

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора -заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.Н. Щипунов

7 » сентября 2020г.



Государственная система обеспечения единства измерений
ИЗМЕРИТЕЛИ КОМПЛЕКСНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТРАЖЕНИЯ
И ПЕРЕДАЧИ R4-MVM-118

Методика поверки

651-21-025 МП

р. п. Менделеево

2020г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	3
3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	4
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНО- СТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
6 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	5
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР	5
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	5
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	8
11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	14
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	14
ПРИЛОЖЕНИЕ А (ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ)	15

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок измерителей комплексных коэффициентов отражения и передачи Р4-МВМ-118 (далее – измерители), изготавливаемые ООО НПЦ «МитиноПрибор», г. Москва, г. Зеленоград.

1.2 Необходимо обеспечение прослеживаемости поверяемых измерителей к государственным первичным эталонам единиц величин посредством использования аттестованных (поверенных) в установленном порядке средств поверки.

Первичной поверке подлежат измерители, выпускаемые из производства и выходящие из ремонта.

Периодической поверке подлежат измерители, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость поверяемых измерителей к государственным первичным эталонам:

- единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц ГЭТ 193-2011;

- единицы угла фазового сдвига между двумя электрическими сигналами в диапазоне частот от 0,1 МГц до 65 ГГц ГЭТ 207-2013;

- единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2018.

1.3 Поверка измерителей может осуществляться только аккредитованным на проведение поверки в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации лицом в соответствии с его областью аккредитации.

1.4 При проведении поверки необходимо руководствоваться настоящей методикой и эксплуатационной документацией на измерители и на используемое при поверке оборудование. Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции первичной и периодической поверок

Наименование операции	Пункт МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Проверка программного обеспечения (далее – ПО) средства измерений	9	да	да
4 Определение метрологических характеристик средства измерений	10	да	да
4.1 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты выходного сигнала при работе от внутреннего опорного генератора	10.1	да	да
4.2 Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения (далее – КО) $ S_{11} $	10.2	да	да
4.3 Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи (далее – КП) $ S_{21} $	10.3	да	да
4.4 Определение абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения	10.4	да	да
4.5 Определение абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи	10.5	да	да

2.2 Допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин и меньших диапазонов измерений, которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатирующей организации.

2.3 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 поверяемый измеритель бракуется и направляется в ремонт.

3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки измерителя должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Пункт МП	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10.1	Частотомер универсальный CNT-90XL, диапазон измерений частоты от 0,001 Гц до 60 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений частоты $\pm 2 \cdot 10^{-7}$
10.1	Стандарт частоты рубидиевый FS725, выходная частота 5 и 10 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты $\pm 5 \cdot 10^{-11}$
10.2, 10.3	Аттенюатор поляризационный АП-20, диапазон частот от 78,33 до 118,1, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ослабления $\pm 0,02 \cdot A$
10.4, 10.5	Меры фазового сдвига из состава измерителя Р4-МВМ-118

3.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых измерителей с требуемой точностью.

3.3 Все средства поверки должны быть утверждённого типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах).

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами со средним или высшим техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в области радиотехнических измерений в установленном порядке и имеющими квалификационную группу электробезопасности не ниже второй.

4.2 Перед проведением поверки измерителя поверитель должен предварительно ознакомиться с документом ГЛЮИ.411228.023 РЭ «Измеритель комплексных коэффициентов отражения и передачи Р4-МВМ-118. Руководство по эксплуатации».

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00, а также требования безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на измерители и средства поверки.

5.2 Средства поверки должны быть надёжно заземлены в соответствии с эксплуатационной документацией.

5.3 Размещение и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

5.4 ВНИМАНИЕ: ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ ИЗМЕРИТЕЛЯ ВИРТУАЛЬНАЯ КНОПКА «МОЩНОСТЬ» НАХОДИТСЯ В ПОЛОЖЕНИИ «ВЫКЛ».

ПЕРЕД КАЖДЫМ ИЗМЕНЕНИЕМ КОНФИГУРАЦИИ ВНЕШНЕГО СВЧ ТРАКТА ИЗМЕРИТЕЛЯ (КАЛИБРОВКОЙ, ИЗМЕРЕНИЕМ) ВИРТУАЛЬНУЮ КНОПКУ «МОЩНОСТЬ» НЕОБХОДИМО УСТАНОВЛИВАТЬ В ПОЛОЖЕНИЕ «ВЫКЛ».

ПОСЛЕ ЗАВЕРШЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КОНФИГУРАЦИИ СВЧ ТРАКТА ВИРТУАЛЬНУЮ КНОПКУ «МОЩНОСТЬ» УСТАНОВИТЬ В ПОЛОЖЕНИЕ «ВКЛ».

6 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться условия, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Условия проведения поверки

Влияющая величина	Значение
Температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25
Относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80
Атмосферное давление, гПа	от 84 до 106
Напряжение питающей сети, В	от 207 до 253
Частота питающей сети по ГОСТ 13109-97, Гц	от 49 до 51

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

8.1.1 При внешнем осмотре проверить:

- наличие товарного знака изготовителя, серийного номера, года изготовления;
- соответствие комплектности требованиям нормативно-технической документации;
- состояние лакокрасочного покрытия;
- чистоту гнезд, разъемов, клемм;
- отсутствие механических, электрических, химических и тепловых повреждений.
- комплектность измерителя должна соответствовать технической документации.

8.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются требования, приведенные в п. 8.1.1. В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

Перед проведением операций поверки необходимо произвести подготовительные работы, оговоренные в руководстве по эксплуатации (далее – РЭ) измерителя и на применяемые средства поверки.

8.2 Опробование

8.2.1 Соединить клемму заземления с шиной защитного заземления.

8.2.2 Установить тумблер СЕТЬ «О I» в положения «О» – отключено. Подсоединить кабель сетевого питания к разъему «230 V». Подключить кабель сетевого питания к сети (230 В, 50 Гц). Подсоединить «мышку» к разъему на задней панели корпуса блока измерительного (далее - БИ).

8.2.3 Установить тумблер СЕТЬ «О I» в положения «I» – включено, при этом проконтролировать включение индикатора подключения сетевого питающего напряжения на передней панели корпуса БИ.

8.2.4 По включению сетевого тумблера наблюдать автоматический запуск программного обеспечения (далее – ПО), которое записано в память БИ изготовителем.

По окончании запуска ПО контролировать появление на экране дисплея окна, отображенного на рисунке 1.

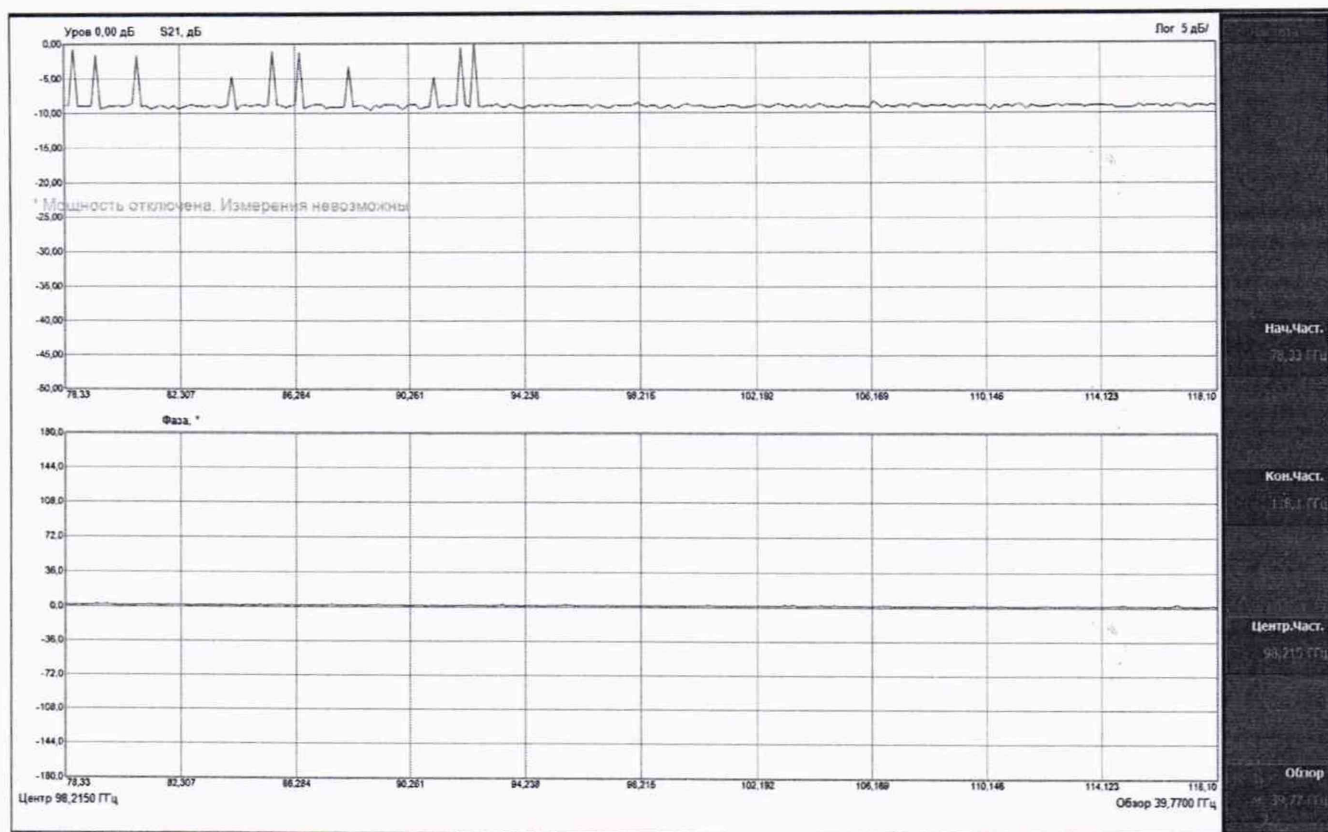


Рисунок 1

Убедиться в том, что все виртуальные кнопки (органы управления) и органы управления на передней панели БИ функционируют.

В противном случае результаты опробования считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8.2.5 Выполнить подключения со стороны задней панели корпуса БИ в следующей последовательности:

- соединить разъемы «VGA» и «МОНИТОР» между собой кабелем;
- соединительным кабелем подключить выход выносного преобразователя к разьему «Преобразователь», расположенному на задней панели корпуса БИ;
- к СВЧ входу выносного преобразователя подсоединить отрезок волновода фланцем, не содержащим резьбы в отверстиях, предназначенных для крепления четырьмя винтами (рис. 2);
- к СВЧ выходу БИ подсоединить отрезок волновода фланцем, не содержащим резьбы в отверстиях, предназначенных для крепления четырьмя винтами (рисунок 2).

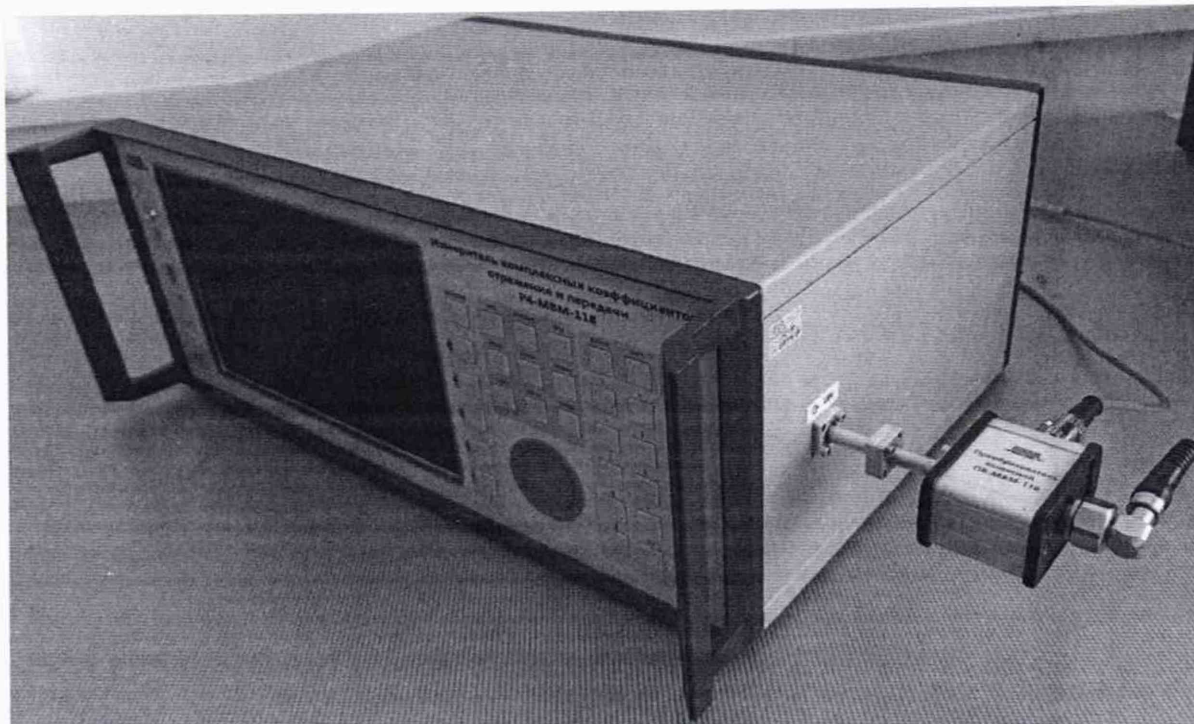


Рисунок 2 – Схема подключения преобразователя выносного к БИ

8.2.6 Результаты опробования считать положительными, если:

- после включения питания индикатор подключения сетевого питающего напряжения на передней панели корпуса БИ горит;
- по окончании запуска ПО на экране дисплея наблюдали окно, отображенное на рис. 1;
- результаты идентификации ПО положительные;
- все соединения по п. 8.2.5 выполнены.

В противном случае результаты опробования считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверку номера версии и контрольной суммы исполняемого кода (цифрового идентификатора ПО) выполнить следующим образом:

Осуществить проверку соответствия следующих идентификационных данных ПО:

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО;
- цифровой идентификатор метрологически значимой части ПО (контрольная сумма исполняемого кода);
- алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО.

Результаты проверки считать положительными, если полученные идентификационные данные ПО соответствуют данным, приведенным таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	VNAWindow.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0.54.91
Цифровой идентификатор ПО	4c1bc7d3
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	CRC32

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты выходного сигнала при работе от внутреннего опорного генератора

10.1.1 Определение относительной погрешности установки частоты провести по схеме, приведенной на рисунке 3.

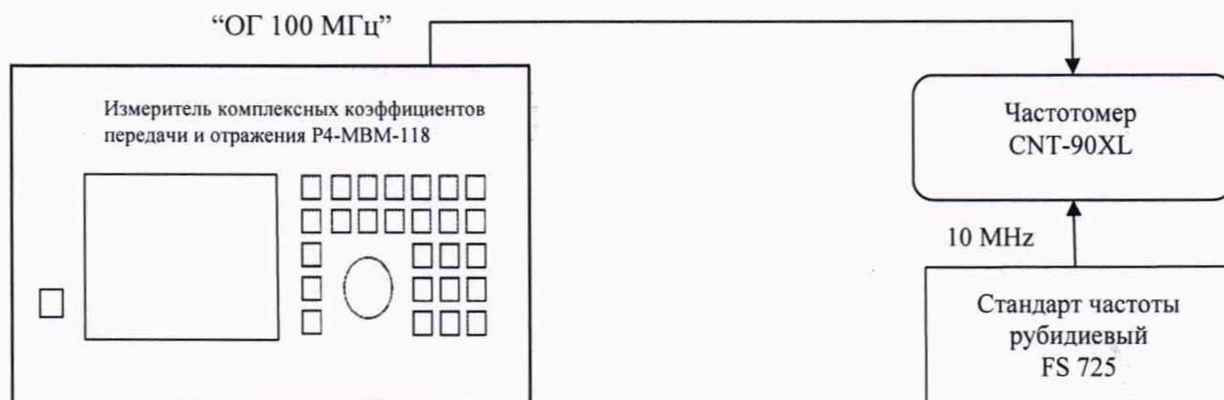


Рисунок 3 – Схема измерений

10.1.2 Установить на БИ тумблер СЕТЬ «О I» в положения «I» – включено, при этом проконтролировать включение индикатора подключения сетевого питающего напряжения на передней панели корпуса БИ. Прогреть измеритель в течение не менее 60 минут. Подготовить частотомер и стандарт частоты к работе в соответствии с их РЭ.

10.1.3 Соединить BNC-разъем выхода 100 МГц опорного генератора, расположенный на задней панели измерителя с измерительным входом частотомера. Установить для частотомера режим работы от внешнего источника посредством подключения выхода 10 МГц стандарта частоты FS725 к входу 10 MHz Ref in частотомера, расположенному на задней панели частотомера.

10.1.4 Выполнить измерение частоты опорного генератора измерителя. Результат измерений $f_{ог}$ зафиксировать в рабочем журнале.

10.1.5 Рассчитать относительную погрешность установки частоты $\delta_{отн}$ по формуле (1):

$$\delta_{отн} = |f_{ог} - f_{ном}| / f_{ном} \quad (1)$$

где $f_{ном} = 100$ МГц

10.1.6 Результаты поверки считать положительными, если значение относительной погрешности воспроизведения частоты выходного сигнала измерителя при работе от внутреннего опорного генератора $\delta_{отн}$ находятся в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-7}$. В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений модуля КО $|S_{11}|$

10.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений модуля КО проводить по схеме, приведенной на рисунке 4.1, путем подключения эталонных нагрузок волноводных с фиксированными номинальными значениями КСВН: 1,4; 2,0; 5,0, – или в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 4.2, при помощи аттенюатора АП-20.

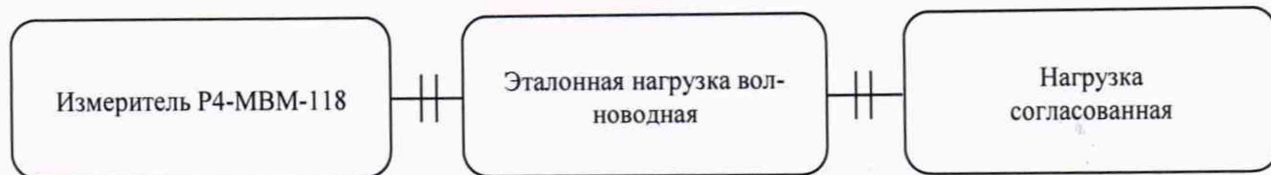


Рисунок 4.1

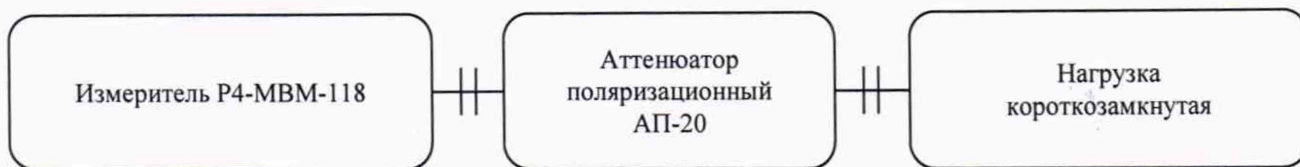


Рисунок 4.2

10.2.2 Подготовку к измерениям модуля коэффициента отражения $|S_{11}|$ проводить согласно РЭ измерителя (ГЛЮИ.411228.023 РЭ). Для каждой нагрузки зафиксировать результаты измерений $|S_{11}|$ на частотах 78,33; 80,0; 90,0; 100,0; 110,0 и 118,1 ГГц и рассчитать абсолютную погрешность измерений модуля КО $\Delta_{|S_{11}|}$, дБ, по формуле (2):

$$\Delta_{|S_{11}|} = |S_{11}|_и - |S_{11}|_э, \quad (2)$$

где $|S_{11}|_и$ – результат измерения, полученный с помощью измерителя, дБ;
 $|S_{11}|_э$ – эталонное значение $|S_{11}|$, дБ.

Результаты измерений и расчетов занести в рабочий журнал и в таблицу 5.

Таблица 5

Частота, ГГц	Эталонное значение модуля КО (КСВН) $ S_{11} _э$, дБ	Измеренное значение модуля КО $ S_{11} _и$, дБ	Абсолютная погрешность при измерении модуля КО $\Delta_{ S_{11} }$, дБ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении модуля КО $ S_{11} $, дБ
78,33	-15,56 (1,4)			±1,49
80				
90				
100				
110				
118,1				
78,33	-9,54 (2,0)			±1,07
80				
90				
100				
110				
118,1				
78,33	<3,52 (>5)			±0,65
80				
90				
100				
110				
118,1				

10.2.3 В случае отсутствия эталонных нагрузок допускается использование эталонного поляризационного аттенюатора в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 4.2. По шкале поляризационного аттенюатора установить значение ослабления 0 дБ и провести калибровку в режиме измерений $|S_{11}|$ в соответствии с РЭ (ГЛЮИ.411228.023 РЭ). Далее, устанавливая на аттенюаторе ослабления 7,78; 4,77 и 1,76 дБ, которые при такой схеме измерений соответствуют значениям КСВН 1,4; 2,0 и 5,0. Определить $|S_{11}|_и$ в частотных точках 78,33; 80,0; 90,0; 100,0; 110,0 и 118,1 ГГц и рассчитать погрешность измерений модуля коэффициента отражения $\Delta_{|S_{11}|}$ по формуле (2). Результаты измерений и расчетов заносят в рабочий журнал и таблицу 5.

10.2.4 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения находятся в пределах, приведенных в таблице 5 (или определяются по формуле $\pm(0,4 + 0,07|S_{11}|)$ дБ). В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений модуля КП $|S_{21}|$

10.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений модуля КП $\Delta_{|S_{21}|}$ проводить по схеме, приведенной на рисунке 5.



Рисунок 5

10.3.2 Собрать схему измерений, представленную на рисунке 5.

10.3.3 По шкале поляризационного аттенюатора АП-20 установить значение ослабления 0 дБ и провести калибровку измерителя в режиме измерений S_{21} в соответствии с РЭ (ГЛЮИ.411228.023 РЭ). Далее, устанавливая на эталонном аттенюаторе значения ослаблений $|S_{21}|_э$: 1; 5; 10; 20; 30; 40; 50; 55 дБ, – провести измерения модуля КП $|S_{21}|_и$ на частотах: 78,33; 80,0; 90,0; 100,0; 110,0; 118,1 ГГц в соответствии с РЭ, и рассчитать абсолютную погрешность при измерении модуля КП $\Delta_{|S_{21}|}$ по формуле (3):

$$\Delta_{|S_{21}|} = |S_{21}|_и - |S_{21}|_э \quad (3)$$

где $|S_{21}|_и$ – измеренное значение модуля КП, дБ;

$|S_{21}|_э$ – эталонное значение модуля КП, дБ.

Результаты измерений и расчетов занести в рабочий журнал и в таблицу 6.

Таблица 6

Эталонное значение ослабления $ S_{21} _э$, дБ	Частота, ГГц	Измеренное значение модуля КП $ S_{21} _и$, дБ	Абсолютная погрешность при измерении модуля КП $\Delta S_{21} $, дБ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении модуля КП (ослабления), дБ
1	78,33			$\pm 0,35$
	80,0			
	90,0			
	100,0			
	110,0			
	118,1			
5	78,33			$\pm 0,55$
	80,0			
	90,0			
	100,0			
	110,0			
	118,1			
10	78,33			$\pm 0,80$
	80,0			
	90,0			
	100,0			
	110,0			
	118,1			
20	78,33			$\pm 1,30$
	80,0			
	90,0			
	100,0			
	110,0			
	118,1			
30	78,33			$\pm 1,80$
	80,0			
	90,0			
	100,0			
	110,0			
	118,1			
40	78,33			$\pm 2,30$
	80,0			
	90,0			
	100,0			
	110,0			
	118,1			
50	78,33			$\pm 2,80$
	80,0			
	90,0			
	100,0			
	110,0			
	118,1			
55	78,33			$\pm 3,05$
	80,0			
	90,0			
	100,0			
	110,0			
	118,1			

10.3.4 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений модуля КП $\Delta_{|S_{21}|}$ находятся в пределах, приведенных в таблице 5 (или определяются по формуле $\pm(0,3 + 0,05|S_{21}|)$ дБ). В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений фазы КО $|S_{21}|$

10.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений фазы КО $\Delta_{\arg S_{11}}$ проводить по схеме, приведенной на рисунке 6, путем изменения электрической длины тракта при помощи отрезка волновода из комплекта измерителя (мера фазового сдвига или МФС) или отрезка волновода известной длины. Измерения проводить в следующих частотных точках: 78,33; 100 и 118,1 ГГц.

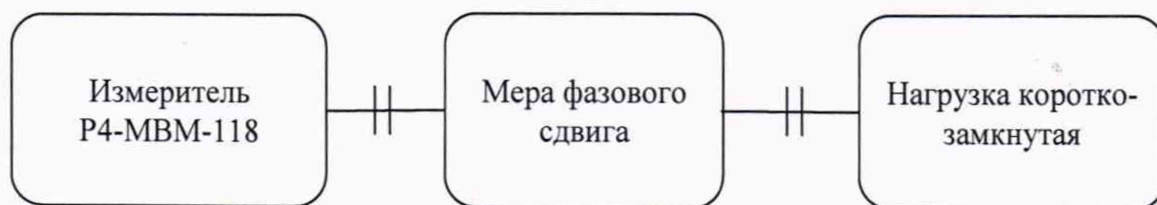


Рисунок 6

10.4.2 Подготовить измеритель к проведению измерений фазы КО в соответствии с РЭ, установить начальную частоту $f_1 = 78$ ГГц, конечную частоту $f_2 = 79$ ГГц. Выполнить калибровку S11 измерителя. Включить в тракт меру фазового сдвига и определить фазу $\arg S_{11и}$ КО на частоте 78,33 ГГц, используя маркер. Рассчитать погрешность измерения фазы коэффициента отражения $\Delta_{\arg S_{11}}$, градус, по формуле (6):

$$\Delta_{\arg S_{11}} = \arg S_{11и} - \arg S_{11р}, \quad (6)$$

где $\arg S_{11и}$ – значение фазы КО, полученное при помощи измерителя (измеренное значение в градусах);

$\arg S_{11р}$ – расчетное значение фазового сдвига меры (отрезка линии) в градусах, на заданной частоте f_i , получаемое из следующих соотношений:

- длина волны в свободном пространстве $\lambda_i = \frac{c}{f_i}, \quad (7)$

где c – скорость света в вакууме ($2,998 \cdot 10^8$ м);
 f_i – частота;

- длина волны в волноводе $\lambda'_i = \frac{\lambda_i}{\sqrt{1 - (\frac{\lambda_i}{2a})^2}}, \quad (8)$

где a – длина широкой стенки волновода;

- фаза КО $\varphi_{\text{расч}_i} = \arg S_{11р} = 360^\circ \cdot \frac{2l}{\lambda'_i}, \quad (9)$

где l – длина отрезка волновода.

10.4.3 Повторить измерения, описанные в п. 10.4.2 для частот из п. 10.4.1, выбирая при этом полосу обзора не более 2 ГГц. Результаты измерений и расчетов занести в рабочую тетрадь в виде таблицы 7.

Таблица 7

Применяемые меры	Частота, ГГц	Значение фазового сдвига, воспроизводимого мерами, градус	Измеренное значение, градус	Абсолютная погрешность при измерении фазы КО $\Delta_{\text{arg}S_{11}}$, градус	Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении фазы КО, градус
	78,33				$\pm(10+0,25 S_{11})$
	100,0				
	118,1				

10.4.4 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений фазы КО $\Delta_{\text{arg}S_{11}}$ находятся в пределах, указанных в таблице 7.

10.5 Определение абсолютной погрешности измерений фазы КП $|S_{21}|$

10.5.1 Определение абсолютной погрешности измерений фазы КП $\Delta_{\text{arg}S_{21}}$ проводить по схеме, приведенной на рисунке 8, путем изменения электрической длины тракта при помощи отрезка волновода из комплекта измерителя (мера фазового сдвига или МФС) или отрезка волновода известной длины. Измерения проводить в следующих частотных точках: 78,33; 100 и 118,1 ГГц.



Рисунок 7

10.5.2 Подготовить измеритель к проведению измерений фазы КП в соответствии с РЭ, установить начальную частоту $f_1 = 78$ ГГц, конечную частоту $f_2 = 79$ ГГц. Выполнить калибровку S_{21} измерителя. Включить в тракт меру фазового сдвига и измерить фазу $\text{arg}S_{21и}$ и коэффициент передачи на частоте 78,33 ГГц, используя маркеры. Рассчитать абсолютную погрешность измерения фазы КП $\Delta_{\text{arg}S_{21}}$, градус, по формуле (10):

$$\Delta_{\text{arg}S_{21}} = \text{arg}S_{21и} - \text{arg}S_{21р} \quad (10)$$

где $\text{arg}S_{21и}$ – значение фазы КП, полученное при помощи измерителя (измеренное значение в градусах);

$\text{arg}S_{21р}$ – расчетное значение в градусах фазового сдвига, вносимого мерой (отрезком линии) на заданной частоте f_i , получаемое из следующих соотношений:

- длина волны в свободном пространстве $\lambda_i = \frac{c}{f_i}$, (11)

где c – скорость света в вакууме ($2,998 \cdot 10^8$ м);

f_i – частота;

- длина волны в волноводе $\lambda'_i = \frac{\lambda_i}{\sqrt{1 - (\frac{\lambda_i}{2a})^2}}$, (12)

где a – длина широкой стенки волновода;

- фаза КО $\varphi_{расч_i} = argS_{21p} = 360^\circ \cdot \frac{l}{\lambda'_i}$, (13)

где l – длина отрезка волновода.

Результаты измерений и расчетов занести в рабочую тетрадь в виде таблицы 7.

10.5.3 Повторить измерения, описанные в п. 10.5.2 для частот из п. 10.5.1, выбирая при этом полосу обзора не более 2 ГГц.

10.5.4 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений фазы КП $\Delta_{argS_{21}}$ находятся в пределах, указанных в таблице 8.

Таблица 8

Применяемые меры	Частота, ГГц	Значение фазового сдвига воспроизводимого мерами $argS_{21э}$, градус	Измеренное значение фазы КП $argS_{21и}$, градус	Абсолютная погрешность при измерении фазы КП $\Delta_{argS_{21}}$, градус	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы, градус
	78,33				$\pm(10+0,2 S_{21})$
	100				
	118,1				

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 При положительных результатах поверки по пунктам методики, измеритель признаётся пригодным к применению (подтверждено соответствие метрологическим требованиям).

11.2 При отрицательных результатах измеритель признаётся непригодным к применению (не подтверждено соответствие метрологическим требованиям).

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

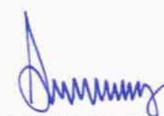
12.1 Результаты поверки оформить в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».


12.2 При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке. На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки. Знак поверки наносится на лицевую панель измерителя в виде наклейки и в свидетельство о поверке в виде оттиска клейма.

12.3 При отрицательных результатах поверки измеритель бракуется и направляется в ремонт. На забракованный измеритель выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник НИО-1
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Инженер лаб. 113 НИО-1
ФГУП «ВНИИФТРИ»

 О.В. Каминский

 В.А. Тоболев

**ПРИЛОЖЕНИЕ А (Форма протокола поверки)
(рекомендуемое)**



Федеральное государственное унитарное предприятие "Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений"
ФГУП «ВНИИФТРИ»

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ от (дата завершения поверки)

Вид поверки			
Период проведения поверки (даты)			
Номер заявки из ИС «Метрология»			
Владелец СИ	Юридическое лицо		
Место выполнения работы (адрес, корпус)			
Наименование, тип (модификация) средства измерений, регистрационный номер в ФИФ			
В составе			
Отметка о поверке в сокращенном объеме			
Номер знака предыдущей поверки		Год выпуска СИ	
Заводской (серийный) номер			
Номер и наименование методики поверки			

Условия проведения операций поверки:	нормируемые	текущие	ед. изм.
Температура окружающей среды			°С
Атмосферное давление			гПа
Относительная влажность воздуха			%
.....			

Средства поверки:

--

Результаты поверки: приложение к настоящему протоколу или операции в соответствии с методикой поверки с указанием полученных значений и допусков с выводами о соответствии по каждому пункту

Заключение: метрологические характеристики соответствуют/не соответствуют требованиям, установленным в описании типа, и средство измерений признано пригодным/непригодным к применению (в качестве рабочего эталона _ разряда согласно государственной поверочной схеме

_____)
указываются все поверочные схемы, которым соответствует поверенное СИ

Поверитель

_____ *подпись*

_____ *Фамилия, имя, отчество*