



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ - РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ - РОСТЕСТ»)

СОГЛАСОВАНО



Заместитель генерального директора

А.Д. Меньшиков

«25» марта 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ AkmeTech AT1433

Методика поверки

РТ-МП-806-441-2025

г. Москва
2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика применяется для поверки генераторов сигналов AkmeTech AT1433 (далее – генераторы), используемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача:

- единицы частоты в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022;

- единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 1 МГц до 37,50 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 26-2010;

- единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 50 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 9 ноября 2022 г. № 2813, подтверждающей 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, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 166-2020;

- единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний в соответствии с ГОСТ Р 8.717-2010, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 180-2010.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 10.1 – 10.5, 10.8, 10.9 применяется метод прямых измерений, по пунктам 10.6, 10.7 применяется метод непосредственного сличения.

В результате поверки генераторов должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в Приложении А настоящей методики поверки.

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

- для меньшего числа поддиапазонов: в ограниченном диапазоне частот до верхней граничной частоты любой из модификаций генератора (20; 26,5; 40 ГГц) в части операций по пунктам 10.1, 10.2, 10.5- 10.9 данной методики поверки;

- для меньшего числа измеряемых величин: без определения метрологических характеристик в части операций по пунктам 10.5 - 10.9 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
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
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 нормированного уровня мощности выходного синусоидального сигнала и абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала	Да	Да	10.2
Определение уровня гармонических составляющих относительно несущей	Да	Нет	10.3
Определение уровня негармонических составляющих относительно несущей	Да	Нет	10.4
Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц	Да	Да	10.5
Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции	Да	Да	10.6
Определение абсолютной погрешности установки девиации частоты	Да	Да	10.7
Определение коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами	Да	Да	10.8
Определение длительности фронта/среза импульсного модулирующего сигнала	Да	Да	10.9
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 допускаются специалисты, имеющие необходимую квалификацию, освоившие работу с генераторами сигналов и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки генераторов 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.8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 20 до 25 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,5$ °С Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха $\pm 3,0$ % Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 86 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,2$ кПа	Термогигрометры UNITESS THB 1 модификация THB 1B, рег. № 70481-18
п.10 Определение метрологических характеристик средства измерений		
п.10.1	Эталоны единиц времени и частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 для воспроизведения сигнала опорной частоты 10 МГц Эталоны единиц времени и частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам единиц времени и частоты не ниже 4 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 для измерения сигнала в диапазоне частот от 6 кГц до 40 ГГц	Стандарты частоты рубидиевые GPS-12RG, рег. № 70172-18 Частотомеры универсальные CNT-90XL, рег. № 70888-18

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п.10.1	Средства измерений единиц времени и частоты, в диапазоне частот от 20 до 50 ГГц, с разрешением частотомера 0,001 Гц, имеющие вход для подключения внешнего сигнала опорной частоты 10 МГц.	Анализаторы фазового шума FSWP50 с опцией B1, рег. № 63528-16
п.10.2	Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам единицы мощности электромагнитных колебаний не ниже 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461 в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц и не ниже 1 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 9 ноября 2022 г. № 2813 в диапазоне частот от 37,5 кГц до 67 ГГц; в диапазоне измерений мощности от 10^{-2} до 10^2 мВт.	Преобразователь измерительный NRP-Z57, рег. № 48356-11
	Средства измерений отношения мощностей в диапазоне частот от 1 МГц до 50 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	Анализаторы фазового шума FSWP50 с опцией B1, рег. № 63528-16
п.10.3	Средства измерений спектральных составляющих синусоидального сигнала в диапазоне частот от 6 кГц до 50 ГГц, уровень собственных гармонических искажений не более минус 70 дБ относительно несущей	Анализаторы фазового шума FSWP50 с опцией B1, B60 рег. № 63528-16
п.10.4	Средства измерений спектральных составляющих синусоидального сигнала в диапазоне частот от 6 кГц до 50 ГГц, уровень собственных негармонических искажений не более минус 75 дБ относительно несущей	
п.10.5	Средства измерений параметров фазовых шумов синусоидального сигнала в диапазоне частот 0,25 до 50 ГГц, уровень собственных фазовых шумов при начальной отстройке 1 Гц на частоте 10 ГГц и отстройке 100 кГц не более минус 135 дБ; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазовых шумов $\pm 1,5$ дБ	
п.10.6	Эталоны единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний и средства измерений, соответствующее требованиям к рабочим эталонам единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний не ниже 1 разряда колебаний в соответствии с ГОСТ Р 8.717-2010 в диапазоне частот от 10 МГц до 50 ГГц; диапазоне измерений коэффициентов амплитудной модуляции от 1 до 90 %.	Приёмники измерительные R&S FSMR50, рег. №50678-12

Окончание таблицы 2

п.10.7	Эталоны единицы девиации частоты и средства измерений, соответствующее требованиям к рабочим эталонам единицы девиации частоты не ниже 1 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 01 февраля 2022 г. № 233 в диапазоне частот 10 МГц до 50 ГГц; диапазоне измерений девиации частоты от 100 Гц до 3,2 МГц.	Приёмники измерительные R&S FSMR50, рег. №50678-12
п. 10.8, п.10.9	Средства измерений параметров сигналов с импульсной модуляцией в диапазоне частот от 10 МГц до 50 ГГц, динамический диапазон от минус 90 до 10 дБ (1 мВт). Полоса анализа сигналов 320 МГц	Анализаторы фазового шума FSWP50 с опцией B1, B320 рег. № 63528-16
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

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, приведенным 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.

Зафиксировать результаты внешнего осмотра в таблице Б.2 приложения Б.

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 AkmeTech AT1433. Руководство по эксплуатации».

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

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 возможность установки и изменений с помощью органов управления следующих значений характеристик генератора: частоты и уровня выходного синусоидального сигнала.

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, дисплей генератора работоспособен;
- обеспечивается установка и изменение с помощью органов управления следующих значений характеристик генератора: частоты и уровня выходного синусоидального сигнала.

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

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

На экранном меню генератора нажать кнопку «About».

Считать в появившемся диалоговом окне номер версии программного обеспечения поверяемого генератора.

Номер версии ПО, отображаемый в диалоговом окне, должен соответствовать указанному в описании типа на данное средство измерений.

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

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-90XL и стандарта частоты GPS-12RG, который используется в качестве опорного генератора. На частотах выше 20 ГГц определение относительной погрешности установки частоты проводят с помощью анализатора фазового шума FSWP50 с опцией B1, работающего в режиме частотомера, и стандарта частоты GPS-12RG, который используется в качестве опорного генератора.

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

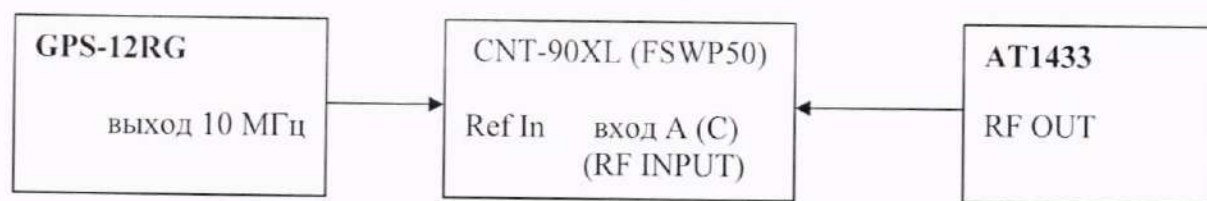


Рисунок 1 – Структурная схема соединения СИ для определения относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора

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

На канале А поверяемого генератора установить режим немодулированного сигнала, частоту сигнала $F_{\text{ном}}$ равной 1 МГц, уровень выходной мощности синусоидального сигнала равный 0 дБ (1 мВт). Подключить выход RF OUT генератора с помощью кабеля СВЧ к входу А или С частотомера в зависимости от значения частоты

выходного синусоидального сигнала генератора. Для частот выше 20 ГГц применять анализатора фазового шума FSWP50, работающего в режиме частотомера в режиме работы от внешней опорной частоты.

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.

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

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

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

Для значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала от минус 10 дБ (1 мВт) до максимального значения, измерения проводят с помощью преобразователя измерительного NRP-Z57 (далее – NRP-Z57).

Для значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала от минимального значения до минус 10 дБ (1 мВт) измерения проводят с помощью анализатора фазового шума FSWP50 с опцией B1 (далее FSWP50) в режиме анализатора спектра.

10.2.1 Определение абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала для уровня выходной мощности в диапазоне значений от минус 10 дБ (1 мВт) до максимального значения

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

Измерения по данной процедуре проводить для всех значений частот $F_{\text{уст}}$ в соответствии с таблицей Б.6.1 приложения Б до верхней граничной частоты поверяемого генератора.

Подключить NRP-Z57 к выходу генератора RF OUT, установить на нем значение частоты $F_{\text{уст}}$ для корректировки частотной зависимости.

На поверяемом генераторе установить значение частоты $F_{\text{уст}}$ немодулированного сигнала, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала в соответствии с таблицей Б.6.1 приложения Б.

Активировать выходной сигнал генератора.



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

Провести измерения уровня мощности выходного синусоидального сигнала генератора для всех значений частот $F_{уст}$ в диапазоне рабочих частот поверяемого генератора в зависимости от его модификации в соответствии с таблицей Б.6.1 приложения Б.

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

10.2.2 Определение абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала в диапазоне от минимального значения до минус 10 дБ (1 мВт).

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

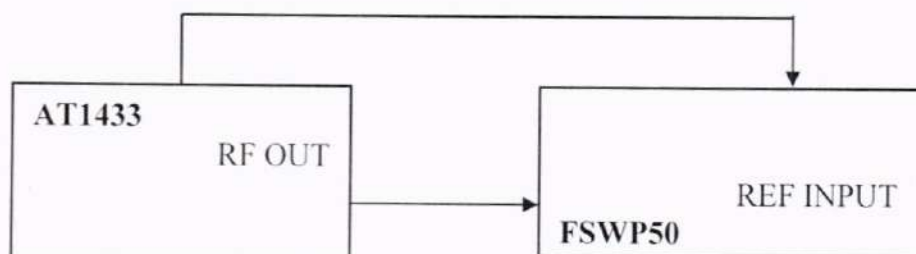


Рисунок 3 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала в диапазоне от минимального значения до минус 10 дБ (1 мВт)

На поверяемом генераторе установить значение частоты 10 МГц немодулированного сигнала, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт).

На FSWP50 установить режим анализатора спектра, режим работы от внешней опорной частоты, частоту 10 МГц, опорный уровень 0 дБ (1 мВт), полосу пропускания 100 Гц.

Активировать выходной сигнал генератора.

Выбрать в меню «MKR FUNC» FSWP50 режим относительных измерений уровня сигнала с помощью фиксированного опорного маркера относительно уровня 0 дБ (1 мВт).

Уменьшая выходной уровень генератора $P_{уст}$ начиная с уровня -15 дБ (1 мВт) с шагом 5 дБ, провести измерения до минимального значения уровня в соответствии с таблицей Б.6.2 приложения Б.

Зафиксировать результаты измерений P_{FSWP} , дБ (1 мВт), в таблице Б.6.2 приложения Б.

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 минус 15 дБ (1 мВт) до минимального значения уровня с шагом 5 дБ в соответствии с таблицей Б.6.2 приложения Б.

Зафиксировать результаты измерений P_{FSWP} , дБ (1 мВт), в таблице Б.6.2 приложения Б.

10.3 Определение уровня гармонических составляющих относительно несущей

Определение уровня гармонических составляющих относительно несущей проводят методом прямых измерений с помощью анализатора фазового шума FSWP50 с опцией В1.

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

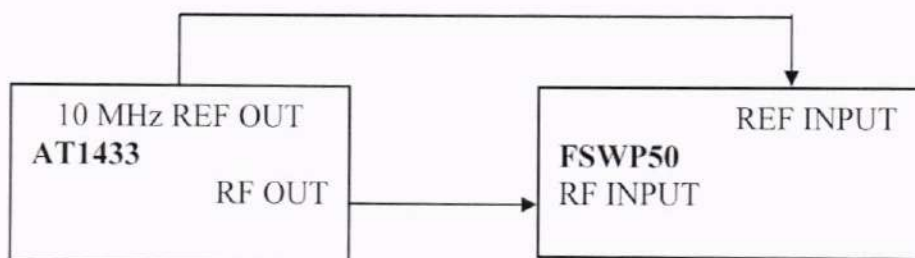


Рисунок 4 – Структурная схема соединения СИ для определения уровня гармонических и негармонических составляющих относительно несущей, спектральной плотности мощности фазовых шумов при отстройке от несущей, коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами

На поверяемом генераторе установить значение частоты немодулированного сигнала 1 МГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала +5 дБ (1 мВт) или максимальный нормированный уровень (что меньше).

На FSWP50 установить режим анализатора спектра, режим работы от внешней опорной частоты, опорный уровень 10 дБ (1 мВт), значение центральной частоты 1 МГц, полосу пропускания 1 кГц, аттенюатор - авто. Активировать выходной сигнал генератора.

На FSWP50 включить режим автоматического гармонических составляющих.

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 субгармонических составляющих относительно несущей

Определение уровня негармонических составляющих относительно несущей проводят методом прямых измерений с помощью анализатора фазового шума FSWP50 с опцией В1.

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

На FSWP50 установить режим анализатора спектра, режим работы от внешней опорной частоты, опорный уровень 10 дБ (1 мВт), значение центральной частоты 1 МГц, полосу пропускания 1 кГц, аттенюатор - авто.

На генераторе установить значение частоты немодулированного сигнала 1 МГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала равное 0 дБ (1 мВт). Активировать выходной сигнал поверяемого генератора.

С помощью маркеров измерить негармонические составляющие, при отстройке от частоты основной гармоники более чем на 10 кГц.

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

Повторить измерения для остальных значений частот основной гармоник, указанных в таблице Б.8 приложения Б до верхней граничной частоты 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

Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц проводят методом прямых измерений с помощью анализатора фазового шума FSWP50 с опцией B60.

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

На поверяемом генераторе установить значение частоты немодулированного сигнала 1 ГГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт) или максимальный нормированный уровень (что меньше).

На анализаторе фазового шума FSWP50 выбрать режим измерения фазового шума, режим работы от внутренней опорной частоты, установить значение центральной частоты 1 ГГц, диапазон отстроек от 100 Гц до 100 кГц и количество кросс-корреляций, необходимое для достижения требуемой чувствительности.

Активировать выходной сигнал генератора.

На анализаторе фазового шума FSWP50 активировать режим измерений фазового шума для отстроек на 100 Гц; 1 кГц; 10 кГц; 100 кГц относительно несущей.

Зафиксировать результаты измерений $P_{фш}$, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц, в таблице Б.9 приложения Б.

Повторить измерения для остальных значений частот $F_{уст}$ в соответствии с таблицей Б.9 приложения Б до верхней граничной частоты поверяемого генератора.

Зафиксировать результаты измерений $P_{фш}$, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц, в таблице Б.9 приложения Б.

10.6 Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции

Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции проводят методом непосредственного сличения с помощью приемника измерительного R&S FSMR50.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 5.

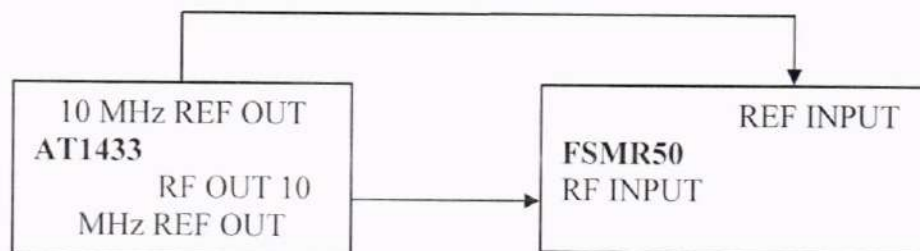


Рисунок 5 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции и абсолютной погрешности установки девиации частоты

На поверяемом генераторе установить режим внутренней АМ с коэффициентом амплитудной модуляции (K_{AM}) равным 90 % и частотой модулирующего синусоидального колебания 1 кГц, частоту 1 ГГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт).

На FSMR50 установить режим демодуляции АМ на частоте 1 ГГц с отображением K_{AM} , частоты модулирующего колебания. Значение ширины полосы демодуляции на FSMR50 должно быть установлено примерно $3 \cdot F_{MOD}$.

Активировать выходной сигнал генератора.

Провести измерения значений K_{AM} .

При необходимости в настройках FSMR50 включить усреднение трассы, за результат измерения принимать значение $\pm peak/2$.

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

Повторить измерения K_{AM} для установленных значений K_{AM} равным: 1 %, 10 %, 20%, 30%, 50 %, 60%, 70%, 80%.

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

Повторить измерения K_{AM} для остальных значений частот при установленных значениях K_{AM} указанных в таблице Б.10 приложения Б

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

10.7 Определение абсолютной погрешности установки девиации частоты

Определение абсолютной погрешности установки девиации частоты проводят методом непосредственного сличения с помощью приемника измерительного FSMR50.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 5.

На поверяемом генераторе установить режим внутренней ЧМ с девиацией частоты F_D равной 400 кГц и частотой модулирующего синусоидального колебания 1 кГц, несущую частоту 1 ГГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт).

На FSMR50 установить режим демодуляции ЧМ на частоте 1 ГГц с отображением девиации частоты, частоты модулирующего колебания, включить режим "coupling AC". Значение ширины полосы демодуляции на FSMR50 должно быть установлено примерно $3 \cdot (F_{MOD} + F_D)$.

Активировать выходной сигнал генератора.

Провести измерения значений девиации частоты.

При необходимости в настройках FSMR50 включить усреднение трассы, за результат измерения принимать значение $\pm peak/2$.

Зафиксировать результаты измерений $F_{D\text{ изм.}}$, кГц, в таблице Б.11 приложения Б.

Повторить измерения для остальных значений несущих частот при значениях девиации частоты, указанных в таблице Б.11 приложения Б.

Зафиксировать результаты измерений $F_{D\text{ изм.}}$, кГц, в таблице Б.11 приложения Б.

10.8 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 фазового шума FSWP50.

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

На испытуемом генераторе установить: частота несущей 1 ГГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), режим внутренней ИМ, период радиоимпульса 1 с, длительность радиоимпульса 0,5 с.

Активировать выходной сигнал генератора.

На FSWP50 установить режим анализатора спектра, режим работы от внешней опорной частоты, нулевую полосу обзора на частоте 1 ГГц, полосу пропускания 1 кГц, время развертки 4 с. С помощью синхронизации добиться устойчивой картинки.

Определить подавление сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами (КП) с помощью маркера FSWP50, как разность между максимальным и минимальным уровнем сигнала (разница уровней между вершиной и паузой прямоугольного сигнала). При необходимости на FSWP50 включить режим усреднения.

Зафиксировать результаты измерений $K_{П\text{изм}}$.

Повторить измерения на 10 МГц и на максимальной частоте поверяемого генератора.

Зафиксировать результаты измерений $K_{П\text{изм}}$, дБ, в таблице Б.12 приложения Б.

10.9 Определение длительности фронта/среза импульсного модулирующего сигнала

Определение длительности фронта/среза импульсного модулирующего сигнала проводят методом прямых измерений с помощью анализатора фазового шума FSWP50.

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

На испытуемом генераторе установить: режим внутренней ИМ с периодом следования 2000 нс и длительностью импульса 1000 нс, частота несущей 1 ГГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт) (Автоматическая регулировка уровня ALC включена).

На FSWP50 установить режим IQ Analyser, полосу анализа 320 МГц, частоту 1 ГГц, время развертки 5 мкс, единицы измерения V, шкалу Linear with Unit.

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

Провести с помощью маркера FSWP50, измерения времени нарастания и спада радиоимпульсов по уровню 10% /90% амплитуды импульса.

Зафиксировать результаты измерений $\tau_{\text{изм}}$, нс, в таблице Б.13 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 (анализатором спектра);
 $F_{\text{ном}}$ – 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 3.

Таблица 3 – Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора

Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты δf при работе от внутренней опорного генератора	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------

11.2 Для полученных в пункте 10.2.1 результатов измерений P_{NRP} , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (2) абсолютную погрешность установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала ΔP , дБ, для значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала от минус 10 дБ (1 мВт) до максимально специфицированного уровня:

$$\Delta P = P_{\text{уст}} - P_{\text{NRP}}, \quad (2)$$

где P_{NRP} – показания преобразователя измерительного NRP-Z57, дБ (1 мВт);
 $P_{\text{уст}}$ – установленное на генераторе значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала, дБ (1 мВт).

Для полученных в пункте 10.2.2 результатов измерений P_{FSW} , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (3) абсолютную погрешность установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала ΔP , дБ, для значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала от минимального до минус 15 дБ (1 мВт):

$$\Delta P = P_{\text{уст}} - P_{\text{FSWP}} + \Delta P_0, \quad (3)$$

где P_{FSWP} – текущие показания дельта-маркера FSWP50, дБ;
 $P_{\text{уст}}$ – установленные на генераторе значения уровней мощности выходного синусоидального сигнала, дБ (1 мВт).
 ΔP_0 – абсолютная погрешность установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт)

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные по формулам 2-3 значения абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала для всех установленных значений в диапазоне частот, дБ (1 мВт), не выходят за пределы, указанные в таблице 4.

Таблица 4 - Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходного синусоидального сигнала

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного сигнала, в диапазоне мощностей, дБ	
от -90 до -60 дБ (1 мВт) включ.	$\pm 1,8$
от -60 до -10 дБ (1 мВт) включ.	$\pm 1,5$
от -10 дБ (1 мВт) до максимального значения	$\pm 1,0$

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 5 дБ (1 мВт) или максимальном нормированном уровне (что меньше), дБ

Наименование характеристики	Значение
Уровень гармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 5 дБ (1 мВт) или максимальном нормированном уровне (что меньше), в диапазоне частот, дБ, не более:	
от 1 МГц до 1,5 ГГц включ.	-40
св. 1,5 до 2,5 ГГц включ.	-30
св. 2,5 до 19 ГГц включ.	-40
св. 19 до 25 ГГц включ.	-30

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 субгармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт) и отстройке более 10 кГц, дБ

Наименование характеристики	Значение
Уровень негармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт) и отстройке более 10 кГц, дБ	
от 1 МГц до 2,5 ГГц включ.	-54
св. 2,5 до 5 ГГц включ.	-60
св. 5 до 10 ГГц включ.	-56
св. 10 до 20 ГГц включ.	-50
св. 20 до 38 ГГц включ.	-44
св. 38 до 50 ГГц	-40

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.

Таблица 7 – Допустимые значения спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне выходного сигнала 10 дБ (1 мВт) или максимальном нормированном уровне (что меньше), дБ

Наименование характеристики	Значение			
	отстройка от несущей			
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц
Спектральная плотность мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц при максимальном нормированном уровне, в диапазоне частот, дБ, не более				
от 10 МГц до 2,35 ГГц не включ.	-82	-98	-108	-106
от 2,35 до 2,5 ГГц не включ.	-94	-110	-120	-118
от 2,5 до 5 ГГц включ.	-88	-104	-114	-112
св. 5 до 10 ГГц включ.	-82	-98	-108	-106
св. 10 до 20 ГГц включ.	-76	-92	-102	-100
св. 20 до 40 ГГц включ.	-70	-86	-96	-94
св. 40 до 50 ГГц включ.	-68	-84	-94	-92

11.6 Для полученных в пункте 10.6 результатов измерений $K_{AM\text{ изм.}}$, %, рассчитать по формуле (4) значения абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции ΔK_{AM} , %:

$$\Delta K_{AM} = K_{AM\text{ ном}} - K_{AM\text{ изм.}}, \quad (4)$$

где $K_{AM\text{ изм.}}$ – измеренное значение K_{AM} , %, на FSMR50;
 $K_{AM\text{ ном}}$ – установленное значение K_{AM} , %, на генераторе.

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

Пределы допустимых значений $\Delta K_{AM\text{ доп.}}$, % определить по формуле:

$$\Delta K_{AM\text{ доп}} = \pm(0,05 \cdot K_{AM\text{ ном}} + 1), \quad (5)$$

11.7 Для полученных в пункте 10.7 результатов измерений $F_{д\text{ изм.}}$, Гц, рассчитать по формуле (6) значения абсолютной погрешности установки девиации частоты $\delta F_{д}$, Гц:

$$\Delta F_{д} = F_{д\text{ ном}} - F_{д\text{ изм.}}, \quad (6)$$

где $F_{д\text{ изм.}}$ – измеренное значение девиации частоты, Гц, на FSMR50;
 $F_{д\text{ ном}}$ – установленное значение девиации частоты, Гц, на генераторе.

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

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

$$\delta F_{д\text{ доп}} = \pm 0,1 \cdot F_{д\text{ ном}}, \quad (7)$$

11.8 Результаты поверки по операции пункта 10.8 считаются удовлетворительными, если измеренные значения коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами, не превышает значений, указанных в таблице 8.

Таблица 7 – Допустимые значения коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами, дБ

Наименование характеристики	Значение
Коэффициент подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами в диапазоне частот, дБ, не менее	
от 10 МГц до 40 ГГц включ.	80
св. 40 до 50 ГГц	78

11.9 Результаты поверки по операции пункта 10.9 считаются удовлетворительными, если измеренные значения длительности фронта/среза импульсного модулирующего сигнала не превышают 30 нс.

11.10 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 требованиям, указанным в пунктах раздела 11 настоящей методики;

- обеспечение прослеживаемости поверяемых генераторов к государственным первичным эталонам 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».

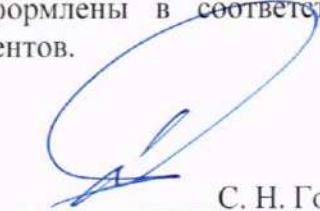
12 Оформление результатов поверки

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.

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 «НИЦ ПМ - Ростест»



С. Н. Голышак

Начальник сектора
лаборатории № 441 ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»



А. С. Каледин

Приложение А
(обязательное)

Основные метрологические характеристики генераторов сигналов AkmeTech
AT1433

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

1	2
<p>Диапазон рабочих частот, Гц, для модификаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> - AT1433D - AT1433E - AT1433F - AT1433H 	<p>от $1 \cdot 10^6$ до $20 \cdot 10^9$</p> <p>от $1 \cdot 10^6$ до $26,5 \cdot 10^9$</p> <p>от $1 \cdot 10^6$ до $40 \cdot 10^9$</p> <p>от $1 \cdot 10^6$ до $50 \cdot 10^9$</p>
<p>Значения вспомогательного коэффициента N, в диапазоне частот</p> <p>от 1 МГц до 2,34 ГГц включ.</p> <p>св. 2,34 до 2,5 ГГц включ.</p> <p>св. 2,5 до 5 ГГц включ.</p> <p>св. 5 до 10 ГГц включ.</p> <p>св. 10 до 20 ГГц включ.</p> <p>св. 20 до 40 ГГц включ.</p> <p>св. 40 до 50 ГГц</p>	<p>0,5</p> <p>0,125</p> <p>0,25</p> <p>0,5</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>4</p>
Дискретность установки частоты, Гц	0,1
Частота опорного генератора, МГц	10
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$
<p>Диапазон уровня мощности выходного сигнала, в диапазоне частот, дБ (1 мВт)</p> <p>от 1 МГц до 2,5 ГГц включ.</p> <p>от 2,5 до 10 ГГц включ.</p> <p>от 10 до 40 ГГц включ.</p> <p>от 40 до 50 ГГц</p>	<p>от -120 до +5</p> <p>от -120 до +10</p> <p>от -120 до +5</p> <p>от -120 до 0</p>
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала, в диапазоне мощностей, дБ</p> <p>от -90 до -60 дБ (1 мВт) включ.</p> <p>св. -60 до -10 дБ (1 мВт) включ.</p> <p>св. -10 дБ (1 мВт) до максимального значения</p>	<p>$\pm 1,8$</p> <p>$\pm 1,5$</p> <p>$\pm 1,0$</p>
<p>Уровень гармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 5 дБ (1 мВт) или максимальном нормированном уровне (что меньше), в диапазоне частот, дБ, не более:</p> <p>от 1 МГц до 1,5 ГГц включ.</p> <p>св. 1,5 до 2,5 ГГц включ.</p> <p>св. 2,5 до 19 ГГц включ.</p> <p>св. 19 до 25 ГГц</p>	<p>-40</p> <p>-30</p> <p>-40</p> <p>-30</p>

Окончание таблицы А.1

1		2			
Уровень негармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт) и отстройке более 10 кГц, дБ					
от 1 МГц до 2,5 ГГц включ.		-54			
св. 2,5 до 5 ГГц включ.		-60			
св. 5 до 10 ГГц включ.		-56			
св. 10 до 20 ГГц включ.		-50			
св. 20 до 38 ГГц включ.		-44			
св. 38 до 50 ГГц		-40			
Спектральная плотность мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц при максимальном нормированном уровне, в диапазоне частот, дБ, не более	отстройка от несущей				
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	
	от 10 МГц до 2,35 ГГц не включ.	-82	-98	-108	-106
	от 2,35 до 2,5 ГГц не включ.	-94	-110	-120	-118
	от 2,5 до 5 ГГц включ.	-88	-104	-114	-112
	св. 5 до 10 ГГц включ.	-82	-98	-108	-106
	св. 10 до 20 ГГц включ.	-76	-92	-102	-100
	св. 20 до 40 ГГц включ.	-70	-86	-96	-94
св. 40 до 50 ГГц	-68	-84	-94	-92	
Параметры амплитудной модуляции					
Диапазон модулирующих частот, Гц		10 до $20 \cdot 10^3$			
Диапазон установки коэффициента амплитудной модуляции (K_{AM}), линейный тип, %		от 1 до 90			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки K_{AM} при модулирующей частоте 1 кГц и линейном типе для диапазона частот от 10 МГц до 50 ГГц, %		$\pm (0,05 \cdot K_{AM} + 1)$			
Параметры частотной модуляции					
Диапазон модулирующих частот, Гц		10 до $20 \cdot 10^3$			
Максимальная устанавливаемая девиация частоты в зависимости от вспомогательного коэффициента N , Гц		$N \cdot 8 \cdot 10^5$			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки девиации частоты (F_d), при модулирующей частоте 1 кГц для диапазона частот от 10 МГц до 50 ГГц, Гц		$\pm 0,1 \cdot F_d$			
Параметры импульсной модуляции					
Коэффициент подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами в диапазоне частот, дБ, не менее					
от 10 МГц до 40 ГГц включ.		80			
св. 40 до 50 ГГц		78			
Длительность фронта/среза импульсного модулирующего сигнала, не более, нс		30			
Минимальная длительность импульсного модулирующего сигнала, нс					
- ALC вкл.		1000 \pm 50			
- ALC выкл.		100 \pm 20			

Приложение Б
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки генераторов сигналов AkmeTech AT1433 в части определения метрологических характеристик

Таблица Б.1 – Условия проведения поверки:

Наименование контролируемого параметра	Значение контролируемого параметра
Температура окружающего среды, °C	
Относительная влажность воздуха, %	

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

Вид проверки	Заклучение
После включения и загрузки программного обеспечения генератора не должны возникать сообщения об ошибках	
Дисплей генератора должен быть работоспособен	
С помощью органов управления обеспечивается возможность установки следующих значений характеристик генератора: частоты и уровня выходного синусоидального сигнала	

Таблица Б.4 – Проверка программного обеспечения средства измерений

Вид проверки	Заключение
Номер версии ПО, отображаемый в диалоговом окне «About» должен быть не ниже 1.0.8	

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

Установленные значения частоты на генераторе	Измеренные значения частоты $F_{\text{изм}}$, Гц	Рассчитанные значения δF	Допустимые значения δF	Вывод о соответствии
1	2	3	4	5
1 МГц			$\pm 5 \cdot 10^{-7}$	
100 МГц				
10 ГГц				
Крайняя верхняя частота поверяемого генератора				

Таблица Б.6.1 – Определение абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала (ΔP) в диапазоне значений от минус 10 дБ (1 мВт) до максимального значения

Уровень, установленный на генераторе P_0 , дБ (1 мВт)	Частота $F_{\text{уст}}$, МГц	Измеренные значения $P_{\text{НРП}}$, дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения ΔP_0 , дБ	Допустимые значения ΔP , дБ	Вывод о соответствии
+10	2510			$\pm 1,0$	
+10	3000			$\pm 1,0$	
+10	4000			$\pm 1,0$	
+10	5000			$\pm 1,0$	
+10	6000			$\pm 1,0$	
+10	7000			$\pm 1,0$	
+10	8000			$\pm 1,0$	
+10	9000			$\pm 1,0$	
+10	10000			$\pm 1,0$	
+5	1			$\pm 1,0$	
+5	10			$\pm 1,0$	
+5	50			$\pm 1,0$	
+5	100			$\pm 1,0$	
+5	500			$\pm 1,0$	
+5	1000			$\pm 1,0$	
+5	2000			$\pm 1,0$	
+5	2500			$\pm 1,0$	
+5	2510			$\pm 1,0$	
+5	3000			$\pm 1,0$	
+5	4000			$\pm 1,0$	
+5	5000			$\pm 1,0$	
+5	6000			$\pm 1,0$	
+5	7000			$\pm 1,0$	
+5	8000			$\pm 1,0$	

±5	9000				±1.0
+5	10000				±1.0
+5	10001				±1.0
+5	12500				±1.0
+5	15000				±1.0
+5	17500				±1.0
+5	20000				±1.0
+5	22500				±1.0
+5	25000				±1.0
+5	26500				±1.0
+5	27500				±1.0
+5	30000				±1.0
+5	32500				±1.0
+5	35000				±1.0
+5	37500				±1.0
+5	40000				±1.0
0	1				±1.0
0	10				±1.0
0	50				±1.0
0	100				±1.0
0	500				±1.0
0	1000				±1.0
0	2000				±1.0
0	2500				±1.0
0	2510				±1.0
0	3000				±1.0
0	4000				±1.0
0	5000				±1.0
0	6000				±1.0
0	7000				±1.0
0	8000				±1.0
0	9000				±1.0
0	10000				±1.0
0	10001				±1.0
0	12500				±1.0
0	15000				±1.0
0	17500				±1.0
0	20000				±1.0
0	22500				±1.0
0	25000				±1.0
0	26500				±1.0
0	27500				±1.0
0	30000				±1.0
0	32500				±1.0
0	35000				±1.0
0	37500				±1.0
0	40000				±1.0
0	40001				±1.0
0	42500				±1.0
0	45000				±1.0

0	47500			$\pm 1,0$	
0	50000			$\pm 1,0$	
-5	1			$\pm 1,0$	
-5	10			$\pm 1,0$	
-5	50			$\pm 1,0$	
-5	100			$\pm 1,0$	
-5	500			$\pm 1,0$	
-5	1000			$\pm 1,0$	
-5	2000			$\pm 1,0$	
-5	2500			$\pm 1,0$	
-5	2510			$\pm 1,0$	
-5	3000			$\pm 1,0$	
-5	4000			$\pm 1,0$	
-5	5000			$\pm 1,0$	
-5	6000			$\pm 1,0$	
-5	7000			$\pm 1,0$	
-5	8000			$\pm 1,0$	
-5	9000			$\pm 1,0$	
-5	10000			$\pm 1,0$	
-5	10001			$\pm 1,0$	
-5	12500			$\pm 1,0$	
-5	15000			$\pm 1,0$	
-5	17500			$\pm 1,0$	
-5	20000			$\pm 1,0$	
-5	22500			$\pm 1,0$	
-5	25000			$\pm 1,0$	
-5	26500			$\pm 1,0$	
-5	27500			$\pm 1,0$	
-5	30000			$\pm 1,0$	
-5	32500			$\pm 1,0$	
-5	35000			$\pm 1,0$	
-5	37500			$\pm 1,0$	
-5	40000			$\pm 1,0$	
-5	40001			$\pm 1,0$	
-5	42500			$\pm 1,0$	
-5	45000			$\pm 1,0$	
-5	47500			$\pm 1,0$	
-5	50000			$\pm 1,0$	
-10	1			$\pm 1,5$	
-10	10			$\pm 1,5$	
-10	50			$\pm 1,5$	
-10	100			$\pm 1,5$	
-10	500			$\pm 1,5$	
-10	1000			$\pm 1,5$	
-10	2000			$\pm 1,5$	
-10	2500			$\pm 1,5$	
-10	2510			$\pm 1,5$	
-10	3000			$\pm 1,5$	
-10	4000			$\pm 1,5$	
-10	5000			$\pm 1,5$	

-10	6000			±1,5	
-10	7000			±1,5	
-10	8000			±1,5	
-10	9000			±1,5	
-10	10000			±1,5	
-10	10001			±1,5	
-10	12500			±1,5	
-10	15000			±1,5	
-10	17500			±1,5	
-10	20000			±1,5	
-10	22500			±1,5	
-10	25000			±1,5	
-10	26500			±1,5	
-10	27500			±1,5	
-10	30000			±1,5	
-10	32500			±1,5	
-10	35000			±1,5	
-10	37500			±1,5	
-10	40000			±1,5	
-10	40001			±1,5	
-10	42500			±1,5	
-10	45000			±1,5	
-10	47500			±1,5	
-10	50000			±1,5	

Таблица Б.6.2 – Определение абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала (ΔP) для значений менее -10 дБ

Уровень, установленный на генераторе дБ (1 мВт)	Частота $F_{уст}$, МГц	Измеренные значения P_{FSWP} , дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения ΔP , дБ	Допустимые значения ΔP , дБ	Вывод о соответствии
1	2	3	4	5	6
-15	1			±1,5	
-20	1			±1,5	
-25	1			±1,5	
-30	1			±1,5	
-35	1			±1,5	
-40	1			±1,5	
-45	1			±1,5	
-50	1			±1,5	
-55	1			±1,5	
-60	1			±1,8	
-65	1			±1,8	
-70	1			±1,8	
-75	1			±1,8	
-80	1			±1,8	
-85	1			±1,8	
-90	1			±1,8	
-15	Верхняя частота поверяемо			±1,5	
-20				±1,5	
-25				±1,5	

-30	го генератора			$\pm 1,5$	
-35				$\pm 1,5$	
-40				$\pm 1,5$	
-45				$\pm 1,5$	
-50				$\pm 1,5$	
-55				$\pm 1,5$	
-60				$\pm 1,8$	
-65				$\pm 1,8$	
-70				$\pm 1,8$	
-75				$\pm 1,8$	
-80				$\pm 1,8$	
-85				$\pm 1,8$	
-90				$\pm 1,8$	

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, не более	Вывод о соответствии
	2-я гармоника		
1	2	3	4
1 МГц		-40	
1,5 ГГц		-40	
1,51 ГГц		-30	
2,5 ГГц		-30	
2,51 ГГц		-40	
19,0 ГГц		-40	
20 ГГц		-30	
24,9 ГГц		-30	

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

Установленные значения частоты на генераторе $F_{осн}$	Измеренные значения $P_{ГС}$, дБ относительно несущей	Допустимые значения $P_{ГС}$, дБ относительно несущей, не более	Вывод о соответствии
1	2	3	4
1 МГц		-54	
2,5 ГГц		-54	
5 ГГц		-60	
10 ГГц		-56	
20 ГГц		-50	
26,5 ГГц		-44	
38 ГГц		-44	
40 ГГц		-40	
50 ГГц		-40	

Таблица Б.9 – Определение значений спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц, ($P_{ФШ}$)

Установленные значения частоты на генераторе $F_{уст}$	Частота отстройки, кГц	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
0,010	0,1		-82	
0,010	1		-98	
0,010	10		-108	
0,010	100		-106	
1	0,1		-82	
1	1		-98	
1	10		-108	
1	100		-106	
2,34	0,1		-88	
2,34	1		-104	
2,34	10		-114	
2,34	100		-112	
2,35	0,1		-88	
2,35	1		-104	
2,35	10		-114	
2,35	100		-112	
2,49	0,1		-88	
2,49	1		-104	
2,49	10		-114	
2,49	100		-112	
2,5	0,1		-82	
2,5	1		-98	
2,5	10		-108	
2,5	100		-106	
5	0,1		-82	
5	1		-98	
5	10		-108	
5	100		-106	
10	0,1		-82	
10	1		-98	
10	10		-108	
10	100		-106	
20	0,1		-76	
20	1		-92	
20	10		-102	
20	100		-100	
26,5	0,1		-70	
26,5	1		-86	
26,5	10		-96	
26,5	100		-94	
40	0,1		-70	
40	1		-86	
40	10		-96	
40	100		-94	

50	0,1		-68	
50	1		-84	
50	10		-94	
50	100		-92	

Таблица Б.10 – Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции (ΔK_{AM})

Центральная частота	Установленные значения F_{MOD}	Установленные значения $K_{AM}, \%$	Измеренные значения $K_{AM}, \%$	Рассчитанные значения $\Delta K_{AM}, \%$	Допустимые значения $\Delta K_{AM}, \%$	Вывод о соответствии
1	2	3	4	5	6	7
1 ГГц	1 кГц	1			$\pm 1,00$	
		10			$\pm 1,05$	
		20			$\pm 1,50$	
		30			$\pm 2,00$	
		40			$\pm 2,50$	
		50			$\pm 3,00$	
		60			$\pm 3,50$	
		70			$\pm 4,00$	
		80			$\pm 4,50$	
		90			$\pm 5,00$	
10 МГц	1 кГц	90			$\pm 5,00$	
Верхняя частота поверяемого генератора	1 кГц	90			$\pm 5,00$	

Таблица Б.11 – Определение абсолютной погрешности установки девиации частоты (ΔF_D)

Центральная частота	Установленные значения F_{MOD}	Установленные значения F_D	Измеренные значения $F_D, \text{Гц}$	Рассчитанные значения $\Delta F_D, \text{Гц}$	Допустимые значения $\Delta F_D, \text{кГц}$	Вывод о соответствии
10 МГц	1 кГц	400 кГц			± 4	
1 ГГц	1 кГц	400 кГц			± 4	
2,34 ГГц	1 кГц	400 кГц			± 4	
2,5 ГГц	1 кГц	100 кГц			± 1	
5 ГГц	1 кГц	200 кГц			± 2	
10 ГГц	1 кГц	400 кГц			± 4	
20 ГГц	1 кГц	800 кГц			± 8	
40 ГГц	1 кГц	1600 кГц			± 16	
50 ГГц	1 кГц	3200 кГц			± 32	

Таблица Б.12 – Определение длительности фронта/среза импульсного модулирующего сигнала

Измеряемая характеристика	Измеренные значения длительности фронта/среза импульсного модулирующего сигнала $\tau_{\text{изм}}$, нс	Допустимые значения длительности фронта/среза модулирующего сигнала, нс, не более	Вывод о соответствии
Длительность фронта импульсного модулирующего сигнала		30	
Длительность среза импульсного модулирующего сигнала		30	

Таблица Б.13 – Определение коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами

Установленные значения частоты на генераторе	Измеренные значения коэффициента подавления КП _{изм} , дБ	Допустимые значения коэффициента подавления, дБ, не менее	Вывод о соответствии
10 МГц		80	
1 ГГц		80	
Верхняя частота поверяемого генератора для модификаций АТ1433D, АТ1433Е, АТ1433F		80	
Верхняя частота поверяемого генератора для модификации АТ1433Н		78	