



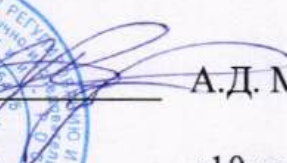
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора



 А.Д. Меньшиков

«10» марта 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОР ЦЕПЕЙ ВЕКТОРНЫЙ 3671G

Методика поверки

РТ-МП-121-441-2026

г. Москва
2026 г.

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки анализатора цепей векторного 3671G (далее – анализатор), используемых в качестве рабочего средства измерений.

1.2 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается:

- передача единицы частоты в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022;

- передача единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 26-2010;

- передача единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 118,1 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 09.11.2022 № 2813, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 167-2021;

- передача единиц волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0 до 67 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 75-2023.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого анализатора используется метод прямых измерений.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Подтверждаемые метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
1	2
Номинальное значение частоты опорного генератора, Гц	$1 \cdot 10^7$
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты опорного генератора	$\pm 1 \cdot 10^{-7}$
Максимальный уровень мощности тестового сигнала на выходе измерительного порта в рабочем диапазоне частот, дБ (1 мВт), не менее:	
– от 10 до 50 МГц включ.	12
– св. 50 до 250 МГц включ.	13
– св. 250 МГц до 1 ГГц включ.	13
– св. 1 до 10 ГГц включ.	13
– св. 10 до 20 ГГц включ.	10
– св. 20 до 35 ГГц включ.	8
– св. 35 до 43,5 ГГц	3

Продолжение Таблицы 1

1	2
Динамический диапазон при полосе пропускания фильтра ПЧ 10 Гц, дБ, не менее: <ul style="list-style-type: none"> – от 10 до 50 МГц включ. – св. 50 до 250 МГц включ. – св. 250 МГц до 1 ГГц включ. – св. 1 до 10 ГГц включ. – св. 10 до 20 ГГц включ. – св. 20 до 35 ГГц включ. – св. 35 до 43,5 ГГц 	 90 98 115 128 122 118 110
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения КО ¹⁾²⁾⁴⁾	см. таблицы 2, 3
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи КП ³⁾⁴⁾	см. таблицы 4, 5
1) КО – коэффициент отражения. 2) Метрологические характеристики анализатора нормируются для КО от 0,015. 3) КП – коэффициент передачи. 4) Значения пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля и фазы КО и КП приведены после выполнения однопортовой калибровки (только для КО) или полной двухпортовой калибровки с использованием калибровочного набора из состава анализатора: 31123А	

Таблица 2 - Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля КО $\Delta|S_{ii}|$

КО	Диапазоне частот, ГГц						
	от 0,01 до 0,05 включ.	св. 0,05 до 2 включ.	св. 2 до 10 включ.	св. 10 до 20 включ.	св. 20 до 26,5 включ.	св. 26,5 до 40 включ.	св. 40 до 43,5 включ.
	$\Delta S_{ii} $, отн. ед., \pm						
0,0	0,010	0,010	0,012	0,014	0,022	0,023	0,023
0,1	0,013	0,011	0,012	0,015	0,023	0,024	0,025
0,2	0,015	0,011	0,014	0,016	0,023	0,026	0,025
0,3	0,018	0,012	0,016	0,020	0,024	0,027	0,030
0,4	0,022	0,013	0,016	0,021	0,025	0,028	0,030
0,6	0,030	0,017	0,022	0,030	0,032	0,035	0,040
0,8	0,039	0,020	0,030	0,040	0,038	0,042	0,048
1,0	0,052	0,025	0,040	0,053	0,050	0,054	0,058

Таблица 3 - Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы КО $\Delta\Phi_{ii}$

КО	Диапазоне частот, ГГц						
	от 0,01 до 0,05 включ.	св. 0,05 до 2 включ.	св. 2 до 10 включ.	св. 10 до 20 включ.	св. 20 до 26,5 включ.	св. 26,5 до 40 включ.	св. 40 до 43,5 включ.
	$\Delta\Phi_{ii}$, градус, \pm						
0,0	-	-	-	-	-	-	-
0,1	8	6	7	8,5	13	15	15
0,2	6	6	7	8,5	13	15	15
0,3	6	3	6,5	8,5	13	15	15
0,4	5	3	6,5	8,5	15	16	16
0,6	4,5	3	6,5	9	16	16	16
0,8	4,5	2,5	6,5	9	13	17	17
1,0	4,5	2,5	6,5	10	13	17	17

Таблица 4 - Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля КП $\Delta|S_{ji}|$

КП	Диапазоне частот, ГГц						
	от 0,01 до 0,05 включ.	св. 0,05 до 2 включ.	св. 2 до 10 включ.	св. 10 до 20 включ.	св. 20 до 26,5 включ.	св. 26,5 до 40 включ.	св. 40 до 43,5 включ.
	$\Delta S_{ji} $, дБ, \pm						
0	0,30	0,13	0,13	0,17	0,18	0,23	0,24
10	0,30	0,15	0,15	0,17	0,18	0,24	0,24
20	0,30	0,15	0,15	0,17	0,18	0,24	0,26
30	0,30	0,16	0,16	0,18	0,20	0,24	0,26
40	0,30	0,17	0,17	0,20	0,22	0,26	0,30
50	0,32	0,17	0,17	0,20	0,22	0,26	0,30

Таблица 5 - Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы КП $\Delta\Phi_{ji}$

КП	Диапазоне частот, ГГц						
	от 0,01 до 0,05 включ.	св. 0,05 до 2 включ.	св. 2 до 10 включ.	св. 10 до 20 включ.	св. 20 до 26,5 включ.	св. 26,5 до 40 включ.	св. 40 до 43,5 включ.
	$\Delta\Phi_{ji}$, градус, \pm						
0	6	4	4	4,9	4,9	6,2	6,4
10	6	4	4	4,9	4,9	6,2	6,4
20	6	5	5	4,9	4,9	6,2	6,4
30	6	5	5	5,2	5,2	8	9
40	9	5	5	5,0	5,0	8	9
50	9	5	5	6,2	6,2	10	11

2. Перечень операций поверки средства измерений

2.1 Для поверки анализатора должны быть выполнены операции, указанные в таблице 6.

Таблица 6 - Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора	Да	Да	10.1
Проверка максимального уровня мощности тестового сигнала в рабочем диапазоне частот	Да	Да	10.2
Проверка динамического диапазона при полосе пропускания фильтра ПЧ 10 Гц	Да	Да	10.3
Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения	Да	Да	10.4
Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи	Да	Да	10.5

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки в лабораторных условиях должны соблюдаться нормальные условия, установленные в ГОСТ 8.395-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

- температура окружающей среды, °С.....от 18 до 28
- относительная влажность воздуха, %.....от 30 до 80

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки анализатора допускаются специалисты, имеющие необходимую квалификацию, освоившие работу с анализатором, изучившие настоящую методику поверки. Рекомендации относительно количества специалистов, необходимых для проведения процедуры поверки, отсутствуют.

Персонал, проводящий поверку, должен быть ознакомлен с руководством по эксплуатации анализатора.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки анализатора применяют средства поверки, указанные в таблице 7.

5.2 Средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с руководством по их эксплуатации.

Таблица 7 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от плюс 18 °С до плюс 28 °С с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ °С Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью $\pm 3,0$ %	Термогигрометры UNITESS THB 1, рег. № 70481-18
10.1 Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора	Эталон единицы частоты, соответствующие требованиям к эталонам не ниже рабочего эталона 3 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022, частота 10 МГц	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG, рег. № 43830-10
	Эталон единицы частоты, соответствующие требованиям к эталонам не ниже рабочего эталона 4 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022, в диапазоне частот от 0,001 Гц до 40 ГГц	Частотомер универсальный CNT-90XL, рег. № 41567-09
10.2 Проверка максимального уровня мощности тестового сигнала в рабочем диапазоне частот	Эталон единицы мощности электромагнитных колебаний, соответствующие требованиям к эталонам не ниже рабочего эталона 3 разряда в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц и 2 разряда в диапазоне частот от 30 МГц до 37,5 ГГц в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461, в диапазоне значений мощности от минус 30 до 0 дБ (1 мВт) Эталон единицы мощности электромагнитных колебаний, соответствующие требованиям к эталонам не ниже рабочего эталона 1 разряда в диапазоне частот от 37,5 до 43,5 ГГц в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 09.11.2022 № 2813, в диапазоне значений мощности от минус 30 до 0 дБ (1 мВт)	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP67T, рег. № 69958-17

Продолжение таблицы 7

1	2	3
10.3 Проверка динамического диапазона при полосе пропускания фильтра ПЧ 10 Гц	Эталоны единиц волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0,01 до 43,5 ГГц, соответствующие требованиям к эталонам не ниже Вторичного эталона в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 с типом соединителей I (2,4 мм)	Набор мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z224, рег. № 52112-12
10.4 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения	Эталоны единиц волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0,01 до 43,5 ГГц, соответствующие требованиям к эталонам не ниже Вторичного эталона в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 с типом соединителей I (2,4 мм)	Набор мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z224, рег. № 52112-12
	Эталоны единиц волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0,01 до 43,5 ГГц, соответствующие требованиям к эталонам не ниже Вторичного эталона в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 с типом соединителей I (2,4 мм)	Набор мер НЗМ-05, рег. № 70750-18
10.5 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи	Эталоны единиц волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0,01 до 43,5 ГГц, соответствующие требованиям к эталонам не ниже Вторичного эталона в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 с типом соединителей I (2,4 мм)	Набор мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z224, рег. № 52112-12
	Эталоны единиц волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0,01 до 43,5 ГГц, соответствующие требованиям к эталонам не ниже Вторичного эталона в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 с типом соединителей I (2,4 мм)	Набор мер НЗМ-05, 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, обеспечивающие передачу единицы величины поверяемому средству измерений с точностью, удовлетворяющей требованиям государственных поверочных схем.		

6. Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями Межгосударственного стандарта ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

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

- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации поверяемого анализатора и средств поверки.

6.2 К проведению поверки допускаются специалисты, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94 «Межгосударственный стандарт. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия. с Изменением №1» и ГОСТ ИЕС 61010-1-2014 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования», имеющие 3 группу допуска по электробезопасности и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

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

6.4 Средства поверки должны иметь защитное заземление.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре анализатора установить:

- внешний вид анализатора должен соответствовать описанию, приведённому в руководстве по эксплуатации;

- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно руководству по эксплуатации;

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

- разъёмы (СВЧ соединители измерительных портов) анализатора должны быть чистыми, без механических повреждений (вмятин, забоин, отслаивания покрытия и т. д.) и заусениц на контактных и токонесущих поверхностях;

- комплектность анализатора должна соответствовать указанной в технической документации изготовителя.

7.2 Результаты операции поверки по разделу 7 считать положительными, если результаты внешнего осмотра удовлетворяют п.7.1.

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

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

7.3 При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с разделом 11 данной методики.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

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

В противном случае поверка анализатора приостанавливается до выполнения условий, указанных в разделе 3.

8.2 Подготовка к работе и опробование

После включения анализатора убедиться в возможности установки режимов измерений и настройки основных параметров, отсутствии сообщений об ошибках.

Проверить отсутствие сообщений о неисправности на экране анализатора.

На анализаторе установить заводскую конфигурацию настроек прибора, выполнив следующие установки:

- [Preset]

Результаты опробования считать удовлетворительными, если:

- при включении анализатора и загрузки программного обеспечения отсутствуют сообщения об ошибках;
- анализатор позволяет менять настройки параметров и режимы работы;
- после загрузки заводской конфигурации устанавливается уровень выходной мощности минус 5 дБ (1 мВт), на экране анализатора отображается измерительная трасса коэффициента отражения S11 в полном диапазоне частот.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру проверки необходимо прекратить, результаты проверки оформить в соответствии с разделом 11 данной методики.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 При помощи пользовательского интерфейса анализатора открыть меню «System» и выбрать пункт «Instrument Info...». В открывшемся окне выбрать вкладку «Software Info» и проверить соответствие указанных идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО).

9.2 Результаты проверки по данному пункту считать положительными, если идентификационные данные соответствуют указанным в таблице 8.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру проверки необходимо прекратить, результаты проверки оформить в соответствии с разделом 11 данной методики.

Таблица 8 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Vector Network Analyzer: 3671 Series
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	2.2.0
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора

10.1.1 Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора проводят методом прямых измерений с помощью частотомера универсального CNT-90XL (далее – частотомер), в качестве источника опорного сигнала 10 МГц используется стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG (далее – стандарт).

Включить и подготовить к работе анализатор, стандарт и частотомер в соответствии с руководством по эксплуатации.

Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

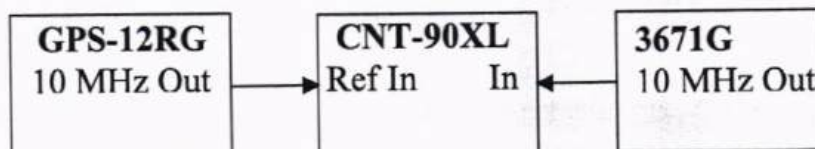


Рисунок 1 – Структурная схема определения относительной погрешности установки частоты опорного генератора

Подключить к измерительному порту 1 анализатора частотомер.

Установить параметры анализатора:

- [Preset];
- [Meas : Measurement : Receivers: a1 Source Port 1];
- [Sweep : Sweep Type : CW Time];
- [Power : Power Level: -10 dBm];
- [Freq : CW Freq : 10 MHz].

Измерить частоту выходного сигнала анализатора, зафиксировать результаты измерений $f_{\text{ИЗМ}}$, МГц.

Рассчитать относительную погрешность установки частоты опорного генератора dF по формуле

$$dF = \frac{f_{\text{ИЗМ}} - f_{\text{НОМ}}}{f_{\text{НОМ}}}, \quad (1)$$

где $f_{\text{ИЗМ}}$ – измеренное значение частоты опорного генератора, Гц;
 $f_{\text{НОМ}}$ – номинальное значение частоты опорного генератора, Гц.

10.1.2. Результаты операции поверки по 10.1 считать положительными, если рассчитанные по (1) значения относительной погрешности установки частоты опорного генератора dF находятся в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-7}$.

10.2 Проверка максимального уровня мощности тестового сигнала в рабочем диапазоне частот

10.2.1 Проверку максимального уровня мощности тестового сигнала в рабочем диапазоне частот проводят методом прямых измерений с помощью ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP67T (далее – ваттметр).

Включить и подготовить к работе анализатор в соответствии с руководством по эксплуатации.

Подготовить к работе ваттметр в соответствии с его руководством по эксплуатации.

Для проверки максимального уровня мощности подключить ваттметр к измерительному порту 1 анализатора и измерить уровень мощности. Измерения, проводить не менее, чем на трех частотах $f_{\text{ИЗМ}}$ из диапазона частот, указанного в таблице 1

Установить параметры на анализаторе:

- [Preset];
- [Meas : Measurement : Receivers: a1 Source Port 1] (для порта 1);
- [Sweep : Sweep Type : CW Time];
- [Sweep : Number of Points: 5];
- [Response : Avg : IF Bandwidth : 100 Hz];
- [Power : Power Level: 20 dBm];
- [Freq : CW Freq : $f_{\text{ИЗМ}}$]. CW Time on

Измерить ваттметром уровень выходной мощности на выходе измерительного порта 1 анализатора ($P_{i\text{ИЗМ}}$ в дБ (1мВт)). Повторить измерения для всех измерительных портов анализатора и зафиксировать как $P_{i\text{ИЗМ}}$ в дБ (1мВт), где i – номер соответствующего измерительного порта.

Зафиксировать результаты измерений.

10.2.2. Результаты операции поверки по 10.2 считать положительными, если значения максимального уровня мощности тестового сигнала в рабочем диапазоне частот не менее, указанных в таблице 1.

10.3 Проверка динамического диапазона при полосе пропускания фильтра ПЧ 10 Гц

10.3.1 Проверку динамического диапазона при полосе пропускания фильтра ПЧ 10 Гц проводят методом прямых, путём измерения анализатором усредненных значений коэффициента передачи между измерительными портами анализатора, нагруженными на согласованные нагрузки оконечного типа из набора ZV-Z224 при максимальном уровне выходной мощности. Подключение калибровочных и эталонных мер производить с использованием ключа тарированного из набора калибровочных мер.

Включить и подготовить к работе анализатор с руководством по эксплуатации.

Подключить к измерительным портам 1 и 2 анализатора нагрузки согласованные оконечного типа.

Установить параметры на анализаторе:

- [Preset];
- [Meas : S21 (и также S12)];
- [Power : Power Level: 15 dBm];
- [Response : Avg : IF Bandwidth : 10 Hz];
- [Response : Avg : Average : Average Factor: 10];
- [Response : Avg : Average : Average: On];
- [Sweep : Number of Points : 501].

Выполнить автомасштабирование измерительной трассы:

- [Scale : Autoscale].

После завершения процесса усреднения, при помощи маркера, определить и зафиксировать максимальное значение измерительной трассы S21 (а также S12) на соответствующем участке диапазона рабочих частот, указанных в таблице 1. Для этого выполнить следующие операции:

- [Marker : Marker Search : Search Type : Maximum : Tracking (установить флажок)];
- [Marker : Marker Search : Search : User Setup].

В поле «User Span» поочередно задавать начальные (Start) и конечные (Stop) частоты требуемых участков рабочего диапазона. После ввода нажать «ОК».

Провести аналогичные измерения для остальных портов анализатора, используя порт 1 в качестве опорного и выбирая измерения трасс Si1 (а также S1i), где i – номер используемого порта. При этом нагрузку согласованную отключить от порта 2 и подключить к соответствующему порту.

Зафиксировать результаты измерений.

10.3.2. Результаты операции поверки по 10.3 считать положительными, если значения динамического диапазона при полосе пропускания фильтра ПЧ 10 Гц не менее, указанных в таблице 1.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения

10.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения проводят методом прямых измерений с помощью эталонных нагрузок из наборов ZV-Z224 и НЗМ-05 после выполнения полной однопортовой калибровки анализатора с помощью калибровочного набора из комплекта анализатора. В процессе проведения калибровки и в процессе последующих измерений, температура окружающей среды должна быть в пределах 23 ± 3 °С. Подключение калибровочных и эталонных мер производить с использованием ключа тарированного из набора калибровочных мер.

Включить и подготовить к работе анализатор в соответствии с руководством по эксплуатации.

Установить параметры на анализаторе:

- [Preset];
- [Meas : S11];
- [Power : Power Level: -5 dBm];
- [Response : Avg : IF Bandwidth : 10 Hz]

Установить количество точек таким, чтобы частоты измерений и частоты поверки эталонных мер из наборов мер коэффициентов передачи и отражения совпадали, для исключения погрешности интерполяции между точками.

Выполнить однопортовую калибровку порта 1 в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации анализатора.

После выполнения калибровки подключать к порту 1 эталонную нагрузку короткозамкнутую из набора ZV-Z224.

Выбрать для трассы S11 формат отображения модуля коэффициента отражения в относительных единицах:

[Response : Format : Lin Mag].

Выполнить автомасштабирование измерительной трассы:

[Scale : Autoscale].

Измерить с помощью маркеров модуль коэффициента отражения нагрузки $KO_{ИЗМ}$ в относительных единицах в частотных точках: 10, 1000, 2000, 5000, 9000, 14000, 18000, 20000, 26500, 32000, 36000, 40000, 43500 МГц. Зафиксировать результаты измерений $KO_{ИЗМ}$, относительные единицы.

Выбрать для трассы S11 формат отображения фазы коэффициента отражения в градусах:

[Response : Format : Phase].

Выполнить автомасштабирование измерительной трассы:

[Scale : Autoscale].

Измерить с помощью маркеров фазу коэффициента отражения нагрузки $\Phi_{КОИЗМ}$, градус, в указанных выше частотных точках. Зафиксировать результаты измерений $\Phi_{КОИЗМ}$, градус.

Повторить измерения при подключении к порту 1 нагрузки холостого хода и нагрузки согласованной из состава набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z224, а также нагрузок рассогласованных из состава набора мер НЗМ-05.

Провести аналогичные измерения для остальных портов анализатора, установив предварительно параметр:

[Meas : Sii],

где i - номер используемого порта.

Зафиксировать результаты измерений.

Рассчитать абсолютную погрешность измерений модуля коэффициента отражения DKO , относительные единицы, и абсолютную погрешность измерений фазы коэффициента отражения $D\Phi_{ко}$, градус, по формулам

$$\Delta KO = KO_{ИЗМ} - KO_{ЭТ}, \quad (2)$$

$$\Delta \Phi_{ко} = \Phi_{КОИЗМ} - \Phi_{КОЭТ}, \quad (3)$$

где $KO_{ЭТ}$ - модуль коэффициента отражения эталонной меры на частоте поверки, относительные единицы;

$\Phi_{КОЭТ}$ - фаза коэффициента отражения эталонной меры на частоте поверки, градус.

10.4.2. Результаты операции поверки по 10.4 считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений модуля DKO и фазы $D\Phi_{ко}$ коэффициента отражения не выходят за пределы, указанные в таблицах 2 и 3.

10.5 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи

10.5.1 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи проводят методом прямых измерений с помощью эталонных мер комплексного коэффициента передачи из набора НЗМ-05 после выполнения полной двухпортовой калибровки анализатора с помощью кабеля СВЧ и калибровочного набора из комплекта анализатора. В процессе проведения калибровки и в процессе последующих измерений, температура окружающей среды должна быть в пределах 23 ± 3 °С. Подключение кабелей СВЧ, калибровочных и эталонных мер производить с использованием ключа тарированного из набора калибровочных мер.

Включить и подготовить к работе анализатор в соответствии с руководством по эксплуатации.

Установить параметры на анализаторе:

- [Preset];
- [Meas : S21];
- [Power : Power Level: 10 dBm];
- [Response : Avg : IF Bandwidth : 10 Hz].

Установить количество точек таким, чтобы частоты измерений и частоты поверки эталонных мер из наборов мер коэффициентов передачи и отражения совпадали, для исключения погрешности интерполяции между точками.

Подключить кабель СВЧ к измерительному порту 1 анализатора. Выполнить полную двухпортовую калибровку в плоскости выходного соединителя кабеля СВЧ и измерительного порта 2 анализатора в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации.

Подключить аттенуатор фиксированный из комплекта НЗМ-05 с номинальным значением ослабления 10 дБ между кабелем СВЧ и измерительными портом 2 анализатора.

Установить режим измерения S21 на анализаторе:

- [Meas : S21].

Выбрать для трассы S21 формат отображения модуля коэффициента передачи в дБ:

- [Response : Format : Log Mag].

Выполнить автомасштабирование измерительной трассы:

- [Scale : Autoscale].

Измерить с помощью маркеров модуль комплексного коэффициента передачи аттенуатора фиксированного в частотных точках: 10, 1000, 2000, 5000, 9000, 14000, 18000, 20000, 26500, 32000, 36000, 40000, 43500 МГц. Зафиксировать результаты измерений модуля коэффициента передачи $K_{Пизм}$, дБ.

Выбрать для трассы S21 формат отображения фазы коэффициента передачи в градусах:

- [Response : Format : Phase].

Выполнить автомасштабирование измерительной трассы:

- [Scale : Autoscale].

Измерить с помощью маркеров фазу комплексного коэффициента передачи аттенуатора фиксированного, в указанных выше частотных точках. Зафиксировать результаты измерений фазы коэффициента передачи $\Phi_{КПизм}$, градус.

Повторить измерения модуля и фазы коэффициента передачи для аттенуаторов фиксированных из комплекта НЗМ-05 с номинальными значениями ослабления 20 дБ, 30 дБ, 50 дБ (соединив вместе аттенуаторы 20 и 30 дБ), а также для режима измерений S12.

Подключить кабель СВЧ к измерительному порту 3, выполнить полную двухпортовую калибровку в плоскости выходного соединителя кабеля СВЧ и измерительного порта 4 анализатора. Повторить измерения модуля и фазы коэффициента передачи для режимов измерений S43 и S34.

Рассчитать абсолютную погрешность измерений модуля коэффициента передачи $\Delta KП$, дБ, и абсолютную погрешность измерений фазы коэффициента передачи $\Delta \Phi_{кп}$, градус, по формулам

$$\Delta KП = KП_{изм} - KП_{эт}, \quad (4)$$

$$\Delta \Phi_{кп} = \Phi_{кпизм} - \Phi_{кпэт}, \quad (5)$$

где $KП_{эт}$ – модуль коэффициента передачи эталонной меры на частоте поверки, дБ;
 $\Phi_{кпэт}$ – фаза коэффициента передачи эталонной меры на частоте поверки, градус.

10.5.2. Результаты операции поверки по 10.5 считать положительными, значения абсолютной погрешности измерений модуля $\Delta KП$ и фазы $\Delta \Phi_{кп}$ коэффициента передачи не выходят за пределы, указанных в таблицах 4 и 5.

10.6 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 анализатора цепей векторного 3671G требованиям, указанным в пунктах 10.1 - 10.5 данной методики поверки.

10.7 При получении отрицательных результатов по любой из процедур, перечисленных в разделах 8; 9; 10 или несоответствии действительных значений метрологических характеристик анализатора цепей векторного 3671G требованиям, указанным в пунктах 10.1 - 10.5 принимается решение о несоответствии средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

11. Оформление результатов поверки

11.1 Результаты проверки внешнего осмотра, опробования, идентификации ПО, условий поверки и окончательные результаты измерений (расчетов), полученные в процессе поверки, заносят в протокол поверки произвольной формы.

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

11.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, при отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности к применению средства измерений. Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с требованиями действующих правовых нормативных документов.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



С. Н. Гольшак

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



И. С. Медведева