



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

М.П.

«28» марта 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРА И СИГНАЛОВ AkmeTech AT40

Методика поверки

РТ-МП-545-441-2025

г. Москва
2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки анализаторов спектра и сигналов AkmeTech AT40 (далее – анализаторов), используемых в качестве рабочих средств измерений.

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;

- передача единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 10 МГц до 37,5 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3461, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 26-2010;

- передача единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 67 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 9 ноября 2022 года № 2813, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 167-2021.

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

- передача единицы девиации частоты в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 1 февраля 2022 года № 233, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 166-2020.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений по пунктам 10.1 – 10.9 используется метод прямых измерений.

На основании письменного заявления владельца СИ допускается проводить периодическую поверку анализаторов в сокращенном объеме:

- на меньшем числе поддиапазонов измерений: в ограниченном поддиапазоне частот до верхней граничной частоты любой из модификаций анализатора соответствующего исполнения (для AkmeTech AT4052 до 4; 9; 13,2; 18; 26,5; 40; 45 ГГц; для AkmeTech AT4082 до 8,4; 18; 26,5; 45; 50 ГГц) в части операций по пунктам 10.1, 10.3, 10.5, 10.6 методики поверки;

- для меньшего числа измеряемых величин:

- а) без определения метрологических характеристик в режиме анализа аналоговой модуляции по пунктам 10.7, 10.8 методики поверки;

- б) без определения метрологических характеристик в режиме векторного анализа сигналов по пункту 10.9 методики поверки.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в приложении А настоящей 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 выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
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	8.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	-	-	10
Определение диапазона частот анализатора и относительной погрешности воспроизведения частоты опорного кварцевого генератора	Да	Да	10.1
Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей	Да	Да	10.2
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики	Да	Да	10.3
Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала от минус 50 до минус 10 дБ (1 мВт)	Да	Да	10.4
Определение абсолютного уровня плотности мощности собственных шумов	Да	Да	10.5
Определение уровня остаточных откликов	Да	Да	10.6
Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции	Да	Да	10.7
Определение абсолютной погрешности измерения девиации частоты	Да	Да	10.8
Определение остаточного среднеквадратического значения векторной ошибки модуляции для модуляции QPSK	Да	Да	10.9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11
<p>Примечания</p> <p>1 Операции по пунктам 10.7– 10.8 выполняются только для анализаторов с установленной опцией S09.</p> <p>2 Операции по пункту 10.9 выполняются только для анализаторов с установленной опцией S12.</p>			

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия, установленные 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.

4 Требование к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки анализаторов допускаются специалисты, имеющие необходимую квалификацию, освоившие работу с анализаторами и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки анализаторов спектра и сигналов AkmeTech AT40 применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне от плюс 20 °С до плюс 30 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °С Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью не более $\pm 3,0$ %	Термогигрометр UNITESS THB 1B, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 70481-18

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.1 Определение диапазона частот анализатора и относительной погрешности воспроизведения частоты опорного кварцевого генератора	Эталоны единицы частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по Приказу Росстандарта № 2360 от 26.09.2022, частота 10 МГц	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 70172-18
	Средство измерения частоты синусоидального сигнала 10 МГц с уровнем от минус 20 до 20 дБ (1 мВт)	Частотомер универсальный CNT-90, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 41567-09
	Средство воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 2 Гц до 67 ГГц; с уровнем мощности выходного сигнала от минус 30 до 0 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опциями B167, K24, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 68980-20
10.2 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей	Средство воспроизведения синусоидального сигнала с частотой 1 ГГц; спектральная плотность мощности фазовых шумов при отстройках 100 Гц / 1 кГц / 10 кГц / 100 кГц / 1 МГц не более -111 дБ / -130 дБ / -139 дБ / -141 дБ / -145 дБ относительно несущей в полосе 1 Гц	Генератор сигналов SMA100B с опциями B167, B711, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 68980-20
10.3 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики	Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 в диапазоне значений мощности от минус 30 до 0 дБ (1 мВт), в диапазоне частот от 10 МГц до 37,5 ГГц	Преобразователь измерительный NRP-Z57, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 48356-11
	Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда по Приказу Росстандарта от 09.11.2022 № 2813 в диапазоне значений мощности от минус 30 до 0 дБ (1 мВт), в диапазоне частот от 37,5 до 67 ГГц	
	Средство воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 10 МГц до 67 ГГц; уровнем мощности выходного сигнала от минус 30 до 10 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 68980-20

Окончание таблицы 2

1	2	3
10.4 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала от минус 50 до минус 10 дБ (1 мВт)	Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 в диапазоне значений мощности от минус 30 до 10 дБ (1 мВт), на частоте 500 МГц	Преобразователь измерительный NRP-Z57, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 48356-11
	Эталоны единицы ослабления электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3383, в диапазоне значений ослабления от 0 до 50 дБ на частоте 500 МГц	Аттенюатор ступенчатый R&S RSC с модулем 03, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 48368-11
	Средство воспроизведения синусоидального сигнала с частотой 500 МГц; уровнем мощности выходного сигнала от минус 20 до 10 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 68980-20
10.7 Определение относительной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции	Эталоны единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда по ГОСТ Р 8.717-2010, на несущей частоте 50 МГц	Калибратор SMBV-AM-FM, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 56540-14
10.8 Определение относительной погрешности измерения девиации частоты	Эталоны единицы девиации частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда по Приказу Росстандарта от 01.02.2022 № 233 на несущей частоте 50 МГц	Калибратор SMBV-AM-FM, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 56540-14
10.9 Определение остаточного среднеквадратического значения векторной ошибки модуляции для модуляции QPSK	Средство воспроизведения синусоидального сигнала с частотой 1 ГГц, уровнем мощности от минус 10 до 0 дБ (1 мВт), полосой модуляции не менее 10 МГц, модуляцией QPSK с абсолютной погрешностью $\pm 0,8\%$	Генератор сигналов SMM100A с опциями B1044, B9, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 82791-21
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

Таблица 3 – Вспомогательное оборудование

Номер пункта документа по поверке	Наименование вспомогательного оборудования	Требуемые технические характеристики вспомогательного оборудования	Рекомендуемое вспомогательное оборудование
10.3, 10.4	Делитель мощности резистивный	Диапазон частот от 10 МГц до 67 ГГц	Делитель мощности Keysight 11636D
10.5, 10.6	Нагрузка согласованная 50 Ом	Диапазон частот от 10 МГц до 67 ГГц	Нагрузки согласованные из набора мер ZV-Z218

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями Межгосударственного стандарта ГОСТ 12.2.003-91 «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 Анализаторы.

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», 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

7.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие Анализаторов следующим требованиям:

- внешний вид соответствует фотографиям, приведенным в описании типа на данное средство измерений;
- наличие маркировки, подтверждающей тип и серийный номер;
- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данное средство измерений;
- наружная поверхность не имеет следов механических повреждений, которые могут влиять на работу прибора и его органов управления;
- отсутствуют шумы внутри корпуса, обусловленные наличием незакрепленных

деталей;

- отсутствуют механические повреждения соединителей (вмятины, забоины, отслаивания покрытия и т. д.) и заусенцы на контактных и токонесущих поверхностях;
- отсутствуют посторонние частицы в соединителях.

7.2 Результаты выполнения операции считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования.

Установленный факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке не является критерием неисправности средства измерения и носит информативный характер для производителя средства измерений и сервисных центров, осуществляющих ремонт.

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

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

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 Проверить соблюдение условий проведения поверки на соответствие разделу 3 настоящей методики поверки.

8.1.2 Для контроля условий проведения поверки использовать средство измерений температуры окружающей среды и средство измерений относительной влажности воздуха, указанные в таблице 2.

8.2 Подготовка к поверке

8.2.1 Ознакомиться с порядком установки анализатора на рабочее место, порядком включения и управления анализатором, приведенными в руководствах по эксплуатации МТЛБ.411168.009.01 РЭ «Анализаторы спектра и сигналов AkmeTech AT40. Модификации AkmeTech AT4052A/B/C/D/E/F/G/H. Руководство по эксплуатации» или МТЛБ.411168.009.02 РЭ «Анализаторы спектра и сигналов AkmeTech AT40. Модификации AkmeTech AT4082B/D/E/F/H/L. Руководство по эксплуатации» в зависимости от модификации.

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

8.2.3 Подключить анализатор к сети питания. Включить анализатор согласно руководству по эксплуатации. Выдержать анализатор во включенном состоянии не менее 45 минут.

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

8.3 Опробование

8.3.1 При опробовании проверяется работоспособность анализатора.

8.3.2 Проверить отсутствие сообщений о неисправности после включения прибора.

8.3.3 На анализаторе установить заводскую конфигурацию прибора.

8.3.4 Проверить возможность установки значений полос пропускания на уровне минус 3 дБ от 1 до $20 \cdot 10^6$ Гц с шагом 1-2-3-5.

8.3.5 Произвести процедуру внутренней самокалибровки.

8.3.6 Выполнить следующие установки на анализаторе:

[Preset]
[Amp]
Ref Level: -10 dBm
[Freq]
Center Freq: 500 МГц
Span: 10 MHz

Включить внутренний калибровочный сигнал с частотой 500 МГц, установить маркер на пик сигнала.

8.3.7 Результаты опробования считать удовлетворительными, если после включения и загрузки программного обеспечения анализатора не возникают сообщения об ошибках; после загрузки заводской конфигурации отображается спектр шумов; обеспечивается установка всех значений полос пропускания от 1 до $20 \cdot 10^6$ Гц с шагом 1-2-3-5; по завершении процедуры внутренней самокалибровки не возникают сообщения об ошибках; значение уровня калибровочного сигнала находится в пределах от минус 22 до минус 18 дБ (1 мВт).

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

9 Проверка идентификации программного обеспечения

9.1 Идентификационное наименование, номер версии программного обеспечения анализатора, а также информация об установленных опциях отображаются во вкладке «About» системного меню «System».

Наименование и номер версии программного обеспечения должен соответствовать указанному в описании типа на данное средство измерений.

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

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение диапазона частот анализатора и относительной погрешности воспроизведения частоты опорного кварцевого генератора

10.1.1 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного кварцевого генератора проводят методом сравнения с мерой при помощи частотомера универсального CNT-90, используя в качестве меры стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG по схеме соединений на рисунке 1.

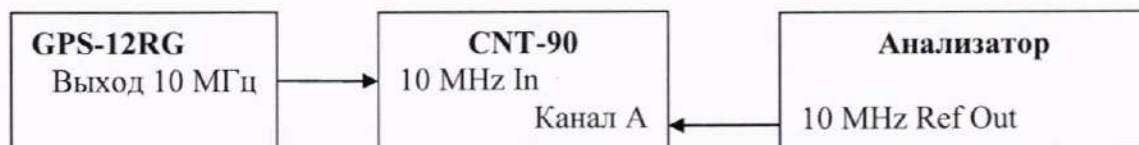


Рисунок 1

Включить работу от внешнего источника опорной частоты на частотомере.

Зафиксировать действительное значение воспроизведения частоты опорного генератора, измеренное частотомером $f_{\text{ч}}$.

10.1.2 Определение диапазона частот проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B по схеме соединений на рисунке 2.

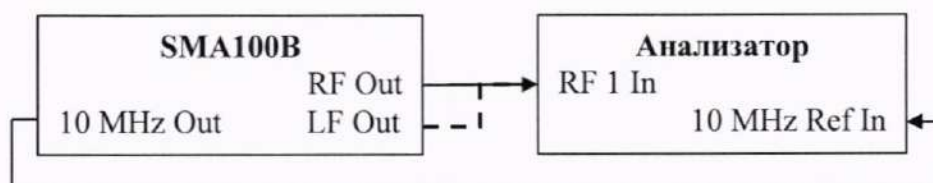


Рисунок 2

Для определения начальной частоты диапазона соединить низкочастотный выход LF Out генератора с входом анализатора. Установить выходное напряжение сигнала генератора 200 мВ, частоту 2 Гц.

На анализаторе установить центральную частоту 2 Гц, опорный уровень 0 дБ (1 мВт), полосу пропускания 1 Гц, развязку по входу DC.

Включить низкочастотный выход генератора. Измерить маркером анализатора частоту входного сигнала $f_{\text{нач}}$.

Для определения конечной частоты диапазона соединить радиочастотный выход RF Out генератора с входом анализатора. Установить уровень выходного сигнала генератора минус 10 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала $f_{\text{кон}}$ в соответствии с таблицей 5.

Таблица 4 – Значения конечных частот в зависимости от модификации анализатора

Модификация	Конечная частота $f_{\text{кон}}$, Гц
AT4052A	$4 \cdot 10^9$
AT4052B	$8 \cdot 10^9$
AT4052C	$13,6 \cdot 10^9$
AT4052D	$18 \cdot 10^9$
AT4052E	$26,5 \cdot 10^9$
AT4052F	$40 \cdot 10^9$
AT4052G	$45 \cdot 10^9$
AT4052H	$50 \cdot 10^9$
AT4082B	$8,4 \cdot 10^9$
AT4082D	$18 \cdot 10^9$
AT4082E	$26,5 \cdot 10^9$
AT4082F	$45 \cdot 10^9$
AT4082H	$50 \cdot 10^9$
AT4082L	$67 \cdot 10^9$

На анализаторе установить центральную частоту $f_{\text{кон}}$, опорный уровень 0 дБ (1 мВт), полосу обзора 100 кГц, режим синхронизации от внешнего опорного источника [I/O]: FreqRef: 10 MHz.

Включить радиочастотный выход генератора. Измерить маркером анализатора частоту входного сигнала $f_{\text{кон}}$.

10.2 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей

Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей 1 ГГц в полосе пропускания 1 Гц проводят методом прямых измерений с

помощью генератора сигналов SMA100B по схеме, приведенной на рисунке 3.

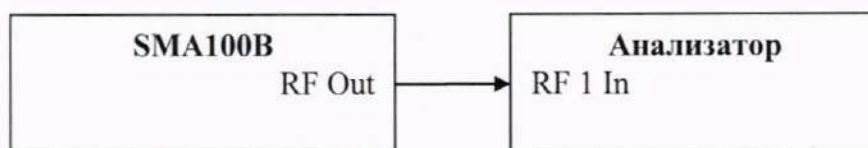


Рисунок 3

Выполнить следующие установки на анализаторе:

[Preset]

[I/O]

FreqRef: Inner

[Amp]

Ref Level: 0 dBm

Mech Atten: 0 dB

[Freq]

Center Freq: 1 GHz

Span: $2,5 * offset$

[BW]

Res BW: $0,1 * offset$

На генераторе установить уровень выходного сигнала 0 дБ (1 мВт), частоту 1 ГГц.
Включить выход генератора.

Далее установить на анализаторе:

[Peak]

Peak Search

Mkr->CF

[Trace]

Type: Average

[Meas Config]

Average Type: Log-Pwr Avg

Times: 100

[Marker]

Mkr Function: Phase Noise On

X Axis: *offset*

Дождаться усреднения трассы, затем определить действительные значения спектральной плотности мощности фазового шума относительно несущей L_{PN} , дБ/Гц, с помощью маркеров анализатора в строке Phase Noise при всех отстройках *offset*, устанавливая соответствующие Span и Res BW.

10.3 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики

10.3.1 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно уровня опорного сигнала на частоте 500 МГц проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B, преобразователя измерительного NRP-Z57 и делителя мощности по схеме, приведенной на рисунке 4.

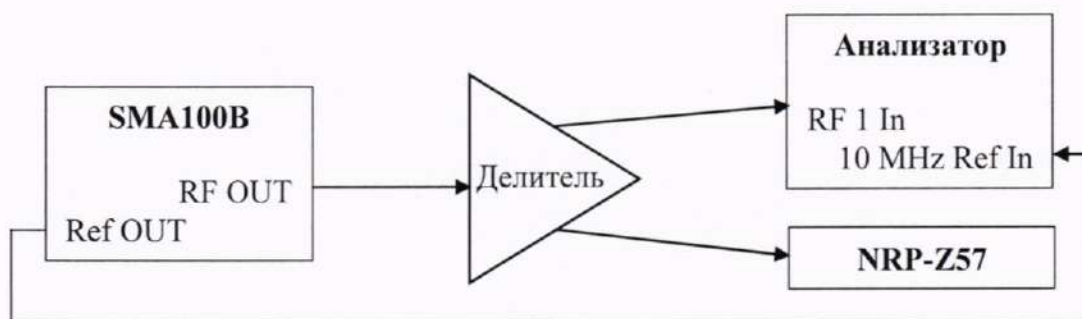


Рисунок 4

10.3.2 Выполнить следующие установки на анализаторе:

[Preset]

[I/O]

FreqRef: 10 MHz

[Amp]

Ref Level: -10 dBm

Mech Atten: 10 dB

PreAmplify: OFF

[Freq]

Center Freq: 500 MHz

Span: Zero Span

[BW]

Res BW: 30 kHz

VBW/RBW: Man – 0.1

10.3.3 Установить на генераторе сигналов уровень мощности минус 4 дБ (1 мВт), частоту 500 МГц.

Отрегулировать выходной уровень сигнала генератора таким образом, чтобы уровень входной мощности по показаниям ваттметра L_{power} составлял ровно минус 10 дБ (1 мВт).

10.3.4 Установить маркер анализатора на пик сигнала и зафиксировать результат измерения уровня мощности L_{REF} , дБ (1 мВт).

10.3.5 Подстраивая уровень входной мощности минус 10 дБ (1 мВт) по показаниям ваттметра, провести измерения уровня входной мощности на анализаторе в диапазоне частот L_F , дБ (1 мВт), устанавливая на анализаторе и генераторе значения частот из таблицы 5.

Таблица 5 – Значения частот измерения уровня входной мощности

Исполнение AkmeTech AT4052	Исполнение AkmeTech AT4082
1	2
10 МГц	10 МГц
50 МГц	50 МГц
100 МГц	100 МГц
200 МГц	101 МГц
800 МГц	200 МГц
1 ГГц	800 МГц
1,5 ГГц	1 ГГц
2 ГГц	1,5 ГГц
2,5 ГГц	2 ГГц
3 ГГц	2,5 ГГц
3,5 ГГц	3 ГГц

Продолжение таблицы 5

1	2
4 ГГц	3,25 ГГц
4,1 ГГц	3,3 ГГц
5 ГГц	3,5 ГГц
5,5 ГГц	4 ГГц
6 ГГц	5 ГГц
6,5 ГГц	5,25 ГГц
7 ГГц	5,3 ГГц
8 ГГц	5,5 ГГц
8,1 ГГц	6 ГГц
9 ГГц	6,5 ГГц
10 ГГц	7 ГГц
12 ГГц	8,2 ГГц
13,2 ГГц	8,3 ГГц
14 ГГц	8,4 ГГц
16 ГГц	9 ГГц
18 ГГц	10 ГГц
18,1 ГГц	12 ГГц
19 ГГц	14 ГГц
21 ГГц	16 ГГц
23 ГГц	18 ГГц
25 ГГц	18,1 ГГц
26,5 ГГц	19 ГГц
26,6 ГГц	21 ГГц
28 ГГц	23 ГГц
30 ГГц	25 ГГц
32 ГГц	26,5 ГГц
34 ГГц	26,6 ГГц
36 ГГц	28 ГГц
38 ГГц	30 ГГц
40 ГГц	32 ГГц
42 ГГц	34 ГГц
44 ГГц	36 ГГц
45 ГГц	38 ГГц
45,1 ГГц	40 ГГц
46 ГГц	40,1 ГГц
48 ГГц	42 ГГц
50 ГГц	44 ГГц
-	45 ГГц
-	46 ГГц
-	48 ГГц
-	48,1 ГГц
-	50 ГГц
-	52 ГГц
-	54 ГГц
-	56 ГГц
-	58 ГГц
-	60 ГГц
-	62 ГГц

Окончание таблицы 5

1	2
-	65 ГГц
-	67 ГГц

10.3.6 Для анализаторов без опции предусилителя пропустить выполнение операций по пунктам 10.4.6 – 10.4.7.

10.3.7 Установить на генераторе сигналов уровень мощности минус 14 дБ (1 мВт), частоту 500 МГц.

10.3.8 Подстраивая уровень входной мощности минус 20 дБ (1 мВт) по показаниям ваттметра, повторить измерения по пунктам 10.4.4 – 10.4.5 с включенным предусилителем, выполнив следующие установки на анализаторе:

[Amp]

Ref Level: -20 dBm

Mech Atten: 10 dB

PreAmplify: ON

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала от минус 50 до минус 10 дБ (1 мВт)

10.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B, аттенюатора ступенчатого R&S RSC, преобразователя измерительного NRP-Z57 и делителя мощности по схеме, приведенной на рисунке 5.

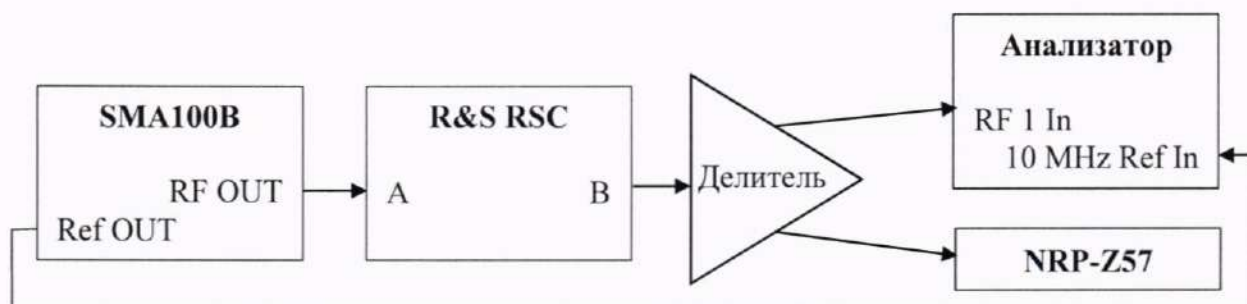


Рисунок 5

Выполнить следующие установки на анализаторе:

[I/O]

FreqRef: 10 MHz

[Amp]

Ref Level: -10 dBm

Mech Atten: 10 dB

[Freq]

Center Freq: 500 MHz

Span: 30 kHz

[BW]

Res BW: 10 kHz

10.4.2 Установить ослабление аттенюатора ступенчатого 0 дБ, на генераторе сигналов уровень мощности минус 4 дБ (1 мВт), частоту 500 МГц.

Отрегулировать выходной уровень сигнала генератора таким образом, чтобы уровень входной мощности по показаниям ваттметра L-10 составлял ровно минус 10 дБ (1 мВт).

10.4.3 Установить маркер анализатора на пик сигнала и зафиксировать результат измерения уровня мощности L_{AC} , дБ (1 мВт).

10.4.4 Повторить измерения, устанавливая ослабление аттенюатора ступенчатого от 10 до 50 дБ с шагом 10 дБ.

10.5 Определение абсолютного уровня плотности мощности собственных шумов

10.5.1 Определение абсолютного уровня плотности мощности собственных шумов проводят методом прямых измерений с помощью нагрузки согласованной 50 Ом.

Подключить к РЧ-входу анализатора нагрузку согласованную 50 Ом.

10.5.2 Выполнить следующие установки на анализаторе:

[Preset]

[I/O]

FreqRef: Inner

[Amp]

Ref Level: -50 dBm

Mech Atten: 0 dB

PreAmplify: OFF

[Freq]

Start Freq: $f_{нач}$

Stop Freq: $f_{кон}$

[BW]

Res BW: 100 kHz

[Trace]

Type: Average

Detector: Sample

[Meas Config]

Average Type: Log-Pwr Avg

Times: 100

[Marker]

Mkr Function: Marker Noise Status: On

Устанавливать значения начальной $f_{нач}$ и конечной $f_{кон}$ частот обзора согласно таблице 6.

Таблица 6 – Допускаемые значения абсолютного уровня плотности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц

Диапазоны частот	Предел, дБ (мВт/Гц), не более
1	2
Для модификаций AkmeTech AT4052A/B:	
<i>предусилитель выключен</i>	
от 10 МГц до 1 ГГц включ.	-151
св. 1 до 2 ГГц включ.	-149
св. 2 до 3 ГГц включ.	-148
св. 3 до 4 ГГц включ.	-144
св. 4 до 6 ГГц включ.	-147
св. 6 до 8 ГГц	-145
<i>предусилитель включен</i>	
от 10 МГц до 50 МГц включ.	-156
св. 50 МГц до 6 ГГц включ.	-161
св. 6 до 8 ГГц	-157

Продолжение таблицы 6

1	2
Для модификаций AkmeTech AT4052C/D/E/F/G/H:	
<i>предусилитель выключен</i>	
от 10 МГц до 1 ГГц включ.	-149
св. 1 до 2 ГГц включ.	-147
св. 2 до 3 ГГц включ.	-146
св. 3 до 4 ГГц включ.	-141
св. 4 до 6 ГГц включ.	-142
св. 6 до 8 ГГц включ.	-139
св. 8 до 18 ГГц включ.	-145
св. 18 до 26,5 ГГц включ.	-141
св. 26,5 до 40 ГГц включ.	-135
св. 40 до 45 ГГц включ.	-134
св. 45 до 50 ГГц	-130
<i>предусилитель включен</i>	
от 10 МГц до 50 МГц включ.	-156
св. 50 МГц до 6 ГГц включ.	-161
св. 6 до 18 ГГц включ.	-157
св. 18 до 26,5 ГГц включ.	-154
св. 26,5 до 40 ГГц включ.	-151
св. 40 до 50 ГГц	-148
Для модификации AkmeTech AT4082B:	
<i>предусилитель выключен</i>	
от 10 МГц до 100 МГц включ.	-149
св. 100 МГц до 1,2 ГГц включ.	-152
св. 1,2 до 2,2 ГГц включ.	-151
св. 2,2 до 3,25 ГГц включ.	-150
св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	-148
св. 5,25 до 6,5 ГГц включ.	-144
св. 6,5 до 8,4 ГГц	-142
<i>предусилитель включен</i>	
от 10 МГц до 100 МГц включ.	-156
св. 100 МГц до 3,25 ГГц включ.	-161
св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	-160
св. 5,25 до 8,4 ГГц	-156
Для модификаций AkmeTech AT4082D/E/F/H:	
<i>предусилитель выключен</i>	
от 10 МГц до 100 МГц включ.	-147
св. 100 МГц до 1,2 ГГц включ.	-151
св. 1,2 до 2,2 ГГц включ.	-150
св. 2,2 до 3,25 ГГц включ.	-148
св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	-145
св. 5,25 до 6,5 ГГц включ.	-142
св. 6,5 до 8,2 ГГц включ.	-140
св. 8,2 до 18 ГГц включ.	-143
св. 18 до 26,5 ГГц включ.	-137
св. 26,5 до 40 ГГц включ.	-130
св. 40 до 50 ГГц	-127

Окончание таблицы 6

1	2
<i>предусилитель включен</i>	
от 10 МГц до 100 МГц включ.	-156
св. 100 МГц до 3,25 ГГц включ.	-162
св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	-160
св. 5,25 до 8,4 ГГц включ.	-156
св. 8,4 до 18 ГГц включ.	-157
св. 18 до 26,5 ГГц включ.	-154
св. 26,5 до 40 ГГц включ.	-151
св. 40 до 50 ГГц	-148
Для модификации AkmeTech AT4082L:	
<i>предусилитель выключен</i>	
от 10 МГц до 100 МГц включ.	-147
св. 100 МГц до 1,2 ГГц включ.	-150
св. 1,2 до 2,2 ГГц включ.	-149
св. 2,2 до 3,25 ГГц включ.	-148
св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	-145
св. 5,25 до 6,5 ГГц включ.	-142
св. 6,5 до 8,2 ГГц включ.	-140
св. 8,2 до 18 ГГц включ.	-143
св. 18 до 26,5 ГГц включ.	-137
св. 26,5 до 40 ГГц включ.	-130
св. 40 до 50 ГГц включ.	-127
св. 50 до 54,8 ГГц включ.	-135
св. 54,8 до 63,6 ГГц включ.	-133
св. 63,6 до 67 ГГц	-131
<i>предусилитель включен</i>	
от 10 МГц до 100 МГц включ.	-157
св. 100 МГц до 3,25 ГГц включ.	-162
св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	-161
св. 5,25 до 8,2 ГГц включ.	-154
св. 8,2 до 18 ГГц включ.	-156
св. 18 до 26,5 ГГц включ.	-154
св. 26,5 до 40 ГГц включ.	-151
св. 40 до 48 ГГц включ.	-145
св. 48 до 54,8 ГГц включ.	-146
св. 54,8 до 63,6 ГГц включ.	-142
св. 63,6 до 67 ГГц	-140

Дождавшись усреднения трассы, поместить маркер на максимальное значение шумовой дорожки. По измерению маркера определить значение абсолютного уровня плотности мощности собственных шумов L_{NOISE} , дБ (мВт/Гц).

10.5.3 Для анализаторов с установленной опцией предусилителя повторить измерения по пункту 4.4.9.2, включив его:

[Amp]

PreAmplify: ON

10.6 Определение уровня остаточных откликов

Определение уровня остаточных откликов проводят методом прямых измерений, с помощью нагрузки согласованной 50 Ом.

Подключить к РЧ-входу анализатора нагрузку согласованную 50 Ом.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

[Preset]

[I/O]

FreqRef: Inner

[Amp]

Ref Level: -70 dBm

Mech Atten: 0 dB

PreAmplify: OFF

[Freq]

Start Freq: 1 MHz

Stop Freq: 8 GHz

[BW]

Res BW: 1 kHz

Дождавшись отрисовки трассы, установить маркер на пик и зафиксировать значение уровня остаточных откликов анализатора $L_{ост}$, дБ (1 мВт).

10.7 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции

Определение погрешности измерения коэффициента амплитудной модуляции (K_{AM}) проводят методом прямых измерений с помощью калибратора SMBV-AM-FM.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 6.

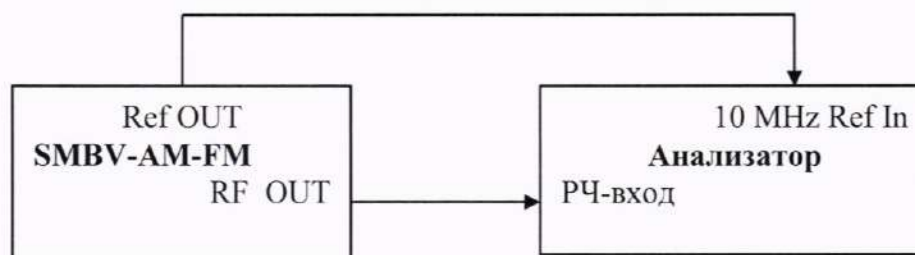


Рисунок 6

Установить выходной уровень сигнала калибратора 0 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 50 МГц.

Выполнить следующие установки на анализаторе в режиме «Analog Demod»:

[Preset]

[I/O]

FreqRef: 10 MHz

[Amp]

Ref Level: 10 dBm

[Freq]

Center Freq: 50 MHz

[Meas Config]

Demod Type: AM Demod

Meas BW: (ширина полосы анализа должна быть около $6 \cdot F_{мод}$)

Demod Time: (время анализа должно быть около $10/F_{мод}$)

Устанавливать на калибраторе значения K_{AM} и модулирующей частоты ($F_{мод}$) в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7

$K_{AM}, \%$	$F_{mod}, \text{кГц}$
1; 10; 50; 90; 95; 100	1
100	0,03; 0,09; 10; 100; 1000

Зафиксировать результаты измерений $K_{изм}$ в поле $\pm Peak/2$ (для значения K_{AM} 1 кГц – в поле $RMS \times \sqrt{2}$).

10.8 Определение абсолютной погрешности измерения девиации частоты

Определение погрешности измерения девиации частоты проводят методом прямых измерений с помощью калибратора SMBV-AM-FM.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 6.

Установить выходной уровень сигнала калибратора 0 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 50 МГц.

Выполнить следующие установки на анализаторе в режиме «Analog Demod»:

[Preset]

[I/O]

FreqRef: 10 MHz

[Amp]

Ref Level: 10 dBm

[Freq]

Center Freq: 50 MHz

[Meas Config]

Demod Type: FM Demod

Meas BW: (ширина полосы анализа должна быть около $6 \cdot (F_{mod} + \Delta f)$)

Demod Time: (время анализа должно быть около $10/F_{mod}$)

Устанавливать на калибраторе значения девиации частоты (Δf) и модулирующей частоты (F_{mod}) в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8

$\Delta f, \text{кГц}$	$F_{mod}, \text{кГц}$
0,005; 1; 10; 100; 1000	1
100	0,02; 0,09; 10; 100; 1000

Зафиксировать результаты измерений $\Delta f_{изм}$ в поле $\pm Peak/2$ (для значений Δf 0,005 и 1 кГц – в поле $RMS \times \sqrt{2}$).

10.9 Определение остаточного среднеквадратического значения векторной ошибки модуляции для модуляции QPSK

Определение остаточного среднеквадратического значения (СКЗ) векторной ошибки модуляции для модуляции QPSK проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов векторного SMM100A.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 7.

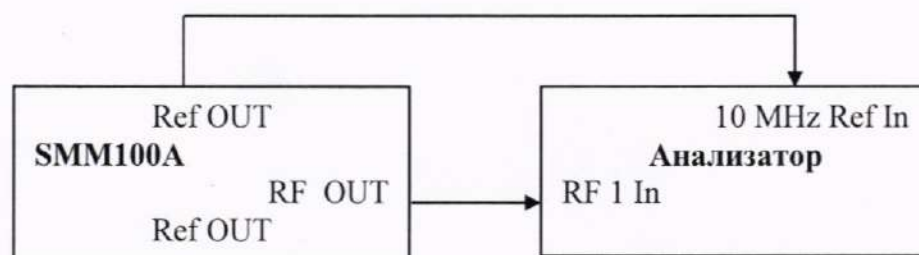


Рисунок 7

На генераторе SMM100A установить выходной уровень сигнала 0 дБ (1 мВт), частоту 1 ГГц с модуляцией QPSK, скоростью 100 кГц, фильтром Root Cosine и коэффициентом сглаживания 0,35.

На анализаторе в режиме «VSA» установить настройки для измерения модуляции с параметрами, идентичными установленным на генераторе.

Считать измеренное СКЗ векторной ошибки модуляции $\theta_{\text{изм}}$ на экране анализатора в окне «Errs Table» в строке «EVM» значение «Avg Value».

Повторить измерения для скорости модуляции 1 и 10 МГц.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Для полученных в пункте 10.1.1 результатов измерений $f_{\text{ч}}$ относительную погрешность воспроизведения частоты опорного кварцевого генератора $\delta_{\text{ог}}$ рассчитать по формуле:

$$\delta_{\text{ог}} = \frac{f_{\text{ч}}}{10} - 1, \quad (1)$$

где $f_{\text{ч}}$ – измеренное частотомером значение воспроизведения частоты опорного генератора, МГц.

Рассчитанное значение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного кварцевого генератора $\delta_{\text{ог}}$ не должно выходить за пределы $\pm(T \cdot 10^{-7} + 5,5 \cdot 10^{-8})$, где T – количество лет с даты выпуска или последней подстройки опорного генератора.

Значения начальной $f_{\text{нач}}$ и конечной $f_{\text{кон}}$ частот, определяемые по пункту 10.1.2, должны соответствовать диапазону рабочих частот модификации в соответствии с таблицей 9.

Таблица 9 – Диапазоны рабочих частот модификаций анализатора спектра и сигналов АТ40

Модификация	Диапазон рабочих частот, Гц
1	2
AkmeTech AT4052A	от 2 до $4 \cdot 10^9$
AkmeTech AT4052B	от 2 до $8 \cdot 10^9$
AkmeTech AT4052C	от 2 до $13,6 \cdot 10^9$
AkmeTech AT4052D	от 2 до $18 \cdot 10^9$
AkmeTech AT4052E	от 2 до $26,5 \cdot 10^9$
AkmeTech AT4052F	от 2 до $40 \cdot 10^9$
AkmeTech AT4052G	от 2 до $45 \cdot 10^9$
AkmeTech AT4052H	от 2 до $50 \cdot 10^9$
AkmeTech AT4082B	от 2 до $8,4 \cdot 10^9$

Продолжение таблицы 9

1	2
AkmeTech AT4082D	от 2 до $18 \cdot 10^9$
AkmeTech AT4082E	от 2 до $26,5 \cdot 10^9$
AkmeTech AT4082F	от 2 до $45 \cdot 10^9$
AkmeTech AT4082H	от 2 до $50 \cdot 10^9$
AkmeTech AT4082L	от 2 до $67 \cdot 10^9$

11.2 Полученные в пункте 10.2 результаты измерений спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей (на отстройке *offset*) L_{PN} , дБ/Гц, не должны превышать пределы, указанные в таблице 10.

Таблица 10 – Спектральная плотность мощности фазового шума относительно несущей 1 ГГц в полосе пропускания 1 Гц в полосе обзора не более $2,5 \times offset$

Значение отстройки (<i>offset</i>)	Предел, дБ/Гц, не более
Для модификаций AkmeTech AT4052A/B/C/D/E/F/G/H	
- 100 Гц	-95
- 1 кГц	-112
- 10 кГц	-122
- 100 кГц	-122
- 1 МГц	-135
Для модификаций AkmeTech AT4082B/D/E/F/H/L	
- 100 Гц	-107
- 1 кГц	-125
- 10 кГц	-134
- 100 кГц	-136
- 1 МГц	-140

11.3 Для полученных в пункте 10.3 результатов рассчитать неравномерность амплитудно-частотной характеристики А, дБ, по формуле:

$$A = L_F - L_{REF}, \quad (2)$$

где L_F – результат измерения уровня мощности в диапазоне частот, дБ (1 мВт);
 L_{REF} – результат измерения уровня мощности на частоте 500 МГц, дБ (1 мВт).

Рассчитанные значения не должны превышать пределы, указанные в таблице 11.

Таблица 11 – Допускаемые значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно уровня опорного сигнала на частоте 500 МГц (А)

Диапазоны частот	Пределы, дБ, не более
1	2
Для модификаций AkmeTech AT4052A/B/C/D/E/F/G/H: <i>предусилитель выключен</i>	
- от 10 МГц до 4 ГГц включ.	$\pm 0,4$
- св. 4 ГГц до 8 ГГц включ.	$\pm 0,5$
- св. 8 до 18 ГГц включ.	$\pm 1,5$
- св. 18 до 26,5 ГГц включ.	$\pm 2,0$
- св. 26,5 до 45 ГГц включ.	$\pm 2,5$
- св. 45 до 50 ГГц	$\pm 3,0$

Продолжение таблицы 11

1	2
<i>предусилитель включен</i>	
- от 10 МГц до 4 ГГц включ.	±1,0
- св. 4 ГГц до 8 ГГц включ.	±1,5
- св. 8 до 18 ГГц включ.	±2,5
- св. 18 до 45 ГГц включ.	±3,0
- св. 45 до 50 ГГц	±3,5
Для модификации AkmeTech AT4082B:	
<i>предусилитель выключен</i>	
- от 10 МГц до 100 МГц включ.	±0,5
- св. 100 МГц до 3,25 ГГц включ.	±0,4
- св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	±0,5
- св. 5,25 Гц до 8,4 ГГц	±0,5
<i>предусилитель включен</i>	
- от 10 МГц до 100 МГц включ.	±0,8
- св. 100 МГц до 3,25 ГГц включ.	±0,7
- св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	±0,8
- св. 5,25 Гц до 8,4 ГГц	±0,9
Для модификаций AkmeTech AT4082D/E/F/H:	
<i>предусилитель выключен</i>	
- от 10 МГц до 100 МГц включ.	±0,5
- св. 100 МГц до 3,25 ГГц включ.	±0,4
- св. 3,25 до 8,2 ГГц включ.	±0,5
- св. 8,2 до 18 ГГц включ.	±1,5
- св. 18 до 26,5 ГГц включ.	±1,8
- св. 26,5 до 40 ГГц включ.	±2,5
- св. 40 до 50 ГГц	±2,8
<i>предусилитель включен</i>	
- от 10 МГц до 100 МГц включ.	±0,5
- св. 100 МГц до 3,25 ГГц включ.	±0,7
- св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	±0,8
- св. 5,25 до 8,2 ГГц включ.	±0,9
- св. 8,2 до 18 ГГц включ.	±2,0
- св. 18 до 26,5 ГГц включ.	±2,3
- св. 26,5 до 40 ГГц включ.	±2,8
- св. 40 до 50 ГГц	±3,0
Для модификации AkmeTech AT4082L:	
<i>предусилитель выключен</i>	
- от 10 МГц до 100 МГц включ.	±0,5
- св. 100 МГц до 3,25 ГГц включ.	±0,4
- св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	±0,5
- св. 5,25 до 8,2 ГГц включ.	±0,5
- св. 8,2 до 18 ГГц включ.	±1,5
- св. 18 до 26,5 ГГц включ.	±1,8
- св. 26,5 до 40 ГГц включ.	±2,5
- св. 40 до 48 ГГц включ.	±2,8
- св. 48 до 67 ГГц	±3,0
<i>предусилитель включен</i>	
- от 10 МГц до 100 МГц включ.	±0,5
- св. 100 МГц до 3,25 ГГц включ.	±0,7
- св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	±0,8

Окончание таблицы 11

1	2
- св. 5,25 до 8,2 ГГц включ.	$\pm 0,9$
- св. 8,2 до 18 ГГц включ.	$\pm 2,0$
- св. 18 до 26,5 ГГц включ.	$\pm 2,3$
- св. 26,5 до 40 ГГц включ.	$\pm 2,8$
- св. 40 до 48 ГГц включ.	$\pm 3,0$
- св. 48 до 67 ГГц	$\pm 3,5$

11.4 Для полученных в пункте 10.4 результатов рассчитать абсолютную погрешность измерений уровня мощности входного сигнала от минус 50 до минус 10 дБ (1 мВт) ΔL , дБ, по формуле:

$$\Delta L = L_{AC} - L_{-10} + A_{RSC}, \quad (3)$$

где L_{-10} – показания ваттметра при ослаблении аттенюатора ступенчатого 0 дБ, дБ (1 мВт);

A_{RSC} – действительное значение ослабления аттенюатора ступенчатого, дБ.

Рассчитанные значения не должны превышать $\pm 0,24$ дБ.

11.5 Результаты испытаний по пункту 10.5 считаются удовлетворительными, если значения абсолютного уровня плотности мощности собственных шумов L_{NOISE} , дБ (мВт/Гц), не превышают пределы, указанные в таблице 6.

11.6 Результаты испытаний по пункту 10.6 считаются удовлетворительными, если значения уровня остаточных откликов L_{OCT} , дБ (1 мВт), не более минус 90 дБ (1 мВт).

11.7 Для полученных в пункте 10.7 результатов измерений $K_{ИЗМ}$, %, рассчитать абсолютную погрешность измерений коэффициента амплитудной модуляции ΔK_{AM} , %, по формуле:

$$\Delta K_{AM} = K_{ИЗМ} - K_{AM}, \quad (4)$$

где $K_{ИЗМ}$ – результат измерения коэффициента амплитудной модуляции, %;
 K_{AM} – установленный коэффициент амплитудной модуляции, %.

Рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции не должны выходить за пределы $\pm(0,01 \cdot K_{AM} + 0,1)$ %.

11.8 Для полученных в пункте 10.8 результатов измерений Δf рассчитать абсолютную погрешность измерений девиации частоты Δ , Гц, по формуле:

$$\Delta = \Delta f_{ИЗМ} - \Delta f, \quad (5)$$

где $\Delta f_{ИЗМ}$ – результат измерения девиации частоты, Гц;
 Δf – установленная девиация частоты, Гц.

Рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений девиации частоты не должны выходить за пределы $\pm(0,01 \cdot \Delta f + 5)$ Гц.

11.9 Для полученных в пункте 10.9 значений рассчитать значения остаточного

среднеквадратического значения векторной ошибки модуляции для модуляции QPSK $\theta_{ВН}$, %:

- если измеренное СКЗ векторной ошибки модуляции $\theta_{ИЗМ}$ менее 0,8 %, по формуле:

$$\theta_{ВН} = \frac{\theta_{ИЗМ}}{1,4}, \quad (6)$$

где $\theta_{ИЗМ}$ – измеренное СКЗ векторной ошибки модуляции, %.

- в остальных случаях по формуле:

$$\theta_{ВН} = \sqrt{\theta_{ИЗМ}^2 - \theta_{ГЕН}^2}, \quad (7)$$

где $\theta_{ГЕН} = 0,8 \%$ – допускаемый предел СКЗ векторной ошибки модуляции генератора SMM100A.

Результаты испытаний по данной операции считаются удовлетворительными, если значения остаточного среднеквадратического значения векторной ошибки модуляции для модуляции QPSK не превышают пределы, указанные в таблице 12.

Таблица 12 – Допускаемые пределы остаточного среднеквадратического значения векторной ошибки модуляции для модуляции QPSK

Скорость модуляции	Предел, %, не более
100 кГц	0,6
1 МГц	0,6
10 МГц	4,0

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 анализаторов спектра и сигналов AkmeTech AT40 требованиям, указанным в пунктах 11.1 – 11.9 настоящей методики;

- обеспечение прослеживаемости поверяемых анализаторов спектра и сигналов AkmeTech AT40 к государственным первичным эталонам единиц величин:

а) к ГЭТ 1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени»;

б) к ГЭТ 26-2010 «Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,5 ГГц»;

в) к ГЭТ 167-2021 «Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 118,1 ГГц»;

г) к ГЭТ 180-2010 «Государственный первичный эталон единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний»;

д) к ГЭТ 166-2020 «Государственный первичный эталон единицы девиации частоты».

11.11 При получении отрицательных результатов по любой из процедур, перечисленных в разделах 8.2; 9; 10 или несоответствии действительных значений метрологических характеристик анализаторов спектра и сигналов AkmeTech AT40 требованиям, указанным в пунктах 11.1 – 11.9 принимается решение о несоответствии

средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

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 произвольной формы.

12.2 Сведения о результатах и объеме проведенной поверки средства измерений в целях ее подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений. При оформлении свидетельства о поверке знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

12.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, при отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности к применению средства измерений. 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

Инженер по метрологии II категории
лаборатории № 441 ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



С. С. Кучеренко

Приложение А
(обязательное)

Таблица А.1 – Основные метрологические характеристики анализаторов спектра и сигналов AkmeTech AT40

Наименование характеристики	Значение
1	2
<p>Диапазон рабочих частот, Гц для модификаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> - AkmeTech AT4052A - AkmeTech AT4052B - AkmeTech AT4052C - AkmeTech AT4052D - AkmeTech AT4052E - AkmeTech AT4052F - AkmeTech AT4052G - AkmeTech AT4052H - AkmeTech AT4082B - AkmeTech AT4082D - AkmeTech AT4082E - AkmeTech AT4082F - AkmeTech AT4082H - AkmeTech AT4082L 	<p>от 2 до $4 \cdot 10^9$</p> <p>от 2 до $8 \cdot 10^9$</p> <p>от 2 до $13,6 \cdot 10^9$</p> <p>от 2 до $18 \cdot 10^9$</p> <p>от 2 до $26,5 \cdot 10^9$</p> <p>от 2 до $40 \cdot 10^9$</p> <p>от 2 до $45 \cdot 10^9$</p> <p>от 2 до $50 \cdot 10^9$</p> <p>от 2 до $8,4 \cdot 10^9$</p> <p>от 2 до $18 \cdot 10^9$</p> <p>от 2 до $26,5 \cdot 10^9$</p> <p>от 2 до $45 \cdot 10^9$</p> <p>от 2 до $50 \cdot 10^9$</p> <p>от 2 до $67 \cdot 10^9$</p>
Частота опорного кварцевого генератора, МГц	10
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты опорного кварцевого генератора	$\pm(T \cdot 10^{-7} + 5,5 \cdot 10^{-8})^*$
Допускаемые значения полос обзора	0 Гц; от 10 Гц до верхнего предела частоты соответствующей модификации
Номинальные значения полосы пропускания на уровне минус 3 дБ, МГц	от $1 \cdot 10^{-6}$ до 3 с шагом 1-2-3-5; 4; 5; 6; 8; 10; 20
<p>Спектральная плотность мощности фазовых шумов относительно несущей 1 ГГц в полосе пропускания 1 Гц, в полосе обзора не более $2,5 \times \text{offset}^{**}$, для модификаций AkmeTech AT4052A/B/C/D/E/F/G/H, дБн/Гц, не более:</p> <p>при отстройке от несущей:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 100 Гц - 1 кГц - 10 кГц - 100 кГц - 1 МГц 	<p>-95</p> <p>-112</p> <p>-122</p> <p>-122</p> <p>-135</p>
<p>Спектральная плотность мощности фазовых шумов относительно несущей 1 ГГц в полосе пропускания 1 Гц, в полосе обзора не более $2,5 \times \text{offset}^{**}$, для модификаций AkmeTech AT4082B/D/E/F/H/L, дБн/Гц, не более:</p> <p>при отстройке от несущей:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 100 Гц - 1 кГц - 10 кГц - 100 кГц - 1 МГц 	<p>-107</p> <p>-125</p> <p>-134</p> <p>-136</p> <p>-140</p>

Продолжение таблицы А.1

1	2
Абсолютный уровень плотности мощности собственных шумов (при простом или усредняющем детекторе, тип усреднения – логарифмический, при ослаблении входного аттенюатора 0 дБ, в полосе пропускания 1 Гц), дБ (мВт/Гц), не более:	
Для модификаций AkmeTech AT4052A/B:	
<i>предусилитель выключен</i>	
- от 10 МГц до 1 ГГц включ.	-151
- св. 1 до 2 ГГц включ.	-149
- св. 2 до 3 ГГц включ.	-148
- св. 3 до 4 ГГц включ.	-144
- св. 4 до 6 ГГц включ.	-147
- св. 6 до 8 ГГц	-145
<i>предусилитель включен</i>	
- от 10 МГц до 50 МГц включ.	-156
- св. 50 МГц до 6 ГГц включ.	-161
- св. 6 до 8 ГГц	-157
Для модификаций AkmeTech AT4052C/D/E/F/G/H:	
<i>предусилитель выключен</i>	
- от 10 МГц до 1 ГГц включ.	-149
- св. 1 до 2 ГГц включ.	-147
- св. 2 до 3 ГГц включ.	-146
- св. 3 до 4 ГГц включ.	-141
- св. 4 до 6 ГГц включ.	-142
- св. 6 до 8 ГГц включ.	-139
- св. 8 до 18 ГГц включ.	-145
- св. 18 до 26,5 ГГц включ.	-141
- св. 26,5 до 40 ГГц включ.	-135
- св. 40 до 45 ГГц включ.	-134
- св. 45 до 50 ГГц	-130
<i>предусилитель включен</i>	
- от 10 МГц до 50 МГц включ.	-156
- св. 50 МГц до 6 ГГц включ.	-161
- св. 6 до 18 ГГц включ.	-157
- св. 18 до 26,5 ГГц включ.	-154
- св. 26,5 до 40 ГГц включ.	-151
- св. 40 до 50 ГГц	-148
Для модификации AkmeTech AT4082B:	
<i>предусилитель выключен</i>	
- от 10 МГц до 100 МГц включ.	-149
- св. 100 МГц до 1,2 ГГц включ.	-152
- св. 1,2 до 2,2 ГГц включ.	-151
- св. 2,2 до 3,25 ГГц включ.	-150
- св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	-148
- св. 5,25 до 6,5 ГГц включ.	-144
- св. 6,5 до 8,4 ГГц	-142
<i>предусилитель включен</i>	
- от 10 МГц до 100 МГц включ.	-156
- св. 100 МГц до 3,25 ГГц включ.	-161
- св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	-160
- св. 5,25 до 8,4 ГГц	-156

Продолжение таблицы А.1

1	2
Для модификаций AkmeTech AT4082D/E/F/H:	
<i>предусилитель выключен</i>	
- от 10 МГц до 100 МГц включ.	-147
- св. 100 МГц до 1,2 ГГц включ.	-151
- св. 1,2 до 2,2 ГГц включ.	-150
- св. 2,2 до 3,25 ГГц включ.	-148
- св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	-145
- св. 5,25 до 6,5 ГГц включ.	-142
- св. 6,5 до 8,2 ГГц включ.	-140
- св. 8,2 до 18 ГГц включ.	-143
- св. 18 до 26,5 ГГц включ.	-137
- св. 26,5 до 40 ГГц включ.	-130
- св. 40 до 50 ГГц	-127
<i>предусилитель включен</i>	
- от 10 МГц до 100 МГц включ.	-156
- св. 100 МГц до 3,25 ГГц включ.	-162
- св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	-160
- св. 5,25 до 8,4 ГГц включ.	-156
- св. 8,4 до 18 ГГц включ.	-157
- св. 18 до 26,5 ГГц включ.	-154
- св. 26,5 до 40 ГГц включ.	-151
- св. 40 до 50 ГГц	-148
Для модификации AkmeTech AT4082L:	
<i>предусилитель выключен</i>	
- от 10 МГц до 100 МГц включ.	-147
- св. 100 МГц до 1,2 ГГц включ.	-150
- св. 1,2 до 2,2 ГГц включ.	-149
- св. 2,2 до 3,25 ГГц включ.	-148
- св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	-145
- св. 5,25 до 6,5 ГГц включ.	-142
- св. 6,5 до 8,2 ГГц включ.	-140
- св. 8,2 до 18 ГГц включ.	-143
- св. 18 до 26,5 ГГц включ.	-137
- св. 26,5 до 40 ГГц включ.	-130
- св. 40 до 50 ГГц включ.	-127
- св. 50 до 54,8 ГГц включ.	-135
- св. 54,8 до 63,6 ГГц включ.	-133
- св. 63,6 до 67 ГГц	-131
<i>предусилитель включен</i>	
- от 10 МГц до 100 МГц включ.	-157
- св. 100 МГц до 3,25 ГГц включ.	-162
- св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	-161
- св. 5,25 до 8,2 ГГц включ.	-154
- св. 8,2 до 18 ГГц включ.	-156
- св. 18 до 26,5 ГГц включ.	-154
- св. 26,5 до 40 ГГц включ.	-151
- св. 40 до 48 ГГц включ.	-145
- св. 48 до 54,8 ГГц включ.	-146
- св. 54,8 до 63,6 ГГц включ.	-142
- св. 63,6 до 67 ГГц	-140

Продолжение таблицы А.1

1	2
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно уровня опорного сигнала на частоте 500 МГц (А), ослабление входного аттенюатора 10 дБ, дБ:	
Для модификаций AkmeTech AT4052A/B/C/D/E/F/G/H:	
<i>предусилитель выключен</i>	
- от 10 МГц до 4 ГГц включ.	±0,4
- св. 4 ГГц до 8 ГГц включ.	±0,5
- св. 8 до 18 ГГц включ.	±1,5
- св. 18 до 26,5 ГГц включ.	±2,0
- св. 26,5 до 45 ГГц включ.	±2,5
- св. 45 до 50 ГГц	±3,0
<i>предусилитель включен</i>	
- от 10 МГц до 4 ГГц включ.	±1,0
- св. 4 ГГц до 8 ГГц включ.	±1,5
- св. 8 до 18 ГГц включ.	±2,5
- св. 18 до 45 ГГц включ.	±3,0
- св. 45 до 50 ГГц	±3,5
Для модификации AkmeTech AT4082B:	
<i>предусилитель выключен</i>	
- от 10 МГц до 100 МГц включ.	±0,5
- св. 100 МГц до 3,25 ГГц включ.	±0,4
- св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	±0,5
- св. 5,25 Гц до 8,4 ГГц	±0,5
<i>предусилитель включен</i>	
- от 10 МГц до 100 МГц включ.	±0,8
- св. 100 МГц до 3,25 ГГц включ.	±0,7
- св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	±0,8
- св. 5,25 Гц до 8,4 ГГц	±0,9
Для модификаций AkmeTech AT4082D/E/F/H:	
<i>предусилитель выключен</i>	
- от 10 МГц до 100 МГц включ.	±0,5
- св. 100 МГц до 3,25 ГГц включ.	±0,4
- св. 3,25 до 8,2 ГГц включ.	±0,5
- св. 8,2 до 18 ГГц включ.	±1,5
- св. 18 до 26,5 ГГц включ.	±1,8
- св. 26,5 до 40 ГГц включ.	±2,5
- св. 40 до 50 ГГц	±2,8
<i>предусилитель включен</i>	
- от 10 МГц до 100 МГц включ.	±0,5
- св. 100 МГц до 3,25 ГГц включ.	±0,7
- св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	±0,8
- св. 5,25 до 8,2 ГГц включ.	±0,9
- св. 8,2 до 18 ГГц включ.	±2,0
- св. 18 до 26,5 ГГц включ.	±2,3
- св. 26,5 до 40 ГГц включ.	±2,8
- св. 40 до 50 ГГц	±3,0
Для модификации AkmeTech AT4082L:	
<i>предусилитель выключен</i>	
- от 10 МГц до 100 МГц включ.	±0,5
- св. 100 МГц до 3,25 ГГц включ.	±0,4

Окончание таблицы А.1

1	2
- св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	$\pm 0,5$
- св. 5,25 до 8,2 ГГц включ.	$\pm 0,5$
- св. 8,2 до 18 ГГц включ.	$\pm 1,5$
- св. 18 до 26,5 ГГц включ.	$\pm 1,8$
- св. 26,5 до 40 ГГц включ.	$\pm 2,5$
- св. 40 до 48 ГГц включ.	$\pm 2,8$
- св. 48 до 67 ГГц	$\pm 3,0$
<i>предусилитель включен</i>	
- от 10 МГц до 100 МГц включ.	$\pm 0,5$
- св. 100 МГц до 3,25 ГГц включ.	$\pm 0,7$
- св. 3,25 до 5,25 ГГц включ.	$\pm 0,8$
- св. 5,25 до 8,2 ГГц включ.	$\pm 0,9$
- св. 8,2 до 18 ГГц включ.	$\pm 2,0$
- св. 18 до 26,5 ГГц включ.	$\pm 2,3$
- св. 26,5 до 40 ГГц включ.	$\pm 2,8$
- св. 40 до 48 ГГц включ.	$\pm 3,0$
- св. 48 до 67 ГГц	$\pm 3,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений мощности (внутренний аттенуатор 10 дБ, предусилитель выкл., значения входного сигнала от минус 50 до минус 10 дБ (1 мВт), Fпч от 1 Гц до 1 МГц), дБ:	
- на опорной частоте 500 МГц	$\pm 0,24$
- от 10 МГц до верхнего предела частот	$\pm (0,24 + A)$
Уровень остаточных откликов, внутренний аттенуатор 0 дБ, от 1 МГц до 8 ГГц, дБ (1 мВт), не более	-90
Анализ аналоговой модуляции (опция S09)	
Диапазон измерений коэффициента амплитудной модуляции (K_{AM}), %	от 1 до 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений K_{AM} при частоте модулирующего сигнала от 30 Гц до 1 МГц, %	$\pm (0,01 \cdot K_{AM} + 0,1)$
Диапазон измерений девиации частоты (Δf), Гц	от 5 до $1 \cdot 10^7$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений девиации частоты при частоте модулирующего сигнала от 20 Гц до 1 МГц, Гц	$\pm (0,01 \cdot \Delta f + 5)$
Векторный анализ сигналов (опция S12)	
Остаточное среднеквадратическое значение векторной ошибки модуляции для модуляции QPSK и частоты несущей 1 ГГц в зависимости от скорости модуляции, %, не более	
- 100 кГц	0,6
- 1 МГц	0,6
- 10 МГц	4,0
* где T – количество лет с даты выпуска или последней подстройки опорного генератора;	
** offset – значение отстройки от несущей на частоте 1 ГГц.	