

СОГЛАСОВАНО

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

\_\_\_\_\_ А.Н. Щипунов

\_\_\_\_\_ 2023 г.



**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Аттенюаторы поляризационные DA**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП 113-23-010**

р.п. Менделеево  
2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
2	ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ.....	4
3	ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4	ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ.....	4
5	МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
6	ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	5
7	ВНЕШНИЙ ОСМОТР.....	6
8	ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ.....	6
9	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	6
10	ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	8
11	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	9

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на аттенюаторы поляризационные DA (далее – аттенюаторы), имеющие модификации DA-04E (зав.№ 21-04E078-01), DA-03E (зав.№ 21-03E078-21), DA-02E (зав.№ 21-02E078-31), изготавливаемые обществом с ограниченной ответственностью Научно производственное предприятие «Элмика» (ООО НПП «Элмика»), г. Москва, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Первичной поверке подлежат аттенюаторы до ввода в эксплуатацию и после ремонта. Периодической поверке подлежат аттенюаторы, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.3 При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых аттенюаторов к Государственному первичному эталону единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц (ГЭТ 193-2011) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 20 Гц до 178,4 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3383.

1.4 Поверка аттенюаторов 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.

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

1.6 Настоящая методика поверки применяется для поверки аттенюаторов имеющих модификации DA-04E (зав.№ 21-04E078-01), DA-03E (зав.№ 21-03E078-21), DA-02E (зав.№ 21-02E078-31), используемых в качестве рабочего эталона 2-го разряда, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 20 Гц до 178,4 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3383.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение для модификаций		
	DA-04E	DA-03E	DA-02E
Диапазон частот, ГГц	от 50,00 до 75,00	от 75,00 до 110,00	от 110,00 до 170,00
Диапазон установки ослабления, дБ	от 0 до 60		
Начальное ослабление, дБ, не более	1,2	1,5	2,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки ослабления, дБ: - от 0 до 10 дБ включ. - св. 10 до 50 дБ включ. - св. 50 до 60 дБ	$\pm 0,15$ $\pm 0,015 \cdot A^*$ $\pm (1 + 0,05 \cdot (A - 50))^*$		
Коэффициент стоячей волны по напряжению, не более	1,2		
* A – значение установленного ослабления, дБ			



## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки аттенюаторов должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Операции поверки аттенюаторов

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	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений	да	да	9
Определение коэффициента стоячей волны по напряжению (далее - КСВН) и диапазона рабочих частот аттенюаторов	да	да	9:1
Определение начального ослабления	да	да	9.2
Определение диапазона и абсолютной погрешности установки ослабления	да	да	9.3
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10

2.2 Допускается проведение поверки каждой модификации по отдельности, меньшего числа измеряемых величин, которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке на основании заявления владельца аттенюатора.

2.3 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 2 поверяемый аттенюатор бракуется и направляется в ремонт.

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия:

- температура окружающего воздуха, °С (К) от плюс 15 до плюс 25 (от 288 до 298);
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) от 84 до 106,7 (от 630 до 800).

## 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.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом ИРВМ 411224.041 РЭ «Аттенюаторы поляризационные ДА. Руководство по эксплуатации» (далее –РЭ).

## 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуются средства поверки, в том числе рабочие эталоны и средства измерений, приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>9.1 Определение коэффициента стоячей волны по напряжению (далее - КСВН) и диапазона рабочих частот аттенуаторов</p> <p>9.2 Определение начального ослабления</p>	<p>Анализатор электрических цепей с диапазоном рабочих частот от 50,0 до 170,0 ГГц, с диапазоном измерения ослабления от 0 до 60 дБ, пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений ослабления <math>\pm 0,2</math> дБ, погрешность определения действительных значений КСВН не более <math>2,0 \cdot K_{cmU} \%</math></p> <p>Измеритель влажности с диапазоном измерений относительной влажности, от 0 до 99 %.</p> <p>Измеритель температуры с диапазоном измерений температуры от +15 °С до +25 °С.</p> <p>Измеритель атмосферного давления с диапазоном измерений абсолютного давления от 840 до 1060 гПа.</p>	<p>Анализатор электрических цепей векторный ZVA67, рег. № 48355-11; Модули расширения частотного диапазона анализаторов электрических цепей векторных ZVA-Z75, ZVA-Z110, ZVA-Z170, рег. № 75204-19</p> <p>Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18</p>
<p>9.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности установки ослабления</p>	<p>Измеритель ослабления в диапазоне частот от 50,0 до 170,0 ГГц, с диапазоном воспроизведения ослабления от 0 до 60 дБ, с пределами допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения значений ослабления, относительно нулевого значения от 0,2 до 1,5 дБ</p> <p>Измеритель влажности с диапазоном измерений относительной влажности, от 0 до 99 %.</p> <p>Измеритель температуры с диапазоном измерений температуры от +15 °С до +25 °С.</p> <p>Измеритель атмосферного давления с диапазоном измерений абсолютного давления от 840 до 1060 гПа.</p>	<p>Государственный первичный эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц, рег. № ГЭТ193-2011</p> <p>Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18</p>

5.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны и поверены, применяемые средства поверки утверждённого типа СИ в качестве эталонов единиц величин должны быть исправны и поверены с присвоением соответствующего разряда, по требованию государственных поверочных схем.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 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 комплект возимых мер и средства поверки.

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

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



## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 Внешний осмотр аттенуаторов провести визуально без вскрытия, при этом необходимо проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку (наклейку) на соответствие документам РЭ и «Аттенуаторы поляризационные DA. Паспорт» (далее – ПС);
- целостность и чистоту волноводных фланцев и каналов;
- целостность фирменной наклейки;
- отсутствие видимых повреждений, влияющих на работоспособность.

7.2 Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

- комплект поставки соответствует документам РЭ и ПС;
- маркировка соответствует документу РЭ;
- пломбировка (наклейка) и фирменная наклейка цела;
- волноводные фланцы и каналы целы и чисты;
- отсутствуют видимые повреждения, влияющие на работоспособность.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо проверить плавность хода ручки перестройки ослабления аттенуатора и возможность установки ослабления от риски «0» до риски «70», «60» и «50», расположенные за знаком «∞».

Результаты опробования считать положительными, если ход ручки перестройки ослабления аттенуатора плавный и ослабление возможно установить от риски «0» до риски «70».

## 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### 9.1 Определение КСВН и диапазона рабочих частот аттенуаторов

9.1.1 Определение КСВН входа/выхода аттенуаторов выполнить в следующей последовательности.

9.1.1.1 Присоединить согласованную волноводную нагрузку к выходу поверяемого аттенуатора, а вход к анализатору электрических цепей векторному ZVA67 (далее - ZVA67), в соответствии со схемой приведенной на рисунке 1.

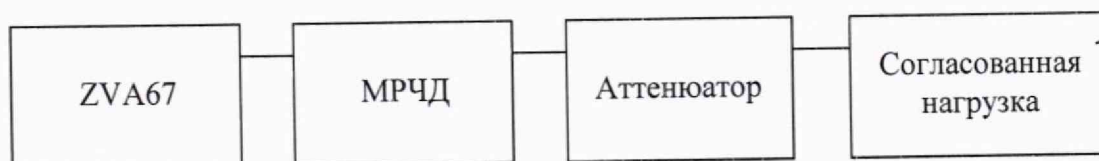


Рисунок 1 – Схема измерения КСВН

Примечание - В таблице 4 приведены диапазоны рабочих частот для МРЧД, необходимых для проведения измерений.

Таблица 4 – Диапазоны рабочих частот МРЧД

Наименование МРЧД	Диапазон частот, ГГц
ZVA-Z75	от 50 до 75 включительно
ZVA-Z110	от 75 до 110 включительно
ZVA-Z170	от 110 до 170 включительно

9.1.1.2 Установить на аттенуаторе значение ослабления 0 дБ

9.1.1.3 На ZVA67 нажать кнопку PRESET.

9.1.1.4 Нажать кнопку FREQ и выбрать диапазон, соответствующий рабочему частотному диапазону подключенного аттенуатора.

9.1.1.5 Выполнить полную однопортовую калибровку векторного анализатора цепей в

соответствии с документом «Анализаторы электрических цепей векторные ZVA50, ZVA67, ZVA80. Руководство по эксплуатации».

9.1.1.6 Выбрать формат отображения результатов измерений VSWR.

9.1.1.7 Измерить КСВН входа подключенного аттенюатора.

9.1.1.8 Определение значений КСВН (и других высокочастотных параметров) проводить последовательно на частотах:

- 110,00; 119,60; 138,40; 150,00; 157,20; 176,00; 170,00 ГГц для DA-02E;

- 75,00; 80,00; 90,00; 100,00; 110,00; 115,00; 110,00 ГГц для DA-03E;

- 50,00; 56,00; 60,00; 64,00; 69,00; 74,00; 75,00 ГГц для DA-04E;

и значениях ослабления: 0, 10, 60 дБ.

Допускается при необходимости выбирать дополнительные значения частот и устанавливаемых ослаблений в диапазоне рабочих частот аттенюаторов.

9.1.1.9 Повторить операции п. 9.1.1.1. – 9.1.1.8 для выхода аттенюатора, подключив согласованную нагрузку ко входу аттенюатора, а выход к ZVA67.

9.1.1.10 Измерить и занести в протокол максимальные значения КСВН.

9.1.2 Результаты поверки считать положительными, если КСВН входа/выхода аттенюаторов и диапазон рабочих частот соответствуют п. 10.1.

## 9.2 Определение начального ослабления

9.2.1 Определение начального ослабления при прямом включении аттенюатора выполнить в следующей последовательности.

9.2.1.1 Собрать схему измерений приведенную на рисунке 2.

9.2.1.2 На ZVA67 нажать кнопку PRESET.

9.2.1.3 Нажать кнопку FREQ и выбрать диапазон, соответствующий рабочему диапазону частот поверяемого аттенюатора. И установить маркеры на частотах в соответствии с п. 9.1.1.8.

9.2.1.4 Выполнить полную двухпортовую калибровку векторного анализатора цепей в соответствии с документом «Анализаторы электрических цепей векторные ZVA50, ZVA67, ZVA80. Руководство по эксплуатации».

9.2.1.5 Выбрать режим измерения S21 и формат отображения результатов измерений [dB].

9.2.1.6 Установить на аттенюаторе значение ослабления 0 дБ.

9.2.1.7 Измерить и занести в протокол полученные значения начального ослабления при прямом включении на частотах в соответствии с п. 4.5.1.8.

9.2.2 Определение начального ослабления при обратном включении аттенюатора выполнить в следующей последовательности.

9.2.2.1 Выбрать режим измерения S12 и формат отображения результатов измерений [dB].

9.2.2.2 Установить на аттенюаторе значение ослабления 0 дБ.

9.2.2.3 Измерить и занести в протокол полученные значения начального ослабления при обратном включении на частотах в соответствии с п. 9.1.1.8.



Рисунок 2 – Схема измерения начального ослабления



9.2.3 Результаты поверки считать положительными, если начальное ослабление соответствует п. 10.2.

### **9.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности установки ослабления**

9.3.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности установки ослабления выполнить в следующей последовательности.

9.3.1.1 Присоединить аттенуатор к ГЭТ 193-2011. Провести калибровку ГЭТ 193-2011 в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

9.3.1.2 Последовательно установить на аттенуаторе значения ослабления 5, 10, 20, 30, 40, 50 и 60 дБ в сторону увеличения, а затем в обратной последовательности в сторону уменьшения значений.

9.3.1.3 Измерить и занести в протокол полученные значения разностного ослабления.

9.3.2 Рассчитать абсолютную погрешность установки ослабления,  $\Delta A_X$  в соответствии с п. 10.3.

9.3.3 Результаты поверки считать положительными, если диапазон и абсолютная погрешность установки ослабления соответствуют п. 10.3.

## **10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ**

10.1 КСВН определить методом прямых измерений и сравнения полученных результатов с нормированными значениями.

Результаты поверки считать положительными, если измеренные в соответствии с п. 9.1 значения КСВН не превышают 1,2 в рабочем диапазоне частот аттенуатора.

10.2 Начальное ослабление определить методом прямых измерений и сравнения полученных результатов с нормированными значениями.

Результаты поверки считать положительными, если начальное ослабление аттенуаторов измеренное в соответствии с п. 9.2 не превысило допускаемых значений:

– 1,2 дБ для DA-04E;

– 1,5 дБ для DA-03E;

– 2,0 дБ для DA-02E.

10.3 Абсолютная погрешность установки ослабления,  $\Delta A_X$  рассчитать по формуле (1):

$$\Delta A_X = A_{АП} - A_{изм} \quad (1)$$

где  $A_{изм}$  – значение разностного ослабления измеренное в соответствии с п. 9.3;

$A_{АП}$  – значение ослабления установленное на аттенуаторе.

Результаты поверки считать положительными, если диапазон и абсолютная погрешность установки ослабления находятся в допускаемых пределах:

$\pm 0,15$  дБ (в диапазоне от 0 до 10 дБ включ.);

$\pm 0,015 \cdot A$  (в диапазоне св. 10 до 50 дБ включ.);

$\pm(1+0,05 \cdot (A-50))$  (в диапазоне св. 50 до 60 дБ,

где  $A$  – значение установленного ослабления, дБ.

10.4 При положительных результатах по п. 10.3 поверяемый аттенуатор соответствует обязательным метрологическим требованиям, предъявляемым к средствам измерений применяемым в качестве рабочего эталона 2-го разряда, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 20 Гц до 178,4 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3383.



## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Аттenuатор признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

11.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца аттenuатора или лица, предъявившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке, и (или) в паспорт аттenuатора вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

11.4 При выполнении сокращенной поверки (на основании решения или заявки на проведение поверки, эксплуатирующей организации) в свидетельстве о поверке указывать диапазон частот на котором выполнена поверка.

11.5 Аттenuатор, имеющий отрицательные результаты поверки, в обращение не допускается. На него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования по установленной форме.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник отдела 11 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Инженер лаборатории 113 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский

И.П. Чирков

О.А. Коновалова