

СОГЛАСОВАНО

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



_____ А.Н. Щипунов

_____ 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Аттенюаторы АТ-18

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

ПАВУ.467716.001МП

р.п. Менделеево
2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения	3
2	Перечень операций поверки	3
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	4
7	Внешний осмотр	5
8	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	5
9	Проверка программного обеспечения	5
10	Определение метрологических характеристик средства измерений	5
11	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8
12	Оформление результатов поверки	8

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика аттенюаторы АТ-18 (далее – аттенюаторы) 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 Интервал между поверками 1 год.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки аттенюаторов должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
4 Определение метрологических характеристик средства измерений	9	да	да
4.1 10.1 Определение коэффициента стоячей волны (далее – КСВ)	9.1	да	да
4.2 Определение вносимого ослабления при значении ослабления 0 дБ	9.2	да	да
4.3 Определение абсолютной погрешности установки ослабления	9.3	да	да
5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да

2.2 Допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, 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 1 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 15 до 25 (от 288 до 298);
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 50 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) от 96 до 104 (от 720 до 780);
- напряжение питания от сети переменного тока, В от 187 до 242.

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 имеющим квалификационную группу электробезопасности не ниже второй.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом ПАВУ.467716.001РЭ «Аттенюатор АТ-18. Руководство по эксплуатации» (далее – ПАВУ.467716.001РЭ).

4.3 Поверка осуществляется одним специалистом.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуемые средства поверки, в том числе рабочие эталоны и средства измерений, приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	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
9.1, 9.2	Анализатор цепей векторный С2420, диапазон рабочих частот от 0,1 МГц до 20,0 ГГц, диапазон измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне частот: от 100 кГц до 1 МГц - от минус 100 дБ до 0 дБ; свыше 1 МГц до верхней границы от минус 120 дБ до плюс 10 дБ
9.3	Установка для измерения ослабления и фазового сдвига образцовая ДК1-16, диапазон частот от 0,1 МГц до 17,85 ГГц, пределы измерений ослабления: в диапазоне частот от 0,1 МГц до 8,2 ГГц от 0 до 140 дБ в диапазоне частот от 8,2 до 17,85 ГГц от 0 до 120 дБ, абсолютная погрешность ослабления на постоянном токе 0,004 - 0,022 дБ
9.3	Генератор сигналов высокочастотный Г4-158, диапазон частот от 0,01 до 100 МГц, установки выходного напряжения (на выходе аттенюатора): ±0,5 дБ (до 50 МГц); ±1 дБ (свыше 50 МГц), выходное напряжение $1 \cdot 10^{-7} - 2$ В
9.3	Генератор сигналов высокочастотный Г4-129, диапазон частот от 310 до 1200 МГц, выходная калиброванная мощность $10^{-2} - 10^{-15}$ Вт
9.3	Генератор сигналов Agilent N5183A, диапазон частот от 100 кГц до 20 ГГц, диапазон установки уровня выходной мощности в диапазоне частот от 0,25 МГц до 20 ГГц от минус 20 до 7 дБм

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 аттенюаторы и средства поверки.

6.2 Средства поверки должны быть надежно 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 аттенюаторов проводить визуально без вскрытия, при этом необходимо проверить:

– комплектность, маркировку и пломбировку (наклейку) на соответствие документу ПАВУ.467716.001РЭ;

– чистоту и исправность разъемов и гнезд;

– отсутствие видимых повреждений, влияющих на работоспособность аттенюатора.

7.2 Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

– комплект поставки соответствует п. 1.3 документа ПАВУ.467716.001РЭ;

– маркировка и пломбировка (наклейка) соответствует п. 1.5 документа ПАВУ.467716.001РЭ;

– разъемы целы и чисты;

– отсутствуют видимые повреждения, влияющие на работоспособность аттенюатора.

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

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо произвести подготовительные работы, оговоренные в руководстве по эксплуатации аттенюаторов и применяемых средств поверки.

8.2 Опробование провести путем определения возможности подключения к входному и выходному коаксиальным разъемам аттенюатора анализатора электрических цепей С2420 (далее - анализатор цепей) и установки на сенсорной панели управления значения ослабления в диапазоне от 0 до 102 дБ с шагом 1 дБ.

Результат опробования средства измерений считать положительным, если на сенсорной панели устанавливается значение ослабления в диапазоне от 0 до 102 дБ с шагом 1 дБ.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Таблица 3 - – Идентификационные данные программного обеспечения (ПО)

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	attenuator_18_GHz.cxp
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0
Цифровой идентификатор ПО	-
Алгоритм вычисления идентификатора программного обеспечения	-

Программное обеспечение установлено в защищенную память, возможность проверки идентификационных данных при поверке отсутствует.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение КСВ

10.1.1 Определение КСВ аттенюатора выполнить в следующей последовательности.

10.1.1.1 Включить анализатор цепей векторный С2420 (далее - анализатор цепей) и провести двухпортовую калибровку с подключенными к нему кабелями и СВЧ переходами в соответствии с его эксплуатационной документацией.

10.1.1.2 Установить на анализаторе цепей начальную частоту 10 МГц, конечную частоту 18 ГГц, мощность внутреннего источника сигнала 5 дБм, объем выборки 10. Включить усреднение.

10.1.1.3 Подключить кабель от разъема «Port 1» анализатора цепей к входу аттенюатора, а «Port 2» к выходу.

10.1.1.4 Включить аттенюатор в соответствии с его эксплуатационной документацией.

10.1.1.5 Перевести анализатор цепей в режим измерения параметра S11. В качестве формата измерения указать SWR.

10.1.1.6 Ввести значение ослабления аттенюатора 1 дБ.

10.1.1.7 Убедится, что в основном окне испытуемого аттенюатора значение в поле «Предварительное значение» ослабления и в поле «Текущее значение» отличается не более чем на 1 дБ;

10.1.1.8 Провести измерения в рабочем диапазоне частот аттенюатора.

10.1.1.9 Зафиксировать измеренное максимальное значение КСВ входа аттенюатора.

10.1.1.10 Перевести анализатор цепей в режим измерения параметра S22.

10.1.1.11 Зафиксировать измеренное максимальное значение КСВ выхода аттенюатора.

10.1.1.12 Повторить операции пунктов 9.1.1.6 – 9.1.1.11 для значений ослабления аттенюатора 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 102 дБ.

10.1.2 Результаты поверки должны соответствовать пункту 10.1.

10.2 Определение вносимого ослабления при значении ослабления 0 дБ

10.2.1 Определение вносимого ослабления при установке номинального ослабления 0 дБ выполнить в следующей последовательности:

– выполнить операции п.п. 9.1.1.1 – 9.1.1.4;

– перевести анализатор цепей в режим измерения параметра S21. В качестве формата измерения указать LOG MAG;

– выставить на аттенюаторе значение ослабления 0 дБ;

– визуально на графике проверить, что вносимое аттенюатором ослабление во всем диапазоне частот не превышает значения 5,5 дБ.

10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности установки ослабления

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

10.3.1.1 Собрать схему приведенную на рисунке 1 для проведения измерений в диапазоне частот от 0 до 1,1 ГГц, в соответствии с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации установки для измерения ослабления и фазового сдвига образцовой ДК1-16 (далее – ДК1-16).

В качестве гетеродина при измерениях на частоте 30 МГц применяется генератор сигналов высокочастотный Г4-158, при измерении на частоте 1 ГГц - генератор сигналов высокочастотный Г4-129.

10.3.1.2 На испытуемом аттенюаторе в основном окне нажать поле «Предварительное значение» частоты и установить значение 30 МГц;

10.3.1.3 Последовательно выставить на испытуемом аттенюаторе значение ослабления 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 102 дБ;

10.2.1.4 Убедится, что в основном окне испытуемого аттенюатора значение в поле «Предварительное значение» ослабления и в поле «Текущее значение» отличается не более чем на 1 дБ;

10.3.1.5 Записать «Текущее значения ослабления» установленное на аттенюаторе и значение разностного ослабления измеренное ДК1-16.

10.3.1.6 Повторить операции п.п. 9.3.1.1 – 9.3.1.5 на частоте 1 ГГц.

10.3.1.7 Собрать схему приведенную на рисунке 2 для проведения измерений в

диапазоне частот от 1,1 до 17,85 ГГц, в соответствии с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации установки для измерения ослабления и фазового сдвига образцовой ДК1-16.

10.3.1.8 На испытуемом аттенюаторе в основном окне нажать поле «Предварительное значение» частоты и установить значение 4 ГГц;

10.3.1.9 Последовательно выставить на испытуемом аттенюаторе значение ослабления 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 102 дБ;

10.3.1.10 Убедиться, что в основном окне испытуемого аттенюатора значение в поле «Предварительное значение» и значение в поле «Текущее значение» отличается не более чем на 1 дБ;

10.3.1.11 Записать «Текущее значения ослабления» установленное на аттенюаторе и значение разностного ослабления измеренное ДК1-16.

10.3.1.12 Повторить операции п.п. 9.3.1.7 – 9.3.1.11 на частотах 8; 12; 17,85 ГГц.



Рисунок 1 – Схема подключения для определения диапазона и абсолютной погрешности установки ослабления в диапазоне частот от 0 до 1,1 ГГц.



Рисунок 2 – Схема подключения для определения диапазона и абсолютной погрешности установки ослабления в диапазоне частот от 1,1 до 17,85 ГГц.

10.3.2 Методика расчета абсолютной погрешности установки ослабления во всем диапазоне частот приведена в пункте 10.3. Записать «Текущее значения ослабления» установленное на аттенюаторе и значение разностного ослабления измеренное ДК1-16.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Результаты поверки считать положительными, если значения КСВ, измеренные в соответствии с п. 9.1, не превысили допустимого значения 2,4.

11.2 Результаты поверки считать положительными, если вносимое аттенуатором ослабление при заданном значении ослабления 0 дБ, измеренное в соответствии с п. 9.2, не превысило значения 5,5 дБ.

11.3 Рассчитать абсолютную погрешность установки ослабления ΔA_i по формуле (1):

$$\Delta A_i = A_i - A_c \quad (1)$$

где A_i – значение ослабления установленное на аттенуаторе (текущее значение ослабления);
 A_c – значение разностного ослабления измеренное ДК1-16 (в соответствии с п. 9.3).

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности установки ослабления во всем диапазоне частот находятся в допусках $\pm 1,0$ дБ.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Аттенуатор признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

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

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

Знак поверки в виде наклейки наносится на переднюю панель аттенуатора.


12.4 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.

12.5 Аттенуатор, 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»

Старший научный сотрудник 113 лаборатории НИО-1
ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский
И.П. Чирков
В.И. Пругло