



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

«15» июня 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ ВЕКТОРНЫЕ КОБАЛЬТ-М

Методика поверки

РТ-МП-284-441-2026

г. Москва
2026 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки анализаторов цепей векторных Кобальт-М (далее по тексту анализаторы), используемых в качестве рабочих средств измерений или в качестве эталонов, 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, утверждённой приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭТ 1-2022);

- передача единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 100 кГц до 37,5 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утверждённой приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах (ГЭТ 26-2010);

- передача единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 44 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утверждённой приказом Росстандарта от 9 ноября 2022 г. № 2813, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы мощности электромагнитных колебаний (ГЭТ 167-2021);

- передача единиц волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 100 кГц до 44 ГГц, в соответствии с государственной поверочной схемой, утверждённой приказом Росстандарта от 16 августа 2023 г. № 1678, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы волнового сопротивления в коаксиальных волноводах (ГЭТ 75-2023).

- передача единицы ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 100 кГц до 44 ГГц, в соответствии с государственной поверочной схемой, утверждённой приказом Росстандарта от 30 декабря 2020 г. № 3383, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы ослабления электромагнитных колебаний (ГЭТ 193-2011).

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используются методы прямых измерений и непосредственного сличения.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования:

- для анализаторов цепей векторных Кобальт-М, используемых в качестве рабочих средств измерений, приведенные в приложении А в таблицах А.1 - А.5.

- для анализаторов цепей векторных Кобальт-М, используемых в качестве эталонов, приведенные в приложении А в таблицах А.1 - А.8.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	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	Да	Да	10
Определение относительной погрешности установки частоты внутреннего опорного генератора	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности в зависимости от диапазона уровней	Да	Да	10.2
Определение абсолютной погрешности измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт)	Да	Да	10.3
Определение среднего квадратического отклонения значений шумов измерительной трассы при измерении коэффициентов отражения или передачи 0 дБ для уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт), в полосе пропускания 1 кГц, в диапазоне частот	Да	Да	10.4
Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы при измерении коэффициента передачи при фильтре ПЧ 10 Гц и уровне выходной мощности 0 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты и коэффициента передачи	Да	Нет	10.5
Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы в импульсном режиме	Да	Нет	10.6
Определение спектральной плотности среднего уровня собственного шума приемников в диапазоне частот	Да	Да	10.7
Определение нелинейности приемников L относительно уровня 0 дБ (1 мВт) в диапазоне уровней без учета шумов трассы	Да	Да	10.8

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение относительной погрешности измерений отношения мощностей L при использовании в качестве рабочего эталона 1-ого разряда относительно уровня минус 5 дБ (1 мВт) в диапазоне уровней	Да	Да	10.9
Определение коэффициента отражения входа измерительного порта совместно с аттенуатором из набора мер	Да	Да	10.10
Определение нескорректированных параметров	Да	Да	10.11
Определение составляющей абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи Т по МИ 3411-2013 и абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи в диапазоне частот	Да	Да	10.12
Определение погрешности измерений комплексного коэффициента отражения (ККО)	Да	Да	10.13
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, °Сот 18 до 28;
- 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.

4.2 Требования к количеству специалистов в целях обеспечения безопасности работ и выполнения процедур поверки отсутствуют.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки анализаторов применяют средства поверки, указанные в таблице 2 и вспомогательное оборудование, указанное в таблице 3.

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
п.8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +18 °С до +28 °С с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ °С	Термогигрометр UNITESS THB 1B, рег. № 70481-18
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью $\pm 3,0$ %	
10.1 Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора	Эталоны единиц времени и частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360; для воспроизведения сигнала опорной частоты 10 МГц	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG рег. № 70172-18
	Средство измерений частоты 10 МГц с возможностью синхронизации от внешнего источника опорной частоты 10 МГц	Приемник измерительный R&S FSMR50 рег. № 50678-12
10.2 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности в зависимости от диапазона уровней	Эталоны единиц мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже: 3-го разряда в диапазоне частот от 100 кГц до 30 МГц в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461; 2-го разряда в диапазоне частот от 30 МГц до 37,5 ГГц в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461; 1-го разряда в диапазоне частот от 37,5 до 44 ГГц в соответствии с приказом Росстандарта от 09.11.2012 № 2813 в диапазоне значений мощности от $3 \cdot 10^{-4}$ до 10^2 мВт	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP50T, рег. № 69958-17
	Эталоны единиц ослабления электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 1-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3383 в диапазоне частот от 100 кГц до 44 ГГц; в динамическом диапазоне не менее 120 дБ	Приемник измерительный R&S FSMR50 рег. № 50678-12

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.3 Определение абсолютной погрешности измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт)	Эталоны единиц мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже: 3-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461; 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461; 1-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 09.11.2012 № 2813 в диапазоне частот от 100 кГц до 44 ГГц; в диапазоне значений мощности от $3 \cdot 10^{-4}$ до 10^2 мВт	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP50T, рег. № 69958-17
	Средства измерений для воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 100 кГц до 44 ГГц с уровнем мощности выходного сигнала от минус 10 до 10 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B, с опцией B150 рег. № 68980-20
10.4 Определение среднего квадратического отклонения значений шумов измерительной трассы при измерении коэффициентов отражения для уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт), в полосе пропускания 1 кГц, в диапазоне частот	Эталоны единицы комплексного коэффициента отражения в коаксиальных волноводах и средства измерений, соответствующие требованиям к вторичным эталонам в соответствии с приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 в диапазоне частот от 100 кГц до 44 ГГц Модуль коэффициента отражения нагрузок короткозамкнутых в диапазоне частот не менее 0,97	Наборы мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z235, ZV-Z224 рег. № 52112-12
10.5 Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы при измерении коэффициента передачи при фильтре ПЧ 10 Гц и уровне выходной мощности 0 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты и коэффициента передачи	Эталоны единицы комплексного коэффициента отражения в коаксиальных волноводах и средства измерений, соответствующие требованиям к вторичным эталонам в соответствии с приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 в диапазоне частот от 100 кГц до 44 ГГц диапазон значений модуля комплексного коэффициента передачи 10, 20, 30 дБ	Наборы мер НЗМ-05, НЗМ-13 рег. № 70750-18
	Эталоны единицы ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3383 в диапазоне частот от 100 кГц до 44 ГГц; в диапазоне ослаблений от 0 до минус 70 дБ	Аттенюатор ступенчатый R&S RSC с модулем Z405 рег. № 48368-11

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.6 Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы в импульсном режиме	Эталоны единицы комплексного коэффициента отражения в коаксиальных волноводах и средства измерений, соответствующие требованиям к вторичным эталонам в соответствии с приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 в диапазоне частот от 100 кГц до 44 ГГц Модуль коэффициента отражения нагрузок короткозамкнутых в диапазоне частот не менее 0,97	Наборы мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z235, ZV-Z224 рег. № 52112-12
10.7 Определение спектральной плотности среднего уровня собственного шума приемников в диапазоне частот	Эталоны единицы комплексного коэффициента отражения в коаксиальных волноводах и средства измерений, соответствующие требованиям к вторичным эталонам в соответствии с приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 в диапазоне частот от 100 кГц до 44 ГГц Модуль коэффициента отражения нагрузок согласованных в диапазоне частот не более 0,05	Наборы мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z235, ZV-Z224 рег. № 52112-12
10.8 Определение нелинейности приемников L относительно уровня 0 дБ (1 мВт) в диапазоне уровней без учета шумов трассы	Эталоны единиц мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже: 1-го разряда на частотах 1 ГГц и 10 ГГц в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461; в диапазоне мощности от $3 \cdot 10^{-4}$ до 10^2 мВт; пределы относительной погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты 0,3 %.	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP50T, рег. № 69958-17
	Средства измерений для воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 1 ГГц до 10 ГГц с уровнем мощности выходного сигнала от минус 50 до 13 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B, с опцией B150, B37, K38 рег. № 68980-20
	Эталоны единицы ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3383 в диапазоне частот от 100 кГц до 44 ГГц; в диапазоне ослаблений от 0 до минус 35 дБ	Аттенуатор ступенчатый R&S RSC с модулем Z405 рег. № 48368-11

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.9 Определение относительной погрешности измерений отношения мощностей L при использовании в качестве рабочего эталона 1-ого разряда относительно уровня минус 5 дБ (1 мВт) в диапазоне уровней	Эталоны единиц мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже: вторичного эталона соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461; на частотах 1 ГГц и 10 ГГц; 1-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461; в диапазоне частот от 100 кГц до 44 ГГц; в диапазоне значений мощности от $3 \cdot 10^{-4}$ до 10^2 мВт; пределы относительной погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты 0,1 %.	Калибратор мощности СВЧ NRPC18 рег. № 54535-13 Калибратор мощности СВЧ NRPC67 рег. № 76672-19
	Эталоны единицы комплексного коэффициента отражения в коаксиальных волноводах и средства измерений, соответствующие требованиям к вторичным эталонам в соответствии с приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 в диапазоне частот от 100 кГц до 44 ГГц диапазон значений модуля комплексного коэффициента передачи 10 и 30 дБ	Наборы мер НЗМ-05, НЗМ-13 рег. № 70750-18
	Средства измерений для воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 100 кГц до 44 ГГц с уровнем мощности выходного сигнала от минус 50 до 10 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B, с опцией B150 рег. № 68980-20
10.10 Определение коэффициента отражения входа измерительного порта совместно с аттенуатором из набора мер	Средство измерений КСВН в диапазоне частот от 10 МГц до 44 ГГц; диапазон измерений КСВН от 1,05 до 10 с погрешностью измерения КСВН ± 5 %	Анализатор электрических цепей векторный ZVA50 рег. № 37174-08
	Средство измерений КСВН в диапазоне частот от 100 кГц до 4,5 ГГц, диапазон измерений КСВН от 1,05 до 10 с погрешностью измерения КСВН ± 5 %	Анализатор цепей векторный ZNB4 рег. № 49105-12

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.11 Определение нескорректированных параметров	Эталоны единицы комплексного коэффициента отражения в коаксиальных волноводах и средства измерений, соответствующие требованиям к вторичным эталонам в соответствии с приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 в диапазоне частот от 100 кГц до 44 ГГц Модуль коэффициента отражения нагрузок согласованных в диапазоне частот не более 0,05	Наборы мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z235, ZV-Z224 рег. №52112-12
	Средство измерений КСВН в диапазоне частот от 10 МГц до 44 ГГц; диапазон измерений КСВН от 1,05 до 10 с погрешностью измерения КСВН $\pm 5\%$	Анализатор электрических цепей векторный ZVA50 рег. № 37174-08
	Средство измерений КСВН в диапазоне частот от 100 кГц до 4,5 ГГц, диапазон измерений КСВН от 1,05 до 10 с погрешностью измерения КСВН $\pm 5\%$	Анализатор цепей векторный ZNB4 рег. № 49105-12
10.12 Определение составляющей абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи Т по МИ 3411-2013 и абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи в диапазоне частот	Эталоны единицы комплексного коэффициента передачи в коаксиальных волноводах и средства измерений, соответствующие требованиям к вторичным эталонам в соответствии с приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 - в диапазоне частот от 100 кГц до 44 ГГц; Модуль комплексного коэффициента передачи не менее минус 0,4 дБ с погрешностью $\pm 0,05$ дБ св. 100 кГц до 18 ГГц включ., $\pm 0,08$ дБ св. 18 ГГц до 32 ГГц включ. $\pm 0,10$ дБ св. 32 ГГц до 44 ГГц включ.	Наборы мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z235, ZV-Z224 рег. №52112-12 Наборы калибровочных мер НКММ-13, НКММ-05 рег. №63453-16

Окончание таблицы 2

1	2	3
10.13 Определение погрешности измерений комплексного коэффициента отражения	Эталоны единицы комплексного коэффициента отражения в коаксиальных волноводах и средства измерений, соответствующие требованиям к вторичным эталонам в соответствии с приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 в диапазоне частот от 100 кГц до 44 ГГц; в диапазоне значений модуля комплексного коэффициента отражения от 0 до 1 для согласованных нагрузок; в диапазоне значений модуля комплексного коэффициента отражения от 0,091 до 0,333 для рассогласованных нагрузок; в диапазоне значений фазы комплексного коэффициента отражения от 0 до 360°	Наборы мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z235, ZV-Z224 рег. №52112-12 Наборы мер НЗМ-05, НЗМ-13 рег. № 70750-18
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
1	2	3	4
10.1 – 10.15	Персональный компьютер	Операционная система Windows 7 и выше; интерфейс USB 2.0	-
10.3, 10.8	Резистивный делитель мощности	Диапазон частот от 0 Гц до 50 ГГц КСВН не более 1,4; КП между выходами не менее -7,5 дБ; Разность амплитуд между КП плеч не более 0,5 дБ	Делитель мощности ДМС2А-50-05Р

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-91 «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 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия. с Изменением №1» и ГОСТ IEC 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 анализатора следующим требованиям:

- внешний вид анализатора должен соответствовать фотографиям, приведённым в описании типа на данный анализатор, при этом допускается незначительное изменение дизайна анализатора, не влияющее на однозначное определение типа анализатора по внешнему виду;
- комплектность анализатора соответствует указанной в эксплуатационной документации;
- наличие маркировки, подтверждающей тип средства измерений и серийный номер;
- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно руководству по эксплуатации 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;
- кабель USB не имеет повреждений;
- отсутствуют механические повреждения соединителей (вмятины, забоины, отслаивания покрытия и т. д.) и заусенцы на контактных и токонесущих поверхностях анализатора;
- отсутствуют механические повреждения и посторонние частицы внутри соединителей анализатора, кабеля измерительного СВЧ, набора калибровочных мер и автоматического калибровочного модуля.

7.2 Провести визуальный контроль чистоты соединителей анализатора, кабеля измерительного СВЧ, набора калибровочных мер и автоматического калибровочного модуля. В случае обнаружения посторонних частиц провести чистку соединителей. Процедура чистки соединителей включает в себя их продувку сжатым воздухом (использовать баллончик со сжатым воздухом или резиновую грушу) с целью удаления частиц пыли и частиц отслоившихся токопроводящих покрытий и протирку токоведущих поверхностей соединителей спиртом этиловым ректификованным. Протирку производить при помощи ватной палочки, смоченной в спирте. Центральный проводник соединителя «розетка» допускается чистить только продувкой сжатым воздухом.

После протирки просушить соединители и убедиться в отсутствии остатков спирта внутри соединителей. Провести визуальный контроль чистоты соединителей, убедиться в отсутствии посторонних частиц. В случае необходимости, чистку повторить.

7.3 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 таблице Б.2 приложения Б.

Результаты внешнего осмотра зафиксировать в таблице Б.2 приложения Б.

7.4 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 Контроль условий поверки

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

8.1.2 Для контроля условий проведения поверки использовать средства измерений температуры окружающей среды и средства измерений относительной влажности воздуха, указанные в таблице 2. Результаты измерений зафиксировать в таблице Б.1 приложения Б.

8.2 Подготовка к поверке

8.2.1 Ознакомиться с порядком установки анализатора на рабочее место, порядком включения и управления анализатором, приведёнными в руководстве по эксплуатации РЭ 26.51.43.120-210-21477812-2025.

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

Подключить анализатор к персональному компьютеру с помощью кабеля USB. Установить драйвер и программное обеспечение S2VNA для модификаций Кобальт-М CM222A, Кобальт-М CM222B, Кобальт-М CM244B или S4VNA для модификаций Кобальт-М CM422B, Кобальт-М CM444B для управления анализатором согласно руководству по эксплуатации. Запустить управляющее программное обеспечение. Выдержать анализатор во включенном состоянии не менее 60 минут.

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 и возможность установки на выходе анализатора номинальных значений уровня выходной мощности минус 10 и 0 дБ (1 мВт) и отображения соответствующей трассы.

8.3.2 Запустить управляющее программное обеспечение S2VNA/S4VNA. Проверить, что анализатор подключился к программному обеспечению по индикатору, расположенному в строке состояния.

8.3.3 Установить на анализаторе параметры по умолчанию, тип сканирования линейный, режим измерений:

для модификаций Кобальт-М CM222A, Кобальт-М CM222B, Кобальт-М CM244B «Отклик - Измерение – Абсолютн. - R1(1)»;

для модификаций Кобальт-М CM422B, Кобальт-М CM444B «Отклик - Измерение – Опорный приемник - R1(1)».

Установить уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт) и проверить наличие трассы на номинальном уровне 0 дБ (1 мВт). Установить уровень выходной мощности минус 10 дБ (1 мВт) и убедиться в соответствующем изменении трассы.

Повторить для остальных портов, установив на анализаторе тип измерений «Отклик – Измерение – Опорный приемник – R X(X)», где X – номер проверяемого порта.

8.3.4 Результаты опробования считать удовлетворительными, если при загрузке управляющего программного обеспечения анализатора не возникают сообщения об ошибках; анализатор подключается к программному обеспечению по индикатору, расположенному в строке состояния; после выдержки анализатора во включенном состоянии не менее 60 минут на всех портах анализатора обеспечивается индикация мощности опорного приемника для номинальных уровней 0 и минус 10 дБ (1 мВт). Результаты опробования зафиксировать в таблице Б.3 приложения Б.

8.3.5 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

9.1. Анализатор работает под управлением внешнего персонального компьютера с установленным программным обеспечением. Для проверки номера версии программного обеспечения:

- запустить управляющее программное обеспечение S2VNA для модификаций Кобальт-М CM222A, Кобальт-М CM222B, Кобальт-М CM244B или S4VNA для модификаций Кобальт-М CM422B, Кобальт-М CM444B;

- проверить, что анализатор подключился к программному обеспечению по индикатору, расположенному в строке состояния;

- проверить номер версии программного обеспечения. Номер версии ПО отображается при нажатии в строке меню:

[Система: О программе] в окошке Версия программы.

Зафиксировать номер версии ПО в таблице Б.4 приложения Б.

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 п.12 данной методики поверки.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

ВНИМАНИЕ! Во всех пунктах данной методики поверки, где используются меры и переходы измерительные из:

- набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z235 или ZV-Z224 (далее – ZV-Z235, ZV-Z224);

- набора мер НЗМ-13 или НЗМ-05;

- набора калибровочных мер НКММ-13 или НКММ-05;

- набора калибровочных мер НМ35 или НМ24;

- автоматических калибровочных модулей АСМ2520 или АСМ2544.

подключение мер и переходов измерительных производить только с использованием ключа тарированного из соответствующих наборов.

10.1 Определение относительной погрешности установки частоты внутреннего опорного генератора

Определение относительной погрешности установки частоты внутреннего опорного генератора проводят методом прямых измерений с помощью приемника измерительного FSMR50 (далее – FSMR50) работающего в режиме внешней опорной частоты, от стандарта частоты рубидиевого GPS-12RG, который используется в качестве опорного генератора.

10.1.1 Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 1, при необходимости использовать переходы соответствующих сечений.

10.1.2 Подключить выход «Ref Out 10 МГц» анализатора к входу FSMR50. Установить на поверяемом анализаторе параметры по умолчанию.

10.1.3 На FSMR50 установить режим измерительного приемника. Измерить частоту внутреннего опорного генератора 10 МГц поверяемого анализатора, зафиксировать результаты измерений $F_{\text{изм}}$, МГц, в таблице Б.5 приложения Б.

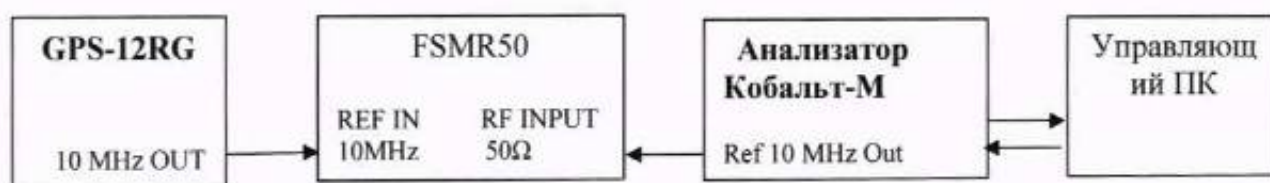


Рисунок 1 – Структурная схема соединения СИ для определения относительной погрешности установки частоты внутреннего опорного генератора

10.2 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности в зависимости от диапазона уровней

Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности в зависимости от диапазона уровней для уровней от P_{MAX} до минус 10 дБ (1 мВт) проводят методом прямых измерений с помощью ваттметра поглощаемой мощности NRP50T (далее – NRP50T) и от минус 10 до минус 60 дБ (1 мВт) проводят методами прямых и косвенных измерений с помощью FSMR50.

10.2.1 Подключить USB вход NRP50T к управляющему ПК. Запустить программное обеспечение Power Viewer NRP50T. Подготовить к работе NRP50T в соответствии с его руководством по эксплуатации.

Подключить СВЧ вход NRP50T к первому порту поверяемого анализатора. При необходимости использовать переходы соответствующих сечений.

На поверяемом анализаторе установить режим измерений S_{11} , полосу 0 Гц. В зависимости от модификации и опций анализатора в соответствии с таблицей 4 установить нижнюю частоту F_A , значение уровня выходной мощности равно P_{MAX} . Для анализаторов с опцией встроенных электромеханических аттенюаторов в трактах источников (EMA2X/EMA) убедиться, что установлено ослабление 0 дБ. Для этого, для порта, в котором установлен электромеханический аттенюатор в трактах источника, в меню «Стимул-механика.» установить значение ослабления аттенюатора 0 дБ в строке «ПортX:атт».

С помощью NRP50T измерить уровень выходной мощности и зафиксировать результаты измерений как P_{NRP} в соответствующем столбце таблицы Б.6 приложения Б.

Повторить измерения для остальных частот, приведенных в таблице 4.

Повторить измерения на всех частотах, приведенных в таблице 4, установив уровень выходной мощности поверяемого анализатора 0 дБ (1 мВт), а затем минус 10 дБ (1 мВт).

Зафиксировать результаты измерений NRP50T как P_{NRP} для указанных выше уровней в соответствующих столбцах таблицы Б.6 приложения Б.

Таблица 4 – Частоты для измерений уровней выходной мощности и значения уровня мощности P_{MAX} в зависимости от модификаций и диапазонов частот анализаторов

Модификация	Опция	Частота F_A	P_{MAX} , дБ (1 мВт)
Кобальт-М CM222A/ Кобальт-М CM222B/ Кобальт-М CM422B	000	0,1, 1 МГц	10
		10 МГц; 0,1, 1, 2, 4, 8, 10, 13, 15, 18, 20 ГГц	15
		22,5 ГГц	13
	001/002/ 003/004	0,1, 1 МГц	10
		10 МГц; 0,1, 1, 2, 4, 8, 10, 13, 15 ГГц	15
		18, 20 ГГц	12
		22,5 ГГц	10
	EMA1X/ EMA/ ESWS	0,1, 1 МГц	10
		10 МГц; 0,1, 1, 2, 4, 8 ГГц	15
		10, 13 ГГц	13
		15, 18, 20 ГГц	10
		22,5 ГГц	6
Кобальт-М CM244B/ Кобальт-М CM444B	000	10, 100 МГц	10
		1, 2, 4, 8, 10, 13, 15, 18, 20, 25 ГГц	10
		30, 35, 40 ГГц	10
		44 ГГц	8
	001/002/ 003/004	10, 100 МГц	10
		1, 2, 4, 8, 10, 13, 15, 18, 20, 25 ГГц	10
		30, 35, 40 ГГц	10
		44 ГГц	5
	EMA1X/ EMA/ ESWS	10, 100 МГц	10
		1, 2, 4, 8, 10, 13, 15, 18, 20, 25 ГГц	10
		30, 35, 40 ГГц	5
		44 ГГц	2

Повторить измерения п. 10.2.2-10.2.4 для остальных портов поверяемого анализатора, установив на нём режимы измерений S_{ii} соответственно. Зафиксировать результаты измерений как P_{NRP} в таблице Б.6 приложения Б.

10.2.2 Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 2. Для подключения использовать СВЧ кабель из состава анализатора.

Подготовить к работе FSMR50 в соответствии с его руководством по эксплуатации. На FSMR50 установить режим измерительного приемника, опорный уровень минус 10 дБ (1мВт), центральную частоту аналогично частоте поверяемого анализатора, аттенуатор – авто.



Рисунок 2 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности с помощью FSMR50

В зависимости от модификации анализатора в соответствии с таблицей 4 на поверяемом анализаторе установить нижнюю частоту 100 кГц для модификаций Кобальт-М СМ222А/ Кобальт-М СМ222В/ Кобальт-М СМ422В или 10 МГц для модификаций Кобальт-М СМ244В/ Кобальт-М СМ444В. Установить режим измерений S_{11} , полосу 0 Гц, значение уровня выходной мощности минус 10 дБ (1 мВт). С помощью FSMR50 измерить уровень выходной мощности и зафиксировать результаты измерений как P_{FSMR} в соответствующем столбце таблицы Б.7 приложения Б. Повторить измерения для остальных частот, приведенных в таблице 4.

Повторить измерения, устанавливая на поверяемом анализаторе уровни выходной мощности минус 20, минус 40 дБ, минус 60 дБ (1 мВт). Зафиксировать результаты измерений как P_{FSMR} , для указанных выше уровней в соответствующих столбцах таблицы Б.7 приложения Б.

ВНИМАНИЕ! Пункт 10.2.3 выполняется только для анализаторов Кобальт-М с установленными опциями ЕМА1Х/ЕМА.

10.2.3 Для порта, в котором установлен электромеханический аттенуатор в трактах источника, в меню «Стимул-мощность» установить уровень выходной мощности минус 10 дБ (1 мВт) и в меню «Стимул-механика» установить ослабление аттенуатора 10 дБ в строке «ПортХ:атт». С помощью FSMR50 измерить уровень выходной мощности и зафиксировать результаты измерений как $P_{FSMR}^{ЕМА}$ в столбце “-20 дБ” таблицы Б.8 приложения Б. Повторить измерения для остальных частот, приведенных в таблице 4.

Выполнить измерения, устанавливая на поверяемом анализаторе в меню «Стимул-механика» ослабление аттенуатора 10; 20; 30; 40 и 50 дБ. Зафиксировать результаты измерений как $P_{FSMR}^{ЕМА}$ в столбцах в столбцах “-20”; “-30”; “-40”; “-50” и “-60” соответственно таблицы Б.8 приложения Б.

Повторить измерения для остальных портов поверяемого анализатора с опцией встроенных электромеханических аттенуаторов в трактах источников ЕМА1Х/ЕМА, устанавливая соответствующие режимы измерений S_{ii} .

Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.8 приложения Б.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт)

Определение абсолютной погрешности измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт) проводят методом прямых измерений с помощью ваттметра поглощаемой мощности NRP50T (далее – NRP50T) и генератора сигналов SMA100B (далее - SMA100B).

10.3.1 Подготовить к работе SMA100B и NRP50T в соответствии с их руководствами по эксплуатации. Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведенной на рис. 3. При необходимости использовать переходы соответствующих сечений. Делитель мощности (из таблицы 3) подключить к первому порту поверяемого анализатора.

10.3.2 Установить на поверяемом анализаторе режим измерений:

для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ244В «Отклик - Измерение – Абсолютн. - В(1)»;

для модификаций Кобальт-М СМ422В, Кобальт-М СМ444В «Отклик - Измерение – Тестовый приемник – Т1(1)».

10.3.3 Установить на поверяемом анализаторе центральную частоту:

$F_A=100$ кГц для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В; $F_A=10$ МГц для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В.

10.3.4 Установить на поверяемом анализаторе полосу сканирования 0 Гц, выключить стимулирующий сигнал выбрав меню «Стимул-Мощность» и перевести указатель «ВЧ выход» в положение «Откл.».

10.3.5 Установить на выходе SMA100B такой уровень мощности, чтобы на входе

первого порта поверяемого анализатора уровень мощности составлял от минус 1 до 1 дБ (1 мВт). Зафиксировать результаты измерений уровня мощности приемником первого порта поверяемого анализатора как $P_{ИЗМ}$ и NRP50T как P_{NRP} в таблице Б.9 приложения Б.

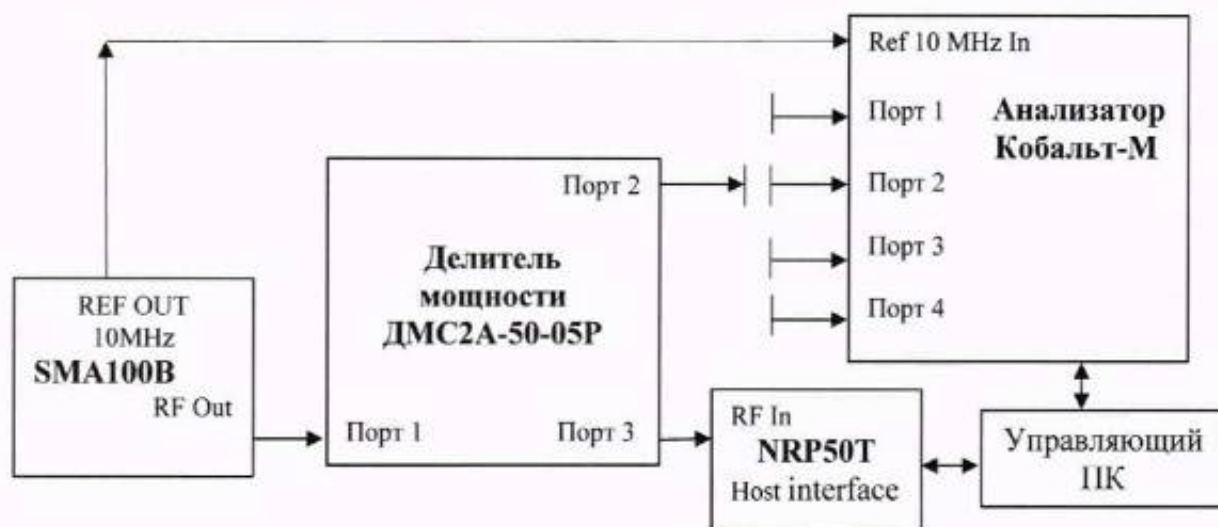


Рисунок 3 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности измерений уровня мощности 0 дБ (1 мВт)

Повторить измерения на частотах F_A , приведенных в таблице 4.

Зафиксировать результаты измерений уровня мощности приемником первого порта поверяемого анализатора как $P_{ИЗМ}$ и NRP50T как P_{NRP} в таблице Б.9 приложения Б.

Повторить измерения для остальных портов поверяемого анализатора, установив соответствующий режим измерений

Зафиксировать результаты измерений уровня мощности приемником остальных портов поверяемого анализатора как $P_{ИЗМ}$ и NRP50T как P_{NRP} в таблице Б.9 приложения Б.

10.4 Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы при измерениях коэффициентов отражения или передачи 0 дБ для уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт), в полосе пропускания 1 кГц, в диапазоне частот

10.4.1 Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы анализатора при измерении коэффициента отражения 0 дБ проводят методом прямых измерений при подключении к порту анализатора нагрузки короткозамкнутой.

Установить на поверяемом анализаторе параметры по умолчанию, режим измерений S_{11} , уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт), полосу фильтра промежуточной частоты 1 кГц, установить частоты измерений, используя режим сегментного сканирования для модификаций:

- Кобальт-М СМ222А/ Кобальт-М СМ222В/ Кобальт-М СМ422В от 100 кГц до 1 МГц с числом точек 11 и от 1 МГц до 22,5 ГГц с числом точек 201;
- Кобальт-М СМ244В/ Кобальт-М СМ444В от 10 МГц до 100 МГц с числом точек 11 и от 100 МГц до 44 ГГц с числом точек 401.

Подключить к первому порту поверяемого анализатора нагрузку короткозамкнутую, в зависимости от соединителей анализатора, из состава ZV-Z235 или ZV-224.

Сохранить результат измерений модуля коэффициента отражения в память, выполнить нормализацию (деления данных на память), выбрав меню «Индикация-Память-Нормировать».

В меню «Маркеры – Маркерные вычисления» установить «Маркерная статистика» – «ВКЛ» и меню «Маркеры – Маркерные вычисления – Маркерная статистика» установить «Диапазон стат.» – «ВКЛ».

Установить маркер 1 и маркер 2 на частоты для модификаций:

- Кобальт-М СМ222А/ Кобальт-М СМ222В/ Кобальт-М СМ422В 100 кГц и 1 МГц;
- Кобальт-М СМ244В/ Кобальт-М СМ444В 10 МГц и 1 ГГц.

Зафиксировать значение «ст.отк» как $\sigma_{ш}^{S11}$ в таблице Б.10 приложения Б.

Установить маркер 1 и маркер 2 на частоты для модификаций:

- Кобальт-М СМ222А/ Кобальт-М СМ222В/ Кобальт-М СМ422В 1 МГц и 22,5 ГГц;
- Кобальт-М СМ244В/ Кобальт-М СМ444В 1 ГГц и 44 ГГц.

Зафиксировать значение «ст.отк» как $\sigma_{ш}^{S11}$ в таблице Б.10 приложения Б.

Повторить измерения для остальных портов поверяемого анализатора.

10.5 Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы (σ) при измерении коэффициента передачи при фильтре ПЧ 10 Гц и уровне выходной мощности 0 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты и коэффициента передачи

Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы при измерении коэффициентов передачи проводят методом прямых измерений при измерении модуля коэффициента передачи с помощью аттенюатора ступенчатого R&S RSC с модулем Z405 (далее - RSC) и аттенюаторов из наборов мер НЗМ-13 или НЗМ-05.

10.5.1 Установить на поверяемом анализаторе параметры по умолчанию. Установить уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт) и фильтр ПЧ 10 Гц. Выбрать для трассы S_{21} формат отображения модуля коэффициента передачи в дБ.

Соединить порты анализатора используя для этого измерительный кабель СВЧ.

Сохранить результат измерений модуля коэффициента передачи в память, выполнить нормализацию (деления данных на память), выбрав меню «Индикация-Память-Нормировать».

Установить маркер 1 на нижнюю частоту анализатора, а маркер 2 на верхнюю частоту.

В меню «Маркеры – Маркерные вычисления» установить «Маркерная статистика» – «ВКЛ».

10.5.2 Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 4, при необходимости использовать переходы соответствующих сечений.

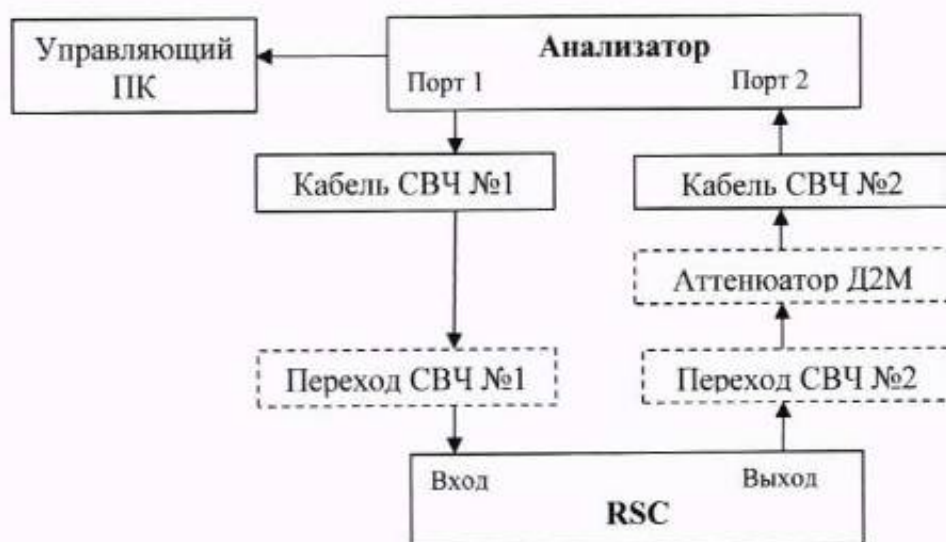


Рисунок 4 – Структурная схема соединения СИ для определения среднего квадратического отклонения значений шумов трассы (σ) при измерении коэффициента передачи

Подключить RSC между измерительными кабелями СВЧ.

10.5.3 Установить на поверяемом анализаторе поддиапазон частот 1 в соответствии с таблицей 5 (для модификаций Кобальт-М CM222A/ Кобальт-М CM222B/ Кобальт-М CM422B) или таблицей 6 (для модификаций Кобальт-М CM244B/ Кобальт-М CM444B), количество точек 11. Установить маркер 1 на нижнюю частоту поддиапазона частот 1, а маркер 2 – на верхнюю.

Установить ослабление RSC в такое положение, чтобы показания анализатора соответствовали модулю коэффициента передачи A1 в таблице 5 (или таблице 6) в указанных пределах. Для установки модуля коэффициента передачи больше 75 дБ использовать аттенуатор 20 дБ из состава соответствующего набора мер НЗМ-13 или НЗМ-05.

Сохранить результат измерений модуля коэффициента передачи в память, выполнить нормализацию (деления данных на память), выбрав меню «Индикация-Память-Нормировать».

В меню «Маркеры – Маркерные вычисления» установить «Маркерная статистика» – «ВКЛ». Зафиксировать значение «ст.откл» как σ_{S21} в таблице Б.11 приложения Б.

Отключить нормализацию трассы, выбрав меню «Индикация-Математика-Откл.».

10.5.4 Повторить измерения по п. 10.5.3 для всех поддиапазонов частот и значений модуля коэффициента передачи в соответствии с таблицей 5 (или таблицей 6 поддиапазоны с 1 по 5).

Таблица 5 – Поддиапазоны частот и модуль коэффициента передачи при определении среднего квадратического отклонения шумов трассы (σ) для модификаций Кобальт-М CM222A/ Кобальт-М CM222B/Кобальт-М CM422B

Модуль коэффициента передачи	Поддиапазон частот, ГГц			
	1	2	3	4
	от 0,0001 до 0,02 включ.	св. 0,02 до 18 включ.	св. 18 до 20 включ.	св. 20 до 22,5
A3, дБ	от -60 до -70	от -80 до -95	от -80 до -90	от -77 до -87
A2, дБ	от -40 до -50	от -65 до -75	от -60 до -70	от -57 до -67
A1, дБ	от -20 до -30	от -45 до -55	от -40 до -50	от -37 до -47

Таблица 6 – Поддиапазоны частот и модуль коэффициента передачи при определении среднего квадратического отклонения шумов трассы (σ) для модификаций Кобальт-М CM244B/ Кобальт-М CM444B

Модуль коэффици- циента передачи	Поддиапазон частот, ГГц					
	1	2	3	4	5	6
	от 0,01 до 0,02 включ.	св. 0,02 до 0,1 включ.	св. 0,1 до 0,3 включ.	св. 0,3 до 0,5 включ.	св. 0,5 до 40 включ.	св. 40 до 44
A3, дБ	от -48 до -58	от -58 до -68	от -78 до -88	от -83 до -93	от -85 до -95	от -73 до -93
A2, дБ	от -28 до -38	от -38 до -48	от -58 до -68	от -63 до -73	от -65 до -75	от -53 до -73
A1, дБ	от -8 до -18	от -18 до -28	от -38 до -48	от -43 до -53	от -45 до -55	от -53 до -40

10.5.5 Определение среднего квадратического отклонения шумов трассы (σ) для анализаторов модификаций Кобальт-М СМ244В/ Кобальт-М СМ444В в поддиапазоне частот 6 таблицы 6 выполнять с использованием аттенюаторов из состава набора мер НЗМ-50, подключаемых между кабелями СВЧ, как показано на рис. 5, при необходимости использовать переходы соответствующих сечений.



Рисунок 5 – Структурная схема соединения СИ для определения среднего квадратического отклонения значений шумов трассы (σ) при измерении коэффициента передачи в поддиапазоне частот 6 таблицы 6

Подключить между портами анализатора аттенюаторы 20 и 30 дБ. Сохранить результат измерений модуля коэффициента передачи в память, выполнить нормализацию (деления данных на память), выбрав меню «Индикация-Память-Нормировать». В меню «Маркеры – Маркерные вычисления» установить «Маркерная статистика» – «ВКЛ». Зафиксировать значение «ст.отк» как σ_{S21} в таблице Б.12 приложения Б.

Подключить между портами анализатора аттенюаторы 10, 20 и 30 дБ. Сохранить результат измерений модуля коэффициента передачи в память, выполнить нормализацию (деления данных на память), выбрав меню «Индикация-Память-Нормировать». В меню «Маркеры – Маркерные вычисления» установить «Маркерная статистика» – «ВКЛ». Зафиксировать значение «ст.отк» как σ_{S21} в таблице Б.12 приложения Б.

Для диапазона значений коэффициента передачи в диапазоне от минус 73 до минус 93 дБ измерения выполнить в следующей последовательности.

Подключить между портами анализатора аттенюаторы 10, 20 и 30 дБ. Отключить нормализацию трассы, выбрав меню «Индикация-Математика-Откл.». С помощью маркера определить значение коэффициента передачи на частоте 44 ГГц. Рассчитать отличие измеренного значения от верхнего предела минус 93 дБ и на это значение уменьшить мощность на выходе анализатора.

Сохранить результат измерений модуля коэффициента передачи в память, выполнить нормализацию (деления данных на память), выбрав меню «Индикация-Память-Нормировать».

В меню «Маркеры – Маркерные вычисления» установить «Маркерная статистика» – «ВКЛ». Зафиксировать значение «ст.отк» как σ_{S21} в таблице Б.12 приложения Б.

10.5.6 Для модификаций Кобальт-М СМ422В/ Кобальт-М СМ444В повторить измерения для всех поддиапазонов частот и значений модуля коэффициента передачи в соответствии с таблицей 5 (или таблицей 6) для портов 3 и 4. Зафиксировать значение «ст.отк» как σ_{S43} в таблице Б.12 приложения Б.

ВНИМАНИЕ! Пункт 10.6 выполняется только для анализаторов Кобальт-М с установленной опцией PLS.

10.6 Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы в импульсном режиме

Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы анализатора при измерении коэффициентов отражения для уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт) в диапазоне частот от 100 МГц до верхней частоты в зависимости от полосы пропускания и длительности импульса проводят методом прямых измерений при подключении к порту анализатора нагрузки короткозамкнутой из состава ZV-Z235 или ZV-224.

10.6.1 Установить на анализаторе параметры по умолчанию, режим измерений S_{11} , уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт), частоты измерений от 100 МГц до верхней частоты анализатора с интервалом 100 МГц. Установить на анализаторе режим импульсных измерений «Стимул – Импульсн. Изм. – Импульсный режим – Точка в имп», длительность импульса 5 мкс, период импульсов 10 мкс, длительность измерений около 3,38 мкс. Проверить, что отображаемое в ПО значение установленного фильтра ПЧ, выделенного серым цветом, равно 300 кГц.

Подключить к первому порту нагрузку короткозамкнутую, в зависимости от соединителей анализатора, из состава ZV-Z235 или ZV-224.

Регулировкой задержки измерений в меню «Стимул – Импульсн. Изм. – Импульсный режим», добиться устойчивого отображения трассы S_{11} с уровнем 0 дБ. Сохранить результат измерений модуля коэффициента отражения в память, выполнить нормализацию (деления данных на память), выбрав меню «Индикация – Память – Нормировать».

В меню «Маркеры – Маркерные вычисления» установить «Маркерная статистика» – «ВКЛ». Установить маркер 1 и маркер 2 на частоты для модификаций:
– Кобальт-М CM222A/ Кобальт-М CM222B/ Кобальт-М CM422B 100 МГц и 22,5 ГГц;
– Кобальт-М CM244B/ Кобальт-М CM444B 100 МГц и 44 ГГц.

Зафиксировать значение «ст.отк» как $\sigma_{шир}^{S_{11}}$ в таблице Б.13 приложения Б.

Установить длительность импульса 1 мкс, период импульсов 2 мкс, длительность измерений около 300 нс. Проверить, что отображаемое в ПО значение установленного фильтра ПЧ, выделенного серым цветом, равно 3 МГц, Регулировкой задержки измерений в меню «Стимул – Импульсн. Изм. – Импульсный режим», добиться устойчивого отображения трассы S_{11} с уровнем 0 дБ.

Зафиксировать значение «ст.отк» как $\sigma_{шир}^{S_{11}}$ в таблице Б.13 приложения Б.

Установить длительность импульса 200 нс, период импульсов 400 нс, длительность измерений около 100 нс. Проверить, что отображаемое в ПО значение установленного фильтра ПЧ, выделенного серым цветом, равно 10 МГц, Регулировкой задержки измерений в меню «Стимул – Импульсн. Изм. – Импульсный режим», добиться устойчивого отображения трассы S_{11} с уровнем 0 дБ.

Зафиксировать значение «ст.отк» как $\sigma_{шир}^{S_{11}}$ в таблице Б.13 приложения Б.

Повторить измерения для остальных портов проверяемого анализатора.

Зафиксировать значение «ст.отк» как $\sigma_{шир}^{S_{ii}}$ в таблице Б.13 приложения Б.

10.7 Определение спектральной плотности среднего уровня собственного шума приемников в диапазоне частот

Определение спектральной плотности среднего уровня собственного шума приемников в диапазоне частот проводят методом прямых измерений при подключении к портам анализатора согласованной нагрузки из состава ZV-Z235 или ZV-Z224.

10.7.1 Подключить к первому порту поверяемого анализатора согласованную нагрузку из состава ZV-Z235 или ZV-Z224.

Установить на поверяемом анализаторе режим измерений режим измерений:

для модификаций Кобальт-М CM222A, Кобальт-М CM222B, Кобальт-М CM244B «Отклик - Измерение – Абсолютн. - A(2)»;

для модификаций Кобальт-М CM422B, Кобальт-М CM444B «Отклик - Измерение – Тестовый приемник – T1(2)».

Выключить стимулирующий сигнал выбрав меню «Стимул – Мощность – ВЧ выход» и перевести указатель «ВЧ выход» в положение «Откл.»; установить тип сканирования «сегментный» с следующими значениями:

для модификаций Кобальт-М CM222A/ Кобальт-М CM222B/ Кобальт-М CM422B сегмент 1 от 100 кГц до 20 МГц – 20 точек, сегмент 2 от 20 МГц до 15 ГГц – 71 точка, сегмент 3 от 15 до 18 ГГц – 31 точка, сегмент 4 от 18 до 20 ГГц – 21 точка, сегмент 5 от 20 до 22,5 ГГц – 26 точек;

для модификаций Кобальт-М CM244B/ Кобальт-М CM444B сегмент 1 от 10 МГц до 20 МГц – 21 точка, сегмент 2 от 20 МГц до 100 МГц – 81 точка, сегмент 3 от 100 до 300 МГц – 21 точка, сегмент 4 от 300 до 500 МГц – 21 точка, сегмент 5 от 500 МГц до 40 ГГц – 80 точек, сегмент 6 от 40 до 44 ГГц – 41 точка.

Установить полосу ПЧ 10 Гц. В меню «Маркеры-Маркерные вычисления» установить «Маркерная статистика» - «ВКЛ» и меню «Маркеры – Маркерные вычисления – Маркерная статистика» установить «Диапазон стат.» - «ВКЛ».

Установить маркер 1 на нижнюю частоту первого сегмента, а маркер 2 на верхнюю частоту первого сегмента. Зафиксировать значение «сред» как $P_{\text{ш}}^{\text{ПЧ10}}$ в таблицах Б.14 или Б.15 приложения Б, в зависимости от модификации поверяемого анализатора.

Аналогично повторить измерения для всех сегментов с соответствующей установкой маркеров.

Повторить измерения для остальных портов поверяемого анализатора, выбирая соответствующие измерительные приемники ($B(1)$ или $T_i(j \neq i)$). Зафиксировать значение «сред» как $P_{\text{ш}}^{\text{ПЧ10}}$ в таблице Б.14 или Б.15 приложения Б, в зависимости от модификации поверяемого анализатора.

10.8 Определение нелинейности приемников L относительно уровня 0 дБ (1 мВт) в диапазоне уровней без учета шумов трассы

Определение нелинейности приемников без учета шумов трассы проводят методом непосредственного сличения с помощью NRP50T, RSC и SMA100B в диапазонах частот, при которых обеспечивается динамический диапазон 50 дБ с средним квадратическим отклонением шумов измерительной трассы при ПЧ 10 Гц не более 0,005 дБ.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 6, при необходимости использовать переходы соответствующих сечений.

Первый порт поверяемого анализатора и вход NRP50T соединить с делителем мощности.

10.8.1 Подготовить к работе NRP50T в соответствии с руководством по эксплуатации. Выполнить установку нуля NRP50T.

Установить ослабление аттенюатора RSC 0 дБ.

Установить на анализаторе режим измерений режим измерений:

для модификаций Кобальт-М CM222A, Кобальт-М CM222B, Кобальт-М CM244B «Отклик - Измерение – Абсолютн. - A(2)»;

для модификаций Кобальт-М CM422B, Кобальт-М CM444B «Отклик - Измерение – Тестовый приемник – T1(2)».

Установить на поверяемом анализаторе центральную частоту 1 ГГц, полосу сканирования 0 Гц, полосу ПЧ 1 кГц, число точек 1001, в меню «Маркеры – Маркерные

вычисления» установить «Маркерная статистика» – «ВКЛ», выключить стимулирующий сигнал выбрав меню «Стимул – Мощность» и перевести указатель «ВЧ выход» в неактивное положение.

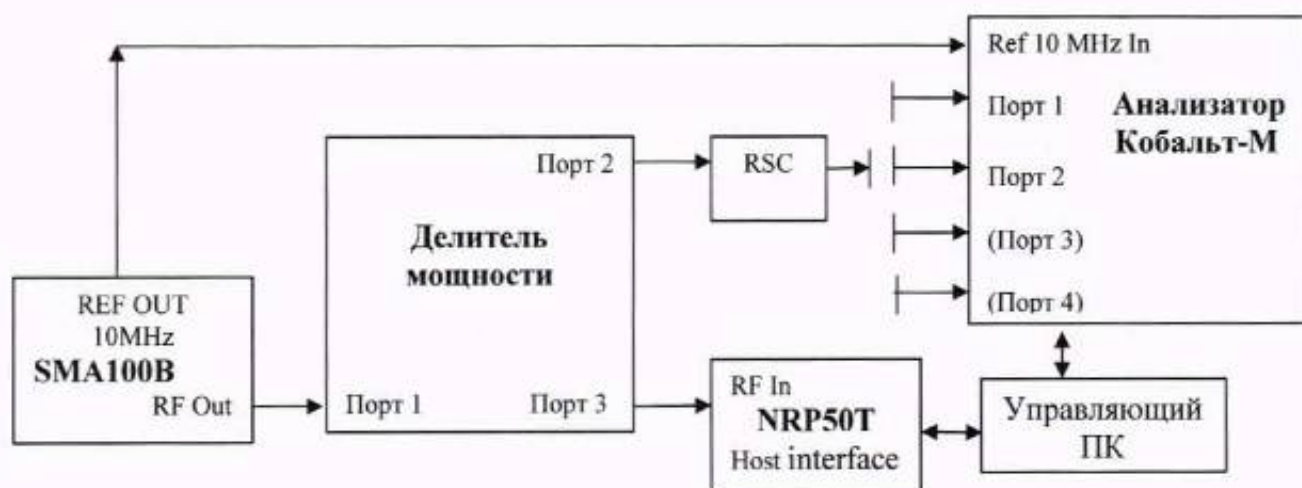


Рисунок 6 – Структурная схема соединения СИ для определения нелинейности L приемников

Установить на выходе SMA100B частоту выходного сигнала 1 ГГц и регулировкой уровня мощности генератора добиться показаний уровня мощности приемником поверяемого анализатора от минус 0,5 до 0 дБ (1 мВт). Установить измеренный уровень мощности приемником первого порта поверяемого анализатора за опорное значение, добавив график в память и выбрав меню «Индикация – Память – Нормировать».

Установить измеренный уровень мощности NRP50T за опорное значение и выбрать режим измерений отношения мощностей с разрешением 0,001 дБ.

Установить уровень мощности SMA100B на 5 дБ больше. Если генератор не обеспечивает требуемую мощность, то вместо делителя мощности допускается использовать направленный ответвитель с переходным ослаблением от 7 до 13 дБ. Зафиксировать результаты измерений отношения мощностей приемником первого порта в строке «сред.» маркерной статистики поверяемого анализатора как $A_{ПР5}$ и NRP50T как A_{NRP5} в таблице Б.16 приложения Б.

Установить ослабление аттенюатора RSC 10 дБ. Выключить мощность на выходе SMA100B и выполнить установку нуля NRP50T.

Включить мощность на выходе SMA100B и регулировкой уровня мощности генератора добиться показаний уровня мощности приемником поверяемого анализатора от минус 0,5 до 0 дБ (1 мВт). Установить измеренный уровень мощности приемником первого порта поверяемого анализатора за опорное значение, добавив график в память и выбрав меню «Индикация – Память – Нормировать».

Установить измеренный уровень мощности NRP50T за опорное значение и выбрать режим измерений отношения мощностей с разрешением 0,001 дБ.

Установить уровень мощности SMA100B на 10 дБ меньше. Зафиксировать результаты измерений отношения мощностей приемником первого порта в строке «сред.» маркерной статистики поверяемого анализатора как $A_{ПР-10}$ и NRP50T как A_{NRP-10} в таблице Б.16 приложения Б.

Установить уровень мощности SMA100B еще на 15 дБ меньше. Зафиксировать результаты измерений отношения мощностей приемником первого порта в строке «сред.» маркерной статистики поверяемого анализатора как $A_{ПР-25}$ и NRP50T как A_{NRP-25} в таблице Б.16

приложения Б.

Установить ослабление аттенюатора RSC 35 дБ. Выключить мощность на выходе SMA100B и выполнить установку нуля NRP50T.

Включить мощность на выходе SMA100B и регулировкой уровня мощности генератора добиться показаний уровня мощности приемником поверяемого анализатора от минус 25,5 до минус 25,0 дБ (1 мВт). Установить измеренный уровень мощности приемником первого порта поверяемого анализатора за опорное значение, добавив график в память и выбрав меню «Индикация – Память – Нормировать».

Установить измеренный уровень мощности NRP50T за опорное значение и выбрать режим измерений отношения мощностей с разрешением 0,001 дБ.

Установить уровень мощности SMA100B на 10 дБ меньше. Зафиксировать результаты измерений отношения мощностей приемником первого порта в строке «сред.» маркерной статистики поверяемого анализатора как A_{PP-35} и NRP50T как A_{NRP-35} в таблице Б.16 приложения Б.

Установить уровень мощности SMA100B еще на 15 дБ меньше. Зафиксировать результаты измерений отношения мощностей приемником первого порта в строке «сред.» маркерной статистики поверяемого анализатора как A_{PP-50} и NRP50T как A_{NRP-50} в таблице Б.16 приложения Б.

Повторить измерения на частоте 10 ГГц.

Повторить измерения для остальных портов поверяемого анализатора.

Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.16 приложения Б.

ВНИМАНИЕ! Поверка анализатора по пунктам 10.9 и 10.10 проводится только в том случае, если поверяемый анализатор цепей векторный Кобальт-М, на основании письменного заявления владельца данного анализатора, планируется применяться в качестве:

– рабочего эталона 1-го разряда единицы отношений мощности в соответствии с Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц;

10.9 Определение относительной погрешности измерения отношения мощностей L при использовании в качестве рабочего эталона 1-ого разряда относительно уровня минус 5 дБ (1 мВт) в диапазоне уровней

Определение нелинейности приемников анализаторов проводят методом непосредственного сличения с помощью калибраторов мощности СВЧ NRPC18 и NRPC67 (далее – NRPC) и генератора сигналов SMA100B.

10.9.1 Подготовить к работе калибраторы NRPC в соответствии с руководством по эксплуатации. При измерениях на частотах 1 и 10 ГГц применять калибратор NRPC18, на остальных частотах калибратор NRPC67.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 7, используя аттенюатор 10 дБ из набора мер НЗМ-05 или НЗМ-13 в зависимости от поверяемой модификации анализатора, при необходимости использовать переходы соответствующих сечений.

Выключить мощность на выходе SMA100B и выполнить установку нуля NRPC.

Установить на анализаторе режим измерений:

для модификаций Кобальт-М CM222A, Кобальт-М CM222B, Кобальт-М CM244B «Отклик - Измерение – Абсолютн. - A(2)»;

для модификаций Кобальт-М CM422B, Кобальт-М CM444B «Отклик - Измерение – Тестовый приемник – T1(2)».

Установить на поверяемом анализаторе центральную частоту:
 $F_A=30$ МГц для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В;
 $F_A=300$ МГц для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В.

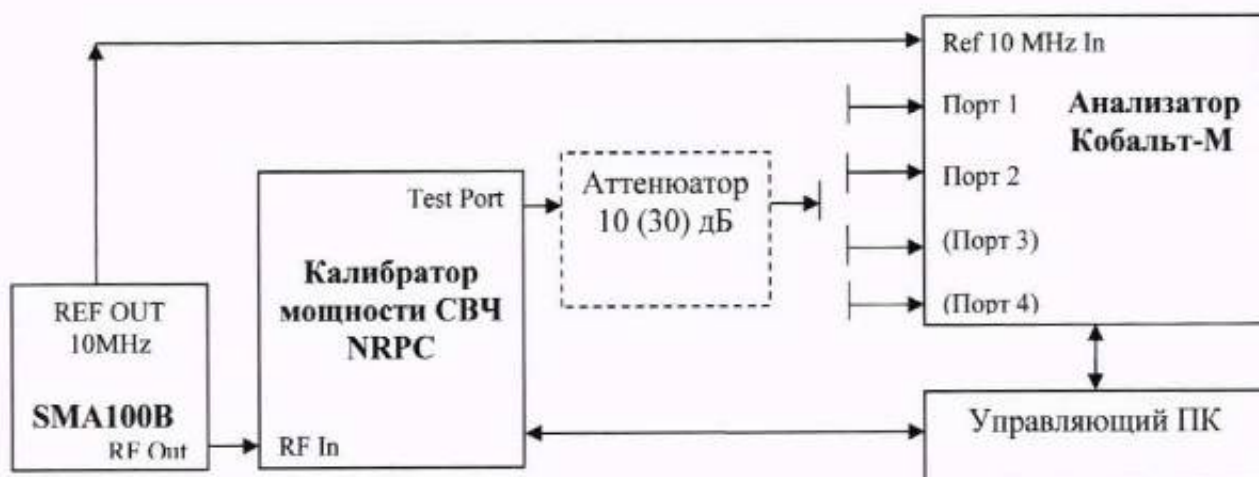


Рисунок 7 – Структурная схема соединения СИ для определения относительной погрешности измерения отношения мощностей L при использовании в качестве рабочего эталона

Установить на анализаторе полосу сканирования 0 Гц, полоса ПЧ 1 кГц, число точек 1001, в меню «Маркеры – Маркерные вычисления» установить «Маркерная статистика» – «ВКЛ», выключить стимулирующий сигнал выбрав меню «Стимул-Мощность» и перевести указатель «ВЧ выход» в неактивное положение.

Установить на выходе SMA100B аналогичную анализатору частоту выходного сигнала и уровень мощности 7 дБ (1 мВт). Регулировкой уровня мощности генератора добиться показаний уровня мощности приемником поверяемого анализатора от минус 5,5 до 5,0 дБ (1 мВт). Установить измеренный уровень мощности приемником первого порта поверяемого анализатора за опорное значение, добавив график в память и выбрав меню «Индикация-Память-Нормировать».

Установить измеренный уровень мощности NRPC за опорное значение и выбрать режим измерений отношения мощностей.

Установить уровень мощности SMA100B на 10 дБ меньше. Зафиксировать результаты измерений отношения мощностей минус 5 дБ (1 мВт) и минус 15 дБ (1 мВт) приемником первого порта в строке «сред.» маркерной статистики поверяемого анализатора как A_{PR10} и NRPC как A_{NRPC10} в таблице Б.17 приложения Б.

Установить уровень мощности SMA100B на еще 10 дБ меньше. Зафиксировать результаты измерений отношения мощностей минус 5 дБ (1 мВт) и минус 25 дБ (1 мВт) приемником первого порта в строке «сред.» маркерной статистики поверяемого анализатора как A_{PR20} и NRPC как A_{NRPC20} в таблице Б.17 приложения Б.

Повторить измерения на частотах 1, 10, 22,5 ГГц и для модификаций анализаторов Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В на частотах 37,5 и 44 ГГц.

10.9.2 Между первым портом поверяемого анализатора и выходом NRPC установить аттенюатор 30 дБ из набора мер НЗМ-05 или НЗМ-13 в зависимости от поверяемой модификации анализатора.

Выключить мощность на выходе SMA100B и выполнить установку нуля NRPC.

Установить на выходе SMA100B уровень мощности 7 дБ (1 мВт). Регулировкой уровня мощности генератора добиться показаний уровня мощности приемником поверяемого анализатора от минус 25,5 до минус 25,0 дБ (1 мВт). Установить измеренный уровень мощности приемником первого порта поверяемого анализатора за опорное значение, добавив график в память и выбрав меню «Индикация-Память-Нормировать».

Установить измеренный уровень мощности NRPC за опорное значение и выбрать режим измерений отношения мощностей.

Установить уровень мощности SMA100B на 10 дБ меньше. Зафиксировать результаты измерений отношения мощностей минус 35 дБ (1 мВт) и минус 25 дБ (1 мВт) приемником первого порта в строке «сред.» маркерной статистики поверяемого анализатора как $A_{пр30}$ и NRPC как A_{NRPC30} в таблице Б.17 приложения Б.

Установить уровень мощности SMA100B на еще 10 дБ меньше. Зафиксировать результаты измерений отношения мощностей минус 45 дБ (1 мВт) и минус 25 дБ (1 мВт) приемником первого порта в строке «сред.» маркерной статистики поверяемого анализатора как $A_{пр40}$ и NRPC как A_{NRPC40} в таблице Б.17 приложения Б.

Повторить измерения на частотах 1, 10, 22,5 ГГц и для модификаций анализаторов Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В на частотах 37,5 и 44 ГГц. Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.17 приложения Б.

Повторить измерения для остальных портов поверяемого анализатора с соответствующим выбором приемников. Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.17 приложения Б.

10.10 Определение коэффициента отражения входа измерительного порта совместно с аттенюатором из набора мер

Определение коэффициента отражения входа измерительного порта совместно с аттенюатором из набора мер выполнить прямыми измерениями с помощью анализатора цепей векторного ZNB4 и анализатора электрических цепей векторного ZVA50.

Коэффициент отражения входа измерительного порта совместно с аттенюатором из набора мер измерить с помощью анализатора цепей векторного ZNB4 в диапазоне частот от 100 кГц или 10 МГц до 4,5 ГГц и анализатора электрических цепей векторного ZVA50 в диапазоне частот свыше 4,5 ГГц до 22,5 или 44 ГГц, в зависимости от модификации поверяемого анализатора. Анализаторы ZNB4 и ZVA50 откалибровать по срезу кабеля в соответствии с руководством по эксплуатации. Кабель подключить к аттенюатору из набора мер НМ35 или НМ24 в зависимости от модификации поверяемого анализатора, подключенному к входу измерительного порта поверяемого анализатора. Отключить выходной сигнал в программном обеспечении поверяемого анализатора. Провести измерения коэффициента отражения. Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.18 приложения Б.

Повторить измерения для остальных портов поверяемого анализатора. Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.18 приложения Б.

10.11 Определение нескорректированных параметров

Определение нескорректированных параметров выполняется методом прямых измерений при отключенной заводской системной коррекции:

- направленность D с использованием согласованной нагрузки из состава ZV-Z224 или ZV-Z235;

- согласование нагрузки L путем измерения коэффициента отражения порта.

10.11.1 Установить на поверяемом анализаторе параметры по умолчанию, уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт), полосу фильтра промежуточной частоты 100 Гц.

Используя режим сегментного сканирования, установить частоты измерений для модификаций:

– Кобальт-М CM222A/ Кобальт-М CM222B/ Кобальт-М CM422B от 100 кГц до 1 МГц включ. 10 точек, св. 1 МГц до 10 ГГц включ. 101 точка, св. 10 ГГц до 22,5 ГГц 126 точек;

– Кобальт-М CM244B/ Кобальт-М CM444B от 10 МГц до 8 ГГц включ. 81 точка, св. 8 ГГц до 25 ГГц включ. 171 точка, св. 25 ГГц до 44 ГГц ГГц 191 точка.

10.11.2 Определение нескорректированной направленности D выполнить в следующей последовательности.

Отключить заводскую системную коррекцию в меню «Система-Настройки – Системная корр.».

Подключить к измерительному порту анализатора эталонную согласованную нагрузку из состава ZV-Z224 или ZV-Z235.

Выбрать для трассы S_{11} формат отображения модуля коэффициента отражения в логарифмическом масштабе:

– [**Формат:** Ампл лог].

Определить с помощью маркера максимальное значение модуля коэффициента отражения в поддиапазонах частот для модификаций:

– Кобальт-М CM222A/ Кобальт-М CM222B/ Кобальт-М CM422B от 100 кГц до 1 МГц включ., св. 1 МГц до 10 ГГц включ., св. 10 ГГц до 22,5 ГГц;

– Кобальт-М CM244B/ Кобальт-М CM444B от 10 МГц до 8 ГГц включ., св. 8 ГГц до 25 ГГц включ., св. 25 ГГц до 44 ГГц ГГц.

Зафиксировать результаты измерений как $D_{изм}$, дБ, по модулю в таблице Б.19 приложения Б.

Повторить измерения для остальных портов поверяемого анализатора.

Зафиксировать результаты измерений как $D_{изм}$, дБ, по модулю в таблице Б.19 приложения Б.

10.11.3 Определение нескорректированного значения коэффициента отражения нагрузки L. выполнить в следующей последовательности прямыми измерениями с помощью анализатора цепей векторного ZNB4 и анализатора электрических цепей векторного ZVA50.

Выполнить установки анализатора в соответствии с 10.11.1.

Значения коэффициента отражения нагрузки L измерить с помощью анализатора цепей векторного ZNB4 в диапазоне частот от 100 кГц или 10 МГц до 4,5 ГГц и анализатора электрических цепей векторного ZVA50 в диапазоне частот свыше 4,5 ГГц до 22,5 или 44 ГГц, в зависимости от модификации поверяемого анализатора. Анализаторы ZNB4 и ZVA50 откалибровать по срезу кабеля в соответствии с руководством по эксплуатации. Кабель подключить к измерительному порту поверяемого анализатора. Определить с помощью маркера максимальное значение модуля коэффициента отражения в поддиапазонах частот для модификаций:

– Кобальт-М CM222A/ Кобальт-М CM222B/ Кобальт-М CM422B от 100 кГц до 1 МГц включ., св. 1 МГц до 10 ГГц включ., св. 10 ГГц до 22,5 ГГц;

– Кобальт-М CM244B/ Кобальт-М CM444B от 10 МГц до 8 ГГц включ., св. 8 ГГц до 25 ГГц включ., св. 25 ГГц до 44 ГГц ГГц.

Зафиксировать результаты измерений как $L_{изм}$, дБ, в таблице Б.20 приложения Б.

Повторить измерения для остальных портов поверяемого анализатора.

Зафиксировать результаты измерений как $L_{изм}$, дБ, в таблице Б.20 приложения Б.

10.12 Определение составляющей абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи T по МИ 3411-2013 и абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи в диапазоне частот

Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи T и абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи проводят методом прямых измерений с помощью переходов из наборов мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z235 или ZV-Z224, наборов калибровочных мер НКММ-13 или НКММ-05, после выполнения полной двухпортовой калибровки анализаторов по набору

калибровочных мер НМ35 или НМ24 или автоматическому калибровочному модулю АСМ2520(-111/-112/-122) или АСМ2544(-711/-712/-722) в зависимости от модификации поверяемого анализатора.

10.12.1 Установить на поверяемом анализаторе параметры по умолчанию. Установить уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт), полосу фильтра промежуточной частоты 100 Гц, диапазон частот от 100 кГц до 22,5 ГГц или от 10 МГц до 44 ГГц.

Установить частоты измерений: нижняя частота, от 100/250 МГц до верхней частоты поверяемой модификации анализатора с шагом 100/250 МГц в зависимости от диапазона частот поверяемого анализатора (22,5/44 ГГц соответственно). Для этого следует использовать режим сегментного сканирования.

Подключить к порту 2 анализатора кабель СВЧ из состава анализатора. Выполнить полную двухпортовую калибровку анализатора. Для набора калибровочных мер выбрать в меню «Калибровка – Калибровать – 2-портовая SOLT калибровка». Далее выбрать соответствующие порты, конфигурацию разъемов мер, которая должна быть противоположна требуемой конфигурации порта и установить для «Порт 1-2: перемычка подкласс Unk Thru». Провести калибровку.

При применении автоматических калибровочных модулей, в меню поверяемого анализатора: «Калибровка – Автокалибровка» выбрать «Ориентация – Ручная» и установить соответствие необходимых портов прибора и АСМ. Далее выбрать «2-портовая автокалибровка» с неизвестной перемычкой («Неизвестная перемычка -вкл.»). Провести калибровку.

10.12.2 Соединить порт 1 анализатора и подключенный к порту 2 анализатора кабель СВЧ, используя переход. В случае комбинации соединителей порта 1 и кабеля СВЧ «вилка»-«вилка» для соединения использовать переход «розетка»-«розетка» из состава ZV-Z235 или ZV-Z224. В случае комбинации соединителей порта 1 и кабеля СВЧ «розетка»-«розетка» для соединения использовать переход «вилка»-«вилка» из состава ZV-Z235 или ZV-Z224. В случае комбинации соединителей порта 1 и кабеля СВЧ «вилка»-«розетка» для соединения использовать переход «розетка»-«вилка» из состава наборов калибровочных мер НКММ-13 или НКММ-05. Подключение перехода должно быть выполнено с минимальным изменением положения кабеля. Загрузить файл (*.s2p) описания перехода в память программного обеспечения анализатора.

Выбрать для трассы S_{21} формат отображения модуля коэффициента передачи в дБ. Произвести авто масштабирование измеряемых данных и данных трассы памяти.

10.12.3 Определить с помощью маркера модуль коэффициента передачи на нижнем значении частоты поверяемой модификации анализатора. Зафиксировать результаты измерений, как $A_{нчп}$ в таблице Б.21 приложения Б.

10.12.4 Определить с помощью маркеров максимальную разницу между измеряемыми данными и данными трассы памяти на частотах от 100/250 МГц до верхней частоты поверяемой модификации анализатора с шагом:

- при использовании (*.s2p) файлов с шагом 100/250 МГц в зависимости от используемого набора мер;
- при использовании данных из протоколов поверки на наборы мер, с шагом, указанным в данном протоколе, в зависимости от используемого набора мер.

Зафиксировать максимальную разницу между измеряемыми данными и данными трассы памяти как $T_{вчп}$ в таблице Б.21 приложения Б в каждом частотном поддиапазоне, указанном в данной таблице.

10.12.5 Выбрать для трассы S_{21} формат отображения фазы коэффициента передачи. Произвести авто масштабирование измеряемых данных и данных трассы памяти.

10.12.6 Определить с помощью маркера фазу коэффициента передачи измерительного перехода на нижнем значении частоты поверяемой модификации анализатора. Зафиксировать результаты измерений, как $\Phi_{нчп}$ в таблице Б.22 приложения Б.

10.12.7 Определить с помощью маркера разницу между измеряемыми значениями фазы

измерительного перехода и данными трассы памяти на частотах от 100/250 МГц до верхней частоты поверяемой модификации анализатора с шагом:

- при использовании (*.s2p) файлов с шагом 100/250 МГц в зависимости от используемого набора мер;
- при использовании данных из протоколов поверки на наборы мер, с шагом, указанным в данном протоколе, в зависимости от используемого набора мер.

Зафиксировать максимальную разницу между измеряемыми данными и данными трассы памяти как $\Delta F_{вчп}$ в таблице Б.22 приложения Б в каждом частотном поддиапазоне, указанном в данной таблице.

10.13 Определение погрешности измерений комплексного коэффициента отражения (ККО)

Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения проводят методом прямых измерений с помощью наборов мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z224 или ZV-Z235 и с помощью наборов мер НЗМ-05 или НЗМ-13 в зависимости от опции поверяемого анализатора.

10.13.1 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения выполнить после однопортовой калибровки анализатора с использованием в зависимости от модификации поверяемого анализатора:

- набора калибровочных мер НМ35 или автоматического калибровочного модуля АСМ2520 при последующих измерениях нагрузок рассогласованных из состава набора мер НЗМ-13 и согласованной нагрузки, короткого замыкания и холостого хода из состава набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z235;

- набора калибровочных мер НМ24 или автоматического калибровочного модуля АСМ2544 при последующих измерениях нагрузок рассогласованных из состава набора мер НЗМ-05 и согласованной нагрузки, короткого замыкания и холостого хода из состава набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z224.

Измерения проводят только на первом и втором порту поверяемого анализатора в независимости от его модификации.

Для первого порта поверяемого анализатора процедуры калибровки и измерений выполнить, используя только калибровочные и образцовые меры с разъёмом “розетка”, а при использовании автоматического калибровочного модуля использовать порт А.

Для второго порта поверяемого анализатора процедуры калибровки и измерений выполнить, используя только калибровочные и образцовые меры с разъёмом “вилка”, а при использовании автоматического калибровочного модуля использовать порт Б.

Конфигурация порта (и опорная плоскость калибровки) создается с помощью соответствующего перехода из состава наборов калибровочных мер НМ35 или НМ24.

В процессе проведения калибровки и в процессе последующих измерений, изменение температуры окружающей среды должно быть не более, чем $\pm 1^\circ\text{C}$.

10.13.2 Установить на поверяемом анализаторе параметры по умолчанию, уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт), полосу фильтра промежуточной частоты 100 Гц.

Установить частоты измерений нижняя частота и от 100/250 МГц до верхней частоты с шагом 100/250 МГц в зависимости от диапазона частот поверяемого анализатора (22,5/44 ГГц соответственно). Для этого следует использовать режим сегментного сканирования.

Выполнить однопортовую калибровку первого и второго порта анализатора в соответствии с руководством по эксплуатации и указаниями из пункта 10.13.1.

10.13.3 После выполнения калибровки подключить к измерительному порту анализатора эталонную нагрузку с номинальным значением КСВН = 2,0 из соответствующего набора мер НЗМ-05 или НЗМ-13.

Выбрать для трассы S11 формат отображения модуля коэффициента отражения в отн. ед.:

- [**Формат:** Ампл лин].

Загрузить файл (*.slp) описания эталонной нагрузки в память программного обеспечения анализатора. Произвести авто масштабирование измеряемых данных и данных трассы памяти.

Определить с помощью маркера модуль коэффициента отражения на нижней частоте. Зафиксировать результаты измерений как $\Gamma_{нч}$ в таблице Б.23 приложения Б.

10.13.4 Определить с помощью маркеров разницу между измеряемыми значениями модуля коэффициента отражения и данными трассы памяти на частотах от 100/250 МГц до верхней частоты поверяемой модификации анализатора с шагом:

- при использовании (*.s2p) файлов с шагом 100/250 МГц в зависимости от используемого набора мер. Зафиксировать максимальную разницу между измеряемыми данными и данными трассы памяти как $\Delta\Gamma_{вч}$ в таблице Б.23 приложения Б в каждом частотном поддиапазоне, указанном в данной таблице;

- при использовании данных из протоколов поверки на наборы мер, с шагом, указанным в данном протоколе, в зависимости от используемого набора мер. Зафиксировать максимальную разницу между измеряемыми данными и данными трассы памяти как $\Delta\Gamma_{вч}$ в таблице Б.23 приложения Б в каждом частотном поддиапазоне, указанном в данной таблице.

10.13.5 Выбрать для трассы S_{11} формат отображения фазы коэффициента отражения:

- [**Формат: Фаза**].

Произвести авто масштабирование измеряемых данных и данных трассы памяти.

Определить с помощью маркера фазу коэффициента отражения на нижней частоте. Зафиксировать результаты измерений как $\Phi_{нч}$ в таблице Б.24 приложения Б.

10.13.6 Определить с помощью маркеров разницу между измеряемыми значениями фазы коэффициента отражения и данными трассы памяти на частотах от 100/250 МГц до верхней частоты поверяемой модификации анализатора с шагом:

- при использовании (*.s2p) файлов с шагом 100/250 МГц в зависимости от используемого набора мер. Зафиксировать максимальную разницу между измеряемыми данными и данными трассы памяти как $\Delta\Phi_{вч}$ в таблице Б.24 приложения Б в каждом частотном поддиапазоне, указанном в данной таблице;

- при использовании данных из протоколов поверки на наборы мер, с шагом, указанным в данном протоколе, в зависимости от используемого набора мер. Зафиксировать максимальную разницу между измеряемыми данными и данными трассы памяти как $\Delta\Phi_{вч}$ в таблице Б.24 приложения Б в каждом частотном поддиапазоне, указанном в данной таблице.

10.13.7 Повторить измерения по п. 10.13.1 - 10.13.6 при подключении к измерительному порту анализатора эталонных нагрузок согласованной (НС), холостого хода (ХХ) и короткого замыкания (КЗ) из соответствующего набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z224 или ZV-Z235. Определение абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения для эталонной нагрузки согласованной не проводить. Зафиксировать результаты измерений в соответствующих таблицах Б.23 и Б.24 приложения Б.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

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

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

где $F_{\text{ИЗМ}}$ – измеренное значение частоты, Гц;

$F_{\text{Н}}$ – номинальное значение внутреннего опорного генератора, Гц.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора δF не выходит за пределы $\pm 2 \cdot 10^{-6}$.

11.2 Для полученных в пункте 10.2.1 результатов измерений P_{NRP} , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (2) абсолютную погрешность $\Delta P_{\text{ВЫХ}}$, дБ установки уровня выходной мощности P , дБ (1 мВт) в диапазоне от $P_{\text{МАХ}}$ до минус 10 дБ (1 мВт):

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

где P – установленное на анализаторе значение уровня мощности;

P_{NRP} – измеренное значение мощности, дБ (1 мВт).

Для полученных в пункте 10.2.2 и 10.2.3 результатов измерений P_{FSMR} , $P_{\text{FSMR-EMA}}$ и P_{NRP} , дБ, рассчитать по формуле (3) абсолютную погрешность $\Delta P_{\text{ВЫХ-60}}$, дБ установки уровня входной мощности от минус 20 до минус 60 дБ (1 мВт):

$$\Delta P_{\text{ВЫХ-60}} = P_{\text{ВЫХ}} - P_{\text{FSMR(FSMR-EMA)}} + P_{\text{FSMR-10}} - P_{\text{NRP-10}}, \quad (3)$$

где $P_{\text{ВЫХ}}$ – установленное на анализаторе значение уровня мощности;

P_{FSMR} – измеренное значение мощности при установленном $P_{\text{ВЫХ}}$, дБ (1 мВт);

$P_{\text{FSMR-EMA}}$ – измеренное значение мощности при установленном $P_{\text{ВЫХ}}$, дБ (1 мВт) при включении электромеханических аттенуаторов для опций EMA1х/EMA;

$P_{\text{FSMR-10}}$ – измеренное значение мощности при установленном минус 10 дБ (1 мВт);

$P_{\text{NRP-10}}$ – измеренное в пункте 10.2.1 значение мощности при установленном минус 10 дБ (1 мВт).

Результаты поверки по пункту 10.2 считаются удовлетворительными, если:

– значения абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности $\Delta P_{\text{ВЫХ}}$, $\Delta P_{\text{ВЫХ-60}}$ не выходит за пределы $\pm 1,5$ дБ;

11.3 Для полученных в пункте 10.3 результатов измерений P_{NRP} , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (5) абсолютную погрешность $\Delta P_{\text{ВХ}}$, дБ, измерений уровня 0 дБ (1 мВт) входной мощности $P_{\text{ВХ}}$:

$$\Delta P_{\text{ВХ}} = P_{\text{ИЗМ}} - P_{\text{NRP}}, \quad (5)$$

Результаты поверки по пункту 10.3 считаются удовлетворительными, если абсолютная погрешности измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт), $\Delta P_{\text{ВХ}}$, не выходит за пределы $\pm 1,5$ дБ.

11.4 Результаты поверки по пункту 10.4 считаются удовлетворительными, если измеренные значения среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы ($\sigma_{ш}$) при измерении коэффициентов отражения для уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт) в полосе пропускания 1 кГц в диапазоне частот не превышает приведенных в таблице 7 значений.

Таблица 7 - Допустимые значения среднего квадратического отклонения шумов трассы при измерении коэффициента отражения для уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт) в полосе пропускания 1 кГц, в диапазоне частот, дБ

Модификация Кобальт-М	Диапазон частот	Допустимые значения ($\sigma_{ш}$), дБ, не более
CM222A/ CM222B/ CM422B	от 100 кГц до 1 МГц включ.	0,0200
	св. 1 МГц до 22,5 ГГц	0,0007
CM244B/ CM444B	от 10 МГц до 1 ГГц включ.	0,0035
	св. 1 ГГц до 44 ГГц	0,0011

11.5 Результаты поверки по пункту 10.5 считаются удовлетворительными, если измеренные значения среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы при измерении коэффициентов передачи σ_{21} и σ_{43} в полосе пропускания 10 Гц в зависимости от частоты и коэффициента передачи не превышают приведенных в таблицах 8 и 9 значений.

Таблица 8 – Допустимые значения среднего квадратического отклонения шумов трассы (σ) при измерении коэффициента передачи для модификаций Кобальт-М CM222A/ CM222B/ CM422B в зависимости от частоты и коэффициента передачи, дБ, не более

	Диапазон частот, ГГц				Доп. знач. σ , дБ, не более
	от 0,0001 до 0,02 включ.	св. 0,02 до 18 включ.	св. 18 до 20 включ.	св. 20 до 22,5	
Диапазон измерений, дБ	от -70 до -50 включ.	от -95 до -75 включ.	от -90 до -70 включ.	от -87 до -67 включ.	0,500
	св. -50 до -30 включ.	св. -75 до -55 включ.	св. -70 до -50 включ.	св. -67 до -47 включ.	0,050
	св. -30 до 5	св. -55 до 5	св. -50 до 5	св. -47 до 5	0,005

Таблица 9 – Допустимые значения среднего квадратического отклонения шумов трассы (σ) при измерении коэффициента передачи для модификаций Кобальт-М CM244B/ CM444B в зависимости от частоты и коэффициента передачи, дБ, не более

	Диапазон частот, ГГц						Доп. знач. σ , дБ, не более
	от 0,01 до 0,02 включ.	св. 0,02 до 0,1 включ.	св. 0,1 до 0,3 включ.	св. 0,3 до 0,5 включ.	св. 0,5 до 40 включ.	св. 40 до 44	
Диапазон измерений, дБ	от -58 до -38 включ.	от -68 до -48 включ.	от -88 до -68 включ.	от -93 до -73 включ.	от -95 до -75 включ.	от -93 до -73 включ.	0,500
	св. -38 до -18 включ.	св. -48 до -28 включ.	св. -68 до -48 включ.	св. -73 до -53 включ.	св. -75 до -55 включ.	св. -73 до -53 включ.	0,050
	св. -18 до 5	св. -28 до 5	св. -48 до 5	св. -53 до 5	св. -55 до 5	св. -53 до 5	0,005

11.6 Результаты поверки по пункту 10.6 считаются удовлетворительными, если измеренные значения среднего квадратического отклонения шумов в импульсном режиме ($\sigma_{шир}$) измерительной трассы при измерении коэффициентов отражения для уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт) в диапазоне частот не превышает приведенных в таблице 10 значений.

Таблица 10 - Допустимые значения среднего квадратического отклонения шумов трассы в импульсном режиме при измерении коэффициента отражения или передачи 0 дБ для уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт) для уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт), в диапазоне частот, дБ

Модификация Кобальт-М	Полоса пропускания фильтра ПЧ	Длительности импульса	Допустимые значения $\sigma_{шир}$ дБ, не более
CM222A/CM222B/ CM422B	300 кГц	5 мкс	0,007
	3 МГц	1 мкс	0,013
	10 МГц	200 нс	0,040
CM244B/ CM444B	300 кГц	5 мкс	0,050
	3 МГц	1 мкс	0,100
	10 МГц	200 нс	0,150

11.7 Для полученных в пункте 10.7 результатов измерений $P_{ш}^{ПЧ10}$, дБ (1 мВт)/10 Гц, рассчитать значения спектральной плотности среднего уровня собственного шума приемников в диапазоне частот $P_{ш}$, дБ (1 мВт)/Гц, по формуле (6):

$$P_{ш} = P_{ш}^{ПЧ10} - 10, \quad (6)$$

Результаты поверки по пункту 10.7 считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения спектральной плотности среднего уровня собственного шума приемников в диапазоне частот не более значений, приведенных в таблице 11.

Таблица 11 – Допустимые значения среднего уровня собственного шума приемников в диапазонах частот, дБ (1 мВт)/Гц, не более

Модификация Кобальт-М	Опция	Диапазон частот	Допустимые значения $P_{шш}$ дБ (1 мВт)/Гц, не более
1	2	3	4
CM222A/ CM222B/ CM422B	опция 000	от 100 кГц до 20 МГц включ.	-110
		св. 20 МГц до 15 ГГц включ.	-137
		св. 15 до 18 ГГц включ.	-136
		св. 18 до 20 ГГц включ.	-134
		св. 20 до 22,5 ГГц	-130
	опции 001/002/ 003/004	от 100 кГц до 20 МГц включ.	-110
		св. 20 МГц до 15 ГГц включ.	-137
		св. 15 до 18 ГГц включ.	-135
		св. 18 до 20 ГГц включ.	-133
		св. 20 до 22,5 ГГц	-130
	опции EМАХХ/ ЕМА	от 100 кГц до 20 МГц включ.	-110
		св. 20 МГц до 15 ГГц включ.	-137
		св. 15 до 18 ГГц включ.	-134
		св. 18 до 20 ГГц включ.	-132
		св. 20 до 22,5 ГГц	-128

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4
СМ244В/ СМ444В	-	от 10 до 20 МГц включ.	-98
		св. 20 до 100 МГц включ.	-108
		св. 100 до 300 МГц включ.	-128
		св. 300 до 500 МГц включ.	-133
		св. 500 МГц до 40 ГГц включ.	-137
		св. 40 до 44 ГГц	-135

11.8 Для полученных в пункте 10.8 результатов измерений рассчитать $A_{ПР}$ и A_{NRP67T} , дБ, рассчитать нелинейность приемников в диапазоне от 0 до 5 дБ (1 мВт), дБ, по формуле (7):

$$L_5 = A_{ПР5} - A_{NRP5}, \quad (7)$$

где $A_{ПР5}$ – измеренное значение отношения мощностей анализатором в диапазонах от 0 до 5 дБ (1 мВт), дБ;

A_{NRP5} – измеренное значение отношения мощностей NRP50T в диапазонах от 0 до 5 дБ (1 мВт), дБ.

Для полученных в пункте 10.8 результатов измерений рассчитать $A_{ПР}$ и A_{NRP67T} , дБ, рассчитать нелинейность приемников L_{-10} , дБ, в диапазоне от -10 до 0 дБ (1 мВт) и L_{-25} , дБ, в диапазоне от -25 до 0 дБ (1 мВт), по формулам (8) и (9):

$$L_{-10} = (A_{ПР-10} - A_{NRP-10}), \quad (8)$$

$$L_{-25} = (A_{ПР-25} - A_{NRP-25}), \quad (9)$$

где $A_{ПР-10}$ и $A_{ПР-25}$ – измеренные значения отношения мощностей анализатором в диапазонах от 0 до минус 10 дБ (1 мВт) и от 0 до минус 25 дБ (1 мВт) соответственно, дБ;

A_{NRP-10} и A_{NRP-25} – измеренные значения отношения мощностей NRP50T в диапазонах от 0 до минус 10 дБ (1 мВт) и от 0 до минус 25 дБ (1 мВт) соответственно, дБ.

Для полученных в пункте 10.8 результатов измерений рассчитать $A_{ПР}$ и A_{NRP} , дБ, рассчитать нелинейность приемников L_{-35} , дБ, в диапазоне от минус 35 до 0 дБ (1 мВт), и L_{-50} , дБ, в диапазоне от минус 50 до 0 дБ (1 мВт), дБ, по формулам (10) и (11):

$$L_{-35} = L_{-25} + (A_{ПР-35} - A_{NRP-35}), \quad (10)$$

$$L_{-50} = L_{-25} + (A_{ПР-50} - A_{NRP-50}), \quad (11)$$

где $A_{ПР-35}$ и $A_{ПР-50}$ – измеренные значения отношения мощностей анализатором в диапазонах от минус 25 до минус 35 дБ (1 мВт) и от минус 25 до минус 50 дБ (1 мВт) соответственно, дБ;

A_{NRP-35} и A_{NRP-50} – измеренные значения отношения мощностей NRP50T в диапазонах от минус 25 до минус 35 дБ (1 мВт) и от минус 25 до минус 50 дБ (1 мВт) соответственно, дБ.

Результаты поверки по пункту 10.8 считаются удовлетворительными, если:

– нелинейность приемников L_5 относительно уровня 0 дБ (1 мВт), в диапазоне уровней св. 0 до 5 дБ (1 мВт) не выходит за пределы $\pm 0,02$ дБ;

– нелинейность приемников L_{-10} и L_{-25} относительно уровня 0 дБ (1 мВт), в диапазоне уровней св. минус 25 до 0 дБ (1 мВт) не выходит за пределы $\pm 0,02$ дБ;

– нелинейность приемников L₋₃₅ и L₋₅₀ относительно уровня 0 дБ (1 мВт), в диапазоне уровней от минус 50 до 0 дБ (1 мВт) не выходит за пределы $\pm 0,04$ дБ.

11.9 Для полученных в пунктах 10.9.1 результатов измерений рассчитать $A_{ПР10}$, A_{NRPC10} и $A_{ПР20}$, A_{NRPC20} , дБ, рассчитать значения относительной погрешности измерений отношений мощностей L₋₁₀, дБ, от минус 15 до минус 5 дБ (1 мВт) и L₋₂₀, дБ, от минус 25 до минус 5 дБ (1 мВт) по формулам (12) и (13):

$$L_{-10} = (A_{ПР10} - A_{NRPC10}), \quad (12)$$

$$L_{-20} = (A_{ПР20} - A_{NRPC20}), \quad (13)$$

где $A_{ПР10}$ и $A_{ПР20}$ – измеренные значения отношения мощностей анализатором в диапазонах от минус 15 до минус 5 дБ (1 мВт) и от минус 25 до минус 5 дБ (1 мВт) соответственно, дБ;

A_{NRPC10} и A_{NRPC20} – измеренные значения отношения мощностей NRPC в диапазонах от минус 15 до минус 5 дБ (1 мВт) и от минус 25 до минус 5 дБ (1 мВт) соответственно, дБ.

Для полученных в пунктах 10.9.2 результатов измерений рассчитать $A_{ПР30}$, A_{NRPC30} и $A_{ПР40}$, A_{NRPC40} , дБ, рассчитать значения относительной погрешности измерений отношений мощностей L₋₃₀, дБ, от минус 35 до минус 5 дБ (1 мВт) и L₋₄₀, дБ, от минус 45 до минус 5 дБ (1 мВт) по формулам (14) и (15):

$$L_{-30} = L_{-20} + (A_{ПР30} - A_{NRPC30}), \quad (14)$$

$$L_{-40} = L_{-20} + (A_{ПР40} - A_{NRPC40}), \quad (15)$$

где $A_{ПР30}$ и $A_{ПР40}$ – измеренные значение отношения мощностей анализатором в диапазонах от минус 35 до минус 25 дБ (1 мВт) и от минус 45 до минус 25 дБ (1 мВт) соответственно, дБ;

A_{NRPC30} и A_{NRPC40} – измеренное значение отношения мощностей NRPC в диапазонах от минус 35 до минус 25 дБ (1 мВт) и от минус 45 до минус 25 дБ (1 мВт) соответственно, дБ.

Результаты поверки по пункту 10.9 считаются удовлетворительными, если:

– значения относительной погрешности измерения отношения мощностей L₋₁₀ и L₋₂₀ при использовании в качестве рабочего эталона 1-ого разряда относительно уровня минус 5 дБ (1 мВт), в диапазоне уровней св. минус 20 дБ до 0 дБ не выходит за пределы $\pm 0,01$ дБ;

– значения относительной погрешности измерения отношения мощностей L₋₃₀ и L₋₄₀ при использовании в качестве рабочего эталона 1-ого разряда относительно уровня минус 5 дБ (1 мВт), в диапазоне уровней от минус 40 дБ до 0 дБ не выходит за пределы $\pm 0,015$ дБ.

11.10 Результаты поверки по пункту 10.10 считаются удовлетворительными, если измеренные значения коэффициента отражения входа измерительного порта совместно с аттенюатором из набора мер не превышают 0,1.

11.11 Результаты поверки по пункту 10.11 считаются удовлетворительными, если полученные значения направленности D и согласование нагрузки L не менее значений, приведенных в таблице 12.

Таблица 12 – Допустимы значения нескорректированных параметров

Модификация Кобальт-М и опции		Диапазон частот	Направленность D, дБ, не менее	Согласование нагрузки L, дБ, не менее
CM222A/ CM222B/ CM422B	опция 000	от 100 кГц до 1 МГц включ.	8	10
		св. 1 МГц до 10 ГГц включ.	18	15
		св. 10 ГГц до 22,5 ГГц	15	15
	опции 001/002/ 003/004/ EMAXX/ EMA/ESWS	от 100 кГц до 1 МГц включ.	8	10
		св. 1 МГц до 10 ГГц включ.	18	15
		св. 10 ГГц до 22,5 ГГц	15	12
CM244B/ CM444B	опции 000/001/ 002/003/004	от 10 МГц до 8 ГГц включ.	15	10
		св. 8 ГГц до 25 ГГц включ.	15	8
		св. 25 ГГц до 44 ГГц /	13	8
	опции EMAXX/ EMA/ESWS	от 10 МГц до 8 ГГц включ.	15	10
		св. 8 ГГц до 25 ГГц включ.	15	8
		св. 25 ГГц до 44 ГГц	10	6

11.12 Для полученных в пункте 10.12.3 результатов измерений $A_{нчп}$, дБ, модуля коэффициента передачи измерительного перехода рассчитать по формуле (16) абсолютную погрешность измерений модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи $T_{нчп}$, дБ, для значения нижней частоты поверяемой модификации анализатора:

$$T_{нчп} = A_{нчп} - [A_0 + (A_F - A_0) \cdot f/F], \quad (16)$$

где A_0 – модуль коэффициента передачи измерительного перехода на постоянном токе, дБ;
 A_F – модуль коэффициента передачи измерительного перехода на частоте аттестации $F=100/250$ МГц, дБ (в зависимости от используемого набора мер);
 f – значение нижней частоты поверяемой модификации анализатора.

Для полученных в пункте 10.12.6 результатов измерений фазы коэффициента передачи измерительного перехода $\Phi_{нчп}$, градус, для значения нижней частоты поверяемой модификации анализатора, рассчитать по формуле (17) абсолютную погрешность измерений фазы коэффициента передачи $\Delta\Phi_{нчп}$, градус, для значения нижней частоты поверяемой модификации анализатора:

$$\Delta\Phi_{нчп} = \Phi_{нчп} - [\Phi_0 + (\Phi_F - \Phi_0) \cdot f/F], \quad (17)$$

где Φ_0 – фаза коэффициента передачи на постоянном токе, градус;
 Φ_F – фаза коэффициента передачи на частоте аттестации $F=100/250$ МГц, градус, (в зависимости от используемого набора мер)

f – значение нижней частоты поверяемой модификации анализатора.

Результаты поверки по пункту 10.12 считаются удовлетворительными, если:

– полученные значения абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи (зафиксированные значения $T_{вчп}$ в пункте 10.12.4 и рассчитанные по формуле (16) значения $T_{нчп}$) не выходят за пределы, приведенные в таблице 13;

– полученные значения абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи (зафиксированные значения $\Delta\Phi_{вчп}$ в пункте 10.12.6 и рассчитанные по формуле (17) значения $\Delta\Phi_{нчп}$) не выходят за пределы, приведенные в таблице 14.

Таблица 13 – Пределы допустимых значений составляющей абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи Т, дБ, по МИ 3411-2013 в диапазоне частот

Диапазон частот	Пределы допустимых значений Т, дБ
т 100 кГц до 18 ГГц включ.	$\pm 0,10$
св. 18 до 33 ГГц включ.	$\pm 0,16$
св. 33 до 40 ГГц включ.	$\pm 0,19$
св. 40 до 44 ГГц	$\pm 0,22$

Таблица 14 – Пределы допустимых значений составляющей абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи $\Delta\Phi$, град, измерительного перехода в диапазоне частот

Диапазон частот	Пределы допустимых значений $\Delta\Phi$, град
от 100 кГц до 8 ГГц включ.	$\pm 1,2$
св. 8 до 18 ГГц включ.	$\pm 1,7$
св. 18 до 33 ГГц включ.	$\pm 3,1$
св. 25 до 40 ГГц включ.	$\pm 3,3$
св. 40 до 44 ГГц	$\pm 3,5$

11.13 Для полученных в пунктах 10.13.3 значений модуля коэффициента отражения $\Gamma_{нч}$, отн. ед., на нижней частоте для каждого порта и каждой нагрузки рассчитать по формуле (18) абсолютную погрешность измерения модуля коэффициента отражения $\Delta\Gamma_{нч}$, отн. ед.:

$$\Delta\Gamma_{нч} = \Gamma_{нч} - [\Gamma_0 + (\Gamma_F - \Gamma_0) \cdot f/F], \quad (18)$$

где Γ_0 – модуль коэффициента отражения эталонных нагрузок на постоянном токе, отн. ед.;

Γ_F – модуль коэффициента отражения эталонных нагрузок на частоте аттестации $F=100/250$ МГц, отн. ед. (в зависимости от используемого набора мер)

Для полученных на частоте в пункте 10.13.5 значений фазы коэффициента отражения $\Phi_{нч}$, градус, на нижней частоте для каждого порта рассчитать по формуле (19) абсолютную погрешность измерения фазы коэффициента отражения $\Delta\Phi_{нч}$, градус:

$$\Delta\Phi_{нч} = \Phi_{нч} - [\Phi_0 + (\Phi_F - \Phi_0) \cdot f/F], \quad (19)$$

где Φ_0 – фаза коэффициента отражения эталонных нагрузок на постоянном токе, градус;

Φ_F – фаза коэффициента отражения эталонных нагрузок на частоте аттестации $F=100/250$ МГц, градус, (в зависимости от используемого набора мер)

Результаты поверки по пункту 10.13 считаются удовлетворительными, если:

– полученные значения абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения (зафиксированные значения $\Delta\Gamma_{вч}$ в пункте 10.13.4 и рассчитанные по формуле (18) значения, $\Delta\Gamma_{нч}$, отн. ед., (для каждого порта и каждой нагрузки) не выходят за пределы допустимых значений, указанных в таблице 15.

– полученные значения абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения (зафиксированные значения $\Delta\Phi_{вч}$ в пункте 10.13.6 и рассчитанные по формуле (18)

значения, $\Delta\Phi_{\text{нч}}$, град., (для каждого порта и каждой нагрузки, кроме нагрузки НС) не выходят за пределы допустимых значений, указанных в таблице 15.

Таблица 15 – Пределы допустимых значений абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения

Модуль ККО	Диапазон частот, ГГц									
	от 0,0001 до 8 включ.		св. 8 до 18 включ.		св. 18 до 33 включ.		св. 33 до 40 включ.		св. 40 до 44	
	модуль, отн. ед.	фаза, градус	модуль, отн. ед.	фаза, градус	модуль, отн. ед.	фаза, градус	модуль, отн. ед.	фаза, градус	модуль, отн. ед.	фаза, градус
от 0 до 0,1 включ.	$\pm 0,011$	-	$\pm 0,012$	-	$\pm 0,015$	-	$\pm 0,016$	-	$\pm 0,018$	-
св. 0,2 до 0,5 включ.	$\pm 0,015$	$\pm 3,1$	$\pm 0,016$	$\pm 4,0$	$\pm 0,018$	$\pm 4,7$	$\pm 0,024$	$\pm 5,2$	$\pm 0,028$	$\pm 5,8$
св. 0,5 до 1	$\pm 0,017$	$\pm 1,7$	$\pm 0,02$	$\pm 2,8$	$\pm 0,028$	$\pm 3,2$	$\pm 0,032$	$\pm 3,5$	$\pm 0,040$	$\pm 3,9$

11.14 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, является обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в разделах 8; 9; 10 и соответствие действительных значений метрологических характеристик анализаторов цепей векторных Кобальт-М требованиям, указанным в пунктах 11.1 – 11.8 и 11.11 – 11.13 данной методики поверки.

11.15 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия анализаторов цепей векторных Кобальт-М требованиям к рабочим эталонам и указания такого решения в протоколе и свидетельстве о поверке, являются:

- соответствие анализаторов цепей векторных Кобальт-М требованиям пунктов 11.1 – 11.13 данной методики поверки;
- применение при поверке эталонов соответствующего разряда по требованию государственных поверочных схем;
- соответствие метрологических характеристик анализаторов цепей векторных Кобальт-М требованиям, предъявляемым к следующим эталонам государственных поверочных схем:

1) рабочим эталонам (разряды для рабочих эталонов в государственной поверочной схеме не указаны) единиц комплексного коэффициента отражения и комплексного коэффициента передачи в коаксиальных волноводах в соответствии с Приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0 до 67 ГГц. При подтверждении соответствия проверяется, что доверительные границы абсолютной погрешности при измерениях модуля $\Delta|KКО|$ и фазы $\Delta\phi_{KКО}$ коэффициента отражения рабочих эталонов единицы комплексного коэффициента отражения в коаксиальных волноводах при доверительной вероятности 0,95 находятся в интервалах значений: $\pm(5 - 50) \cdot 10^{-3}$ по модулю ККО и $\pm(1^\circ - 7^\circ)$ - по фазе ККО, а доверительные границы абсолютной погрешности при измерениях модуля $\Delta|KКП|$ в диапазоне значений от 0 до 50 дБ и фазы $\Delta\phi_{KКП}$ коэффициента передачи при рабочих эталонах единицы комплексного коэффициента передачи в коаксиальных волноводах доверительной вероятности 0,95 находятся в интервалах значений: $\pm(0,05 - 0,5)$ дБ по модулю ККП и $\pm(1^\circ - 10^\circ)$ по фазе ККП

2) рабочим эталонам 1-го разряда единицы отношений мощности в соответствии с Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц. При подтверждении соответствия проверяется, что доверительные границы абсолютной погрешности измерений отношений мощности от 0 до 40 дБ рабочего эталона 1-го разряда единицы отношений мощности при доверительной вероятности 0,95 находятся в интервале значений $\pm (0,01 - 0,04)$ дБ.

11.16 При получении отрицательных результатов по любой из процедур, перечисленных в разделах 8; 9; 10 или несоответствии действительных значений метрологических характеристик анализаторов цепей векторных Кобальт-М требованиям, указанным в пунктах 11.1 - 11.13 принимается решение о несоответствии средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

12 Оформление результатов поверки

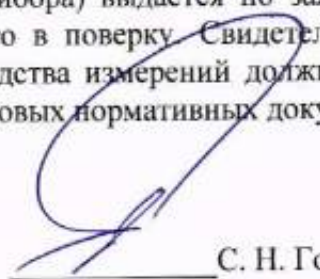
12.1 Результаты проверки внешнего осмотра, опробования, программного обеспечения, условий поверки и окончательные результаты измерений (расчетов), полученные в процессе поверки, заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении Б.

12.2 Сведения о результатах проведенной 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. При оформлении свидетельства о поверке знак поверки наносится на свидетельство о поверке. Если свидетельство о поверке не оформляется, то знак поверки наносится на корпус прибора.

При наличии в комплекте анализатора кабелей измерительных СВЧ, набора калибровочных мер или автоматического калибровочного модуля, их тип и серийный номер заносят в протокол поверки и при оформлении свидетельства в свидетельство о поверке, а при наличии опций, указанных в описании типа, делают соответствующую запись об их наличии.

12.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений (а также нанесение знака поверки на корпус прибора) выдаётся по заявлению владельцев средства измерений или лиц, представивших его в поверку. Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с требованиями действующих правовых нормативных документов.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»



С. Н. Голышак

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



А. С. Каледин

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики анализаторов цепей Кобальт-М, определяемые при проведении поверки приведены в таблицах А.1-А.5

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики			Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты внутреннего опорного генератора			$\pm 2 \cdot 10^{-6}$
Среднее квадратическое отклонение шумов измерительной трассы при измерении коэффициентов отражения для уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт), в полосе пропускания 1 кГц, в диапазоне частот, дБ, не более	модификации Кобальт-М CM222A/CM222B/CM422B	от 100 кГц до 1 МГц включ.	0,0200
		св. 1 МГц до 22,5 ГГц	0,0007
	модификации Кобальт-М CM244B/CM444B	от 10 МГц до 1 ГГц включ.	0,0035
		св. 1 до 44 ГГц	0,0011
Среднее квадратическое отклонение шумов измерительной трассы в импульсном режиме при измерении коэффициентов отражения для уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт) в диапазоне частот от 100 МГц до верхней частоты в зависимости от полосы пропускания и длительности импульса, дБ, не более	модификации Кобальт-М CM222A/CM222B/CM422B	300 кГц, 5 мкс	0,007
		3 МГц, 1 мкс	0,013
		10 МГц, 200 нс	0,040
	модификации Кобальт-М CM244B/CM444B	300 кГц, 5 мкс	0,050
		3 МГц, 1 мкс	0,100
		10 МГц, 200 нс	0,150
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности в зависимости от диапазона уровней, дБ	от -60 дБ (1 мВт) до P _{MAX}		$\pm 1,5$ 401
Верхний предел диапазона установки уровня выходной мощности P _{MAX} для модификаций Кобальт-М CM222A/CM222B/CM422B в диапазонах частот, дБ (1 мВт)	опция 000	от 100 кГц до 1 МГц включ.	10
		св. 1 МГц до 20 ГГц включ.	15
		св. 20 до 22,5 ГГц включ.	13
	опции 001/002/003/004	от 100 кГц до 1 МГц включ.	10
		св. 1 МГц до 15 ГГц включ.	15
		св. 15 до 20 ГГц включ.	12
	опции EMA1X/EMA/ESWS	св. 20 до 22,5 ГГц	10
		от 100 кГц до 1 МГц включ.	10
		св. 1 МГц до 8 ГГц включ.	15
		св. 8 до 13 ГГц включ.	13
		св. 13 до 20 ГГц включ.	10
		св. 20 до 22,5 ГГц	6

Продолжение таблицы А.1

Наименование характеристики			Значение
Верхний предел диапазона установки уровня выходной мощности P_{MAX} для модификаций Кобальт-М СМ244В/СМ444В в диапазонах частот, дБ (1 мВт)	опция 000	от 10 до 100 МГц включ.	10
		св. 0,1 до 25 ГГц включ.	10
		св. 25 до 40 ГГц включ.	10
		св. 40 до 44 ГГц	8
	опции 001/002/003/004	от 10 до 100 МГц включ.	10
		св. 0,1 до 25 ГГц включ.	10
		св. 25 до 40 ГГц включ.	10
		св. 40 до 44 ГГц	5
	опции ЕМА1Х/ЕМА/ESWS	от 10 до 100 МГц включ.	10
		св. 0,1 до 25 ГГц включ.	10
		св. 25 до 40 ГГц включ.	5
		св. 40 до 44 ГГц	2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт), дБ			$\pm 1,5$
Спектральная плотность среднего уровня собственного шума приемников для модификаций Кобальт-М СМ222А/СМ222В/СМ422В, в диапазоне частот, дБ (1 мВт)/Гц, не более	опция 000	от 100 кГц до 20 МГц включ.	-110
		св. 20 МГц до 15 ГГц включ.	-137
		св. 15 до 18 ГГц включ.	-136
		св. 18 до 20 ГГц включ.	-134
		св. 20 до 22,5 ГГц	-130
	опции 001/002/003/004	от 100 кГц до 20 МГц включ.	-110
		св. 20 МГц до 15 ГГц включ.	-137
		св. 15 до 18 ГГц включ.	-135
		св. 18 до 20 ГГц включ.	-133
		св. 20 до 22,5 ГГц	-130
	опции ЕМА2Х/ЕМА	от 100 кГц до 20 МГц включ.	-110
		св. 20 МГц до 15 ГГц включ.	-137
		св. 15 до 18 ГГц включ.	-134
		св. 18 до 20 ГГц включ.	-132
		св. 20 до 22,5 ГГц	-128
Спектральная плотность среднего уровня собственного шума приемников для модификаций Кобальт-М СМ244В/СМ444В, в диапазоне частот, дБ (1 мВт)/Гц, не более		от 10 до 20 МГц включ.	-98
		св. 20 до 100 МГц включ.	-108
		св. 100 до 300 МГц включ.	-128
		св. 300 до 500 МГц включ.	-133
		св. 500 МГц до 40 ГГц включ.	-137
		св. 40 до 44 ГГц	-135
Доверительные границы (P=0,95) нелинейности приемников L относительно уровня 0 дБ (1 мВт) без учета шумов трассы, в диапазоне уровней, дБ		от -50 дБ до 0 включ.	$\pm 0,04$
		от -25 дБ до 0 дБ включ.	$\pm 0,02$
		от 0 дБ до +5 дБ включ.	$\pm 0,02$
Доверительные границы составляющей абсолютной погрешности (P=0,95) измерений модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи Т по МИ 3411-2013 в диапазоне частот, дБ		от 100 кГц до 18 ГГц включ.	$\pm 0,10$
		св. 18 до 33 ГГц включ.	$\pm 0,16$
		св. 33 до 40 ГГц включ.	$\pm 0,19$
		св. 40 до 44 ГГц	$\pm 0,22$

Продолжение таблицы А.1

Наименование характеристики		Значение
Доверительные границы (P=0,95) абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи в диапазоне частот, градус	от 100 кГц до 8 ГГц включ.	$\pm(0,5+57 \cdot \arcsin(\Delta S_{21} /8,6))$
	св. 8 до 18 ГГц включ.	$\pm(1,0+57 \cdot \arcsin(\Delta S_{21} /8,6))$
	св. 18 до 44 ГГц	$\pm(2,0+57 \cdot \arcsin(\Delta S_{21} /8,6))$

Таблица А.2 – Метрологические характеристики. Нескорректированные параметры

Модификация Кобальт-М	Опции	Диапазон частот	Направленность, дБ, не менее	Согласование нагрузки, дБ, не менее
1	2	3	4	5
CM222A/ CM222B/ CM422B	опция 000	от 100 кГц до 1 МГц включ.	8	10
		св. 1 МГц до 10 ГГц включ.	18	15
		св. 10 до 22,5 ГГц	15	15
	опции 001/002/ 003/004/ EMAXX/EMA/ ESWS	от 100 кГц до 1 МГц включ.	8	10
		св. 1 МГц до 10 ГГц включ.	18	15
		св. 10 до 22,5 ГГц	15	12
CM244B/ CM444B	опции 000/001/ 002/003/004	от 10 МГц до 8 ГГц включ.	15	10
		св. 8 ГГц до 25 ГГц включ.	15	8
		св. 25 ГГц до 44 ГГц	13	8
	опции EMAXX/ EMA/ESWS	от 10 МГц до 8 ГГц включ.	15	10
		св. 8 ГГц до 25 ГГц включ.	15	8
		св. 25 ГГц до 44 ГГц	10	6

Таблица А.3 – Метрологические характеристики. Доверительные границы абсолютной погрешности измерений комплексного коэффициента отражения (ККО) ^{1,2,3} при доверительной вероятности 0,95.

Модуль ККО	Диапазон частот, ГГц									
	от 0,0001 до 8 включ.		св. 8 до 18 включ.		св. 18 до 33 включ.		св. 33 до 40 включ.		св. 40 до 44	
	модуль, отн. ед.	фаза, градус	модуль, отн. ед.	фаза, градус	модуль, отн. ед.	фаза, градус	модуль, отн. ед.	фаза, градус	модуль, отн. ед.	фаза, градус
от 0 до 0,1 включ.	$\pm 0,011$	-	$\pm 0,012$	-	$\pm 0,015$	-	$\pm 0,016$	-	$\pm 0,018$	-
св. 0,2 до 0,5 включ.	$\pm 0,015$	$\pm 3,1$	$\pm 0,016$	$\pm 4,0$	$\pm 0,018$	$\pm 4,7$	$\pm 0,024$	$\pm 5,2$	$\pm 0,028$	$\pm 5,8$
св. 0,5 до 1	$\pm 0,017$	$\pm 1,7$	$\pm 0,020$	$\pm 2,8$	$\pm 0,028$	$\pm 3,2$	$\pm 0,032$	$\pm 3,5$	$\pm 0,040$	$\pm 3,9$

Примечания

1 Доверительные границы погрешности измерений коэффициента отражения нормированы для измерения коэффициентов отражения двухполосников или многополосников с бесконечным ослаблением при фильтре ПЧ не более 100 Гц для доверительной вероятности 0,95 и 4ех наблюдений.

2 При изменении температуры не более, чем ± 1 °C после калибровки по набору мер/автоматическому калибровочному модулю с табличными данными в трактах 3,5 мм или 2,4 мм.

3 Доверительные границы погрешности по фазе указаны через «/» для калибровки по набору мер/автоматическому калибровочному модулю соответственно.

Таблица А.4 – Метрологические характеристики. Среднее квадратическое отклонение шумов измерительной трассы (σ) при измерении коэффициента передачи для модификаций Кобальт-М СМ222А/ СМ222В/ СМ422В при фильтре ПЧ 10 Гц и уровне выходной мощности 0 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты и коэффициента передачи, дБ, не более

	Диапазон частот, ГГц				σ , дБ, не более
	от 0,0001 до 0,02 включ.	св. 0,02 до 18 включ.	св. 18 до 20 включ.	св. 20 до 22,5	
Диапазон измерений, дБ	от -70 до -50 включ.	от -95 до -75 включ.	от -90 до -70 включ.	от -87 до -67 включ.	0,500
	св. -50 до -30 включ.	св. -75 до -55 включ.	св. -70 до -50 включ.	св. -67 до -47 включ.	0,050
	св. -30 до 5	св. -55 до 5	св. -50 до 5	св. -47 до 5	0,005

Таблица А.5 – Метрологические характеристики. Среднее квадратическое отклонение шумов измерительной трассы (σ) при измерении коэффициента передачи для модификаций Кобальт-М СМ244В/ СМ444В при фильтре ПЧ 10 Гц и уровне выходной мощности 0 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты и коэффициента передачи, дБ, не более

	Диапазон частот, ГГц						σ , дБ, не более
	от 0,01 до 0,02 включ.	св. 0,02 до 0,1 включ.	св. 0,1 до 0,3 включ.	св. 0,3 до 0,5 включ.	св. 0,5 до 40 включ.	св. 40 до 44	
Диапазон измерений, дБ	от -58 до -38 включ.	от -68 до -48 включ.	от -88 до -68 включ.	от -93 до -73 включ.	от -95 до -75 включ.	от -93 до -73 включ.	0,500
	св. -38 до -18 включ.	св. -48 до -28 включ.	св. -68 до -48 включ.	св. -73 до -53 включ.	св. -75 до -55 включ.	св. -73 до -53 включ.	0,050
	св. -18 до 5	св. -28 до 5	св. -48 до 5	св. -53 до 5	св. -55 до 5	св. -53 до 5	0,005

Для применения анализаторов цепей векторных Кобальт-М в качестве:

– рабочих эталонов (разряды для рабочих эталонов в государственной поверочной схеме не указаны) единиц комплексного коэффициента отражения и комплексного коэффициента передачи в коаксиальных волноводах в соответствии с Приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0 до 67 ГГц должны быть подтверждены метрологические требования, приведённые в таблицах А.6 - А.7.

– рабочих эталонов 1-го разряда единицы отношений мощности в соответствии с Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц должны быть подтверждены метрологические требования, приведённые в таблице А.8.

Таблица А.6 – Метрологические характеристики. Доверительные границы абсолютной погрешности измерений комплексного коэффициента передачи (ККП)^{1,2,3,4,5} при доверительной вероятности 0,95

для анализаторов модификаций Кобальт-М CM222A/CM222B/CM422B								
Модуль ККП, дБ	Диапазон частот, ГГц							
	от 0,0001 до 0,02 включ.		св. 0,02 до 8 включ.		св. 8 до 18 включ.		св. 18 до 22,5	
	модуль, дБ	фаза, градус	модуль, дБ	фаза, градус	модуль, дБ	фаза, градус	модуль, дБ	фаза, градус
от 0 до 20 включ.	0,18	1,7	0,18	2,2	0,18	2,2	0,26	3,7
св. 20 до 40 включ.	0,22	2,0						
св. 40 до 50								
для анализаторов модификаций Кобальт-М CM244B/CM444B								
Модуль ККП, дБ	Диапазон частот, ГГц							
	от 0,01 до 0,02 включ.		св. 0,02 до 0,1 включ.		св. 0,1 до 8 ГГц включ.		св. 8 до 18 включ.	
	модуль, дБ	фаза, градус	модуль, дБ	фаза, градус	модуль, дБ	фаза, градус	модуль, дБ	фаза, градус
от 0 до 20 включ.	0,18	1,7	0,18	1,7	0,18	1,7	0,18	2,2
св. 20 до 40 включ.	0,22	2,0	0,22	2,0				
св. 40 до 50	-	-	0,23	2,0				
	Диапазон частот, ГГц							
	св. 18 до 33 включ.		св. 33 до 40 включ.		св. 40 до 44			
	модуль, дБ	фаза, градус	модуль, дБ	фаза, градус	модуль, дБ	фаза, градус	модуль, дБ	фаза, градус
от 0 до 20 включ.	0,25	3,7	0,3	4,0	0,35	4,3		
св. 20 до 40 включ.								
св. 40 до 50								
Примечания								
1 При изменении температуры не более, чем ±1 °С после калибровки по набору калибровочных мер НМ35 или НМ24 (табличные данные) и с использованием кабеля измерительного.								
2 Доверительные границы погрешности измерений коэффициента передачи нормированы для измерений при P _{вых} = 0 дБ (1 мВт), фильтре ПЧ 10 Гц и 4-ех наблюдениях.								
3 При измерении ККП аттенюаторов и переходов с КСВН не более 1,5								
4 Доверительные границы (P=0,95) абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи Δ S ₂₁ , дБ, рассчитаны по формуле: ±(1,1 · √L ² + T ² + (2 · σ) ² + M)								
5 Доверительные границы (P=0,95) абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи в диапазоне частот, градус рассчитаны по формулам:								
– ±(0,5+57·arcsin(Δ S ₂₁ /8,6)) для диапазона частот от 100 кГц до 8 ГГц включ.;								
– ±(1,0+57·arcsin(Δ S ₂₁ /8,6)) для диапазона частот св. 8 до 18 ГГц включ.;								
– ±(2,0+57·arcsin(Δ S ₂₁ /8,6)) для диапазона частот св. 18 до 44 ГГц.								

Таблица А.7 – Метрологические характеристики. Доверительные границы абсолютной погрешности измерений комплексного коэффициента отражения (ККО)^{1,2} при доверительной вероятности 0,95, после выполнения калибровки по набору калибровочных мер НМ35 или НМ24.

Модуль ККО	Диапазон частот, ГГц									
	от 0,0001 до 8 включ.		св. 8 до 18 включ.		св. 18 до 33 включ.		св. 33 до 40 включ.		св. 40 до 44	
	модуль, отн. ед.	фаза, градус	модуль, отн. ед.	фаза, градус	модуль, отн. ед.	фаза, градус	модуль, отн. ед.	фаза, градус	модуль, отн. ед.	фаза, градус
от 0 до 0,1 включ.	±0,011	-	±0,012	-	±0,015	-	±0,016	-	±0,018	-
св. 0,2 до 0,5 включ.	±0,015	±3,1	±0,016	±4,0	±0,018	±4,7	±0,024	±5,2	±0,028	±5,8
св. 0,5 до 1	±0,017	±1,7	±0,020	±2,8	±0,028	±3,2	±0,032	±3,5	±0,040	±3,9
Примечания 1 Доверительные границы погрешности измерений коэффициента отражения нормированы для измерения коэффициентов отражения двухполюсников или многополюсников с бесконечным ослаблением при фильтре ПЧ не более 100 Гц для доверительной вероятности 0,95 и 4ех наблюдениях. 2 При изменении температуры не более, чем ±1 °С после калибровки по набору мер с табличными данными в трактах 3,5 мм или 2,4 мм.										

Таблица А.8 – Метрологические характеристики. Доверительные границы абсолютной погрешности измерений отношения мощностей L при доверительной вероятности 0,95.

Доверительные границы (P=0,95) относительной погрешности измерений отношения мощностей L при использовании в качестве рабочего эталона 1-ого разряда относительно уровня минус 5 дБ (1 мВт) в диапазоне частот от 30 МГц до 22,5 ГГц для модификаций Кобальт-М СМ222А/ СМ222В/СМ422В или от 300 МГц до 37,5 ГГц для модификаций Кобальт-М СМ244В/ СМ444В соответственно, в диапазоне уровней, дБ	от -40 до 0 дБ включ.	±0,015
	от -20 до 0 дБ включ.	±0,010
Коэффициент отражения входа измерительного порта совместно с аттенюатором из набора мер, не более		0,1

Приложение Б
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки анализаторов цепей векторных Кобальт-М

Таблица Б.1 – Условия проведения поверки:

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

Таблица Б.2 – Внешний осмотр

Вид проверки	Заключение
Внешний вид анализатора соответствует фотографиям, приведённым в описании типа на данное средство измерений	
Комплектность анализатора соответствует указанной в технической документации фирмы-изготовителя	
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	
Кабель USB не имеет повреждений	
Отсутствуют механические повреждения соединителей (вмятины, забоины, отслаивания покрытия и т. д.) и заусенцы на контактных и токонесущих поверхностях анализатора, кабеля измерительного СВЧ, набора калибровочных мер или автоматического калибровочного модуля	
Отсутствуют посторонние частицы внутри соединителей анализатора, кабеля измерительного СВЧ, набора калибровочных мер или автоматического калибровочного модуля	

Таблица Б.3 – Опробование

Вид проверки	Заклучение
После подключения анализатора к персональному компьютеру и загрузки управляющего программного обеспечения анализатора не возникают сообщения об ошибках	
Анализатор подключается к программному обеспечению по индикатору, расположенному в строке состояния	
На всех портах анализатора обеспечивается индикация мощности опорного приемника для номинальных уровней 0 и минус 10 дБ (1 мВт)	

Таблица Б.4 – Идентификация программного обеспечения

Вид проверки	Заклучение
Номер версии программного обеспечения должен быть не ниже 26.1.2	

Таблица Б.5 – Определение относительной погрешности установки частоты внутреннего опорного генератора

Частота внутреннего опорного генератора	Нижний предел допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала	Измеренные значения частоты $F_{изм}$, МГц	Верхний предел допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала	Вывод о соответствии
10 МГц	9,99998 МГц		10,00002 МГц	

Таблица Б.6 – Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности для значений минус 10; 0 и P_{MAX} дБ (1 мВт), ($\Delta P_{вых}$)

мощности для значений минус 10, 0 и P_{MAX} дБ (P_{MDT}), ($\Delta P_{ВЫХ}$)								
F_A *	Измеренные значения P_{NRP} , дБ, для уровней			Рассчитанные значения $\Delta P_{ВЫХ}$, дБ, для уровней			Пределы допустимых значений $\Delta P_{ВЫХ}$, дБ	Вывод о соответствии
	P_{MAX}	0 дБ	-10 дБ	P_{MAX}	0 дБ	-10 дБ		
только для модификаций Кобальт-М СМ222А/ Кобальт-М СМ222В/ Кобальт-М СМ422В								
0,1 МГц							±1,5	
1 МГц								
для всех модификаций Кобальт-М								
10 МГц							±1,5	
100 МГц								
1 ГГц								
2 ГГц								
4 ГГц								
8 ГГц								
10 ГГц								
13 ГГц								
15 ГГц								
18 ГГц								
20 ГГц								
только для модификаций Кобальт-М СМ222А/ Кобальт-М СМ222В/ Кобальт-М СМ422В								
22,5 ГГц							±1,5	
только для модификаций Кобальт-М СМ244В/ Кобальт-М СМ444В								
25 ГГц							±1,5	
30 ГГц								
35 ГГц								
40 ГГц								
44 ГГц								
* Примечание: F_A – здесь и далее в таблицах, значения частот установленных на поверяемом анализаторе								

Заполнить таблицу Б.6 для остальных измерительных портов поверяемого анализатора в зависимости от его модификации.

Таблица Б.7 – Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности для значений минус 20; минус 40 и минус 60 дБ (1 мВт), ($\Delta P_{\text{ВЫХ-60}}$)

Частота анализа- тора	Измеренные значения P_{FSMR} , дБ, для уровней				Рассчитанные значения $\Delta P_{\text{ВЫХ-60}}$, дБ, для уровней			Пределы допустимы х значений $\Delta P_{\text{ВЫХ}}$, дБ	Вывод о соответстви и
	-10 дБ	-20 дБ	-40 дБ	-60 дБ	-20 дБ	-40 дБ	-60 дБ		
только для модификаций Кобальт-М СМ222А/ Кобальт-М СМ222В/ Кобальт-М СМ422В									
0,1 МГц								±1,5	
1 МГц									
для всех модификаций Кобальт-М									
10 МГц								±1,5	
100 МГц									
1 ГГц									
2 ГГц									
4 ГГц									
8 ГГц									
10 ГГц									
13 ГГц									
15 ГГц									
18 ГГц									
20 ГГц									
только для модификаций Кобальт-М СМ222А/ Кобальт-М СМ222В/ Кобальт-М СМ422В									
22,5 ГГц								±1,5	
только для модификаций Кобальт-М СМ244В/ Кобальт-М СМ444В									
25 ГГц								±1,5	
30 ГГц									
35 ГГц									
40 ГГц									
44 ГГц									

Заполнить таблицу Б.7 для остальных измерительных портов поверяемого анализатора в зависимости от его модификации.

Таблица Б.8 – Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности для значений от минус 20; до минус 60 дБ (1 мВт), ($\Delta P_{\text{ВЫХ-60}}$) для анализаторов с встроенными электромеханическими аттенюаторами в трактах источников (опции ЕМА1Х/ЕМА)

СМАТХ/СМАУ)											
F _A	Измеренные значения P _{FSMR} , дБ, для уровней					Рассчитанные значения ΔP _{ВЫХ-60} , дБ, для уровней					Вывод о соответствии
	-20	-30	-40	-50	-60	-20	-30	-40	-50	-60	
только для модификаций Кобальт-М СМ222А/ Кобальт-М СМ222В/ Кобальт-М СМ422В											
0,1 МГц											
1 МГц											
для всех модификаций Кобальт-М											
10 МГц											
100 МГц											
1 ГГц											
2 ГГц											
4 ГГц											
8 ГГц											
10 ГГц											
13 ГГц											
15 ГГц											
18 ГГц											
20 ГГц											
только для модификаций Кобальт-М СМ222А/ Кобальт-М СМ222В/ Кобальт-М СМ422В											
22,5 ГГц											
только для модификаций Кобальт-М СМ244В/ Кобальт-М СМ444В											
25 ГГц											
30 ГГц											
35 ГГц											
40 ГГц											
44 ГГц											
Пределы допустимых значений ΔP _{вых} , дБ ±1,5											

Заполнить таблицу Б.8 для остальных измерительных портов поверяемого анализатора в зависимости от его модификации и установленных опций ЕМА1Х/ЕМА.

Таблица Б.9 – Определение абсолютной погрешности измерения уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт), ($\Delta P_{\text{вых}}$)

F_A	Измеренные значения приемником анализатора P_{NRP} , дБ,	Измеренные значения P_{NRP} , дБ,	Рассчитанные значения ΔP_{BX} , дБ	Пределы допустимых значений ΔP_{BX} , дБ	Вывод о соответствии
только для модификаций Кобальт-М СМ222А/ Кобальт-М СМ222В/ Кобальт-М СМ422В					
0,1 МГц				$\pm 1,5$	
1 МГц					
для всех модификаций Кобальт-М					
10 МГц				$\pm 1,5$	
100 МГц					
1 ГГц					
2 ГГц					
4 ГГц					
8 ГГц					
10 ГГц					
13 ГГц					
15 ГГц					
18 ГГц					
20 ГГц					
только для модификаций Кобальт-М СМ222А/ Кобальт-М СМ222В/ Кобальт-М СМ422В					
22,5 ГГц				$\pm 1,5$	
только для модификаций Кобальт-М СМ244В/ Кобальт-М СМ444В					
25 ГГц				$\pm 1,5$	
30 ГГц					
35 ГГц					
40 ГГц					
44 ГГц					

Заполнить таблицу Б.9 для остальных измерительных портов поверяемого анализатора в зависимости от его модификации.

Таблица Б.10 – Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы при измерении коэффициентов отражения для уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт), в полосе пропускания 1 кГц, в диапазоне частот ($\sigma_{ш}$)

Диапазон частот анализатора		Измеренные значения $\sigma_{ш}^S$, дБ		Допустимые значения $\sigma_{ш}$ дБ, не более	Вывод о соответствии
Для модификаций Кобальт-М СМ222А/ Кобальт-М СМ222В					
	$\sigma_{ш}^{S11}$	$\sigma_{ш}^{S22}$			
от 100 кГц до 1 МГц включ.				0,0200	
св. 1 МГц до 22,5 ГГц				0,0007	
Для модификации Кобальт-М СМ422В					
	$\sigma_{ш}^{S11}$	$\sigma_{ш}^{S22}$	$\sigma_{ш}^{S33}$	$\sigma_{ш}^{S44}$	
от 100 кГц до 1 МГц включ.				0,0200	
св. 1 МГц до 22,5 ГГц				0,0007	
Для модификации Кобальт-М СМ244В					
	$\sigma_{ш}^{S11}$	$\sigma_{ш}^{S22}$			
от 10 МГц до 1 ГГц включ.				0,0035	
св. 1 до 44 ГГц				0,0011	
Для модификации Кобальт-М СМ444В					
	$\sigma_{ш}^{S11}$	$\sigma_{ш}^{S22}$	$\sigma_{ш}^{S33}$	$\sigma_{ш}^{S44}$	
от 10 МГц до 1 ГГц включ.				0,0035	
св. 1 до 44 ГГц				0,0011	

Таблица Б.11 – Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы (σ) при измерении коэффициента передачи при фильтре ПЧ 10 Гц и уровне выходной мощности 0 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты и коэффициента передачи для модификаций Кобальт-М СМ222А/Кобальт-М СМ222В/Кобальт-М СМ422В

Диапазон частот анализатора	Модуль коэффициента передачи, дБ	Измеренные значения σ , дБ		Допустимые значения σ дБ, не более	Вывод о соответствии
		σ_{S21}	σ_{S43} (только для Кобальт-М СМ422В)		
от 100 кГц до 20 МГц включ.	от -60 до -70			0,500	
	от -40 до -50			0,050	
	от -20 до -30			0,005	
св. 20 МГц до 18 ГГц включ.	от -80 до -95			0,500	
	от -65 до -75			0,050	
	от -45 до -55			0,005	
св. 18 ГГц до 20 ГГц включ.	от -80 до -90			0,500	
	от -60 до -70			0,050	
	от -40 до -50			0,005	
св. 20 до 22,5 ГГц	от -77 до -87			0,500	
	от -57 до -67			0,050	
	от -37 до -47			0,005	

Таблица Б.12 – Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы (σ) при измерении коэффициента передачи при фильтре ПЧ 10 Гц и уровне выходной мощности 0 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты и коэффициента передачи для модификаций Кобальт-М СМ244В/Кобальт-М СМ444В

Диапазон частот анализатора	Модуль коэффициента передачи, дБ	Измеренные значения σ , дБ		Допустимые значения σ дБ, не более	Вывод о соответствии
		σ_{S21}	σ_{S43} (только для Кобальт-М СМ444В)		
от 10 до 20 МГц включ.	от -48 до -58			0,500	
	от -28 до -38			0,050	
	от -8 до -18			0,005	
св. 20 до 100 МГц включ.	от -58 до -68			0,500	
	от -38 до -48			0,050	
	от -18 до -28			0,005	
св. 100 до 300 МГц включ.	от -78 до -88			0,500	
	от -58 до -68			0,050	
	от -38 до -48			0,005	
св. 300 до 500 МГц включ.	от -83 до -93			0,500	
	от -63 до -73			0,050	
	от -43 до -53			0,005	
св. 500 МГц до 40 ГГц включ.	от -85 до -95			0,500	
	от -65 до -75			0,050	
	от -45 до -55			0,005	
св. 40 до 44 ГГц	от -73 до -93			0,500	
	от -53 до -73			0,050	
	от -53 до -40			0,005	

Таблица Б.13 – Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы в импульсном режиме ($\sigma_{\text{ШИР}}$)

Параметры анализатора		Измеренные значения σШИР, дБ				Допустимые значения σШИР дБ, не более	Вывод о соответствии
Частота фильтра ПЧ	Длительность импульса						
1	2	3	4	5	6	7	8
Для модификаций Кобальт-М СМ222А/ Кобальт-М СМ222В							
		σШИР ^{S11}		σШИР ^{S22}			
300 кГц	5 мкс					0,007	
3 МГц	1 мкс					0,013	
10 МГц	200 нс					0,040	
Для модификации Кобальт-М СМ422В							
		σШИР ^{S11}	σШИР ^{S22}	σШИР ^{S33}	σШИР ^{S44}		
300 кГц	5 мкс					0,007	
3 МГц	1 мкс					0,013	
10 МГц	200 нс					0,040	

Продолжение таблицы Б.13

1	2	3	4	5	6	7	8
Для модификаций Кобальт-М СМ244В/ Кобальт-М СМ444В							
		$\sigma_{\text{ШИР}}^{S11}$		$\sigma_{\text{ШИР}}^{S22}$			
300 кГц	5 мкс					0,05	
3 МГц	1 мкс					0,10	
10 МГц	200 нс					0,15	
Для модификации Кобальт-М СМ444В							
		$\sigma_{\text{ШИР}}^{S11}$	$\sigma_{\text{ШИР}}^{S22}$	$\sigma_{\text{ШИР}}^{S33}$	$\sigma_{\text{ШИР}}^{S44}$		
300 кГц	5 мкс					0,05	
3 МГц	1 мкс					0,10	
10 МГц	200 нс					0,15	

Таблица Б.14 – Определение спектральной плотности среднего уровня собственного шума приемников в диапазоне частот для модификаций Кобальт-М СМ222А/ Кобальт-М СМ222В/Кобальт-М СМ422В

Диапазон частот анализатора	Измеренные значения $P_{\text{ш}}^{\text{ПЧ10}}$ дБ (1 мВт)/Гц	Рассчитанные значения $P_{\text{ш}}$ дБ (1 мВт)/Гц	Допустимые значения $P_{\text{ш}}$ дБ (1 мВт)/Гц, не более	Вывод о соответствии
опция 000				
от 100 кГц до 20 МГц включ.			-110	
св. 20 МГц до 15 ГГц включ.			-137	
св. 15 до 18 ГГц включ.			-136	
св. 18 до 20 ГГц включ.			-134	
св. 20 до 22,5 ГГц			-130	
опции 001/002/ 003/004				
от 100 кГц до 20 МГц включ.			-110	
св. 20 МГц до 15 ГГц включ.			-137	
св. 15 до 18 ГГц включ.			-135	
св. 18 до 20 ГГц включ.			-133	
св. 20 до 22,5 ГГц			-130	
опции ЕМА2Х/ЕМА				
от 100 кГц до 20 МГц включ.			-110	
св. 20 МГц до 15 ГГц включ.			-137	
св. 15 до 18 ГГц включ.			-134	
св. 18 до 20 ГГц включ.			-132	
св. 20 до 22,5 ГГц			-128	

Заполнить таблицу Б.14 для остальных измерительных портов поверяемого анализатора в зависимости от его модификации.

Таблица Б.15 – Определение спектральной плотности среднего уровня собственного шума приемников ($P_{ш}$) в диапазоне частот для модификаций Кобальт-М СМ244В/СМ444В

Диапазон частот анализатора	Измеренные значения $P_{ш}^{ПЧ10}$ дБ (1 мВт)/Гц	Рассчитанные значения $P_{ш}$ дБ (1 мВт)/Гц	Допустимые значения $P_{ш}$ дБ (1 мВт)/Гц, не более	Вывод о соответствии
от 10 до 20 МГц включ.			-98	
св. 20 до 100 МГц включ.			-108	
св. 100 до 300 МГц включ.			-128	
св. 300 до 500 МГц включ.			-133	
св. 500 МГц до 40 ГГц включ.			-137	
св. 40 до 44 ГГц			-135	

Заполнить таблицу Б.15 для остальных измерительных портов поверяемого анализатора в зависимости от его модификации.

Таблица Б.16 – Определение нелинейности приемников L относительно уровня 0 дБ (1 мВт) в диапазоне уровней без учета шумов трассы

F_A	Измеренные значения $A_{ПР}$, дБ (1 мВт)	Измеренные значения $A_{НРП}$, дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения L, дБ	Допустимые значения L, дБ	Вывод о соответствии
1 ГГц	$A_{ПР5} =$	$A_{НРП5} =$	$L_5 =$	$\pm 0,02$	
	$A_{ПР-10} =$	$A_{НРП-10} =$	$L_{-10} =$	$\pm 0,02$	
	$A_{ПР-25} =$	$A_{НРП-25} =$	$L_{-25} =$	$\pm 0,02$	
	$A_{ПР-35} =$	$A_{НРП-35} =$	$L_{-35} =$	$\pm 0,04$	
	$A_{ПР-50} =$	$A_{НРП-50} =$	$L_{-50} =$	$\pm 0,04$	
10 ГГц	$A_{ПР5} =$	$A_{НРП5} =$	$L_5 =$	$\pm 0,02$	
	$A_{ПР-10} =$	$A_{НРП-10} =$	$L_{-10} =$	$\pm 0,02$	
	$A_{ПР-25} =$	$A_{НРП-25} =$	$L_{-25} =$	$\pm 0,02$	
	$A_{ПР-35} =$	$A_{НРП-35} =$	$L_{-35} =$	$\pm 0,04$	
	$A_{ПР-50} =$	$A_{НРП-50} =$	$L_{-50} =$	$\pm 0,04$	

Заполнить таблицу Б.16 для остальных измерительных портов поверяемого анализатора в зависимости от его модификации.

Таблица Б.17 – Определение относительной погрешности измерения отношения мощностей L при использовании в качестве рабочего эталона 1-ого разряда относительно уровня минус 5 дБ (1 мВт) в диапазоне уровней

F_A	Измеренные значения A_{IP} , дБ (1 мВт)	Измеренные значения A_{NRPC} , дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения L , дБ	Допустимые значения L , дБ	Вывод о соответствии
для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В					
30 МГц	$A_{IP10} =$	$A_{NRPC10} =$	$L_{-10} =$	$\pm 0,010$	
	$A_{IP20} =$	$A_{NRPC20} =$	$L_{-20} =$	$\pm 0,010$	
	$A_{IP35} =$	$A_{NRPC30} =$	$L_{-30} =$	$\pm 0,015$	
	$A_{IP45} =$	$A_{NRPC40} =$	$L_{-40} =$	$\pm 0,015$	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В					
300 МГц	$A_{IP10} =$	$A_{NRPC10} =$	$L_{-10} =$	$\pm 0,010$	
	$A_{IP20} =$	$A_{NRPC20} =$	$L_{-20} =$	$\pm 0,010$	
	$A_{IP35} =$	$A_{NRPC30} =$	$L_{-30} =$	$\pm 0,015$	
	$A_{IP45} =$	$A_{NRPC40} =$	$L_{-40} =$	$\pm 0,015$	
для всех модификаций Кобальт-М					
1 ГГц	$A_{IP10} =$	$A_{NRPC10} =$	$L_{-10} =$	$\pm 0,010$	
	$A_{IP20} =$	$A_{NRPC20} =$	$L_{-20} =$	$\pm 0,010$	
	$A_{IP35} =$	$A_{NRPC30} =$	$L_{-30} =$	$\pm 0,015$	
	$A_{IP45} =$	$A_{NRPC40} =$	$L_{-40} =$	$\pm 0,015$	
10 ГГц	$A_{IP10} =$	$A_{NRPC10} =$	$L_{-10} =$	$\pm 0,010$	
	$A_{IP20} =$	$A_{NRPC20} =$	$L_{-20} =$	$\pm 0,010$	
	$A_{IP35} =$	$A_{NRPC30} =$	$L_{-30} =$	$\pm 0,015$	
	$A_{IP45} =$	$A_{NRPC40} =$	$L_{-40} =$	$\pm 0,015$	
22,5 ГГц	$A_{IP10} =$	$A_{NRPC10} =$	$L_{-10} =$	$\pm 0,010$	
	$A_{IP20} =$	$A_{NRPC20} =$	$L_{-20} =$	$\pm 0,010$	
	$A_{IP35} =$	$A_{NRPC30} =$	$L_{-30} =$	$\pm 0,015$	
	$A_{IP45} =$	$A_{NRPC40} =$	$L_{-40} =$	$\pm 0,015$	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В					
37,5 ГГц	$A_{IP10} =$	$A_{NRPC10} =$	$L_{-10} =$	$\pm 0,010$	
	$A_{IP20} =$	$A_{NRPC20} =$	$L_{-20} =$	$\pm 0,010$	
	$A_{IP35} =$	$A_{NRPC30} =$	$L_{-30} =$	$\pm 0,015$	
	$A_{IP45} =$	$A_{NRPC40} =$	$L_{-40} =$	$\pm 0,015$	
44 ГГц	$A_{IP10} =$	$A_{NRPC10} =$	$L_{-10} =$	$\pm 0,010$	
	$A_{IP20} =$	$A_{NRPC20} =$	$L_{-20} =$	$\pm 0,010$	
	$A_{IP35} =$	$A_{NRPC30} =$	$L_{-30} =$	$\pm 0,015$	
	$A_{IP45} =$	$A_{NRPC40} =$	$L_{-40} =$	$\pm 0,015$	

Заполнить таблицу Б.17 для остальных измерительных портов поверяемого анализатора в зависимости от его модификации.

Таблица Б.18 – Определение коэффициента отражения (КО) входа измерительного порта совместно с аттенуатором из набора мер

Диапазон частот анализатора	Измеренные значения КО		Допустимые значения КО, не более	Вывод о соответствии
	1 порт	2 порт		
для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В				
от 100 кГц до 4,5 ГГц включ.			0,1	
св. 4,5 до 22,5 ГГц включ.			0,1	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В				
от 10ГГц до 4,5 ГГц включ.			0,1	
св. 4,5 до 44 ГГц включ.			0,1	

Заполнить таблицу Б.18 для 3-го и 4-го измерительных портов для модификаций Кобальт-М СМ422В, Кобальт-М СМ444В

Таблица Б.19 – Определение нескорректированных параметров. Направленность (D)

Опции анализатора	Диапазон частот	Измеренные значения Дизм, дБ	Допустимые значения D, дБ, не менее	Вывод о соответствии
для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В				
000	от 100 кГц до 1 МГц включ.		8	
	св. 1 МГц до 10 ГГц включ.		18	
	св. 10 до 22,5 ГГц		15	
001/002/ 003/004/ ЕМАХХ/ ЕМА/ ESWS	от 100 кГц до 1 МГц включ.		8	
	св. 1 МГц до 10 ГГц включ.		18	
	св. 10 до 22,5 ГГц		15	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В				
000/001/ 002/003/004	от 10 МГц до 8 ГГц включ.		15	
	св. 8 ГГц до 25 ГГц включ.		15	
	св. 25 ГГц до 44 ГГц		13	
ЕМАХХ/ ЕМА/ ESWS	от 10 МГц до 8 ГГц включ.		15	
	св. 8 ГГц до 25 ГГц включ.		15	
	св. 25 ГГц до 44 ГГц		10	

Заполнить таблицу Б.19 для остальных измерительных портов поверяемого анализатора в зависимости от его модификации.

Таблица Б.20 – Определение нескорректированных параметров.
Согласование нагрузки (L)

Опции анализатора	Диапазон частот	Измеренные значения L _{изм} , дБ	Допустимые значения L, дБ, не менее	Вывод о соответствии
для модификаций Кобальт-М CM222A, Кобальт-М CM222B, Кобальт-М CM422B				
000	от 100 кГц до 1 МГц включ.		10	
	св. 1 МГц до 10 ГГц включ.		15	
	св. 10 до 22,5 ГГц		15	
001/002/ 003/004/ EMAXX/ EMA/ ESWS	от 100 кГц до 1 МГц включ.		10	
	св. 1 МГц до 10 ГГц включ.		15	
	св. 10 до 22,5 ГГц		12	
для модификаций Кобальт-М CM244B, Кобальт-М CM444B				
000/001/ 002/003/004	от 10 МГц до 8 ГГц включ.		10	
	св. 8 ГГц до 25 ГГц включ.		8	
	св. 25 ГГц до 44 ГГц		8	
EMAXX/ EMA/ ESWS	от 10 МГц до 8 ГГц включ.		10	
	св. 8 ГГц до 25 ГГц включ.		8	
	св. 25 ГГц до 44 ГГц		6	

Заполнить таблицу Б.20 для остальных измерительных портов поверяемого анализатора в зависимости от его модификации.

Таблица Б.21 – Определение составляющей абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи из-за трескинга передачи T по МИ 3411-2013 в диапазоне частот

F _A	Измеренные значения Анчп, дБ	Рассчитанные значения Т _{нч} , дБ	Пределы допустимых значений Т, дБ	Вывод о соответствии
для модификаций Кобальт-М CM222A, Кобальт-М CM222B, Кобальт-М CM422B				
100 кГц			±0,10	
для модификаций Кобальт-М CM244B, Кобальт-М CM444B				
10 МГц			±0,10	
для всех модификаций Кобальт-М				
Диапазон частот анализатора	Измеренные значения Т _{вч} , дБ			
от 100 МГц до 18 ГГц включ.			±0,10	
для модификаций Кобальт-М CM222A, Кобальт-М CM222B, Кобальт-М CM422B				
св. 18 до 22,5 ГГц			±0,16	
для модификаций Кобальт-М CM244B, Кобальт-М CM444B				
св. 18 до 33 ГГц включ.			±0,16	
св. 33 до 40 ГГц включ.			±0,19	
св. 40 до 44 ГГц			±0,22	

Таблица Б.22 – Определение абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи ($\Delta\Phi$) измерительного перехода в диапазоне частот

F_A	Измеренные значения $\Phi_{нчп}$, градус	Рассчитанные значения $\Delta\Phi_{нчп}$, градус	Пределы допустимых значений $\Delta\Phi$, градус	Вывод о соответствии
для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В				
100 кГц			$\pm 1,2$	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В				
10 МГц			$\pm 1,2$	
для всех модификаций Кобальт-М				
Диапазон частот анализатора	Измеренные значения $\Delta\Phi_{вчп}$, градус			
от 100 МГц до 8 ГГц включ.			$\pm 1,2$	
от 8 до 18 ГГц включ.			$\pm 1,7$	
для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В				
св. 18 до 22,5 ГГц			$\pm 3,1$	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В				
св. 18 до 33 ГГц включ.			$\pm 3,1$	
св. 33 до 40 ГГц включ.			$\pm 3,3$	
св. 40 до 44 ГГц			$\pm 3,5$	

Таблица Б.23 – Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения ($\Delta\Gamma$)

Нагрузка КСВН = 2,0						
F _Δ	Измеренные значения Γ _{нч} , отн. ед.		Рассчитанные значения ΔΓ _{нч} , отн. ед.		Пределы допустимых значений ΔΓ, отн. ед.	Вывод о соответствии
	порт 1	порт 2	порт 1	порт 2		
для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В						
100 кГц					±0,015	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В						
10 МГц					±0,015	
для всех модификаций Кобальт-М						
Диапазон частот анализатора	Измеренные значения ΔΓ _{вч} , отн. ед.					
	порт 1	порт 2				
от 100 МГц до 8 ГГц включ.					±0,015	
от 8 до 18 ГГц включ.					±0,016	
для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В						
св. 18 до 22,5 ГГц					±0,018	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В						
св. 18 до 33 ГГц включ.					±0,018	
св. 33 до 40 ГГц включ.					±0,024	
св. 40 до 44 ГГц					±0,028	
Нагрузка КЗ						
Частота анализатора	Измеренные значения Γ _{нч} , отн. ед.		Рассчитанные значения ΔΓ _{нч} , отн. ед.		Пределы допустимых значений ΔΓ, отн. ед.	Вывод о соответствии
	порт 1	порт 2	порт 1	порт 2		
для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В						
100 кГц					±0,017	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В						
10 МГц					±0,017	
для всех модификаций Кобальт-М						
Диапазон частот анализатора	Измеренные значения ΔΓ _{вч} , отн. ед.					
	порт 1	порт 2				
от 100 МГц до 8 ГГц включ.					±0,017	
от 8 до 18 ГГц включ.					±0,020	
для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В						
св. 18 до 22,5 ГГц					±0,028	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В						
св. 18 до 33 ГГц включ.					±0,028	
св. 33 до 40 ГГц включ.					±0,032	
св. 40 до 44 ГГц					±0,040	

Продолжение таблицы Б.23

Нагрузка XX						
F _А	Измеренные значения Г _{нч} , отн. ед.		Рассчитанные значения ΔГ _{нч} , отн. ед.		Пределы допустимых значений ΔГ, отн. ед.	Вывод о соответствии
	порт 1	порт 2	порт 1	порт 2		
для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В						
100 кГц					±0,017	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В						
10 МГц					±0,017	
для всех модификаций Кобальт-М						
Диапазон частот анализатора	Измеренные значения ΔГ _{вч} , отн. ед.					
	порт 1		порт 2			
от 100 МГц до 8 ГГц включ.					±0,017	
от 8 до 18 ГГц включ.					±0,020	
для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В						
св. 18 до 22,5 ГГц					±0,028	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В						
св. 18 до 33 ГГц включ.					±0,028	
св. 33 до 40 ГГц включ.					±0,032	
св. 40 до 44 ГГц					±0,040	
Нагрузка НС						
Частота анализатора	Измеренные значения Г _{нч} , отн. ед.		Рассчитанные значения ΔГ _{нч} , отн. ед.		Пределы допустимых значений ΔГ, отн. ед.	Вывод о соответствии
	порт 1	порт 2	порт 1	порт 2		
для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В						
100 кГц					±0,011	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В						
10 МГц					±0,011	
для всех модификаций Кобальт-М						
Диапазон частот анализатора	Измеренные значения ΔГ _{вч} , отн. ед.					
	порт 1		порт 2			
от 100 МГц до 8 ГГц включ.					±0,011	
от 8 до 18 ГГц включ.					±0,012	
для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В						
св. 18 до 22,5 ГГц					±0,015	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В						
св. 18 до 33 ГГц включ.					±0,015	
св. 33 до 40 ГГц включ.					±0,016	
св. 40 до 44 ГГц					±0,018	

Таблица Б.24 – Определение абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения ($\Delta\Phi$)

Нагрузка КСВН = 2,0						
F _А	Измеренные значения Ф _{нч} , градус		Рассчитанные значения ΔФ _{нч} , градус		Пределы допустимых значений ΔФ, градус	Вывод о соответствии
	порт 1	порт 2	порт 1	порт 2		
для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В						
100 кГц					±3,1	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В						
10 МГц					±3,1	
для всех модификаций Кобальт-М						
Диапазон частот анализатора	Измеренные значения ΔФ _{вч} , градус					
	порт 1		порт 2			
от 100 МГц до 8 ГГц включ.					±3,1	
от 8 до 18 ГГц включ.					±4,0	
для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В						
св. 18 до 22,5 ГГц					±4,7	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В						
св. 18 до 33 ГГц включ.					±4,7	
св. 33 до 40 ГГц включ.					±5,2	
св. 40 до 44 ГГц					±5,8	
Нагрузка КЗ						
Частота анализатора	Измеренные значения Ф _{нч} , градус		Рассчитанные значения ΔФ _{нч} , градус		Пределы допустимых значений ΔФ, градус	Вывод о соответствии
	порт 1	порт 2	порт 1	порт 2		
для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В						
100 кГц					±1,7	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В						
10 МГц					±1,7	
для всех модификаций Кобальт-М						
Диапазон частот анализатора	Измеренные значения ΔФ _{вч} , градус					
	порт 1		порт 2			
от 100 МГц до 8 ГГц включ.					±1,7	
от 8 до 18 ГГц включ.					±2,8	
для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В						
св. 18 до 22,5 ГГц					±3,2	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В						
св. 18 до 33 ГГц включ.					±3,2	
св. 33 до 40 ГГц включ.					±3,5	
св. 40 до 44 ГГц					±3,9	

Продолжение таблицы Б.24

Продолжение таблицы В.24						
Нагрузка XX						
F _A	Измеренные значения Ф _{нч} , градус		Рассчитанные значения ΔФ _{нч} , градус		Пределы допустимых значений ΔФ, градус	Вывод о соответствии
	порт 1	порт 2	порт 1	порт 2		
для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В						
100 кГц					±1,7	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В						
10 МГц					±1,7	
для всех модификаций Кобальт-М						
Диапазон частот анализатора	Измеренные значения ΔФ _{вч} , градус					
	порт 1		порт 2			
от 100 МГц до 8 ГГц включ.					±1,7	
от 8 до 18 ГГц включ.					±2,8	
для модификаций Кобальт-М СМ222А, Кобальт-М СМ222В, Кобальт-М СМ422В						
св. 18 до 22,5 ГГц					±3,2	
для модификаций Кобальт-М СМ244В, Кобальт-М СМ444В						
св. 18 до 33 ГГц включ.					±3,2	
св. 33 до 40 ГГц включ.					±3,5	
св. 40 до 44 ГГц					±3,9	