



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

«09» июня 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ AkmeTech ATGA-1

Методика поверки

РТ-МП-807-441-2025

г. Москва
2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика применяется для поверки генераторов сигналов AkmeTesh ATGA-1 (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 9 кГц 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 118,1 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 ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 20 Гц до 178,4 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3383, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 193-2011.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 10.1 – 10.7 настоящей методики поверки применяется метод прямых измерений.

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

На основании письменного заявления владельца генератора допускается проводить его периодическую поверку:

- для меньшего числа поддиапазонов: в ограниченном диапазоне частот до верхней граничной частоты любой из модификаций генератора (12; 24; 40; 45; 67 ГГц) в части операций по пунктам 10.1, 10.2, 10.5, 10.7 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 субгармонических составляющих относительно несущей	Да	Нет	10.4
Определение уровня однополосных фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц	Да	Да	10.5
Определение длительности фронта/среза и минимальной длительности импульсного модулирующего сигнала	Да	Да	10.6
Определение коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами	Да	Да	10.7
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 30;
- 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 ±0,5 °С	Термогигрометры UNITESS THB 1 модификация THB 1B, рег. № 70481-18
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха ±3,0 %	
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 86 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления ±0,2 кПа	
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	Стандарты частоты рубидиевые GPS-12RG, рег. № 70172-18
	Эталоны единиц времени и частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам единиц времени и частоты не ниже 4 разряда для измерения сигнала в диапазоне частот от 6 кГц до 40 ГГц	Частотомеры универсальные CNT-90XL, рег. № 70888-18
	Средства измерений единиц времени и частоты, в диапазоне частот от 40 до 67 ГГц, с разрешением частотомера 0,001 Гц, имеющие вход для подключения внешнего сигнала опорной частоты 10 МГц.	Анализаторы спектра и сигналов FSW67, рег. № 78802-20

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п.10.2	Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 67 ГГц; диапазоне измерений мощности от 10^{-2} до 10^2 мВт.	Преобразователи измерительные NRP-Z57, рег. № 48356-11
	Средства измерений отношения мощностей в диапазоне частот от 10 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, 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	Анализаторы фазового шума FSWP50 с опцией B1, рег. № 63528-16
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	Анализаторы фазового шума FSWP50 с опцией B60, рег. № 63528-16
п.10.6	Средства измерений временных параметров сигналов в диапазоне частот до 500 МГц, время нарастания переходной характеристики не более 750 пс	Осциллографы цифровые запоминающие WS 452, рег. № 28220-04
п.10.7	Средства измерений параметров сигналов с импульсной модуляцией в диапазоне частот от 80 МГц до 50 ГГц, динамический диапазон от минус 90 до 10 дБ (1 мВт).	Анализаторы фазового шума FSWP50 с опцией B1, рег. № 63528-16
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.		

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 «Межгосударственный стандарт. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия. с Изменением №1» и ГОСТ ИЕС 61010-1-2014 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования», и имеющие 3 группу допуска по электробезопасности.

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.

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 ATGA-1. 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

Порядок установки поверяемого генератора на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации: «Генераторы сигналов AkmeTech ATGA-1. Руководство по эксплуатации».

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 передней панели генератора нажать кнопку «Menu», в меню выбрать «About Signal Generator».

Считать в появившемся диалоговом окне модификацию, номер версии программного обеспечения и установленные опции 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 40 ГГц определение относительной погрешности установки частоты проводят с помощью анализатора спектра и сигналов FSW67, 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.

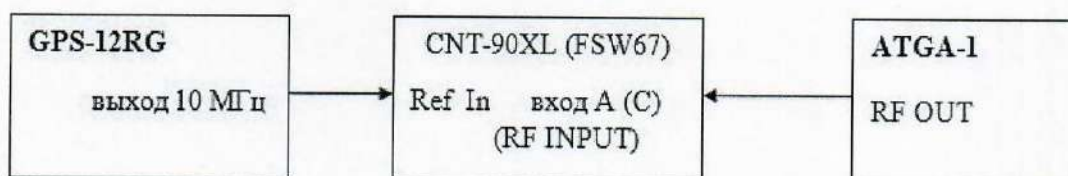


Рисунок 1 – Структурная схема соединения СИ для определения относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора

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 поверяемом генераторе установить режим немодулированного сигнала, частоту сигнала $F_{ном}$ равной 100 МГц, уровень выходной мощности синусоидального сигнала равный 0 дБ (1 мВт). Подключить выход генератора (RF OUT) с помощью кабеля СВЧ к входу А или С частотомера в зависимости от значения частоты выходного синусоидального сигнала генератора. Для частот выше 40 ГГц применять анализатора спектра и сигналов FSW67, 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 $F_{изм}$, 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 $F_{изм}$, 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 основной 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 только для генераторов с установленной опцией H01-90/120/130/B130.

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.

Измерения по данной процедуре проводить для всех значений частот $F_{уст}$ 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 $F_{уст}$ 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.

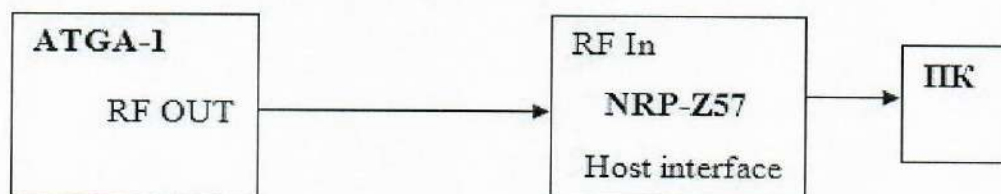


Рисунок 2 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала

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.

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 в диапазоне от минус 10 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.

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

Подключить NRP-Z57 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 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 NRP-Z57) $P_{NRP макс}$, дБ (1 мВт), в таблице Б.6.2 приложения Б.

Повторить измерения для значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала равного минус 10, минус 5, плюс 5 дБ (1 мВт) для всех значений частот $F_{уст}$ 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 в диапазоне от минимального значения до минус 10 дБ (1 мВт).

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

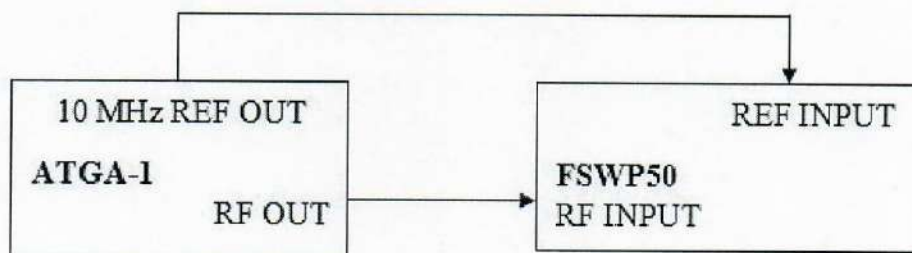


Рисунок 3 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала в диапазоне от минимального значения до минус 10 дБ (1 мВт)

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 $P_{0-мин}$ начиная с уровня -15 дБ (1 мВт) с шагом 5 дБ, провести измерения до минимального значения уровня в соответствии с таблицей Б.6.4 приложения Б.

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

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

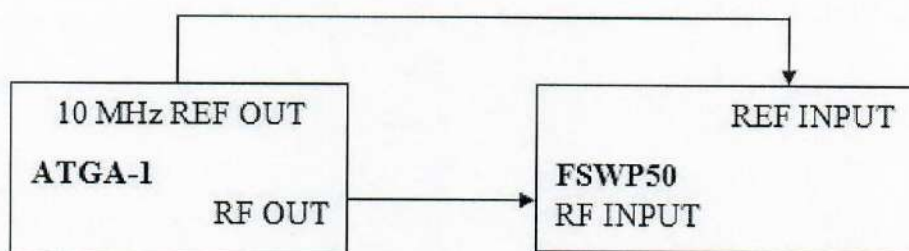


Рисунок 4 – Структурная схема соединения СИ для определения уровня гармонических и субгармонических составляющих относительно несущей, спектральной плотности мощности фазовых шумов при отстройке от несущей, коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами

На поверяемом генераторе установить значение частоты немодулированного сигнала 100,1 кГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала +10 дБ (1 мВт) или максимальный нормированный уровень (что меньше). Активировать выходной сигнал генератора.

На FSWP50 установить режим анализатора спектра, режим работы от внешней опорной частоты, опорный уровень 10 дБ (1 мВт), значение центральной частоты 100,1 кГц, полосу пропускания 1 кГц, аттенюатор - авто.

На FSWP50 включить режим автоматического измерения второй и третьей гармонических составляющих, но не более 50 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 субгармонических составляющих относительно несущей

Определение уровня субгармонических 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 50,1 МГц, полосу пропускания 1 кГц, аттенюатор - авто.

На генераторе установить значение частоты немодулированного сигнала 50,1 МГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала равное 10 дБ (1 мВт) или максимальный нормированный уровень (что меньше). Активировать выходной сигнал поверяемого генератора.

С помощью маркера измерить субгармонические составляющие при отстройке от частоты основной гармоники на частоту $F_{СГС1} = F_{осн} / 2$ и $F_{СГС2} = F_{осн} + (F_{осн} / 2)$.

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

Повторить измерения для остальных значений частот основной гармоники и частот субгармонических составляющих, указанных в таблице Б.8 приложения Б до верхней граничной частоты поверяемого генератора.

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

10.5 Определение уровня однополосных фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц

Определение уровня однополосных фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц проводят методом прямых измерений с помощью анализатора фазового шума FSWP50 с опцией В60.

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 (1мВт) 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 1 МГц 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; 1 МГц 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.

ВНИМАНИЕ!!! Операции поверки по пунктам 10.6 и 10.7 выполняются только для тех генераторов, у которых установлены опции ATGA-1100-AP01 – импульсная модуляция.

10.6 Определение длительности фронта/среза и минимальной длительности импульсного модулирующего сигнала

Определение длительности фронта/среза и минимальной длительности импульсного модулирующего сигнала проводят методом прямых измерений с помощью осциллографа цифрового запоминающего WavePro 740Zi-A.

Соединить выход импульсного генератора со входом осциллографа. Установить на осциллографе входное сопротивление 50 Ом.

На поверяемом генераторе установить: режим внутренней ИМ с периодом следования 200 нс и длительностью импульса 100 нс.

Активировать выход импульсного генератора.

На осциллографе провести в автоматическом режиме измерения длительности фронта/среза импульсного модулирующего сигнала по уровню 10%-90% / 90%-10% и длительности импульсного модулирующего сигнала.

Зафиксировать результаты измерений $t_{изм}$ в нс в таблице Б.10 приложения Б.

10.7 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 с опцией В1.

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

На поверяемом генераторе установить: частота несущей 1 ГГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), режим внутренней ИМ, период радиоимпульса 2 с, длительность радиоимпульса 1 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.

Повторить измерения для максимального значения частоты поверяемого генератора в зависимости от модификации.

Зафиксировать результаты измерений $КП_{изм}$, дБ, в таблице Б.11 приложения Б.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

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

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

где $F_{изм}$ — измеренное значение частоты, Гц, частотомером (анализатором спектра);
 $F_{ном}$ — 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 опорной частоты	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$
---	-----------------------

11.2 Для полученных в пункте 10.2.1 результатов измерений P_0 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 NRP-Z57, 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 NRP-Z57, 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 равного минус 10, минус 5, плюс 5 дБ (1 мВт):

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

где P_{NRP} – показания ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP-Z57
 $P_{\text{уст}}$ – установленные на генераторе значения уровней мощности выходного синусоидального сигнала, 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 минус 15 дБ (1 мВт):

$$\Delta P = P_{\text{уст}} - P_{\text{FSWP}} + \Delta P_0, \quad (5)$$

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 2-5 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

Пределы допускаемой погрешности установки уровня выходного сигнала, дБ Для ATGA-1012A, ATGA-1024A, ATGA-1040A, ATGA-1045A, ATGA-1067A:			
Диапазон частот выходного сигнала:	Диапазон значений уровня выходного сигнала		
	от -90 до -70 дБм включ.	св. -70 до -20 дБм включ.	св. -20 до +15 дБм включ.
от 9 кГц до 10 МГц включ.	±2,0 дБ	±1,3 дБ	±1,0 дБ
св. 10 МГц до 3 ГГц включ.	±2,0 дБ	±0,7 дБ	±0,5 дБ
св. 3 до 20 ГГц включ.	±2,5 дБ	±0,9 дБ	±0,5 дБ
св. 20 до 40 ГГц включ.	-	±1,3 дБ	±1,0 дБ
св. 40 до 50 ГГц включ.	-	±1,5 дБ	±1,3 дБ
св. 50 до 67 ГГц включ.	-	±2,0 дБ	±1,8 дБ
Для ATGA-1103A, ATGA-1106A, ATGA-1112A, ATGA-1124A, ATGA-1140A, ATGA-1145A, ATGA-1167A			
Диапазон частот выходного сигнала:	Диапазон значений уровня выходного сигнала		
	от -90 до -70 дБм включ.	св. -70 до -20 дБм включ.	св. -20 до +15 дБм включ.
от 5 кГц до 10 МГц включ.	±2,0 дБ	±1,3 дБ	±1,2 дБ
св. 10 МГц до 3 ГГц включ.	±2,0 дБ	±0,7 дБ	±0,5 дБ
св. 3 до 20 ГГц включ.	±2,5 дБ	±0,9 дБ	±0,5 дБ
св. 20 до 40 ГГц включ.	±3,0 дБ	±1,3 дБ	±1,0 дБ
св. 40 до 50 ГГц включ.	±3,0 дБ	±1,5 дБ	±1,3 дБ
св. 50 до 67 ГГц включ.	±3,0 дБ	±2,0 дБ	±1,8 дБ

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

Уровень гармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт) или максимальном нормированном уровне (что меньше), в диапазоне частот, дБ, не более:	
- от 5 кГц до 10 МГц включ..	-30
- св. 10 до 200 МГц включ.	-40
- св. 200 МГц до 23 ГГц	-55
Опция ATGA-1100-LFB02	
- от. 1 МГц до 10 МГц включ.	-60
- св. 10 МГц до 1 ГГц включ.	-58
- св. 1 до 23 ГГц	-55

11.4 Результаты поверки по операции пункта 10.4 считаются удовлетворительными, если измеренные значения уровня субгармонических 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 10 дБ (1 мВт) или максимальном нормированном уровне (что меньше), дБ

Уровень субгармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт) или максимальном нормированном уровне (что меньше), в диапазоне частот, дБ, не более:	
- от 5 кГц до 12 ГГц включ.	-85
- св. 12 ГГц до 24 ГГц включ.	-70
- св. 24 ГГц до 40 ГГц включ.	-65
- св. 40 ГГц до 50 ГГц	-60

11.5 Результаты поверки по операции пункта 10.5 считаются удовлетворительными, если измеренные значения уровня однополосных 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

Уровень однополосных фазовых шумов в зависимости от частоты несущей, дБн/Гц					
Для ATGA-1000A (стандартная комплектация)	отстройка от несущей				
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц
1 ГГц	-105	-130	-138	-138	-136
10 ГГц	-85	-112	-118	-118	-120
20 ГГц	-80	-106	-112	-112	-114
40 ГГц	-74	-100	-106	-106	-108
Для ATGA-1100A (стандартная комплектация)					
100 МГц	-130	-152	-155	-155	-155
200 МГц	-125	-147	-155	-155	-155
1 ГГц	-110	-140	-148	-148	-153
10 ГГц	-92	-122	-130	-130	-140
20 ГГц	-86	-116	-124	-124	-134
40 ГГц	-80	-108	-118	-118	-128
Для ATGA-1100A (опция ATGA-1100-ULN02)					
100 МГц	-130	-152	-161	-163	-165
200 МГц	-125	-147	-154	-157	-160
1 ГГц	-110	-140	-148	-148	-155
10 ГГц	-92	-122	-130	-130	-140
20 ГГц	-86	-116	-124	-124	-134
40 ГГц	-80	-108	-118	-118	-128

11.6 Результаты поверки по операции пункта 10.6 считаются удовлетворительными если рассчитанные значения времени нарастания и спада радиоимпульсов $t_{имп}$, не превышают значения 10 нс и минимальная длительность импульсного модулирующего сигнала не превышает 50 нс.

11.7 Результаты поверки по операции пункта 10.7 считаются удовлетворительными, если измеренные значения коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами, не менее значения 80 дБ.

11.8 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 AkmeTech ATGA-1 требованиям, указанным в пунктах раздела 11 настоящей методики;

- обеспечение прослеживаемости поверяемых генераторов сигналов серии AkmeTech AT1466 к государственным первичным эталоном 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 ГЭТ193-2011 «Государственный первичный эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц»;

12 Оформление результатов поверки

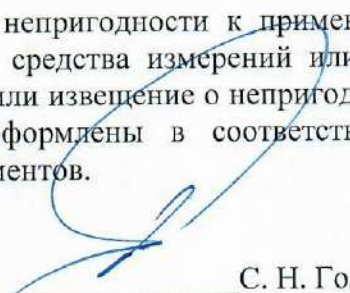
12.1 Результаты проверки внешнего осмотра, опробования, идентификации ПО, условий поверки и окончательные результаты измерений (расчетов), полученные в процессе поверки, заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении Б. Сведения о применяемых средствах поверки, 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.

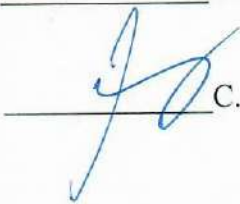
12.2 Сведения о результатах поверки средства измерений в целях её подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений. Знак поверки может наноситься 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 «НИЦ ПМ – Ростест»

Ведущий инженер
лаборатории № 441 ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»


С. Н. Гольшак


С. А. Валетин

Основные метрологические характеристики генераторов сигналов AkmeTech
ATGA-1

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
1	2
Диапазон рабочих частот, Гц: Стандартная комплектация ATGA-1012A ATGA-1024A ATGA-1040A ATGA-1045A ATGA-1067A ATGA-1103A ATGA-1106A ATGA-1112A ATGA-1124A ATGA-1140A ATGA-1145A ATGA-1167A	от $10 \cdot 10^6$ до $12 \cdot 10^9$ от $10 \cdot 10^6$ до $24 \cdot 10^9$ от $10 \cdot 10^6$ до $40 \cdot 10^9$ от $10 \cdot 10^6$ до $45 \cdot 10^9$ от $10 \cdot 10^6$ до $67 \cdot 10^9$ от $10 \cdot 10^6$ до $3 \cdot 10^9$ от $10 \cdot 10^6$ до $6 \cdot 10^9$ от $10 \cdot 10^6$ до $12 \cdot 10^9$ от $10 \cdot 10^6$ до $24 \cdot 10^9$ от $10 \cdot 10^6$ до $40 \cdot 10^9$ от $10 \cdot 10^6$ до $45 \cdot 10^9$ от $10 \cdot 10^6$ до $67 \cdot 10^9$
Опция ATGA-1000A-LF ATGA-1012A ATGA-1024A ATGA-1040A ATGA-1045A ATGA-1067A	от $9 \cdot 10^3$ до $12 \cdot 10^9$ от $9 \cdot 10^3$ до $24 \cdot 10^9$ от $9 \cdot 10^3$ до $40 \cdot 10^9$ от $9 \cdot 10^3$ до $45 \cdot 10^9$ от $9 \cdot 10^3$ до $67 \cdot 10^9$
Опция ATGA-1100-LF01 ATGA-1103A ATGA-1106A ATGA-1112A ATGA-1124A ATGA-1140A ATGA-1145A ATGA-1167A	от $5 \cdot 10^3$ до $3 \cdot 10^9$ от $5 \cdot 10^3$ до $6 \cdot 10^9$ от $5 \cdot 10^3$ до $12 \cdot 10^9$ от $5 \cdot 10^3$ до $24 \cdot 10^9$ от $5 \cdot 10^3$ до $40 \cdot 10^9$ от $5 \cdot 10^3$ до $45 \cdot 10^9$ от $5 \cdot 10^3$ до $67 \cdot 10^9$
Опция ATGA-1100-LF02 ATGA-1103A ATGA-1106A ATGA-1112A ATGA-1124A ATGA-1140A ATGA-1145A ATGA-1167A	от $1 \cdot 10^6$ до $3 \cdot 10^9$ от $1 \cdot 10^6$ до $6 \cdot 10^9$ от $1 \cdot 10^6$ до $12 \cdot 10^9$ от $1 \cdot 10^6$ до $24 \cdot 10^9$ от $1 \cdot 10^6$ до $40 \cdot 10^9$ от $1 \cdot 10^6$ до $45 \cdot 10^9$ от $1 \cdot 10^6$ до $67 \cdot 10^9$
Дискретность установки частоты, Гц	0,001
Частота опорного кварцевого генератора, МГц	10
Пределы относительной погрешности установки частоты генератора	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$

Продолжение таблицы А.1

Минимальный уровень выходного сигнала, дБм:	
ATGA-1012A	-120
ATGA-1024A	-120
ATGA-1040A	-110
ATGA-1045A	-90
ATGA-1067A	-90
ATGA-1103A	-120
ATGA-1106A	-120
ATGA-1112A	-120
ATGA-1124A	-120
ATGA-1140A	-120
ATGA-1145A	-110
ATGA-1167A	-90
Максимальный уровень выходного сигнала, дБм, в диапазоне частот: Для ATGA-1012A, ATGA-1024A, ATGA-1040A, ATGA-1045A, ATGA-1067A:	
от 9 кГц до 100 МГц включ.	+15
св. 100 МГц до 12 ГГц включ.:	
ATGA-1012A	+18
ATGA-1024A	+18
ATGA-1040A	+18
ATGA-1045A	+18
ATGA-1067A	+16
св. 12 до 20 ГГц включ.:	
ATGA-1024A	+18
ATGA-1040A	+18
ATGA-1045A	+18
ATGA-1067A	+16
св. 20 до 24 ГГц включ.:	
ATGA-1024A	+18
ATGA-1040A	+17
ATGA-1045A	+17
ATGA-1067A	+14
св. 24 до 36 ГГц включ.:	
ATGA-1040A	+15
ATGA-1045A	+15
ATGA-1067A	+14
св. 36 до 40 ГГц включ.:	
ATGA-1040A	+13
ATGA-1045A	+13
ATGA-1067A	+12
св. 40 до 45 ГГц включ.:	
ATGA-1045A	+13
ATGA-1067A	+10

Продолжение таблицы А.1

св. 45 до 55 ГГц включ.:	
ATGA-1067A	+12
св. 55 до 60 ГГц включ.:	
ATGA-1067A	+9
св. 60 до 67 ГГц включ.:	
ATGA-1067A	+7
Для ATGA-1103A, ATGA-1106A, ATGA-1112A, ATGA-1124A, ATGA-1140A, ATGA-1145A, ATGA-1167A:	
Стандартная комплектация	
от 5 кГц до 20 ГГц включ.	+15
св. 20 до 36 ГГц включ.	+13
св. 36 до 40 ГГц включ.	
ATGA-1140A	+13
ATGA-1145A	+13
ATGA-1167A	+12
св. 40 до 45 ГГц включ.	
ATGA-1145A	+10
ATGA-1167A	+10
св. 45 до 55 ГГц включ.	
ATGA-1167A	+12
св. 55 до 60 ГГц включ.	
ATGA-1167A	+9
св. 60 до 67 ГГц включ.	
ATGA-1167A	+7
Опция ATGA-1100-HP02	
от 5 кГц до 3 ГГц включ.	+15
св. 3 до 6 ГГц включ.	
ATGA-1106A, ATGA-1112A,	
ATGA-1124A, ATGA1140A, ATGA-1145A	+18
ATGA-1167A	+16
св. 6 до 12 ГГц включ.	
ATGA-1112A, ATGA-1124A,	
ATGA1140A, ATGA-1145A	+18
ATGA-1167A	+16
св. 12 до 20 ГГц включ.	
ATGA-1124A, ATGA1140A,	+18
ATGA-1145A	
ATGA-1167A	+16
св. 20 до 24 ГГц включ.	
ATGA-1124A, ATGA1140A,	+18
ATGA-1145A	
ATGA-1167A	+14
св. 24 до 36 ГГц включ.	
ATGA1140A, ATGA-1145A	+18
ATGA-1167A	+14

Продолжение таблицы А.1

св. 36 до 40 ГГц включ. ATGA-1140A ATGA-1145A ATGA-1167A	+17 +18 +12
св. 40 до 45 ГГц включ. ATGA-1145A ATGA-1167A	+17 +10
св. 45 до 55 ГГц включ. ATGA-1167A	+12
св. 55 до 60 ГГц включ. ATGA-1167A	+9
св. 60 до 67 ГГц включ. ATGA-1167A	+7
Разрешение по мощности, дБ	0,01
Пределы допускаемой погрешности установки уровня выходного сигнала, дБ Для ATGA-1012A, ATGA-1024A, ATGA-1040A, ATGA-1045A, ATGA-1067A:	
Диапазон частот выходного сигнала:	Диапазон значений уровня выходного сигнала
	от -90 до -70 дБм включ. св. -70 до -20 дБм включ. св. -20 до +15 дБм включ.
от 9 кГц до 10 МГц включ.	±2,0 дБ
св. 10 МГц до 3 ГГц включ.	±2,0 дБ
св. 3 до 20 ГГц включ.	±2,5 дБ
св. 20 до 40 ГГц включ.	-
св. 40 до 50 ГГц включ.	-
св. 50 до 67 ГГц включ.	-
Для ATGA-1103A, ATGA-1106A, ATGA-1112A, ATGA-1124A, ATGA-1140A, ATGA-1145A, ATGA-1167A	
Диапазон частот выходного сигнала:	Диапазон значений уровня выходного сигнала
	от -90 до -70 дБм включ. св. -70 до -20 дБм включ. св. -20 до +15 дБм включ.
от 5 кГц до 10 МГц включ.	±2,0 дБ
св. 10 МГц до 3 ГГц включ.	±2,0 дБ
св. 3 до 20 ГГц включ.	±2,5 дБ
св. 20 до 40 ГГц включ.	±3,0 дБ
св. 40 до 50 ГГц включ.	±3,0 дБ
св. 50 до 67 ГГц включ.	±3,0 дБ
Уровень гармонических составляющих относительно основного немодулированного сигнала, дБн Для ATGA-1012A, ATGA-1024A, ATGA-1040A, ATGA-1045A, ATGA-1067A:	
	от 9 кГц до 10 МГц включ.
	св. 10 до 200 МГц включ.
	св. 200 МГц до 23 ГГц
	-30 -40 -55

Продолжение таблицы А.1

Для ATGA-1103A, ATGA-1106A, ATGA-1112A, ATGA-1124A, ATGA-1140A, ATGA-1145A, ATGA-1167A: Стандартная комплектация от 5 кГц до 10 МГц включ. -30 св. 10 до 200 МГц включ. -40 св. 200 МГц до 23 ГГц включ. -55 Опция ATGA-1100-LFB02 от 1 МГц до 10 МГц включ. -60 св. 10 МГц до 1 ГГц включ. -58 св. 1 до 23 ГГц -55					
Уровень субгармонических составляющих относительно основного немодулированного сигнала, дБн Для ATGA-1012A, ATGA-1024A, ATGA-1040A, ATGA-1045A, ATGA-1067A: от 9 кГц до 12 ГГц включ. -85 св. 12 до 24 ГГц включ. -70 св. 24 до 40 ГГц включ. -65 св. 40 до 67 ГГц -60 Для ATGA-1103A, ATGA-1106A, ATGA-1112A, ATGA-1124A, ATGA-1140A, ATGA-1145A, ATGA-1167A: от 5 кГц до 12 ГГц включ. -85 св. 12 до 24 ГГц включ. -70 св. 24 до 40 ГГц включ. -65 св. 40 до 50 ГГц -60					
Уровень однополосных фазовых шумов в зависимости от частоты несущей, дБн/Гц					
Для ATGA-1000A(стандартная комплектация)	отстройка от несущей				
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц
1 ГГц	-105	-130	-138	-138	-136
10 ГГц	-85	-112	-118	-118	-120
20 ГГц	-80	-106	-112	-112	-114
40 ГГц	-74	-100	-106	-106	-108
Для ATGA-1100A(стандартная комплектация)					
100 МГц	-130	-152	-155	-155	-155
200 МГц	-125	-147	-155	-155	-155
1 ГГц	-110	-140	-148	-148	-153
10 ГГц	-92	-122	-130	-130	-140
20 ГГц	-86	-116	-124	-124	-134
40 ГГц	-80	-108	-118	-118	-128
Для ATGA-1100A(опц. ATGA-1100-ULN02)					
100 МГц	-130	-152	-161	-163	-165
200 МГц	-125	-147	-154	-157	-160
1 ГГц	-110	-140	-148	-148	-155
10 ГГц	-92	-122	-130	-130	-140
20 ГГц	-86	-116	-124	-124	-134
40 ГГц	-80	-108	-118	-118	-128

Окончание таблицы А.1

Динамический диапазон импульсного модулирующего сигнала, дБ, не менее	80
Длительность фронта/среза импульсного модулирующего сигнала, нс, не более	10
Минимальная длительность импульсного модулирующего сигнала, нс, не более	50

Приложение Б
к РТ-МП-807-441-2025
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки генераторов сигналов AkmeTech ATGA-1 в части определения метрологических характеристик

Таблица Б.1 – Условия проведения поверки:

Наименование контролируемого параметра	Значение контролируемого параметра
Температура окружающей среды, °С	
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

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 Signal Generator» должен не ниже 4.3.2.1	

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
5 кГц			$\pm 1 \cdot 10^{-6}$	
10 МГц				
100 МГц				
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)

Установленные на генераторе значения P_0 , дБ (1 мВт)	Частота, МГц	Действительные значения ΔP_0 , дБ (1 мВт)	Пределы допустимых значений ΔP , дБ	Действительные значения ΔP_0 , дБ (1 мВт)	Пределы допустимых значений ΔP , дБ	Вывод о соответствии
		модификации генератора ATGA-1100A		модификация генератора ATGA-1000A		
0	0,005		$\pm 1,2$	-	-	
0	2		$\pm 1,2$		$\pm 1,0$	
0	10		$\pm 0,5$		$\pm 1,0$	
0	50		$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
0	50,1		$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
0	100		$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
0	500		$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
0	1000		$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
0	1500		$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
0	2000		$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
0	2500		$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
0	3000		$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
0	3001		$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
0	3500		$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
0	4000		$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
0	4000		$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
0	4500		$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
0	5000		$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
0	5500		$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
0	6000		$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
0	6500		$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	

Продолжение таблицы Б.6.1

0	7000		$\pm 0,5$			$\pm 0,5$
0	7500		$\pm 0,5$			$\pm 0,5$
0	8000		$\pm 0,9$			$\pm 0,5$
0	8500		$\pm 0,5$			$\pm 0,5$
0	9000		$\pm 0,5$			$\pm 0,5$
0	9500		$\pm 0,5$			$\pm 0,5$
0	10000		$\pm 0,5$			$\pm 0,5$
0	11000		$\pm 0,5$			$\pm 0,5$
0	12000		$\pm 0,5$			$\pm 0,5$
0	13000		$\pm 0,5$			$\pm 0,5$
0	14000		$\pm 0,5$			$\pm 0,5$
0	15000		$\pm 0,5$			$\pm 0,5$
0	16000		$\pm 0,5$			$\pm 0,5$
0	17000		$\pm 0,5$			$\pm 0,5$
0	18000		$\pm 0,5$			$\pm 0,5$
0	19000		$\pm 0,5$			$\pm 0,5$
0	20000		$\pm 0,5$			$\pm 0,5$
0	20001		$\pm 1,0$			$\pm 1,0$
0	22000		$\pm 1,0$			$\pm 1,0$
0	24000		$\pm 1,0$			$\pm 1,0$
0	26000		$\pm 1,0$			$\pm 1,0$
0	28000		$\pm 1,0$			$\pm 1,0$
0	30000		$\pm 1,0$			$\pm 1,0$
0	32000		$\pm 1,0$			$\pm 1,0$
0	33000		$\pm 1,0$			$\pm 1,0$
0	34000		$\pm 1,0$			$\pm 1,0$
0	36000		$\pm 1,0$			$\pm 1,0$
0	38000		$\pm 1,0$			$\pm 1,0$
0	40000		$\pm 1,0$			$\pm 1,0$
0	40001		$\pm 1,3$			$\pm 1,3$
0	42000		$\pm 1,3$			$\pm 1,3$
0	44000		$\pm 1,3$			$\pm 1,3$
0	45000		$\pm 1,3$			$\pm 1,3$
0	46000		$\pm 1,3$			$\pm 1,3$
0	48000		$\pm 1,3$			$\pm 1,3$
0	50000		$\pm 1,3$			$\pm 1,3$
0	50001		$\pm 1,8$			$\pm 1,8$
0	52000		$\pm 1,8$			$\pm 1,8$
0	53000		$\pm 1,8$			$\pm 1,8$
0	54000		$\pm 1,8$			$\pm 1,8$
0	56000		$\pm 1,8$			$\pm 1,8$
0	58000		$\pm 1,8$			$\pm 1,8$
0	60000		$\pm 1,8$			$\pm 1,8$
0	62000		$\pm 1,8$			$\pm 1,8$
0	64000		$\pm 1,8$			$\pm 1,8$
0	66000		$\pm 1,8$			$\pm 1,8$
0	67000		$\pm 1,8$			$\pm 1,8$

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

Частота, МГц	Установленные на генераторе максимальные значения $P_{\text{МАКС}}$, дБ (1 мВт)	Действительные значения погрешности $\Delta P_{\text{МАКС}}$, дБ (1 мВт)	Пределы допустимых значений ΔP , дБ	Вывод о соответствии
0,05				
0,09				
10				
50				
100				
100,1				
1000				
1500				
2000				
2500				
3000				
3001				
3500				
4000				
4500				
5000				
5500				
6000				
6500				
7000				
7500				
8000				
8500				
9000				
9500				
10000				
11000				
12000				
13000				
14000				
15000				
16000				
17000				
18000				
19000				
20000				
20001				
22000				
24000				
26000				

Продолжение таблицы Б.6.2

28000				
30000				
32000				
33000				
34000				
36000				
38000				
40000				
40001				
42000				
44000				
45000				
46000				
48000				
50000				
52000				
53000				
54000				
56000				
58000				
60000				
62000				
64000				
66000				
67000				

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 минус 10 дБ (1 мВт)

Частота, МГц	Установленные на генераторе значения $P_{уст}$ дБ (1 мВт)	Действительные значения $\Delta P_{уст}$, дБ (1 мВт)	Пределы допустимых значений ΔP , дБ	Вывод о соответствии
0,005	-10			
0,005	-5			
0,005	+5			
10	-10			
10	-5			
10	+5			
50	-10			
50	-5			
50	+5			
1000	-10			
1000	-5			
1000	+5			
13000	-10			
13000	-5			
13000	+5			
20000	-10			

Продолжение таблицы Б.6.3

20000	-5	-		
20000	+5	-		
33000	-10	-		
33000	-5	-		
33000	+5	-		
40000	-10	-		
40000	-5	-		
40000	+5	-		
45000	-10	-		
45000	-5	-		
45000	+5	-		
50000	-10	-		
50000	-5	-		
50000	+5	-		
53000	-10	-		
53000	-5	-		
53000	+5	-		
67000	-10	-		
67000	-5	-		
67000	+5			

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 -10 дБ (1 мВт)

Частота, МГц	Уровень, установленный на генераторе Р, дБ (1 мВт)	Действительные значения ΔP , дБ (1 мВт)	Пределы допустимых значений ΔP , дБ	Вывод о соответствии
10,1	-15			
10,1	-20			
10,1	-25			
10,1	-30			
10,1	-35			
10,1	-40			
10,1	-45			
10,1	-50			
10,1	-55			
10,1	-60			
10,1	-65			
10,1	-70			
10,1	-75			
10,1	-80			
10,1	-85			
10,1	-90			
1000	-15			
1000	-20			
1000	-25			
1000	-30			
1000	-35			

Продолжение таблицы Б.6.4

1000	-40			
1000	-45			
1000	-50			
1000	-55			
1000	-60			
1000	-65			
1000	-70			
1000	-75			
1000	-80			
1000	-85			
1000	-90			
13000	-15			
13000	-20			
13000	-25			
13000	-30			
13000	-35			
13000	-40			
13000	-45			
13000	-50			
13000	-55			
13000	-60			
13000	-65			
13000	-70			
13000	-75			
13000	-80			
13000	-85			
13000	-90			
20000	-15			
20000	-20			
20000	-25			
20000	-30			
20000	-35			
20000	-40			
20000	-45			
20000	-50			
20000	-55			
20000	-60			
20000	-65			
20000	-70			
20000	-75			
20000	-80			
20000	-85			
20000	-90			
33000	-15			
33000	-20			
33000	-25			
33000	-30			
33000	-35			
33000	-40			

Продолжение таблицы Б.6.4

33000	-45			
33000	-50			
33000	-55			
33000	-60			
33000	-65			
33000	-70			
33000	-75			
33000	-80			
33000	-85			
33000	-90			
45000	-15			
45000	-20			
45000	-25			
45000	-30			
45000	-35			
45000	-40			
45000	-45			
45000	-50			
45000	-55			
45000	-60			
45000	-65			
45000	-70			
45000	-75			
45000	-80			
45000	-85			
45000	-90			
55000	-15			
55000	-20			
55000	-25			
55000	-30			
55000	-35			
55000	-40			
55000	-45			
55000	-50			
55000	-55			
55000	-60			
55000	-65			
55000	-70			
55000	-75			
55000	-80			
55000	-85			
55000	-90			
67000	-15			
67000	-20			
67000	-25			
67000	-30			
67000	-35			
67000	-40			
67000	-45			

Окончание таблицы Б.6.4

67000	-50			
67000	-55			
67000	-60			
67000	-65			
67000	-70			
67000	-75			
67000	-80			
67000	-85			
67000	-90			

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

Установленные значения частоты на генераторе	Номер гармоники	Действительные значения $P_{Гс}$, дБ относительно несущей	Допустимые значения $P_{Гс}$, дБ относительно несущей, не более
1 МГц	2		-30
1 МГц	3		
5 МГц	2		
5 МГц	3		
10 МГц	2		
10 МГц	3		
11 МГц	2		-40
11 МГц	3		
200 МГц	2		
200 МГц	3		
500 МГц	2		-55
500 МГц	3		
1 ГГц	2		
1 ГГц	3		
3 ГГц	2		
3 ГГц	3		
10 ГГц	2		
10 ГГц	3		
15 ГГц	2		
15 ГГц	3		
22,9 ГГц	2		

Окончание таблицы Б.7

опция ATGA-1100-LFB02			
1 МГц	2		-60
1 МГц	3		
5 МГц	2		
5 МГц	3		
10 МГц	2		
10 МГц	3		
11 МГц	2		-58
11 МГц	3		
100 МГц	2		
100 МГц	3		
500 МГц	2		
500 МГц	3		
1 ГГц	2		
1 ГГц	3		
3 ГГц	2		-55
3 ГГц	3		
10 ГГц	2	-79	
10 ГГц	3	-98	
15 ГГц	2	-69,9	
15 ГГц	3	-75	
22,9 ГГц	2	-60,8	

Таблица Б.8 – Определение уровня субгармонических составляющих синусоидального сигнала (P_{сгс})

Установленные значения частоты на генераторе	Частота субгармоники	Действительные значения P _{сгс} , дБ относительно несущей	Допустимые значения P _{сгс} , дБ относительно несущей, не более
1 МГц	0,515 МГц		-85
10 МГц	5,05 МГц		
50 МГц	25,15 МГц		
150 МГц	75,05 МГц		
10 ГГц	4,95 ГГц		
12 ГГц	5,95 ГГц		-70
15 ГГц	7,15 ГГц		
25 ГГц	15,05 ГГц		-65
30 ГГц	15,05 ГГц		
35 ГГц	16,95 ГГц		
45 ГГц	22,05 ГГц		-60
49,9 ГГц	24,95 ГГц		

Таблица Б.9 – Определение уровня однополосных фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт), (Р_{ФШ})

Установленные значения частоты на генераторе, ГГц	Частота отстройки, кГц	Действительные значения Р _{ФШ} , дБ относительно несущей	Допустимые значения Р _{ФШ} , дБ относительно несущей, не более
1	2	3	4
Модификации ATGA-1000A			
1	0,1		-105
	1		-130
	10		-138
	100		-138
	1000		-136
10	0,1		-85
	1		-112
	10		-118
	100		-118
	1000		-120
20	0,1		-80
	1		-106
	10		-112
	100		-112
	1000		-114
40	0,1		-74
	1		-100
	10		-106
	100		-106
	1000		-108
Модификации ATGA-1100A			
0,1	0,1		-130
	1		-152
	10		-155
	100		-155
	1000		-155
0,2	0,1		-125
	1		-147
	10		-155
	100		-155
	1000		-155
1	0,1		-112
	1		-140
	10		-148
	100		-148
	1000		-153
10	0,1		-92
	1		-122
	10		-130
	100		-130
	1000		-140

Окончание таблицы Б.9

20	0,1		-86
	1		-116
	10		-124
	100		-124
	1000		-134
40	0,1		-80
	1		-108
	10		-118
	100		-118
	1000		-128
Модификации ATGA-1100A с опцией ATGA-1100-ULN02			
0,1	0,1		-130
	1		-152
	10		-161
	100		-163
	1000		-165
0,2	0,1		-125
	1		-147
	10		-154
	100		-157
	1000		-160
1	0,1		-110
	1		-140
	10		-148
	100		-148
	1000		-155
10	0,1		-92
	1		-122
	10		-130
	100		-130
	1000		-140
20	0,1		-86
	1		-116
	10		-124
	100		-124
	1000		-134
40	0,1		-80
	1		-108
	10		-118
	100		-118
	1000		-128

ВНИМАНИЕ!!! Таблицы Б.10 и Б.11 заполняется, только для тех генераторов у которых установлены опция ATGA-1100-AP01 – импульсная модуляция.

Таблица Б.10 – Определение длительности фронта/среза и минимальной длительности импульсного модулирующего сигнала в режиме ИМ

Измеряемая характеристика	Измеренные значения длительности фронта/среза и минимальной длительности импульсного модулирующего сигнала тизм, нс	Допустимые значения длительности фронта/среза и минимальной длительности импульсного модулирующего сигнала, нс, не более	Вывод о соответствии
Длительность фронта импульсного модулирующего сигнала		10	
Длительность среза импульсного модулирующего сигнала		10	
Длительность импульсного модулирующего сигнала		50	

Таблица Б.11 – Определение коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами

Установленные значения частоты на генераторе	Измеренные значения коэффициента подавления КПиизм, дБ	Допустимые значения коэффициента подавления, дБ, не менее	Вывод о соответствии
1 ГГц		80	
F _{max}		80	