



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора



А.Д. Меньшиков

«20» мая 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ ВЕКТОРНЫЕ MWT

Методика поверки

РТ-МП-444-441-2024

г. Москва
2024 г.

1 Общие положения

Настоящая методика применяется для поверки генераторов сигналов векторных MWT (далее – генераторы), используемых в качестве рабочих средств измерений или в качестве рабочих эталонов единицы времени и частоты 3 разряда (только для генераторов сигналов с опцией MWT-RB-ENH) или 4 разряда (только для генераторов сигналов с опцией MWT-RB), и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача:

- единиц времени и частоты в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022;
- единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 26-2010;
- единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 118,1 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2839, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 167-2021;
- единицы девиации частоты в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01 февраля 2022 г. № 233, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 166-2020;
- единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний в соответствии с ГОСТ Р 8.717-2010, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 180-2010.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 10.1 – 10.10 настоящей методики поверки применяется метод прямых измерений.

В результате поверки генераторов сигналов векторных MWT, должны быть подтверждены метрологические и технические характеристики, приведённые в Приложении А настоящей методики поверки.

На основании письменного заявления владельца СИ допускается проводить периодическую поверку генераторов сигналов векторных MWT:

- для меньшего числа поддиапазонов: в ограниченном диапазоне частот до верхней граничной частоты любой из модификаций генератора (6; 10; 16; 20 ГГц) в части операций по пунктам 10.1 – 10.10 данной методики поверки;
- для меньшего числа измеряемых величин: без определения метрологических характеристик опций MWT-AMOD и MWT-PLS (если данные опции установлены в поверяемом генераторе) в части операций по пунктам 10.7; 10.8 и 10.9; 10.10 данной методики поверки.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения при поверке		Методы поверки (номер пункта)
	первичной	периодической	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений			10
Определение относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора	Да	Да	10.1
Определение диапазона установки значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала и абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала	Да	Да	10.2
Определение уровня гармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала –10 дБ (1 мВт)	Да	Нет	10.3
Определение уровня негармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт)	Да	Нет	10.4
Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт)	Да	Да	10.5
Определение абсолютной погрешности среднеквадратического значения векторной ошибки для модуляции типа 16QAM	Да	Да	10.6
Режимы внутренней амплитудной и частотной модуляции (опция MWT-AMOD)			
Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции	Да	Да	10.7
Определение абсолютной погрешности установки девиации частоты	Да	Да	10.8

Продолжение таблицы 1

Наименование операции	Обязательность проведения при поверке		Методы поверки (номер пункта)
	первичной	периодической	
Режим внутренней импульсной модуляции (опция MWT-PLS)			
Определение времени нарастания и спада радиоимпульсов	Да	Нет	10.9
Определение коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами	Да	Нет	10.10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

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 окружающей среды, °С.....от 20 до 25;
- относительная влажность воздуха, %от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)от 86 до 106 (от 645 до 795).

4 Требование к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки генераторов сигналов векторных MWT допускаются специалисты, имеющие необходимую квалификацию, освоившие работу с генераторами сигналов векторными и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки генераторов сигналов векторных MWT применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п.8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 20 до 25 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, $\pm 0,5$ °С	Термогигрометр UNITESS THB 1 модификация THB 1B (рег.номер 70481-18 в ФИФ)
	Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха, $\pm 3,0$ %	
	Средство измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 86 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления, $\pm 0,2$ кПа	
п.10 Определение метрологических характеристик средства измерений		
пп.10.1	Средство измерений единиц времени и частоты, соответствующее требованиям к рабочим эталонам единиц времени и частоты не ниже 3 разряда для воспроизведения сигнала опорной частоты 10 МГц при поверке генераторов MWT в штатной комплектации или с опцией MWT-ОСХО	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG (рег.номер 70172-18 в ФИФ)
	Средство измерений единиц времени и частоты, соответствующее требованиям к рабочим эталонам единиц времени и частоты не ниже 2 разряда для воспроизведения сигнала опорной частоты 10 МГц при поверке генераторов MWT с опцией MWT-RB или с MWT-RB-ENH	Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1007 (рег.номер 40466-09 в ФИФ)
	Средство измерений единиц времени и частоты, соответствующее требованиям к рабочим эталонам единиц времени и частоты не ниже 4 разряда для измерения сигнала в диапазоне частот от 10 МГц до 100 МГц	Частотомер универсальный CNT-90 (Рег. № 70888-18 в ФИФ)
пп.10.2	Средство измерений единицы мощности электромагнитных колебаний, соответствующее требованиям к рабочим эталонам единицы мощности электромагнитных колебаний не ниже 3 разряда в: диапазоне частот от 8 кГц до 40 ГГц;	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP40T 69958-17 в ФИФ)

	диапазоне измерений мощности от 0 до 10^2 мВт.	
Продолжение таблицы 2		
1	2	3
пп.10.2	Средство измерений отношения мощностей в диапазоне частот от 1 до 40 ГГц; в динамическом диапазоне от минус 90 до 0 дБ (1 мВт), с пределами относительной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за нелинейности шкалы в диапазоне измерений уровня $\pm 0,2$ дБ, относительно установленного опорного уровня	Анализатор спектра и сигналов FSW43 (рег.номер 78802-20 в ФИФ)
	Средство измерений модуля коэффициента передачи многополосников в диапазоне частот от 10 МГц до 40 ГГц, в динамическом диапазоне не менее 25 дБ, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи $\pm 0,2$ дБ в диапазоне частот	Анализатор электрических цепей векторный ZVA40 (рег. номер 37174-08 в ФИФ)
пп.10.3	Средство измерений спектральных составляющих синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,1 до 40 ГГц, уровень собственных гармонических искажений не более минус 50 дБ относительно несущей	Анализатор спектра и сигналов FSW43 (рег.номер 78802-20 в ФИФ)
пп.10.4	Средство измерений спектральных составляющих синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,1 до 40 ГГц, уровень собственных негармонических искажений не более минус 75 дБ относительно несущей	Анализатор спектра и сигналов FSW43 (рег.номер 78802-20 в ФИФ)
пп.10.5	Средство измерений параметров фазовых шумов синусоидального сигнала в диапазоне частот 0,1 до 20 ГГц, уровень собственных фазовых шумов при начальной отстройке 1 Гц на частоте 20 ГГц и отстройке 1 МГц не более минус 129 дБ; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазовых шумов $\pm 1,5$ дБ	Анализатор фазового шума FSWP26 (рег.номер 63528-16 в ФИФ)
пп.10.6	Средство измерений параметров сигналов с квадратурной модуляцией в диапазоне частот от 0,2 до 40 ГГц Остаточное среднеквадратическое значение векторной ошибки модуляции для модуляции QPSK на частоте несущей 1 ГГц для скоростей передачи до 1 МГц не более 0,4%	Анализатор спектра и сигналов FSW43 с опцией K70 (рег.номер 78802-20 в ФИФ)
пп.10.7	Средство измерений единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний, соответствующее требованиям к рабочим эталонам единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний не ниже 1 разряда в диапазоне частот от 0,2 до 40 ГГц; диапазон измерений коэффициентов амплитудной модуляции от 0 до 100 %.	Анализатор спектра и сигналов FSW43 с опцией K7 (рег.номер 78802-20 в ФИФ)

Окончание таблицы 2

1	2	3
пп.10.8	Средство измерений единицы девиации частоты, соответствующее требованиям к рабочим эталонам единицы девиации частоты не ниже 1 разряда в: диапазоне частот 0,2 до 40 ГГц; диапазон измерений девиации частоты от 100 Гц до 10 МГц.	Анализатор спектра и сигналов FSW43 с опцией K7 (рег.номер 78802-20 в ФИФ)
пп.10.9	Средство измерений параметров сигналов с импульсной модуляцией в диапазоне частот от 0,2 до 40 ГГц Полоса анализа сигналов 320 МГц	Анализатор спектра и сигналов FSW43 с опциями K7 и B320 (рег.номер 78802-20 в ФИФ)
пп.10.10	Средство измерений параметров сигналов с импульсной модуляцией в диапазоне частот от 0,2 до 40 ГГц Полоса анализа сигналов 320 МГц	Анализатор спектра и сигналов FSW43 с опциями K7 и B320 (рег.номер 78802-20 в ФИФ)
Примечание - Допускается применение других средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими передачу единицы величины поверяемому средству измерений с точностью, удовлетворяющей требованиям государственных поверочных схем.		

Таблица 3 – Вспомогательное оборудование

Номер пункта документа по поверке	Наименование вспомогательное оборудование	Требуемые технические характеристики вспомогательного оборудования	Рекомендуемое вспомогательное оборудование
п.10 Определение метрологических характеристик средства измерений			
пп.10.2	Аттенуатор фиксированный	диапазон частот от 0 Гц до 18 ГГц номинальное ослабление 20 дБ максимальная входная мощность не менее 31 дБ (1 мВт)	Аттенуатор коаксиальный Д2М-18-20-11Р-11
	Аттенуатор фиксированный	диапазон частот от 0 Гц до 20 ГГц номинальное ослабление 20 дБ максимальная входная мощность не менее 31 дБ (1 мВт)	Аттенуатор коаксиальный Д2М-20-20-13Р-13
	Аттенуатор фиксированный	диапазон частот от 0 Гц до 40 ГГц номинальное ослабление 20 дБ максимальная входная мощность не менее 31 дБ (1 мВт)	Аттенуатор коаксиальный Д2М-40-20-14Р-14

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки;

- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средство измерений.

6.2 К проведению поверки допускаются специалисты, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия. с Изменением №1» и ГОСТ 12.2.091-2002 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования», имеющие 3 группу допуска по электробезопасности и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

6.3 На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

7 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра установить соответствие поверяемого генератора следующим требованиям:

- внешний вид генератора должен соответствовать фотографиям, приведённым в описании типа на данный генератор, при этом допускается незначительное изменение дизайна генератора, не влияющее на однозначное определение типа генератора по внешнему виду;

- наличие маркировки, подтверждающей тип, модификацию, серийный номер генератора, перечень установленных в генераторе опций при их наличии;

- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данный генератор.

- наружная поверхность генератора не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу генератора и его органов управления;

- разъемы генератора должны быть чистыми;

- комплектность генератора должна соответствовать указанной в руководстве по эксплуатации.

Результаты выполнения операции считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования.

Установленный факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке не является критерием неисправности средства измерений и носит информативный характер для производителя средства измерений.

Факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке фиксируется в протоколе поверки в соответствующем разделе.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

Порядок установки генератора на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации: «Генераторы сигналов векторные MWT». Руководство по эксплуатации ТРСН.468172.004 РЭ».

Убедиться в выполнении условий проведения поверки.

Выдержать поверяемый генератор в выключенном состоянии в условиях проведения поверки не менее двух часов, если он находился в отличных от них условиях.

Выдержать поверяемый генератор во включенном состоянии не менее 30 минут.

Выдержать средства поверки во включенном состоянии в течение времени, указанного в их руководствах по эксплуатации.

8.2 Опробование

Порядок установки поверяемого генератора на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации: «Генераторы сигналов векторные MWT». Руководство по эксплуатации ТРСН. 468172.004 РЭ».

8.2.1 Опробование модификаций генераторов, имеющих опцию встроенного ПК (MWT-PC).

Включить генератор. Проверить работоспособность дисплея и отсутствие сообщений о неисправности или ошибках в процессе загрузки генератора.

Выдержать генератор во включенном состоянии не менее 30 минут.

Выдержать средства поверки во включенном состоянии в течение времени, указанного в их руководствах по эксплуатации.

Проверить, работоспособность сенсорного экрана генератора (и сенсорной клавиатуры для генератора с вариантом исполнения корпуса 4U) - возможность установки и изменений с помощью сенсорного экрана следующих значений характеристик генератора: частоты и уровня выходного синусоидального сигнала; параметров квадратурной модуляции.

Зафиксировать результаты опробования в таблице Б.3 приложения Б.

Результаты опробования считать удовлетворительными, если:

- после включения и в процессе загрузки генератора не возникают сообщения об ошибках, сенсорный экран (и сенсорная клавиатура для генератора с вариантом исполнения корпуса 4U) работоспособны;

- обеспечивается установка и изменение с помощью экрана (клавиатуры) следующих значений характеристик генератора: частоты и уровня выходного синусоидального сигнала; параметров квадратурной модуляции.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

8.2.2 Опробование модификаций генераторов, не имеющих опцию встроенного ПК (MWT-PC).

Подготовить к работе персональный компьютер (далее ПК) к которому будет подключаться поверяемый генератор по интерфейсу удаленного управления. Установить программное обеспечение (далее- ПО), прилагаемое к поверяемому генератору на данный ПК, следуя указаниям Руководства по эксплуатации ТРСН. 468172.004 РЭ.

Включить генератор. Проверить работоспособность установленного ПО на ПК и отсутствие сообщений о неисправности или ошибках в процессе подключения ПО к генератору.

Выдержать генератор во включенном состоянии не менее 30 минут.

Выдержать средства проверки во включенном состоянии в течение времени, указанного в их руководствах по эксплуатации.

Проверить, функционирование диалоговых окон ПО генератора - возможность установки и изменений с помощью средств управления ПК следующих значений характеристик генератора: частоты и уровня выходного синусоидального сигнала; параметров квадратурной модуляции.

Зафиксировать результаты опробования в таблице Б.3 приложения Б.

Результаты опробования считать удовлетворительными, если:

- ПО установленное на ПК работоспособно, после включения и в процессе подключения ПО к генератору не возникают сообщения об ошибках, диалоговые окна ПО генератора функционируют;

- обеспечивается установка и изменение с помощью средств управления ПК следующих значений характеристик генератора: частоты и уровня выходного синусоидального сигнала; параметров квадратурной модуляции.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру проверки необходимо прекратить, результаты проверки оформить в соответствии с п.12 данной методики проверки.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения поверяемого генератора отображаются в диалоговом окне **“О системе”**.

Для вызова данного диалогового окна на экране генератора с помощью мыши или рукой (при наличии на генераторе сенсорного экрана) активировать пиктограмму **“INFO”**

Идентификационное наименование и номер версии ПО, отображаемый в диалоговом окне **“О системе”**, должен соответствовать указанному в описании типа на данное средство измерений.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру проверки необходимо прекратить, результаты проверки оформить в соответствии с п.12 данной методики проверки.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора

Определение относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора проводят методом прямых измерений с помощью частотомера универсального CNT-90 (для частот 10 и 100 МГц), анализатора спектра FSW43 (свыше 100 МГц) и стандарта частоты, который используется в качестве опорного генератора.

При поверке генераторов в штатной комплектации или с опцией MWT-ОСХО в качестве опорного источника сигнала 10 МГц использовать стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG.

При поверке генераторов с опцией MWT-RB или с MWT-RB-ENH в качестве опорного источника сигнала 10 МГц использовать стандарт частоты и времени водородный Ч1-1007.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 1.

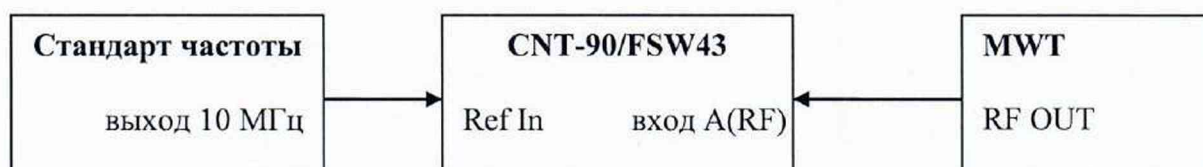


Рисунок 1 – Структурная схема соединения СИ для определения относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора

На частотомере универсальном CNT-90 установить импеданс 50 Ом, число разрядов 12, уровень синхронизации 50%, режим работы от внешней опорной частоты, режим измерения частоты.

На поверяемом генераторе установить режим немодулированного сигнала, частоту сигнала $F_{\text{ном}}$ равной 100 МГц, уровень выходной мощности синусоидального сигнала равный 10 дБ (1 мВт). Подключить выход генератора с помощью кабеля СВЧ к входу А частотомера. Активировать выходной сигнал генератора.

Провести измерения значения частоты выходного синусоидального сигнала генератора с помощью частотомера.

Зафиксировать результаты измерений как $F_{\text{изм}}$, Гц в таблице Б.5 приложения Б.

Повторить измерения для остальных значений частот, указанных в таблице Б.5 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора. Для частот свыше 100 МГц использовать анализатор спектра FSW43 в режиме частотомера с разрешением 0,001 Гц с работой от внешней опорной частоты.

Зафиксировать результаты измерений как $F_{\text{изм}}$, Гц в таблице Б.5 приложения Б.

10.2 Определение диапазона установки значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала и абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала

Определение основной абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала в диапазоне установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала, проводят методом прямых измерений.

Для значения уровня мощности выходного синусоидального сигнала равного 0 дБ (1 мВт) измерения проводят с помощью ваттметра поглощаемой мощности NRP40T (далее – NRP40T).

Для значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала от 0 дБ (1 мВт) до максимального значения, измерения проводят с помощью ваттметра поглощаемой мощности NRP40T с аттенуатором коаксиальным серии Д2М.

Для значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала от минимального значения до 0 дБ (1 мВт) измерения проводят с помощью анализатора спектра и сигналов FSW43 (далее – FSW43).

10.2.1 Определение основной абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала равного 0 дБ (1 мВт)

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 2 исключив из неё аттенуатор коаксиальный серии Д2М.

Измерения по данной процедуре проводить для всех значений частот $F_{уст}$ в соответствии с таблицей Б.6.1 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора.

Подключить NRP40T к выходу генератора RF OUT, установить на нем значение частоты $F_{уст}$ для корректировки частотной зависимости.

На поверяемом генераторе установить значение частоты $F_{уст}$ немодулированного сигнала, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала P_0 равное 0 дБ (1 мВт).

Активировать выходной сигнал генератора.

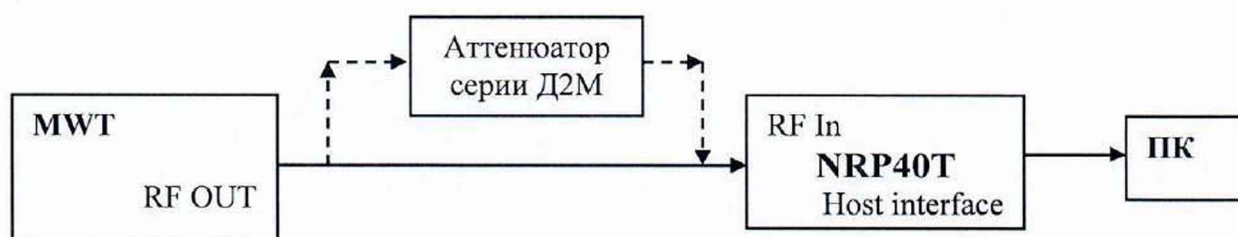


Рисунок 2 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала с помощью NRP40T

Провести измерения уровня мощности выходного синусоидального сигнала генератора для всех значений частот $F_{уст}$.

Зафиксировать результаты измерений P_0 NRP, дБ (1 мВт), в таблице Б.6.1 приложения Б.

10.2.2 Определение основной абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала для уровня выходной мощности в диапазоне значений от 0 дБ (1 мВт) до максимального значения

Измерения по данной процедуре проводить для всех значений частот $F_{уст}$ в соответствии с таблицами Б.6.2 и Б.6.3 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора.

Перед проведением измерений определить отличие коэффициента передачи аттенюатора коаксиального серии Д2М. Модификация аттенюатора коаксиального серии Д2М выбирается в соответствии с таблицей 3 данной методики в зависимости от модификации поверяемого генератора.

Для этого откалибровать анализатор электрических цепей векторный ZVA40. Подключить Д2М к плоскостям калибровки ZVA40.

Измерить на анализаторе цепей коэффициент передачи S_{21} в диапазоне частот. Проверить, что отличие измеренного коэффициента передачи аттенюатора Д2М от номинального значения ослабления 20 дБ не превышает $\pm 0,4$ дБ в диапазоне частот. Тогда при измерениях мощности NRP40T совместно с аттенюатором использовать в управляющем ПО «Power Viewer» режим offset коррекции со значением 20 дБ.

В случае превышения отличия использовать другой аттенюатор Д2М или сохранить полученную трассу в виде .s2p файла на внешний носитель информации и с помощью ПО «PowerViewer» загрузить данный файл в NRP40T в режиме «S-parameter correction» для совместных измерений мощности.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 2.

Подключить NRP40T к выходу поверяемого генератора RF OUT через аттенюатор коаксиальный серии Д2М (выбор типа аттенюатора осуществляется в зависимости от модификации поверяемого генератора).

Установить на NRP40T значение частоты $F_{уст}$ для корректировки частотной зависимости и описанные выше режимы коррекции для аттенюатора.

На поверяемом генераторе установить значение частоты $F_{уст}$ немодулированного сигнала с максимальным специфицированным значением уровня мощности выходного синусоидального сигнала $P_{макс}$, дБ (1 мВт), в соответствии с таблицей Б.6.2 приложения Б.

Активировать выходной сигнал генератора.

Зафиксировать результаты измерений (показания NRP40T) $P_{NRP макс}$, дБ (1 мВт), в таблице Б.6.2 приложения Б.

Повторить измерения для всех значений частот $F_{уст}$ в диапазоне значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала $P_{уст}$ свыше 0 дБ (1 мВт) с шагом 5 дБ, не включая максимальное значение уровня, в соответствии с таблицей Б.6.3 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора.

Зафиксировать результаты измерений P_{NRP} , дБ (1 мВт), в таблице Б.6.3 приложения Б.

10.2.3 Определение основной абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала для уровня выходной мощности в диапазоне значений от минимального значения до 0 дБ (1 мВт).

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

На поверяемом генераторе установить значение частоты 1 ГГц немодулированного сигнала, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт).

На FSW43 установить значение центральной частоты 1 ГГц, опорный уровень 0 дБ (1 мВт), полосу пропускания 100 Гц.

Активировать выходной сигнал генератора.

Выбрать в меню “MKR FUNC” FSW43 режим относительных измерений уровня сигнала с помощью фиксированного опорного маркера относительно уровня 0 дБ (1 мВт).

Уменьшая выходной уровень генератора $P_{0-мин}$ с шагом 5 дБ, провести измерения до минимального значения уровня в соответствии с таблицей Б.6.4 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора.

Зафиксировать результаты измерений P_{FSW} , дБ (1 мВт), в таблице Б.6.4 приложения Б.

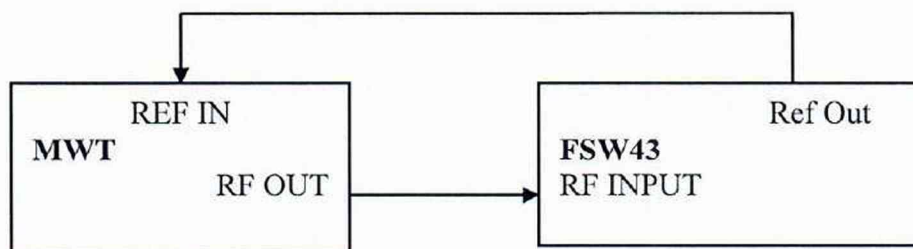


Рисунок 3 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала с помощью FSW43

Повторить измерения для остальных значений частот $F_{уст}$ в соответствии с таблицей Б.6.4 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора, в диапазоне значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала от 0 дБ (1 мВт) до минимального значения уровня с шагом 5 дБ в соответствии с таблицей Б.6.4 приложения Б.

Зафиксировать результаты измерений P_{FSW} , дБ (1 мВт), в таблице Б.6.4 приложения Б.

10.3 Определение уровня гармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала минус 10 дБ (1 мВт)

Определение уровня гармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала минус 10 дБ (1 мВт) проводят методом прямых измерений с помощью анализатора спектра и сигналов FSW43.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

На поверяемом генераторе установить значение частоты немодулированного сигнала 100,129 МГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала минус 10 дБ (1 мВт).

На FSW43 установить опорный уровень минус 10 дБ (1 мВт), значение центральной частоты 100,129 МГц, полосу пропускания 1 кГц, аттенюатор - авто. Активировать выходной сигнал генератора.

На FSW43 включить режим автоматического измерения гармонических составляющих (второй и третьей, но не более 40 ГГц).

Зафиксировать результаты измерений $P_{ГС}$, дБ относительно несущей, в таблице Б.7 приложения Б.

Повторить измерения для остальных значений частот, указанных в таблице Б.7 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора.

Зафиксировать результаты измерений $P_{гс}$, дБ относительно несущей, в таблице Б.7 приложения Б.

10.4 Определение уровня негармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт)

Определение уровня негармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт) проводят методом прямых измерений с помощью анализатора спектра и сигналов FSW43.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

На FSW43 установить опорный уровень 0 дБ (1 мВт), отображаемый диапазон частот от 100 МГц до максимальной частоты поверяемого генератора.

На генераторе установить значение частоты немодулированного сигнала 100,129 МГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала равное 0 дБ (1 мВт).

На FSW43 установить полосу пропускания (RBW) такую, чтобы собственные шумы FSW43 были менее минус 90 дБ (1 мВт), аттенюатор – авто.

Активировать выходной сигнал поверяемого генератора и ожидать заполнения графика на экране FSW43.

Определение уровня негармонических составляющих провести на отстройках более 10 МГц относительно несущей с помощью маркера FSW43.

Зафиксировать результаты измерений $P_{нгс}$, дБ относительно несущей, в таблице Б.8 приложения Б.

Повторить измерения для остальных значений частот, указанных в таблице Б.8 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора.

Зафиксировать результаты измерений $P_{нгс}$, дБ относительно несущей, в таблице Б.8 приложения Б.

10.5 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт)

Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт) проводят методом прямых измерений с помощью анализатора фазового шума FSWP26.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 4.

На поверяемом генераторе установить значение частоты немодулированного сигнала 100 МГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт).

На анализаторе фазового шума FSWP26 выбрать режим измерения фазового шума, установить значение центральной частоты 100 МГц, диапазон отстроек от 100 Гц до 1 МГц и количество кросс-корреляций, необходимое для достижения требуемой чувствительности.

Активировать выходной сигнал генератора.

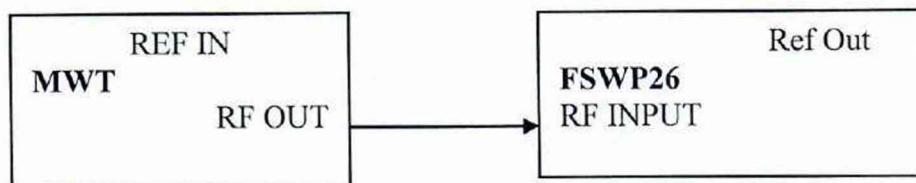


Рисунок 4 – Структурная схема соединения СИ для определения спектральной плотности мощности фазовых шумов при отстройке от несущей и уровне выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт)

На анализаторе фазового шума FSWP26 активировать режим измерений фазового шума для:

- отстройки на 10 кГц относительно несущей, если у поверяемого генератора нет опции MWT-LPN или MWT-ULPN;
- отстроек на 100 Гц; 1 кГц; 10 кГц; 100 кГц; 1 МГц относительно несущей, если у поверяемого генератора установлена опция MWT-LPN или MWT-ULPN.

Зафиксировать результаты измерений Р_{ФШ}, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц, в таблице Б.9 приложения Б.

Повторить измерения для остальных значений частот, указанных в таблице Б.9 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора.

Зафиксировать результаты измерений Р_{ФШ}, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц, в таблице Б.9 приложения Б.

10.6 Определение абсолютной погрешности среднеквадратического значения векторной ошибки для модуляции типа 16QAM

Определение абсолютной погрешности среднеквадратического значения векторной ошибки для модуляции типа 16QAM проводят методом прямых измерений с помощью анализатора спектра и сигналов FSW43 для скорости передачи 1 МГц.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

На поверяемом генераторе установить значение частоты 201 МГц, значение уровня мощности выходного сигнала 0 дБ (1 мВт). В меню генератора выбрать режим векторной модуляции с типом модуляции 16QAM, значение скорости передачи 1 МГц, тип данных PRBS23, тип фильтра - "Корень из косинуса", коэффициент скругления 0,35. По меню генератора определить значение скорости передачи SR_{MWT} после применения фильтра.

На FSW43 выбрать режим демодуляции цифровых сигналов, установить значение центральной частоты 201 МГц, активировать режим векторной демодуляции сигнала 16QAM. В меню Signal Description установить значение скорости передачи SR_{MWT}, тип фильтра - "Корень из косинуса" (RCC), в строке Alpha/BT коэффициент скругления 0,35. В меню Signal Capture, в строке Sample Rate, установить значение частоты дискретизации 8*Symbol Rate.

Активировать выходной сигнал генератора.

Провести измерения среднеквадратического значения векторной ошибки EVM_{RMS} сигнала в соответствующем окне меню FSW43.

Зафиксировать результаты измерений $\Theta_{\text{изм}}$, %, в таблице Б.10 приложения Б.

Повторить измерения на частоте 5,9 ГГц.

Зафиксировать результаты измерений $\Theta_{\text{изм}}$, %, в таблице Б.10 приложения Б.

Если поверяемый генератор имеет диапазон частот свыше 6 ГГц и у него установлена опция MWT-LPN или MWT-ULPN, то необходимо повторить измерения для остальных значений частот, указанных в таблице Б.10 приложения Б

Зафиксировать результаты измерений $\Theta_{изм}$, %, в таблице Б.10 приложения Б.

ВНИМАНИЕ!!! Операции поверки по пунктам 10.7 и 10.8 выполняются только для тех генераторов, у которых установлена опция MWT-AMOD – режимы внутренней модуляции АМ, ЧМ

10.7 Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции

Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции проводят методом прямых измерений с помощью анализатора спектра и сигналов FSW43.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

На поверяемом генераторе установить режим внутренней АМ с коэффициентом амплитудной модуляции (далее – K_{AM}) равным 80 % и частотой модулирующего синусоидального колебания 1 кГц, значение частоты 1 ГГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала равный 0 дБ (1 мВт).

На FSW43 установить режим демодуляции АМ, значение центральной частоты 1 ГГц с отображением K_{AM} , частоты модулирующего колебания. Значение ширины полосы демодуляции DBW на FSW43 должно быть установлено примерно $3 \cdot F_{мод}$.

Активировать выходной сигнал генератора.

Провести измерения значений K_{AM} .

При необходимости в настройках FSW43 включить усреднение трассы, за результат измерения принимать значение $\pm \sqrt{\text{peak}^2}$.

Зафиксировать результаты измерений K_{AM} изм, %, в таблице Б.11 приложения Б.

Повторить измерения K_{AM} для установленных значений K_{AM} равным: 1 %, 10 %, 20 %, 30 %, 50 %, 60 %, 70 %, 90 %, 100 %.

Зафиксировать результаты измерений K_{AM} изм, %, в таблице Б.11 приложения Б.

Повторить измерения K_{AM} для остальных значений частот при установленных значениях K_{AM} указанных в таблице Б.11 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора.

Зафиксировать результаты измерений K_{AM} изм, %, в таблице Б.11 приложения Б.

10.8 Определение абсолютной погрешности установки девиации частоты

Определение абсолютной погрешности установки девиации частоты проводят методом прямых измерений с помощью анализатора спектра и сигналов FSW43.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

На поверяемом генераторе установить режим внутренней частотной модуляции с девиацией частоты F_d равной 1 МГц и частотой модулирующего синусоидального колебания 1 кГц, значение частоты 1 ГГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт).

На FSW43 установить режим демодуляции ЧМ, значение центральной частоты 1 ГГц с отображением девиации частоты, частоты модулирующего колебания, включить режим "coupling AC". Значение ширины полосы демодуляции DBW на FSW43 должно быть установлено примерно $3 \cdot (F_{мод} + F_{дев})$.

Активировать выходной сигнал генератора.

Провести измерения значений девиации частоты.

При необходимости в настройках FSW43 включить усреднение трассы, за результат измерения принимать значение $\pm \text{peak}/2$.

Зафиксировать результаты измерений $f_{\text{д изм}}$, Гц, в таблице Б.12 приложения Б.

Повторить измерения девиации частоты для установленных значений девиации частоты: 100 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц.

Зафиксировать результаты измерений $f_{\text{д изм}}$, Гц, в таблице Б.12 приложения Б.

Повторить измерения для остальных значений частот при значениях девиации частоты, указанных в таблице Б.12 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора.

Зафиксировать результаты измерений $f_{\text{д изм}}$, Гц, в таблице Б.12 приложения Б.

***ВНИМАНИЕ!!!** Операции поверки по пунктам 10.9 и 10.10 выполняются только для тех генераторов, у которых установлена опция MWT-PLS – режим внутренней импульсной модуляции*

10.9 Определение времени нарастания и спада радиоимпульсов

Определение времени нарастания и спада радиоимпульсов проводят методом прямых измерений с помощью анализатора спектра и сигналов FSW43.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

На поверяемом генераторе установить: режим внутренней ИМ с периодом следования 100 нс и длительностью импульса 10 нс, частота несущей 1 ГГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт).

На FSW43 установить в опции K7 режим отображения RF Power, полосу анализа 320 МГц, значение центральной частоты 1 ГГц, время развертки 200 нс.

Активировать выходной сигнал генератора. С помощью синхронизации добиться устойчивой картинки.

Провести с помощью маркера FSW43, измерения времени нарастания и спада радиоимпульсов по уровню 10% /90% амплитуды импульса.

Зафиксировать результаты измерений $t_{\text{изм}}$, нс, в таблице Б.13 приложения Б.

10.10 Определение коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами

Определение коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами проводят методом прямых измерений с помощью анализатора спектра и сигналов FSW43.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

На поверяемом генераторе установить: частота несущей 1 ГГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), режим внутренней ИМ, период радиоимпульса 1 мс, длительность радиоимпульса 500 мкс.

На FSW43 установить в опции K7 режим отображения RF Power, полосу анализа 1 МГц, значение центральной частоты 1 ГГц, время развертки 5 мс.

Активировать выходной сигнал генератора.

Определить подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами (КП) с помощью маркера FSW43, как разность между максимальным и минимальным уровнем сигнала (разница уровней между вершиной и паузой прямоугольного сигнала). При необходимости на FSW43 включить режим усреднения.

Зафиксировать результаты измерений $KП_{\text{изм}}$, Гц, в таблице Б.14 приложения Б.

Повторить измерения для максимального значения частоты поверяемого генератора.

Зафиксировать результаты измерений $KП_{\text{изм}}$, Гц, в таблице Б.14 приложения Б.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Для полученных в пункте 10.1 результатов измерений $F_{\text{изм}}$, рассчитать по формуле (1) относительную погрешность установки частоты δF при работе от внутреннего опорного генератора:

$$\delta F = \frac{F_{\text{ном}} - F_{\text{изм}}}{F_{\text{изм}}}, \quad (1)$$

где $F_{\text{изм}}$ – измеренное значение частоты, Гц, частотомером;
 $F_{\text{ном}}$ – установленное значение частоты, Гц, на генераторе.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора δF для всех указанных частот не выходят за пределы указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора

Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора	от 8 кГц до 100 МГц	Штатно	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$
		Опции OCXO, RB, RB-ENH	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$
	от 100 МГц до 40 ГГц	Штатно	$\pm 3 \cdot 10^{-6}$
		Опция OCXO	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$
		Опция RB	$\pm 2 \cdot 10^{-9}$
		Опция RB-ENH	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$

11.2 Для полученных в пункте 10.2.1 результатов измерений $P_{0 \text{ NRP}}$, дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (2) абсолютную погрешность установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала ΔP_0 , дБ, для уровня мощности выходного синусоидального сигнала равного 0 дБ (1 мВт):

$$\Delta P_0 = P_0 - P_{0 \text{ NRP}}, \quad (2)$$

где $P_{0 \text{ NRP}}$ – показания ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP40T, для уровня мощности входного синусоидального сигнала равного 0 дБ (1 мВт);
 P_0 – установленное на генераторе значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала, равного 0 дБ (1 мВт).

Для полученных в пункте 10.2.2 результатов измерений $P_{\text{NRP макс}}$, дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (3) абсолютную погрешность установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала $\Delta P_{\text{макс}}$, дБ, для максимально специфицированного значения уровня мощности выходного синусоидального сигнала:

$$\Delta P_{\text{макс}} = P_{\text{макс}} - P_{\text{NRP макс}}, \quad (3)$$

где $P_{\text{NRP макс}}$ – показания ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP40T, для максимального уровня мощности входного синусоидального сигнала дБ (1 мВт);
 $P_{\text{макс}}$ – установленные на генераторе максимальное специфицированное значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала, дБ (1 мВт).

Для полученных в пункте 10.2.2 результатов измерений P_{NRP} , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (4) абсолютную погрешность установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала ΔP , дБ, для уровней мощности выходного синусоидального сигнала от плюс 5 дБ (1 мВт) до максимального значения (не включая максимальное значение) с шагом 5 дБ:

$$\Delta P = P_{уст} - P_{NRP}, \quad (4)$$

где P_{NRP} – показания ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP40T
 $P_{уст}$ – установленные на генераторе значения уровней мощности выходного синусоидального сигнала от плюс 5 дБ (1 мВт) до максимального значения (не включая максимальное значение) с шагом 5 дБ, дБ (1 мВт).

Для полученных в пункте 10.2.3 результатов измерений P_{FSW} , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (5) абсолютную погрешность установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала ΔP , дБ, для значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала от минимального до 0 дБ (1 мВт):

$$\Delta P = P_{0-мин} - P_{FSW} + \Delta P_0, \quad (5)$$

где P_{FSW} – текущие показания дельта-маркера FSW43, дБ;
 $P_{0-мин}$ – установленное на генераторе значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала, в диапазоне от 0 дБ (1 мВт) до минимального значения уровня дБ (1 мВт) с шагом 5 дБ.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные по формулам 2-5 значения абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала для всех установленных значений в диапазоне частот, дБ (1 мВт), не выходят за пределы:

- ± 1,8 дБ в диапазоне частот от 8 кГц до 20 ГГц включительно
- ± 2,9 дБ в диапазоне частот свыше 20 ГГц до 40 ГГц

11.3 Результаты поверки по операции пункта 10.3 считаются удовлетворительными, если измеренные значения уровня гармонических составляющих синусоидального сигнала $P_{ГС}$, дБ относительно несущей, для всех указанных частот не превышают значений, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Допустимые значения уровня гармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала минус 10 дБ (1 мВт), дБ

Уровень гармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала –10 дБ (1 мВт), дБ, не более	от 100 МГц до 5,1 ГГц включ.	-40
	св. 5,1 до 5,6 ГГц включ.	-35
	св. 5,6 до 20 ГГц включ.	-40

11.4 Результаты поверки по операции пункта 10.4 считаются удовлетворительными, если измеренные значения уровня негармонических составляющих синусоидального сигнала $P_{НГС}$, дБ относительно несущей, в пункте 10.4 для всех указанных частот не превышают значений, указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Допустимые значения уровня негармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), дБ

Уровень негармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), дБ, не более	от 100 МГц до 10 ГГц включ.	-65
	св. 10 до 20 ГГц включ.	-55
	св. 20 до 40 ГГц	-50

11.5 Результаты поверки по операции пункта 10.5 считаются удовлетворительными, если измеренные значения спектральной плотности мощности фазовых шумов $P_{фш}$, дБ (1 мВт) относительно несущей, в пункте 10.5 для всех указанных частот не превышают значений:

- указанных в таблице 7, для генераторов без опций MWT-LPN и MWT-ULPN;
- указанных в таблице 8, для генераторов с опцией MWT-LPN;
- указанных в таблице 9, для генераторов с опцией MWT-ULPN.

Таблица 7 – Спектральная плотность мощности фазовых шумов для генераторов без опций MWT-LPN и MWT-ULPN относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты и отстройки, дБ, не более

Частота несущей F	Частота отстройки 10 кГц
100 МГц	-116
1 ГГц	-96
10 ГГц	-76
20 ГГц	-70

Таблица 8 – Спектральная плотность мощности фазовых шумов для генераторов с опцией MWT-LPN относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты и отстройки, дБ, не более

Частота несущей F	Частота отстройки ΔF				
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц
100 МГц	-100	-120	-122	-123	-125
1 ГГц	-90	-114	-122	-122	-125
10 ГГц	-70	-95	-106	-106	-121
20 ГГц	-62	-89	-101	-101	-110

Таблица 9 – Спектральная плотность мощности фазовых шумов для генераторов с опцией MWT-ULPN относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты и отстройки, дБ, не более

Частота несущей F	Частота отстройки ΔF				
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц
100 МГц	-108	-126	-130	-131	-131
1 ГГц	-95	-121	-132	-132	-132
10 ГГц	-76	-105	-116	-116	-121
20 ГГц	-67	-99	-111	-111	-115

11.6 Для полученных в пункте 10.6 результатов измерений $\Theta_{\text{изм}}$, %, рассчитать по формуле (6) значения абсолютной погрешности среднеквадратического значения векторной ошибки $\Delta\Theta$, %:

$$\Delta\Theta = \sqrt{|\Theta_{\text{изм}}^2 - \Theta_{\text{ас}}^2|}, \quad (6)$$

где $\Theta_{\text{ас}}$ – допустимое значение СКЗ векторной ошибки модуляции анализатора спектра и сигналов FSW43 с опцией анализа сигналов с квадратурной модуляцией (K70) равное 0,4 % для скорости передачи 1 МГц.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности среднеквадратического значения векторной ошибки $\Delta\Theta$, %, не выходят за пределы, указанные в таблице 10.

Таблица 10 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности среднеквадратического значения векторной ошибки

Пределы допускаемой абсолютной погрешности среднеквадратического значения векторной ошибки в зависимости от частоты для модуляции типа 16QAM и скорости передачи до 1 МГц, %	штатно	от 200 МГц до 6 ГГц включ.	$\pm 2,0$
	опции MWT-LPN и MWT-ULPN	от 200 МГц до 6 ГГц включ.	$\pm 0,8$
		св. 6 до 20 ГГц включ.	$\pm 1,2$
		св. 20 до 40 ГГц	$\pm 2,0$

11.7 Для полученных в пункте 10.7 результатов измерений $K_{\text{ам изм}}$, %, рассчитать по формуле (7) значения абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции $\Delta K_{\text{ам}}$, %:

$$\Delta K_{\text{ам}} = K_{\text{ам ном}} - K_{\text{ам изм}}, \quad (7)$$

где $K_{\text{ам изм}}$ – измеренное значение $K_{\text{ам}}$, %, на FSW43;
 $K_{\text{ам ном}}$ – установленное значение $K_{\text{ам}}$, %, на генераторе.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции $\Delta K_{\text{ам}}$, %, не выходят за пределы допустимых значений $\Delta K_{\text{ам доп}}$, %.

Пределы допустимых значений $\Delta K_{\text{ам доп}}$, % определить по формуле (8):

$$\Delta K_{\text{ам доп}} = \pm(0,02 K_{\text{ам ном}} + 1), \quad (8)$$

11.8 Для полученных в пункте 10.8 результатов измерений $F_{\text{д изм}}$, Гц, рассчитать по формуле (9) значения абсолютной погрешности установки девиации частоты $\delta F_{\text{д}}$, Гц:

$$\Delta F_{\text{д}} = F_{\text{д ном}} - F_{\text{д изм}}, \quad (9)$$

где $F_{\text{д изм}}$ – измеренное значение девиации частоты, Гц, на FSW43;
 $F_{\text{д ном}}$ – установленное значение девиации частоты, Гц, на генераторе.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности установки девиации частоты $\delta F_{\text{д}}$ не выходят за пределы допустимых значений $\delta F_{\text{д доп}}$, Гц.

Пределы допустимых значений $\delta F_{\text{д доп}}$, Гц определить по формуле (10):

$$\delta F_{\text{д доп}} = \pm(0,015 \cdot F_{\text{д ном}} + 30), \quad (10)$$

11.9 Для полученных в пункте 10.9 результатов измерений времени нарастания $t_{\text{изм}}$, нс, рассчитать действительные значения времени нарастания и спада радиоимпульсов $t_{\text{имп}}$, нс, по формуле (11)

$$t_{\text{имп}} = \sqrt{t_{\text{изм}}^2 - t_{\text{фсв}}^2} \quad (11)$$

где $t_{\text{фсв}}$ – номинальное значение времени нарастания (3,5 нс) для полосы анализа 320 МГц анализатора спектра и сигналов FSW43 с опцией (B320).

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными если рассчитанные значения времени нарастания и спада радиоимпульсов $t_{\text{имп}}$, не превышают значения 7 нс.

11.10 Результаты поверки по операции пункта 10.10 считаются удовлетворительными, если измеренные значения коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами, не менее значения: 35 дБ.

11.11 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, являются:

- обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в разделах 8.2; 9; 10 и соответствие действительных значений метрологических характеристик генераторов сигналов векторных MWT требованиям, указанным в пунктах раздела 11 настоящей методики;

- обеспечение прослеживаемости поверяемых генераторов сигналов векторных MWT к государственному первичному эталону единиц величин:

- к ГЭТ1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени»;

- к ГЭТ26-2010 «Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц»;

- к ГЭТ167-2021 «Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 118,1 ГГц»;

- к ГЭТ166-2020 «Государственный первичный эталон единицы девиации частоты»;

- к ГЭТ180-2010 «Государственный первичный эталон единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний».

11.12 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия генераторов сигналов векторных MWT требованиям к рабочим эталонам и указания такого решения в протоколе и свидетельстве о поверке, являются:

- соответствие генераторов сигналов векторных MWT требованиям пунктов 11.1 – 11.10 данной методики поверки;
- применение при поверке эталонов соответствующего разряда по требованию государственных поверочных схем;
- соответствие метрологических характеристик генераторов сигналов векторных MWT с опцией MWT-RB или с опцией MWT-RB-ENH требованиям, предъявляемым к следующим эталонам государственных поверочных схем:
 - Рабочим эталонам единицы времени и частоты 3 разряда в диапазоне частот от 100 МГц до максимальной частоты поверяемого генератора для опции MWT-RB-ENH;
 - Рабочим эталонам единицы времени и частоты 4 разряда в диапазоне частот от 100 МГц до максимальной частоты поверяемого генератора для опции MWT-RB.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты проверки внешнего осмотра, опробования, идентификации ПО, условий поверки и окончательные результаты измерений (расчетов), полученные в процессе поверки, заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении Б. Сведения о применяемых средствах поверки, а также результаты промежуточных измерений и расчётов заносят в протокол поверки в соответствии с формой протокола, утверждённой системой менеджмента качества юридического лица или индивидуального предпринимателя, осуществляющего поверку.

12.2 Сведения о результатах поверки средства измерений в целях её подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений. Знак поверки может наноситься на верхнюю панель СИ.

12.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдаётся по заявлению владельцев средства измерений или лиц, представивших его в поверку. Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с требованиями действующих правовых нормативных документов.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»

Начальник сектора
лаборатории № 441 ФБУ «Ростест-Москва»



С. Н. Гольшак



А. С. Каледин

Приложение А
к РТ-МП-444-441-2024
(обязательное)

Основные метрологические и технические характеристики генераторов сигналов векторных MWT

Таблица А.1 – Частотные параметры

Наименование характеристики		Значение	
Диапазон частот, Гц	MWT-60U	от $8 \cdot 10^3$ до $6 \cdot 10^9$	
	MWT-100U	от $8 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^{10}$	
	MWT-160U	от $8 \cdot 10^3$ до $1,6 \cdot 10^{10}$	
	MWT-200U, MWT-200	от $8 \cdot 10^3$ до $2 \cdot 10^{10}$	
	MWT-400	от $8 \cdot 10^3$ до $4 \cdot 10^{10}$	
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора	от 10 кГц до 100 МГц	Штатно	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$
		Опция MWT-ОСХО, MWT-RB, MWT-RB-ENH	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$
	от 100 МГц до 40 ГГц	Штатно	$\pm 3 \cdot 10^{-6}$
		Опция MWT-ОСХО	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$
		Опция MWT-RB	$\pm 2 \cdot 10^{-9}$
		Опция MWT-RB-ENH	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$

Таблица А.2 – Параметры уровня выходного сигнала

Наименование характеристики		Значение	
Максимальное значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала в зависимости от частоты, дБ (1 мВт), не менее		штатно	опция MWT-HP
	от 8 до 20 кГц включ.	14	14
	св. 20 до 50 кГц включ.	20	23
	св. 50 кГц до 100 МГц включ.	20	25
	св. 100 МГц до 1 ГГц	20	28
	1 ГГц	20	31
	св. 1 до 1,5 ГГц включ.	20	28
	св. 1,5 до 4,5 ГГц включ.	20	27
	св. 4,5 до 13 ГГц включ.	20	23
	св. 13 до 19 ГГц включ.	20	20
	св. 19 до 22 ГГц включ.	15	15
	св. 22 до 30 ГГц включ.	10	10
	св. 30 до 36 ГГц включ.	13	13
	св. 36 до 39 ГГц включ.	11	11
	св. 39 до 40 ГГц	7	7

Продолжение таблицы А.2

Наименование характеристики		Значение	
Минимальное значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала для в зависимости от частоты, дБ (1 мВт), не более		штатно	опция MWT-SATT
	от 100 МГц до 12 ГГц включ.	-60	-90
	св. 12 до 20 ГГц включ.	-40	-80
	св. 20 до 25 ГГц включ.	-70	-70
	св. 25 до 30 ГГц включ.	-60	-60
	св. 30 до 35 ГГц включ.	-50	-50
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала в диапазоне частот, дБ	от 100 МГц до 12 ГГц включ.	±1,8	
	св. 12 до 20 ГГц включ.	±2,9	

Таблица А.3 - Параметры спектра выходного сигнала в режиме непрерывных колебаний

Наименование характеристики			Значение
Уровень гармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала -10 дБ (1 мВт), дБ, не более	от 100 МГц до 5,1 ГГц включ.		-40
	св. 5,1 до 5,6 ГГц включ.		-35
	св. 5,6 до 20 ГГц включ.		-40
Уровень негармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), дБ, не более	от 100 МГц до 10 ГГц включ.		-65
	св. 10 до 20 ГГц включ.		-55
	св. 20 до 40 ГГц		-50
Спектральная плотность мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты и отстройки, дБ, не более	Штатно при отстройке 10 кГц	Несущая 100 МГц	-116
		Несущая 1 ГГц	-96
		Несущая 10 ГГц	-76
		Несущая 20 ГГц	-70
	Опция MWT-LPN		приведены в таблице А.4
	Опция MWT-ULPN		приведены в таблице А.5

Таблица А.4 – Спектральная плотность мощности фазовых шумов для опции MWT-LPN относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты и отстройки, дБ

Частота несущей F	Частота отстройки ΔF				
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц
100 МГц	-100	-120	-122	-123	-125
1 ГГц	-90	-114	-122	-122	-125
10 ГГц	-70	-95	-106	-106	-121
20 ГГц	-62	-89	-101	-101	-110

Таблица А.5 – Спектральная плотность мощности фазовых шумов для опции MWT-ULPN относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты и отстройки, дБ

Частота несущей F	Частота отстройки ΔF				
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц
100 МГц	-108	-126	-130	-131	-131
1 ГГц	-95	-121	-132	-132	-132
10 ГГц	-76	-105	-116	-116	-121
20 ГГц	-67	-99	-111	-111	-115

Таблица А.6 – Параметры выходного сигнала в режиме внутренней квадратурной модуляции

Наименование характеристики			Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности среднеквадратического значения векторной ошибки в зависимости от частоты для модуляции типа 16QAM и скорости передачи до 1 МГц, %	штатно	от 200 МГц до 6 ГГц включ.	$\pm 2,0$
	опции MWT-LPN и MWT-ULPN	от 200 МГц до 6 ГГц включ.	$\pm 0,8$
		св. 6 до 20 ГГц включ.	$\pm 1,2$
		св. 20 до 40 ГГц	$\pm 2,0$

Таблица А.7 – Параметры выходного сигнала в режиме внутренней импульсной модуляции (опция MWT-PLS)

Наименование характеристики	Значение
Коэффициент подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами для диапазона частот от 200 МГц до 40 ГГц, дБ, не менее	35
Время нарастания/спада радиоимпульсов, нс, не более	7

Таблица А.8 – Параметры выходного сигнала в режиме внутренней амплитудной модуляции (опция MWT-AMOD)

Наименование характеристики	Значение
Диапазон установки коэффициента амплитудной модуляции, %	от 1 до 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции (K_{AM}) для диапазона частот от 200 МГц до 40 ГГц, %	$\pm(0,02 \cdot K_{AM} + 1)$

Таблица А.9 – Параметры выходного сигнала в режиме внутренней частотной модуляции (опция MWT-AMOD)

Наименование характеристики	Значение
Диапазон установки девиации частоты, Гц	от $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^6$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки девиации частоты (F_d) в диапазоне частот от 200 МГц до 40 ГГц, Гц	$\pm(0,015 \cdot F_d + 30)$

Таблица А.10 – Соответствие предъявляемым требованиям к рабочим эталонам

Метрологические характеристики генераторов сигналов векторных MWT с опцией MWT-RB-ENH соответствуют требованиям, предъявляемыми к: – рабочим эталонам единицы времени и частоты 3 разряда в диапазоне частот от 100 МГц до максимальной частоты поверяемого генератора.	3 разряд
Метрологические характеристики генераторов сигналов векторных MWT с опцией MWT-RB соответствуют требованиям, предъявляемыми к: – рабочим эталонам единицы времени и частоты 4 разряда в диапазоне частот от 100 МГц до максимальной частоты поверяемого генератора.	4 разряд

При проведении поверки генераторов сигналов векторных MWT с опцией MWT-RB-ENH в качестве рабочих эталонов единицы частоты 3 разряда необходимо использовать эталон единицы частоты 2 разряда, который обеспечивает прослеживаемость к ГЭТ1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени» в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты.

При проведении поверки генераторов сигналов векторных MWT с опцией MWT-RB в качестве рабочих эталонов единицы частоты 4 разряда необходимо использовать эталон единицы частоты 3 разряда, который обеспечивает прослеживаемость к ГЭТ1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени» в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты.

Приложение Б
к РТ-МП-444-441-2024
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки генераторов сигналов векторных MWT в части определения метрологических характеристик

Таблица Б.1 – Условия проведения поверки:

Наименование контролируемого параметра	Значение контролируемого параметра
Температура окружающего среды, °C	
Относительная влажность воздуха, %	
Атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	

Таблица Б.2 – Внешний осмотр

Вид проверки	Заключение
Внешний вид генератора должен соответствовать фотографиям, приведённым в описании типа на данное генератора, при этом допускается незначительное изменение дизайна генератора, не влияющее на однозначное определение типа генератора по внешнему виду	
Наличие маркировки, подтверждающей тип, модификацию, заводской номер генератора и перечень установленных в генераторе опций при их наличии	
Наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данный генератор	
Наружная поверхность генератора не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу генератора и его органов управления	
Разъемы генератора должны быть чистыми	
Сохранность маркировки и лакокрасочных покрытий	
Комплектность генератора должна соответствовать указанной в технической документации фирмы-изготовителя	

Таблица Б.3 – Опробование

для модификации генератора с опцией встроенного ПК (MWT-PC)	
Вид проверки	Заклучение
После включения и загрузки программного обеспечения генератора не должны возникать сообщения об ошибках	
Дисплей генератора должен быть работоспособен	
С помощью сенсорной клавиатуры, обеспечивается возможность установки следующих значений характеристик генератора: частоты и уровня выходного синусоидального сигнала; параметров квадратурной модуляции	

Продолжение таблицы Б.3

для модификации генератора без опции встроенного ПК (MWT-PC)	
Вид проверки	Заключение
После включения и загрузки программного обеспечения генератора на управляющем ПК не должны возникать сообщения об ошибках	
С помощью органов управления управляющего ПК, обеспечивается возможность установки в диалоговых окнах ПО генератора следующих значений характеристик генератора: частоты и уровня выходного синусоидального сигнала; параметров квадратурной модуляции	

Таблица Б.4 – Проверка программного обеспечения средства измерений

Вид проверки	Заклучение
Идентификационное наименование ПО генератора, отображаемое в диалоговом окне “О системе” должно быть: MWT FW/ MWT GUI	
Номер версии ПО, отображаемый в диалоговом окне “О системе” должен быть для: MWT FW: не ниже 7.2.7 MWT GUI: не ниже 4.15.6	

Таблица Б.5 – Определение относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора (δF)

Установленные значения частоты на генераторе	Измеренные значения частоты F _{изм} , Гц	Рассчитанные значения δF	Допустимые значения δF	Вывод о соответствии
1	2	3	4	5
генератор любой модификации в стандартном исполнении				
10 МГц			±5·10 ⁻⁵	
100 МГц			±3·10 ⁻⁶	
Крайняя верхняя частота поверяемого генератора				
генератор любой модификации с опцией MWT-OCXO				
10 МГц			±5·10 ⁻⁷	
100 МГц				
Крайняя верхняя частота поверяемого генератора				
генератор любой модификации с опцией MWT-RB				
10 МГц			±5·10 ⁻⁷	
100 МГц			±2·10 ⁻⁹	
Крайняя верхняя частота поверяемого генератора				

Продолжение таблицы Б.5

1	2	3	4	5
генератор любой модификации с опцией MWT-RB-ENH				
10 МГц			$\pm 5 \cdot 10^{-7}$	
100 МГц			$\pm 5 \cdot 10^{-10}$	
Крайняя верхняя частота поверяемого генератора				

Таблица Б.6.1 – Определение диапазона значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала и абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала (ΔP) для значения 0 дБ (1 мВт)

Уровень, установленный на генераторе P_0 , дБ (1 мВт)	Частота $f_{уст}$, МГц	Измеренные значения P_0 NRP, дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения ΔP_0 , дБ	Допустимые значения ΔP , дБ	Вывод о соответствии
1	2	3	4	5	6
0	0,008			$\pm 1,8$	
0	0,1			$\pm 1,8$	
0	1			$\pm 1,8$	
0	10			$\pm 1,8$	
0	50			$\pm 1,8$	
0	100			$\pm 1,8$	
0	500			$\pm 1,8$	
0	1000			$\pm 1,8$	
0	1500			$\pm 1,8$	
0	2000			$\pm 1,8$	
0	2500			$\pm 1,8$	
0	3000			$\pm 1,8$	
0	3500			$\pm 1,8$	
0	4000			$\pm 1,8$	
0	4500			$\pm 1,8$	
0	5000			$\pm 1,8$	
0	5500			$\pm 1,8$	
0	6000			$\pm 1,8$	
0	6500			$\pm 1,8$	
0	7000			$\pm 1,8$	
0	7500			$\pm 1,8$	
0	8000			$\pm 1,8$	
0	8500			$\pm 1,8$	
0	9000			$\pm 1,8$	
0	9500			$\pm 1,8$	
0	10000			$\pm 1,8$	
0	11000			$\pm 1,8$	
0	12000			$\pm 1,8$	
0	13000			$\pm 1,8$	

Продолжение таблицы Б.6.1

1	2	3	4	5	6
0	14000			$\pm 1,8$	
0	15000			$\pm 1,8$	
0	16000			$\pm 1,8$	
0	17000			$\pm 1,8$	
0	18000			$\pm 1,8$	
0	19000			$\pm 1,8$	
0	20000			$\pm 1,8$	
0	20001			$\pm 2,9$	
0	22000			$\pm 2,9$	
0	24000			$\pm 2,9$	
0	26000			$\pm 2,9$	
0	28000			$\pm 2,9$	
0	30000			$\pm 2,9$	
0	32000			$\pm 2,9$	
0	34000			$\pm 2,9$	
0	36000			$\pm 2,9$	
0	38000			$\pm 2,9$	
0	40000			$\pm 2,9$	

Таблица Б.6.2 – Определение диапазона значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала и абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала (ΔP) для максимальных специфицированных значений

Максимальный уровень, установленный на генераторе $P_{\text{МАКС}}$ дБ (1 мВт)		Частота $F_{\text{УСТ}}$, МГц	Измеренные значения $P_{\text{НРР МАКС}}$ дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения $\Delta P_{\text{МАКС}}$, дБ	Допустимые значения ΔP , дБ	Вывод о соответствии
штатно	Опция MWT-HP					
1	2	3	4	5	6	7
+14	+14	0,008			$\pm 1,8$	
+14	+14	0,020			$\pm 1,8$	
+20	+23	0,021			$\pm 1,8$	
+20	+23	0,05			$\pm 1,8$	
+20	+25	10			$\pm 1,8$	
+20	+25	50			$\pm 1,8$	
+20	+25	100			$\pm 1,8$	
+20	+28	101			$\pm 1,8$	
+20	+28	500			$\pm 1,8$	
+20	+28	999			$\pm 1,8$	
+20	+31	1000			$\pm 1,8$	
+20	+28	1001			$\pm 1,8$	
+20	+28	1200			$\pm 1,8$	
+20	+28	1500			$\pm 1,8$	
+20	+27	1501			$\pm 1,8$	

Продолжение таблицы Б.6.2

1	2	3	4	5	6	7
+20	+27	3000			±1,8	
+20	+27	4500			±1,8	
+20	+23	4501			±1,8	
+20	+23	8000			±1,8	
+20	+23	13000			±1,8	
+20	+20	13001			±1,8	
+20	+20	15000			±1,8	
+20	+20	19000			±1,8	
+15	+15	19001			±1,8	
+15	+15	20000			±1,8	
+15	+15	22000			±2,9	
+10	+10	22001			±2,9	
+10	+10	26000			±2,9	
+10	+10	30000			±2,9	
+13	+13	30001			±2,9	
+13	+13	32000			±2,9	
+13	+13	34000			±2,9	
+13	+13	36000			±2,9	
+11	+11	36001			±2,9	
+11	+11	38000			±2,9	
+11	+11	39000			±2,9	
+7	+7	39001			±2,9	
+7	+7	40000			±2,9	

Таблица Б.6.3 – Определение диапазона значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала и абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала (ΔP) для значений свыше 0 дБ (1 мВт)

Уровень, установленный на генераторе дБ (1 мВт)		Частота F _{уст} , МГц	Измеренные значения P _{NRP} , дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения ΔP, дБ	Допустимые значения ΔP, дБ	Вывод о соответствии
штатно	Опция MWT-HP					
Заполняется для всех модификаций генераторов						
+5	+5	1000			±1,8	
+10	+10	1000			±1,8	
+15	+15	1000			±1,8	
+20	+20	1000			±1,8	
—	+25	1000			±1,8	
—	+30	1000			±1,8	
Заполняется только для генератора модификации MWT-60U						
+5	+5	6000			±1,8	
+10	+10	6000			±1,8	
+15	+15	6000			±1,8	
—	+20	6000			±1,8	
Заполняется только для генератора модификации MWT-100U						
+5	+5	10000			±1,8	
+10	+10	10000			±1,8	
+15	+15	10000			±1,8	
—	+20	10000			±1,8	
Заполняется только для генератора модификации MWT-160U						
+5	+5	16000			±1,8	
+10	+10	16000			±1,8	
+15	+15	16000			±1,8	
Заполняется только для генератора модификации MWT-200U, или модификации MWT-200, или модификации MWT-400						
+5	+5	19000			±1,8	
+10	+10	19000			±1,8	
+15	+15	19000			±1,8	
+5	+5	20000			±1,8	
+10	+10	20000			±1,8	
Заполняется только для генератора модификации MWT-400						
+5	+5	22000			±2,9	
+10	+10	22000			±2,9	
+5	+5	36000			±2,9	
+10	+10	36000			±2,9	
+5	+5	40000			±2,9	

Таблица Б.6.4 – Определение диапазона значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала и абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала (ΔP) для значений менее 0 дБ (1 мВт)

Уровень, установленный на генераторе дБ (1 мВт)		Частота $F_{уст}$, МГц	Измеренные значения P_{FSW} , дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения ΔP , дБ	Допустимые значения ΔP , дБ	Вывод о соответствии
штатно	Опция MWT-SATT					
1	2	3	4	5	6	7
Заполняется для всех модификаций генераторов						
-5	-5	1000			$\pm 1,8$	
-10	-10	1000			$\pm 1,8$	
-15	-15	1000			$\pm 1,8$	
-20	-20	1000			$\pm 1,8$	
-25	-25	1000			$\pm 1,8$	
-30	-30	1000			$\pm 1,8$	
-35	-35	1000			$\pm 1,8$	
-40	-40	1000			$\pm 1,8$	
-45	-45	1000			$\pm 1,8$	
-50	-50	1000			$\pm 1,8$	
-55	-55	1000			$\pm 1,8$	
-60	-60	1000			$\pm 1,8$	
—	-65	1000			$\pm 1,8$	
—	-70	1000			$\pm 1,8$	
—	-75	1000			$\pm 1,8$	
—	-80	1000			$\pm 1,8$	
—	-85	1000			$\pm 1,8$	
—	-90	1000			$\pm 1,8$	
Заполняется только для генератора модификации MWT-60U						
-5	-5	6000			$\pm 1,8$	
-10	-10	6000			$\pm 1,8$	
-15	-15	6000			$\pm 1,8$	
-20	-20	6000			$\pm 1,8$	
-25	-25	6000			$\pm 1,8$	
-30	-30	6000			$\pm 1,8$	
-35	-35	6000			$\pm 1,8$	
-40	-40	6000			$\pm 1,8$	
-45	-45	6000			$\pm 1,8$	
-50	-50	6000			$\pm 1,8$	
-55	-55	6000			$\pm 1,8$	
-60	-60	6000			$\pm 1,8$	
—	-65	6000			$\pm 1,8$	
—	-70	6000			$\pm 1,8$	
—	-75	6000			$\pm 1,8$	
—	-80	6000			$\pm 1,8$	
—	-85	6000			$\pm 1,8$	
—	-90	6000			$\pm 1,8$	

Продолжение таблицы Б.6.4

Заполняется только для генератора модификации MWT-100U						
-5	-5	10000			±1,8	
-10	-10	10000			±1,8	
-15	-15	10000			±1,8	
-20	-20	10000			±1,8	
-25	-25	10000			±1,8	
-30	-30	10000			±1,8	
-35	-35	10000			±1,8	
-40	-40	10000			±1,8	
-45	-45	10000			±1,8	
-50	-50	10000			±1,8	
-55	-55	10000			±1,8	
-60	-60	10000			±1,8	
—	-65	10000			±1,8	
—	-70	10000			±1,8	
—	-75	10000			±1,8	
—	-80	10000			±1,8	
—	-85	10000			±1,8	
—	-90	10000			±1,8	
Заполняется только для генератора модификации MWT-160U						
-5	-5	16000			±1,8	
-10	-10	16000			±1,8	
-15	-15	16000			±1,8	
-20	-20	16000			±1,8	
-25	-25	16000			±1,8	
-30	-30	16000			±1,8	
-35	-35	16000			±1,8	
-40	-40	16000			±1,8	
—	-45	16000			±1,8	
—	-50	16000			±1,8	
—	-55	16000			±1,8	
—	-60	16000			±1,8	
—	-65	16000			±1,8	
—	-70	16000			±1,8	
—	-75	16000			±1,8	
—	-80	16000			±1,8	

Продолжение таблицы Б.6.4

Заполняется только для генератора модификации MWT-200U, или модификации MWT-200, или модификации MWT-400						
-5	-5	20000			±1,8	
-10	-10	20000			±1,8	
-15	-15	20000			±1,8	
-20	-20	20000			±1,8	
-25	-25	20000			±1,8	
-30	-30	20000			±1,8	
-35	-35	20000			±1,8	
-40	-40	20000			±1,8	
—	-45	20000			±1,8	
—	-50	20000			±1,8	
—	-55	20000			±1,8	
—	-60	20000			±1,8	
—	-65	20000			±1,8	
—	-70	20000			±1,8	
—	-75	20000			±1,8	
—	-80	20000			±1,8	
Заполняется только для генератора модификации MWT-400						
-5	-5	25000			±2,9	
-10	-10	25000			±2,9	
-15	-15	25000			±2,9	
-20	-20	25000			±2,9	
-25	-25	25000			±2,9	
-30	-30	25000			±2,9	
-35	-35	25000			±2,9	
-40	-40	25000			±2,9	
-45	-45	25000			±2,9	
-50	-50	25000			±2,9	
-55	-55	25000			±2,9	
-60	-60	25000			±2,9	
-65	-65	25000			±2,9	
-70	-70	25000			±2,9	
-5	-5	30000			±2,9	
-10	-10	30000			±2,9	
-15	-15	30000			±2,9	
-20	-20	30000			±2,9	
-25	-25	30000			±2,9	
-30	-30	30000			±2,9	
-35	-35	30000			±2,9	
-40	-40	30000			±2,9	
-45	-45	30000			±2,9	
-50	-50	30000			±2,9	
-55	-55	30000			±2,9	
-60	-60	30000			±2,9	

Окончание таблицы Б.6.4

Заполняется только для генератора модификации MWT-400						
-5	-5	35000			±2,9	
-10	-10	35000			±2,9	
-15	-15	35000			±2,9	
-20	-20	35000			±2,9	
-25	-25	35000			±2,9	
-30	-30	35000			±2,9	
-35	-35	35000			±2,9	
-40	-40	35000			±2,9	
-45	-45	35000			±2,9	
-50	-50	35000			±2,9	
-5	-5	40000			±2,9	
-10	-10	40000			±2,9	
-15	-15	40000			±2,9	
-20	-20	40000			±2,9	
-25	-25	40000			±2,9	
-30	-30	40000			±2,9	
-35	-35	40000			±2,9	
-40	-40	40000			±2,9	

Таблица Б.7 – Определение уровня гармонических составляющих синусоидального сигнала ($P_{ГС}$).

Установленные значения частоты на генераторе	Измеренные значения $P_{ГС}$, дБ относительно несущей	Допустимые значения $P_{ГС}$, дБ относительно несущей	Вывод о соответствии
100,129 МГц		-40	
1,129 ГГц			
3,129 ГГц			
5,089 ГГц			
5,129 ГГц			
5,329 ГГц		-35	
5,589 ГГц			
5,619 ГГц			
8,129 ГГц			
12,129 ГГц		-40	
15,129 ГГц			
19,129 ГГц			

Таблица Б.8 – Определение уровня негармонических составляющих синусоидального сигнала ($P_{НГС}$).

Установленные значения частоты на генераторе	Измеренные значения $P_{НГС}$, дБ относительно несущей	Допустимые значения $P_{НГС}$, дБ относительно несущей	Вывод о соответствии
100,129 МГц		-65	
1,129 ГГц			
4,929 ГГц			
9,929 ГГц			
10,129 ГГц			
15,929 ГГц		-55	
16,129 ГГц			
19,929 ГГц			
20,129 ГГц			
27,129 ГГц		-50	
35,129 ГГц			
39,129 ГГц			

Таблица Б.9 – Определение значений спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт), ($P_{ФШ}$).

Установленные значения частоты на генераторе	Действительные значения $P_{ФШ}$, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц	Допустимые значения $P_{ФШ}$, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц			Вывод о соответствии
		штатно	с опцией MWT-LPN	с опцией MWT-ULPN	
1	2	3	4	5	6
Частота отстройки 100 Гц					
100 МГц		–	-100	-108	
1 ГГц		–	-90	-95	
10 ГГц		–	-70	-76	
20 ГГц		–	-62	-67	
Частота отстройки 1 кГц					
100 МГц		–	-120	-126	
1 ГГц		–	-114	-121	
10 ГГц		–	-95	-105	
20 ГГц		–	-89	-99	
Частота отстройки 10 кГц					
100 МГц		-116	-122	-130	
1 ГГц		-96	-122	-132	
10 ГГц		-76	-106	-116	
20 ГГц		-70	-101	-111	
Частота отстройки 100 кГц					
100 МГц			-123	-131	
1 ГГц			-122	-132	
10 ГГц			-106	-116	
20 ГГц			-101	-111	

Продолжение таблицы Б.9

1	2	3	4	5	6
Частота отстройки 1 МГц					
100 МГц			-125	-131	
1 ГГц			-125	-132	
10 ГГц			-121	-121	
20 ГГц			-110	-115	

Таблица Б.10 – Определение абсолютной погрешности среднеквадратического значения векторной ошибки ($\Delta\theta$, %)

Установленные значения частоты на генераторе	Измеренные значения Θизм, %	Рассчитанные значения ΔΘ, %	Допустимые значения ΔΘ, %	Вывод о соответствии
для любой модификации генератора без опций MWT-LPN и MWT-ULPN				
201 МГц			±2,0	
5,9 ГГц				
для любой модификации генератора с опцией MWT-LPN или с MWT-ULPN в зависимости от диапазона частот				
201 МГц			±0,8	
5,9 ГГц				
9,9 ГГц			±1,2	
15,9 ГГц				
19,9 ГГц				
39,9 ГГц			±2,0	

ВНИМАНИЕ!!! Таблицы Б.11 и Б.12 заполняются, только для тех генераторов, у которых установлена опция MWT-AMOD – режимы внутренней модуляции АМ, ЧМ

Таблица Б.11 – Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции (ΔK_{AM}).

Центральная частота	Установленные значения $F_{мод}$	Установленные значения K_{AM} , %	Измеренные значения K_{AM} , %	Рассчитанные значения ΔK_{AM} , %	Допустимые значения ΔK_{AM} , %	Вывод о соответствии
1	2	3	4	5	6	7
1 ГГц	1 кГц	1			$\pm 1,02$	
		10			$\pm 1,20$	
		20			$\pm 1,40$	
		30			$\pm 1,60$	
		40			$\pm 1,80$	
		50			$\pm 2,00$	
		60			$\pm 2,20$	
		70			$\pm 2,40$	
		80			$\pm 2,60$	
		90			$\pm 2,80$	
		100			$\pm 3,00$	

Продолжение таблицы Б.11

1	2	3	4	5	6	7
1 ГГц	10 Гц	100			$\pm 3,00$	
	10 кГц	100			$\pm 3,00$	
	100 кГц	100			$\pm 3,00$	
	1 МГц	100			$\pm 3,00$	
200 МГц	1 МГц	100			$\pm 3,00$	
максимальная частота поверяемого генератора	1 МГц	100			$\pm 3,00$	

Таблица Б.12 – Определение абсолютной погрешности установки девиации частоты (ΔF_d).

Центральная частота	Установленные значения $F_{\text{мод}}$	Установленные значения F_d	Измеренные значения F_d , Гц	Рассчитанные значения ΔF_d , Гц	Допустимые значения ΔF_d , Гц	Вывод о соответствии
1 ГГц	1 кГц	100 Гц			$\pm 31,5$	
		1 кГц			$\pm 45,0$	
Центральная частота	Установленные значения $F_{\text{мод}}$	Установленные значения F_d	Измеренные значения F_d , кГц	Рассчитанные значения ΔF_d , кГц	Допустимые значения ΔF_d , кГц	Вывод о соответствии
1 ГГц	1 кГц	10 кГц			$\pm 0,18$	
		100 кГц			$\pm 1,530$	
		1 МГц			$\pm 15,03$	
	10 Гц	1 МГц			$\pm 15,03$	
	10 кГц				$\pm 15,03$	
	100 кГц				$\pm 15,03$	
	1 МГц				$\pm 15,03$	
200 МГц	1 кГц	1 МГц			$\pm 15,03$	
максимальная частота поверяемого генератора	1 кГц	1 МГц			$\pm 15,03$	

ВНИМАНИЕ!!! Таблицы Б.13 и Б.14 заполняется, только для тех генераторов, у которых установлена опция MWT-PLS – режим внутренней импульсной модуляции

Таблица Б.13 – Определение времени нарастания и спада радиоимпульсов в режиме ИМ.

Установленные значения частоты на генераторе	Измеренные значения времени нарастания радиоимпульса, нс	Допустимые значения времени нарастания радиоимпульса, нс, не более	Вывод о соответствии
1 ГГц		7	
	Измеренные значения времени спада радиоимпульса, нс	Допустимые значения времени спада радиоимпульса, нс, не более	Вывод о соответствии
1 ГГц		7	

Таблица Б.14 – Определение коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами.

Установленные значения частоты на генераторе	Измеренные значения коэффициента подавления, дБ	Допустимые значения коэффициента подавления, дБ, не менее	Вывод о соответствии
1 ГГц		35	
максимальная частота поверяемого генератора			