

СОГЛАСОВАНО

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



_____ А.Н. Щипунов

10 _____ 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Модули расширения частоты и уровня сигналов СВЧ генераторов
EMG-40**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МТВГ.468159.002МП

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	6
8	ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ	6
9	ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	7
10	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .	8
11	ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	15
12	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	16

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на модули расширения частоты и уровня сигналов СВЧ генераторов ЕМГ-40 (далее – модули расширения частоты), изготавливаемые ООО «Миг Трейдинг», г. Волгоград, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Первичной поверке подлежат модули расширения частоты до ввода в эксплуатацию и после ремонта. Периодической поверке подлежат модули расширения частоты, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.3 При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых модулей расширения частоты

- к государственному первичному эталону времени и частоты (ГЭТ 1-2018) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 31 июля 2018 г. № 1621;

- к государственному первичному эталону единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,5 ГГц (ГЭТ 26-2010) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461;

- государственному первичному эталону единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 37,50 до 78,33 ГГц (ГЭТ 167-2017) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,50 до 78,33 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2839.

1.4 Поверка модулей расширения частоты 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 При проведении поверки необходимо руководствоваться настоящей методикой и эксплуатационной документацией на модули расширения частоты и на используемое при поверке оборудование. Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

1.6 При проведении поверки допускается задавать иные значения измеряемых величин, относительно указанных в разделе 10.

1.7 Интервал между поверками 2 года.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки модулей расширения частоты должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
3 Проверка программного обеспечения	9		
4 Определение метрологических характеристик средства измерений	10	да	да
4.1 Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала	10.1	да	да

Продолжение таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
4.2 Определение абсолютной погрешности установки мощности выходного сигнала	10.2	да	да
4.3 Определение коэффициент стоячей волны по напряжению выхода	10.3	да	да
4.4 Определение уровня субгармонических составляющих в спектре выходного сигнала относительно несущей	10.4	да	да
4.5 Определение параметров импульсной модуляции	10.5	да	да
5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	да	да

2.2 Допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке на основании заявления владельца модуля расширения частоты.

2.3 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 поверяемый модуль расширения частоты бракуется и направляется в ремонт.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия:

- температура окружающего воздуха, °С (К) от +15 до +25 (от 288 до 298);
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 50 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) от 96 до 104 (от 720 до 780);
- напряжение питания от сети переменного тока, В от 187 до 242.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

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

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документами МТВГ.468159.002РЭ «Модуль расширения частоты и уровня сигналов СВЧ генераторов EMG-40. Руководство по эксплуатации» (далее – МТВГ.468159.002РЭ) и МТВГ.468159.002ПС «Модуль расширения частоты и уровня сигналов СВЧ генераторов EMG-40. Паспорт» (далее – МТВГ.468159.002ПС).

4.3 Поверка осуществляется одним специалистом.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуемые средства поверки, в том числе рабочие эталоны и средства измерений, приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	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
10.1 – 10.5	Генератор сигналов RFSG26: диапазон воспроизведения частоты выходного сигнала от 0,1 до 26 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты выходного сигнала $\pm 5 \cdot 10^{-7}$, диапазон установки уровня выходного сигнала от минус 20 до плюс 15 дБ (1мВт), пределы допускаемой погрешности воспроизведения уровня выходного сигнала $\pm 0,7$ дБ
10.1, 10.4	Стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-92: номинальные значения воспроизводимых частот: 1; $5 \cdot 10^6$ и $1 \cdot 10^7$ Гц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизводимых частот $\pm 2 \cdot 10^{-10}$
10.1	Частотомер универсальный CNT-90XL с опцией 40G: диапазон измерения частоты сигнала от 0,001 до 40 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты $\pm 2 \cdot 10^{-9}$
10.2	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP40T: диапазон рабочих частот от 0 до 40 ГГц, диапазон измерений уровня сигнала от минус 35 до плюс 20 дБ (1 мВт), пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня сигнала $\pm 2,6$ %
10.2	Ваттметр поглощаемой мощности E4418B с первичным преобразователем 8487D: диапазон рабочих частот от 0,05 до 40 ГГц, диапазон измерений уровня сигнала от минус 60 до минус 20 дБ (1мВт), пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня сигнала ± 3 %
10.3	Анализатор электрических цепей векторный ZVA67: диапазон рабочих частот от 10 МГц до 67 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения $\pm 0,4$ дБ
10.4	Анализатор спектра R&S FSP40: диапазон рабочих частот от 9 кГц до 40 ГГц, диапазон измеряемых уровней сигнала: от среднего уровня шумов до плюс 30 дБ (1 мВт); диапазон установки опорного уровня от минус 130 до плюс 30 дБ (1 мВт), пределы допускаемой абсолютной погрешности установки опорного уровня $\pm 0,2$ дБ
10.5	Осциллограф стробоскопический WaveExpert 100H с модулем SE-50: полоса пропускания 50 ГГц, максимальное входное напряжение 2 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения ± 1 % пределы допустимой относительной погрешности измерений временных интервалов $\pm 1 \cdot 10^{-4}$ %
10.5	Генератор сигналов сложной формы AFG3022B: диапазон частот генерируемых сигналов 1 мкГц до 250 кГц, пределы допускаемой относительной погрешности генерируемой частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6}$, диапазон установки амплитуды различной формы сигнала от 10 мВ до 10 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки амплитуды сигнала $\pm 0,01$ В
Вспомогательные средства поверки	
10.1 – 10.5	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7: диапазон измерений относительной влажности, от 0 до 99 %; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 2,0$ %; диапазон измерений температуры от минус 45 °С до плюс 60 °С; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,5$ °С в диапазоне от минус 45 °С до минус 20 °С; $\pm 0,2$ °С в диапазоне св. плюс 20 °С до плюс 60 °С; диапазон измерений абсолютного давления от 840 до 1060 гПа; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений абсолютного давления ± 3 гПа
10.1 – 10.5	Персональный компьютер

5.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны и поверены, применяемые средства поверки утвержденного 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 модули расширения частоты и средства поверки.

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

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

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 Внешний осмотр модулей расширения частоты проводить визуально без вскрытия, при этом необходимо проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку (наклейку) на соответствие документам МТВГ.468159.002РЭ и МТВГ.468159.002ПС;
- чистоту и исправность разъемов и гнезд;
- отсутствие видимых повреждений, влияющих на работоспособность модуля расширения частоты.

7.2 Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

- комплект поставки, маркировка и пломбировка (наклейка) соответствуют документам МТВГ.468159.002РЭ, МТВГ.468159.002ПС;
- разъемы целы и чисты;
- отсутствуют видимые повреждения, влияющие на работоспособность модуля расширения частоты.

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 документе МТВГ.468159.002РЭ и руководстве по эксплуатации применяемых средств поверки.

8.2 Опробование провести в следующей последовательности.

8.2.1 Подготовить к работе персональный компьютер (далее – ПК) и специальное программное обеспечение «Управление ЕМГ-40» (далее – управляющее ПО) из комплекта поставки модуля расширения частоты. Управляющее ПО предназначено для совместного управления модулем расширения частоты и генератором СВЧ сигналов (поддерживающего стандарт SCPI – 99 и подключаемого к ПК по интерфейсу Ethernet), позволяет управлять уровнем выходного сигнала и значением частоты сигнала на выходе модуля расширения частоты

8.2.2 Установить на ПК управляющее ПО в соответствии с эксплуатационной документацией на модуль расширения частоты.

8.2.3 Подключить модуль расширения частоты к сети переменного тока в соответствии с его эксплуатационной документацией.

8.2.4 Подключить модуль расширения частоты через USB кабель к ПК с установленным

управляющим ПО.

8.2.5 Запустить ПО двойным щелчком левой кнопки мыши на файле «Управление EMG-40.exe» в папке «...\\Программа управления EMG-40» либо на ярлыке, если он был создан. После запуска появится начальное окно программы, представленное на рисунке 1.

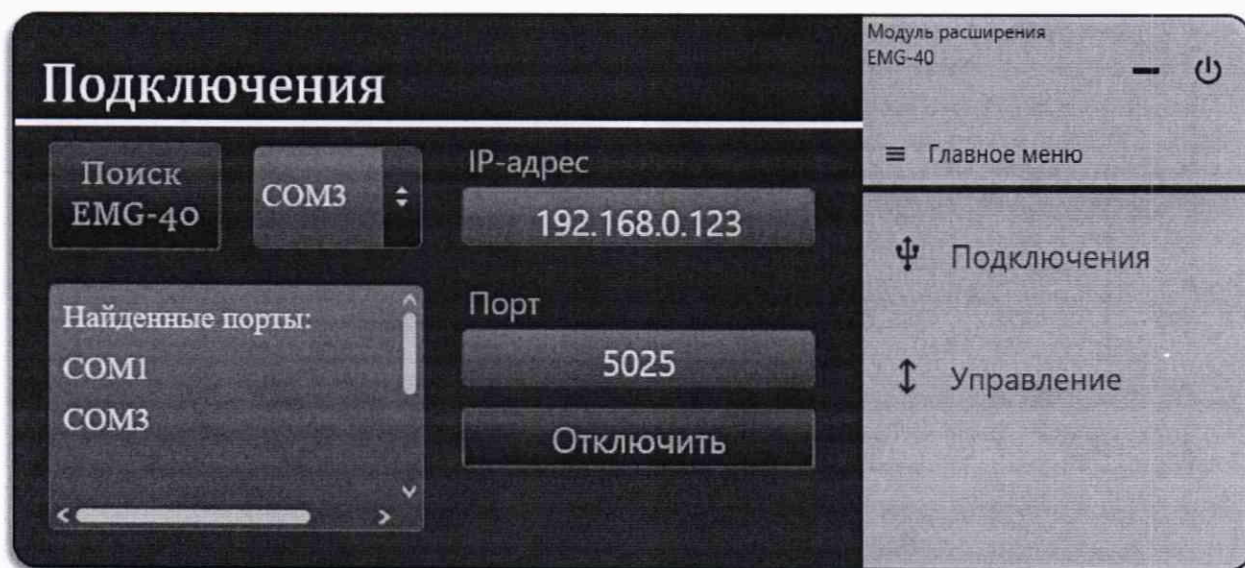


Рисунок 1 – Начальное окно программы «Управление EMG-40»

8.2.6 Нажать кнопку «Поиск EMG-40» в главном окне управляющего ПО. В списке будут выведены все обнаруженные com-порты и, в случае обнаружения модуля расширения частоты, будет указано соответствующее сообщение (рисунок 2). В случае, если сообщение о найденном модуле расширения частоты отсутствует, можно выбрать нужный com-порт в списке справа от кнопки «Поиск EMG-40».

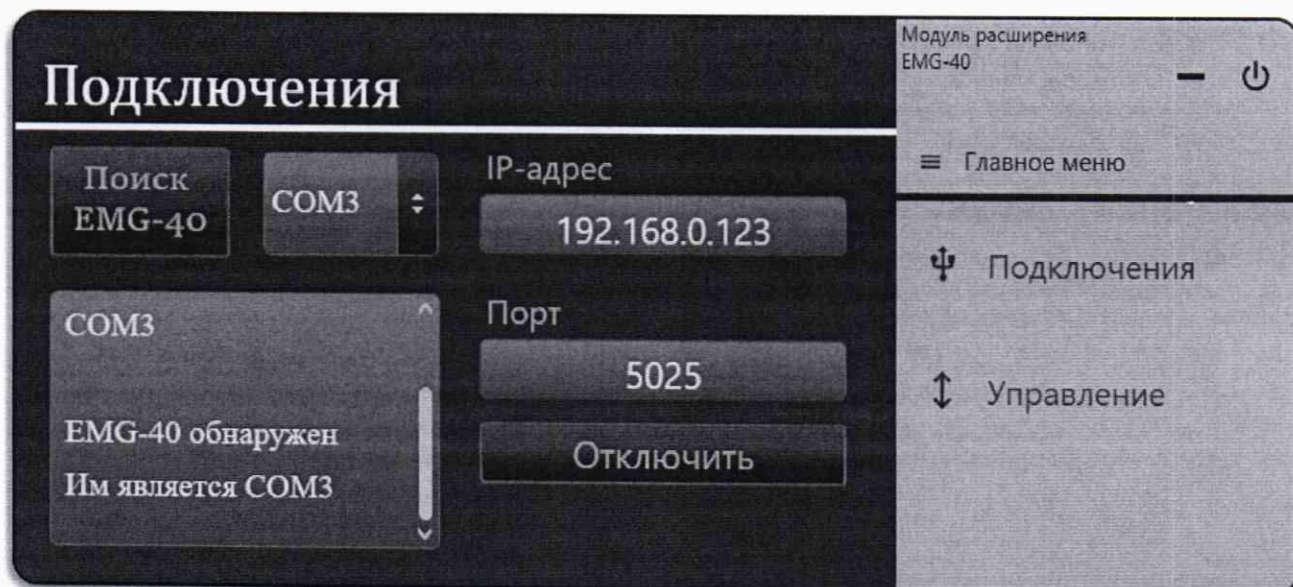


Рисунок 2 - Успешное подключение модуля расширения частоты

Результаты опробования считать положительными, если в главном окне управляющего ПО появилось сообщение о том, что модуль расширения частоты найден и подключение к нему установлено.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Идентификационные данные метрологически значимой части ПО приведены в

таблице 3.

9.2 Конструкция модулей расширения частоты исключает возможность несанкционированного влияния на ПО модулей расширения частоты и измерительную информацию.

9.3 Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	EMG 40 Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0
Цифровой идентификатор ПО	-
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	-

Метрологически значимая часть ПО EMG 40 Firmware установлена в защищенную память микроконтроллера модуля расширения частоты, возможность проверки идентификационных данных отсутствует.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала

10.1.1 Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала выполнить в следующей последовательности.

10.1.1.1 Подготовить к работе ПК с установленным управляющим ПО, генератор сигналов RFSG26 (далее – генератор сигналов), частотомер универсальный CNT-90XL (далее – частотомер), стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-92 (далее – стандарт частоты), модуль расширения частоты в соответствии с их эксплуатационной документацией.

10.1.1.2 Собрать схему, представленную на рисунке 3.

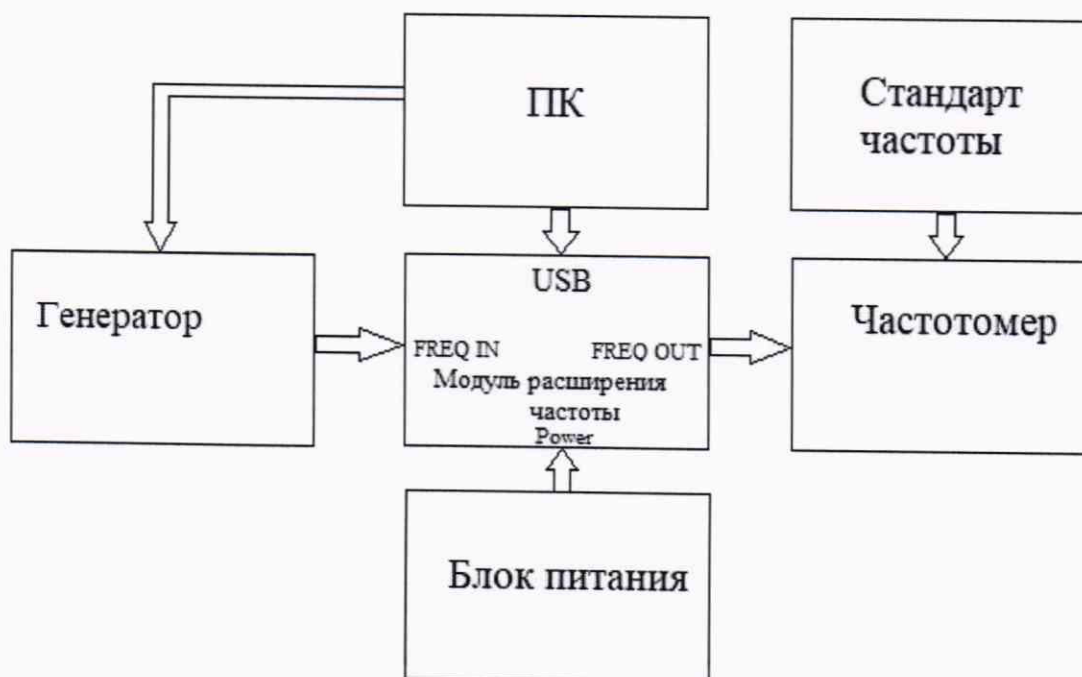


Рисунок 3 – Схема определения погрешности установки частоты выходного сигнала

10.1.1.3 Включить ПК, модуль расширения частоты, генератор сигналов, частотомер и

стандарт частоты в соответствии с их эксплуатационной документацией.

10.1.1.4 Выполнить действия пунктов 8.2.1- 8.2.6 для подключения модуля расширения частоты, если он не был подключен.

10.1.1.5 Подключить генератор сигналов с помощью окна управляющего ПО. Для подключения к генератору сигналов необходимо заполнить поля «IP-адрес» и «Порт». Требуемый IP-адрес находится в настройках генератора. Номер порта по умолчанию имеет значение 5025. После того как все поля заполнены, нажать кнопку «Подключить». При успешном подключении, надпись на кнопке «Подключить» изменится на надпись «Отключить» (рисунок 2). Если подключение не произошло, будет отображено соответствующее сообщение (рисунок 4).

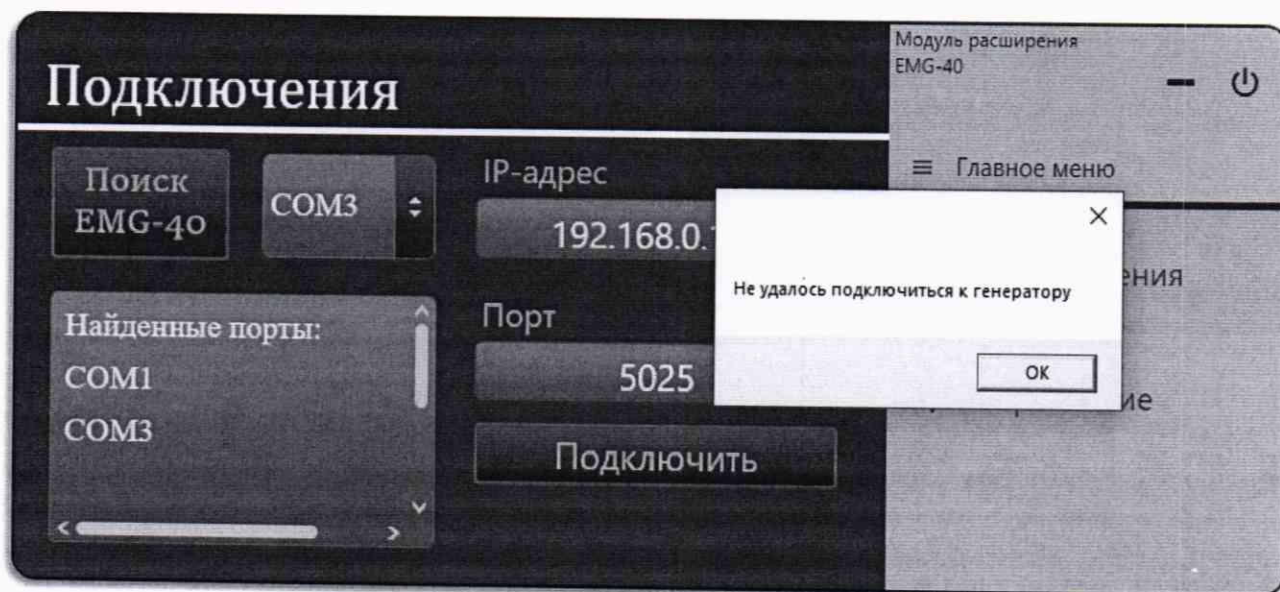


Рисунок 4 – Пример безуспешного подключения генератора

10.1.1.6 Перевести генератор сигналов из режима ожидания в режим готовности.

10.1.1.7 Установить в управляющем ПО режим непрерывного генерирования (НГ), уровень выходного сигнала 0 дБ (1мВт), частоту сигнала 0,1 ГГц.

10.1.1.8 Включить мощность СВЧ в окне управляющего ПО. Подача уровня сигнала с выхода модуля расширения частоты осуществляется нажатием кнопки «Выкл» рядом с надписью «СВЧ». Для установки частоты предназначено поле ввода «Частота». Для установки шага изменения частоты предназначено поле ввода «Шаг» Интерфейс окна установки частоты и уровня выходного сигнала представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Окно установки уровней частоты и выходного сигнала

10.1.1.9 Зафиксировать в протоколе испытаний показания частотомера и рассчитать относительную погрешность установки частоты выходного сигнала по формуле (1):

$$\delta F = \frac{F_x - F}{F}, \quad (1)$$

где F – значение частоты, измеренное частотомером;

F_x – значение частоты, уставленное в управляющем ПО.

10.1.1.10 Повторить действия пунктов 10.1.1.7 – 10.1.1.9, устанавливая в управляющем ПО значения частот 0,1; 1; 5; 10; 15 и 19 ГГц, далее в диапазоне частот от 20 до 40 ГГц с шагом 1 ГГц.

10.1.1.11 Выключить мощность СВЧ.

10.1.2 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности установки частоты выходного сигнала в заданном диапазоне частот соответствуют п. 11.1.

10.2 Определение абсолютной погрешности установки мощности выходного сигнала

10.2.1 Определение абсолютной погрешности установки мощности выходного сигнала выполнить в следующей последовательности.

10.2.1.1 Подготовить к работе ПК с установленным управляющим ПО, генератор сигналов, ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP40T (далее – ваттметр NRP40T), ваттметр поглощаемой мощности E4418B с первичным преобразователем 8487D (далее – ваттметр E4418B), модуль расширения частоты в соответствии с их эксплуатационной документацией.

10.2.1.2 Собрать схему, представленную на рисунке 6. В качестве ваттметра выбрать тип E4418B.

10.2.1.3 Включить ПК, модуль расширения частоты, генератор сигналов, ваттметр в соответствии с их эксплуатационной документацией.

10.2.1.4 Выполнить действия пунктов 8.2.1- 8.2.6 для подключения модуля расширения частоты, если он не был подключен.

10.2.1.5 Выполнить действия пункта 10.1.1.5 для подключения генератора сигналов, если он не был подключен.

10.2.1.6 Перевести генератор сигналов из режима ожидания в режим готовности.

10.2.1.7 Установить в управляющем ПО режим НГ, уровень выходного сигнала минус 40 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 0,1 ГГц.

10.2.1.8 На ваттметре выставить частоту измерений для коррекции частотной зависимости.

10.2.1.9 Включить мощность СВЧ в соответствии с пунктом 10.1.1.8.

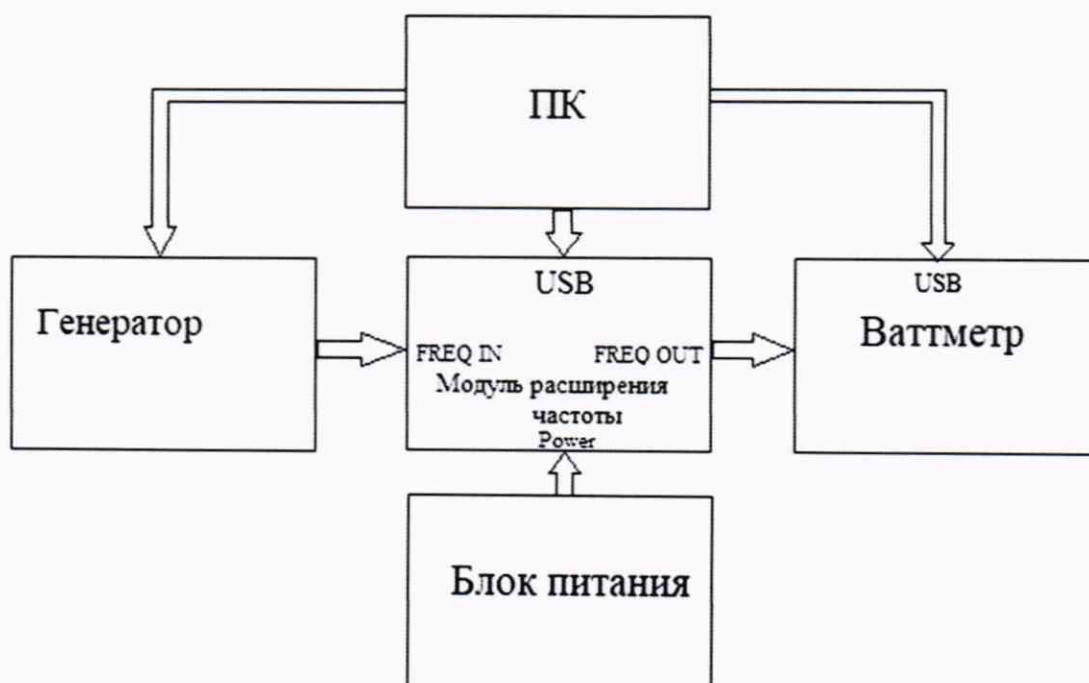


Рисунок 6 – Схема определения диапазона и абсолютной погрешности измерений уровня выходного сигнала

10.2.1.10 Зафиксировать в протоколе испытаний показания ваттметра и рассчитать абсолютную погрешность установки мощности выходного сигнала по формуле (2):

$$\Delta P = P_x - P \quad (2)$$

где P_x – значение мощности выходного сигнала, измеренное ваттметром;

P – значение мощности выходного сигнала, установленное в управляющем ПО.

10.2.1.11 Повторить действия пунктов 10.2.1.7 - 10.2.1.10 устанавливая поочередно в управляющем ПО значения частот выходного сигнала 0,1; 1; 5; 10; 15 и 19 ГГц далее в диапазоне частот от 20 до 40 ГГц с шагом 1 ГГц и уровнем мощности выходного сигнала минус 30, минус 20 дБ (1мВт).

10.2.1.12 Заменить в схеме (рисунок 6) ваттметр E4418B на ваттметр NRP40T.

10.2.1.13 Повторить действия пункта 10.2.1.11 устанавливая поочередно мощность выходного сигнала минус 10, 0 дБ (1мВт).

10.2.1.14 Повторить действия пунктов 10.2.1.7 - 10.2.1.10 устанавливая поочередно в управляющем ПО значения частот выходного сигнала в соответствии с таблицей 4.

10.2.1.15 Выключить мощность СВЧ.

Таблица 4 - Значения частот выходного сигнала и мощности выходного сигнала

Значения частот выходного сигнала, ГГц	Мощность выходного сигнала, дБ (1 мВт)
0,1; 1; 5; 10; 15; 19; 20	+20
21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30	+19
31, 32	+18
33	+15
34, 35	+13
36, 37, 38, 39, 40	+10

10.2.2 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала соответствуют п. 11.2.

10.3 Определение коэффициент стоячей волны по напряжению выхода

10.3.1 Определение коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) выхода выполнить в следующей последовательности.

10.3.1.1 Подготовить к работе ПК с установленным управляющим ПО, генератор сигналов, анализаторе электрических цепей векторном ZVA67 (далее - ВАЦ), модуль расширения частоты в соответствии с их эксплуатационной документацией.

10.3.1.2 Установить на ВАЦ полосу частот от 0,1 до 40 ГГц. Произвести его однопортовую калибровку.

10.3.1.3 Собрать схему, представленную на рисунке 7.

10.3.1.4 Включить ПК, модуль расширения частоты, генератор сигналов, ВАЦ в соответствии с их эксплуатационной документацией.

10.3.1.5 Выполнить действия пунктов 8.2.1- 8.2.6 для подключения модуля расширения частоты, если он не был подключен.

10.3.1.6 Выполнить действия пункта 10.1.1.5 для подключения генератора сигналов, если он не был подключен.

10.3.1.7 Перевести генератор сигналов из режима ожидания в режим готовности.

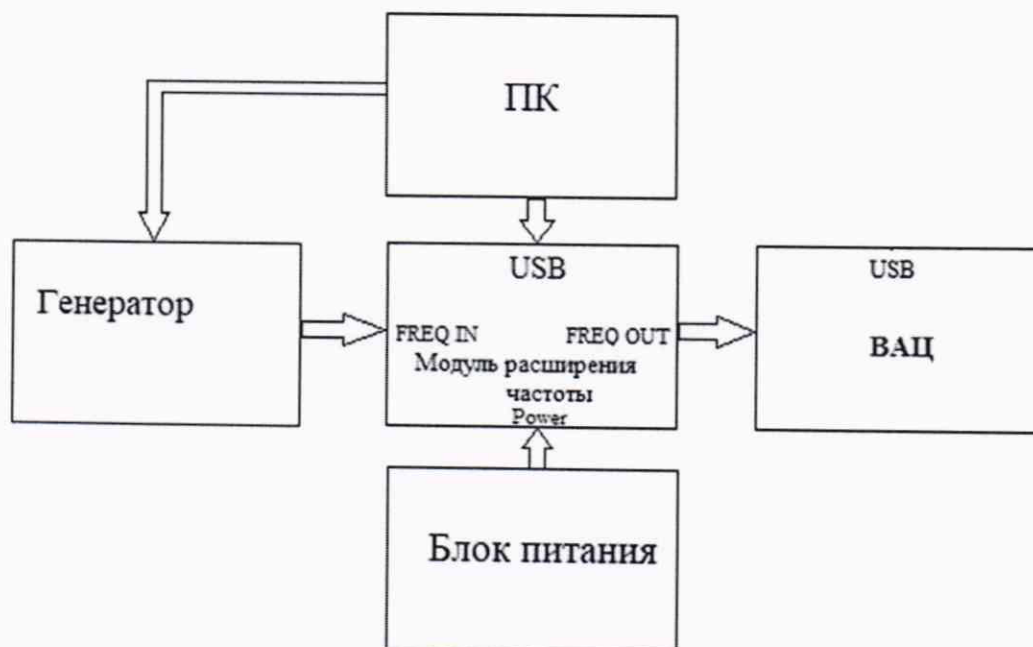


Рисунок 7 – Схема определения КСВН

10.3.1.8 Установить на ВАЦ режим измерения КСВН, а в управляющем ПО выставить частоту 10 ГГц и уровень сигнала минус 30 дБ (1 мВт).

10.3.1.9 Зафиксировать в протоколе испытаний показания ВАЦ.

10.3.1.10 Повторить действия пунктов 10.3.1.8 - 10.3.1.9 для значений в диапазоне частот 0,1 до 40 ГГц.

10.3.1.11 Выключить мощность СВЧ.

10.3.2 Результаты испытаний считать положительными, если КСВН выхода соответствует п.10.3.

10.4 Определение уровня субгармонических составляющих в спектре выходного сигнала относительно несущей

10.4.1 Определение уровня субгармонических составляющих в спектре выходного сигнала относительно несущей (при уровне выходного сигнала плюс 5 дБ (1 мВт)) выполнить в следующей последовательности.

10.4.1.1 Подготовить к работе ПК с установленным управляющим ПО, генератор сигналов, анализатор спектра R&S FSP40 (далее – анализатор спектра), стандарт частоты, модуль расширения частоты в соответствии с их эксплуатационной документацией.

10.4.1.2 Собрать схему, представленную на рисунке 8.

10.4.1.3 Включить ПК, модуль расширения частоты, генератор сигналов, анализатор

спектра, стандарт частоты в соответствии с их эксплуатационной документацией.

10.4.1.4 Выполнить действия пунктов 8.2.1- 8.2.6 для подключения модуля расширения частоты, если он не был подключен.

10.4.1.5 Выполнить действия пункта 10.1.1.5 для подключения генератора сигналов, если он не был подключен.

10.4.1.6 Перевести генератор сигналов из режима ожидания в режим готовности.

10.4.1.7 Синхронизировать анализатор спектра и генератор сигналов по общей опорной частоте.

10.4.1.8 Выставить на анализаторе спектра полосу пропускания (100 Гц), при которой собственные шумы анализатора составят менее минус 90 дБ относительно несущей.

10.4.1.9 Б Настроить анализатор спектра на рабочую частоту модуля расширения частоты и выставить опорный уровень сигнала 5 дБ (1 мВт).

10.4.1.10 Установить в управляющем ПО режим НГ, уровень сигнала 5 дБ (1 мВт), частоту сигнала 0,1 ГГц.

10.4.1.11 Включить мощность СВЧ в соответствии с пунктом 10.1.1.8.

10.4.1.12 Определить по изображению на экране анализатора спектра с помощью маркеров уровень субгармонических дискретных составляющих относительно основного несущего сигнала.

10.4.1.13 Повторить действия пунктов 10.4.1.10 - 10.4.1.12, устанавливая в управляющем ПО значения частот от 1 до 40 ГГц с шагом 5 ГГц.

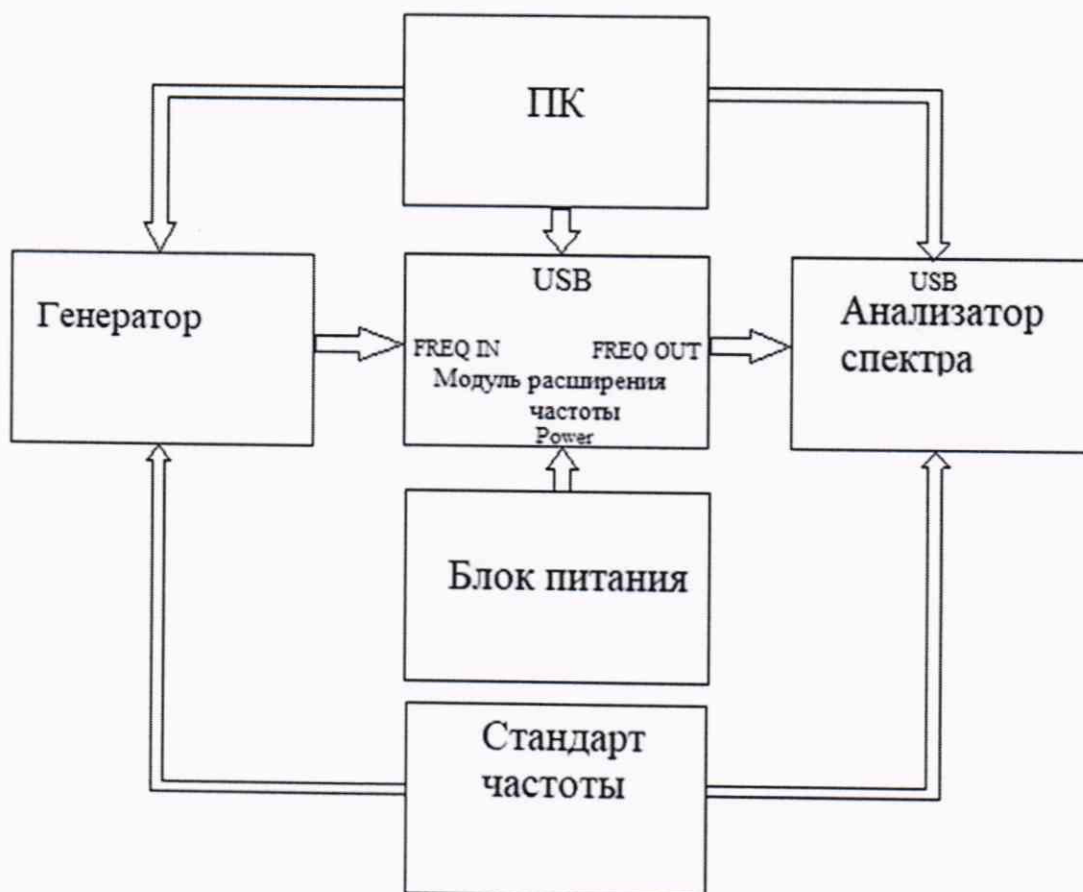


Рисунок 8 – Схема определения уровня субгармонических составляющих в спектре выходных сигналов

10.4.1.14 Выключить мощность СВЧ.

10.4.2 Результаты поверки считать положительными, если значения субгармонических составляющих в спектре выходного сигнала соответствуют п. 11.4.

10.5 Определение параметров импульсной модуляции

10.5.1 Определение параметров импульсной модуляции выполнить в следующей последовательности.

10.5.1.1 Подготовить к работе ПК с установленным управляющим ПО, генератор сигналов, осциллограф стробоскопический WaveExpert 100H с модулем SE-50 (далее – осциллограф), генератор сигналов сложной формы AFG3022B (далее – генератор импульсов), модуль расширения частоты в соответствии с их эксплуатационной документацией.

10.5.1.2 Собрать схему, представленную на рисунке 9.

10.5.1.3 Включить ПК, генератор сигналов, осциллограф, генератор импульсов, модуль расширения частоты в соответствии с их эксплуатационной документацией.

10.5.1.4 Выполнить действия пунктов 8.2.1- 8.2.6 для подключения модуля расширения частоты, если он не был подключен.

10.5.1.5 Выполнить действия пункта 10.1.1.5 для подключения генератора сигналов, если он не был подключен.

10.5.1.6 Перевести генератор сигналов из режима ожидания в режим готовности.

10.5.1.7 Выставить на генераторе импульсов режим генерирования прямоугольного меандра импульс длительностью 20 нс, амплитудой плюс 1 В.

10.5.1.8 Установить в управляющем ПО режим импульсной модуляции, частоту несущей 20 ГГц, уровень выходного сигнала плюс 5 дБ (1 мВт) в соответствии с эксплуатационной документацией на модуль расширения частоты.

10.5.1.9 Выставить на осциллографе время развертки 10 мкс, с помощью синхронизации добиться устойчивого изображения;

10.5.1.10 Включить мощность СВЧ в соответствии с пунктом 10.1.1.8.

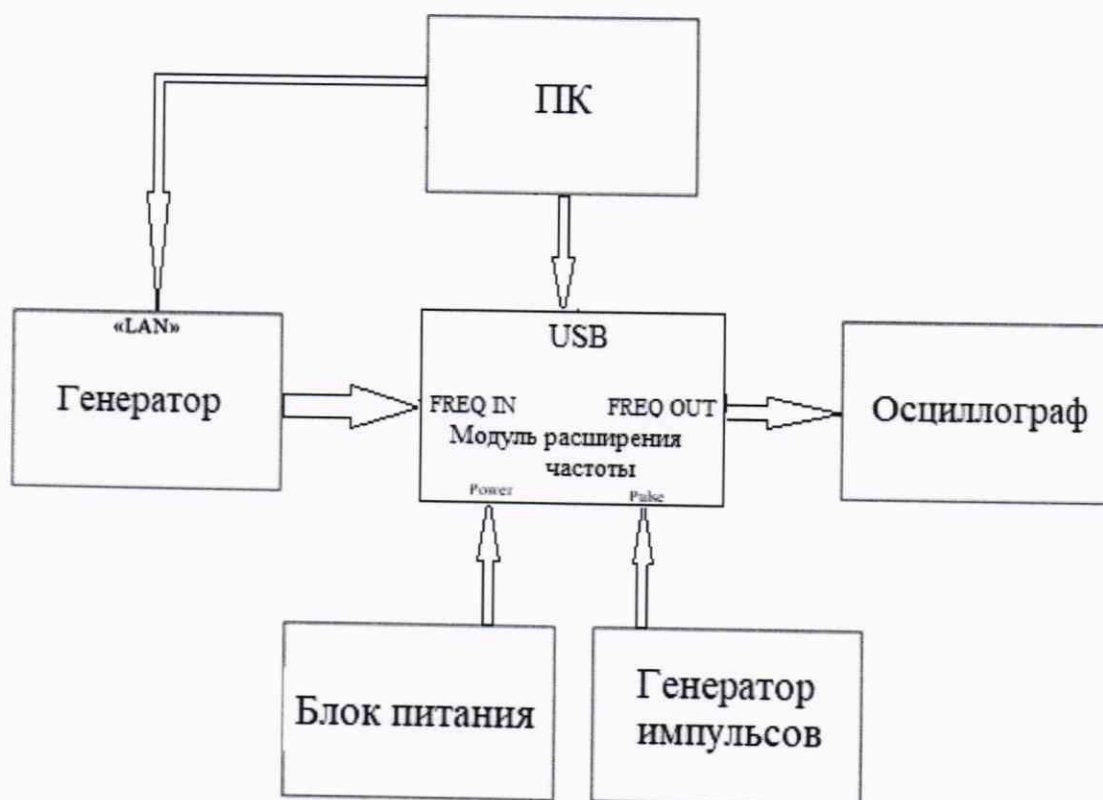


Рисунок 9 – Схема для определения параметров импульсной модуляции

10.5.1.11 Измерить при помощи маркеров на экране осциллографа длительность импульса и длительность фронта/спада импульса.

10.5.1.12 Изменить на генераторе импульсов полярность импульса на инверсную.

10.5.1.13 Измерить при помощи маркера на экране осциллографа уровень сигнала.

10.5.1.14 Вычислить подавление в паузе между импульсами как разность измеренных уровней сигналов.

10.5.1.15 Повторить действия пунктов 10.5.1.8 - 10.5.1.14 для частот 30 и 40 ГГц.

10.5.1.16 Выключить мощность СВЧ.

10.5.2 Результаты поверки считать положительными, если длительность импульса, подавление сигнала в паузе между импульсами, длительность фронта/спада по уровню от 10 до 90 % соответствуют п.10.5.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Относительная погрешность установки частоты выходного сигнала рассчитывается по формуле (1).

Относительная погрешность установки частоты выходного сигнала рассчитывается по формуле (4)

$$\delta F = \frac{F_x - F}{F} \quad (4),$$

где F – значение частоты, измеренное частотомером в соответствии с п. 10.1;

F_x – значение частоты, уставленное в управляющем ПО.

Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности установки частоты выходного сигнала в заданном диапазоне частот находятся в допустимых пределах $\pm \delta F_{ген}$ (в диапазоне частот от 0,1 до 20 ГГц включ.) и $\pm (\delta F_{ген} + 1 \cdot 10^{-8})$ (в диапазоне частот св. 20 до 40 ГГц), где $\pm \delta F_{ген}$ – относительная погрешность установки частоты выходного сигнала генератора сигналов.

11.2 Абсолютная погрешность установки мощности выходного сигнала рассчитывается по формуле:

$$\Delta P = P_x - P \quad (5),$$

где P_x – значение мощности выходного сигнала, измеренное ваттметром в соответствии с п. 10.2;

P – значение мощности выходного сигнала, установленное в управляющем ПО.

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности установки мощности выходного сигнала находятся в допустимых пределах $\pm (|\Delta P_{ген}| + 0,8)$ дБ (для диапазона частот от 0,1 до 20 ГГц включительно) и $\pm (|\Delta P_{ген}| + 1,2)$ дБ для диапазона частот св. 20 до 40 ГГц), где $\Delta P_{ген}$ – абсолютная погрешность уровня мощности выходного сигнала генератора.

11.3 КСВН выхода определяют путем прямых измерений и сравнения полученных результатов с нормированными значениями.

Результаты поверки считать положительными, если КСВН выхода не превысили допустимых значений 1,8 (в диапазоне частот от 0,1 до 20 ГГц включительно) и 2,2 (в диапазоне частот св. 20 до 40 ГГц).

11.4 Уровень субгармонических составляющих в спектре выходных сигналов относительно несущей определяют визуально с помощью размещения маркеров и сравнения полученных результатов с нормированными значениями.

Результаты поверки считать положительными, если значения субгармонических составляющих в спектре выходного сигнала не превысили допустимого уровня минус 80 дБ относительно несущей (при уровне выходного сигнала плюс 5 дБ (1 мВт)).

11.5 Параметры импульсной модуляции определяют визуально с помощью размещения маркеров и сравнения полученных результатов с нормированными значениями.

Результаты поверки считать положительными, если длительность импульса составила не менее 20 нс, подавление сигнала в паузе между импульсами не менее 70 дБ, длительность фронта/спада по уровню от 10 до 90 % не более 10 нс.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Модуль расширения частоты признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

12.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца модуля расширения частоты или лица, предъявившего его на поверку, на модуль расширения частоты наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке, и (или) в паспорт модуля расширения частоты вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

12.4 Знак поверки в виде наклейки наносится на переднюю панель модуля расширения частоты.

12.5 При выполнении сокращенной поверки (на основании решения или заявки на проведение поверки, эксплуатирующей организации) в свидетельстве о поверке указывать диапазон частот на котором выполнена поверка.

12.6 Модуль расширения частоты, имеющий отрицательные результаты поверки, в обращение не допускается. На него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин бракования по установленной форме.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник отдела 11 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Старший научный сотрудник 113 лаборатории НИО-1
ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский

И.П. Чирков

В.И. Пругло