входных сигналов смесителей ССГ-02, ССГ-03, ССГ-04, ССГ-06 соответствует таблице 5.

11.2 Результат измерений по п. 10.2 считать положительным, если полученные значения КСВН волноводного входа смесителей ССГ-02, ССГ-03, ССГ-04, ССГ-06 не более 5.

11.3 Результат измерений по п. 10.3 считать положительными, если полученные значения выходной мощности встроенного гетеродина не менее $1 \cdot 10^{-2}$ Вт.

11.4 Рассчитать относительную погрешность установки частоты опорного генератора РЧ5-29М по формуле (1):

$$\delta_{f_{ог}} = \frac{f_{уст} - f_{изм}}{f_{изм}}, \quad (1)$$

где

$f_{уст}$ – установленное значение частоты опорного генератора РЧ5-29М;

$f_{изм}$ – значение частоты опорного генератора, измеренное частотомером CNT-90XL.

Результат считать положительным, если значения относительной погрешности установки частоты опорного генератора РЧ5-29М находятся в пределах $\pm 5 \cdot 10^{-8}$.

11.5 Определение относительной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала провести методом поэлементной проверки, обусловленной принципом действия РЧ5-29М, при котором частота входного синусоидального сигнала определяется по формуле (2):

$$\begin{cases} f_{вх} = N_{гет} \cdot f_{гет} + f_{ПЧ} \\ f_{вх} = N_{гет} \cdot f_{гет} - f_{ПЧ} \end{cases} \quad (2)$$

где

$f_{вх}$ – частота входного СВЧ сигнала;

$N_{гет}$ – номер рабочей гармоники сигнала гетеродина;

$f_{гет}$ – частота гетеродина;

$f_{ПЧ}$ – измеренное значение промежуточной частоты.

Арифметический знак в формуле (2) определяет на каком (прямом или зеркальном) канале образовался сигнал промежуточной частоты.

Провести определение относительной погрешности измерений промежуточной частоты в диапазоне частот смесителей в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8 – Диапазон частот смесителей

Смеситель/ поддиапазон	Диапазон частот, ГГц
ССГ-02	от 118,1 до 178,4
ССГ-03	от 78,33 до 118,1
ССГ-04	от 53,57 до 78,33
ССГ-06	от 37,5 до 53,57

Рассчитать погрешность измерения промежуточной частоты по формуле (3):

$$\Delta f_{ПЧ} = f_{ПЧ_{снт-90xl}} - f_{ПЧ_{рч5-29М}}, \quad (3)$$

где

$f_{ПЧ_{снт-90xl}}$ – значение промежуточной частоты, измеренное частотомером;

$f_{ПЧ_{рч5-29М}}$ – значение промежуточной частоты, измеренное РЧ5-29М без учета арифметического знака;

Определить относительную погрешность измерения частоты входного синусоидального сигнала по формуле (4):

$$\delta f_{ВХ} = \delta f_{гет} + \frac{\Delta f_{ПЧ}}{N_{гет} \cdot f_{гет}} \left/ \left(1 - \frac{f_{ПЧ_{рч5-29М}}}{N_{гет} \cdot f_{гет}} \right) \right., \quad (4)$$

где

$\delta f_{гет}$ – относительная погрешность установки частоты гетеродина;

$\Delta f_{ПЧ}$ – значение погрешности измерения промежуточной частоты;

$N_{гет}$ – номер гармоники частоты гетеродина;

$f_{гет}$ – значение частоты гетеродина;

$f_{ПЧ_{рч5-29М}}$ – значение промежуточной частоты, измеренное РЧ5-29М с учетом арифметического знака;

Результат считать положительным, если значения относительной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала РЧ5-29М находятся в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-7}$.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки РЧ5-29М подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца РЧ5-29М или лица, представившего его на поверку, на средство измерений наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт (формуляр) средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский

Начальник отдела 11 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

И.П. Чирков

Старший научный сотрудник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.И. Пругло