

**УТВЕРЖДАЮ**

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



\_\_\_\_\_ А.Н. Щипунов

\_\_\_\_\_ 2019 г.

**Аттенюаторы поляризационные АП-33М, АП-34М, АП-35М, АП-32М, АП-22М,  
АП-21М, АП-20М, АП-19М**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП 113.193.001**

**р.п. Менделеево,  
2019 г.**

## ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Настоящая методика распространяется на аттенюаторы поляризационные АП-33М, АП-34М, АП-35М, АП-32М, АП-22М, АП-21М, АП-20М, АП-19М (далее – аттенюаторы), изготавливаемые ООО НПП «Элмика», г. Москва, Зеленоград, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

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

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

Интервал между поверками 1 год.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 Перед проведением поверки аттенюатора провести внешний осмотр и операции подготовки его к работе.

1.2 Метрологические характеристики аттенюатора, подлежащие проверке, и операции поверки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик	7.3	да	да
3.1 Определение КСВН входа/выхода аттенюатора	7.3.2	да	да
3.2 Определение начального ослабления аттенюатора	7.3.3	да	да
3.2 Определение погрешности установки ослабления в диапазоне ослаблений	7.3.4	да	да
4 Проверка идентификационных признаков программного обеспечения (ПО)	7.4	да	да

1.3 При получении отрицательных результатов поверки по любому пункту таблицы 1 аттенюатор бракуется.

1.4 Не допускается возможность проведения поверки на меньшем количестве проверяемых параметров, на меньшем числе частотных точек и на меньшем количестве поверяемых отметок установки ослабления (см. п. 7.3.1).

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

2.2 Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке средства измерений и рабочие эталоны должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке с не истекшим сроком действия на время проведения поверки или оттиск поверительного клейма на приборе или в документации.

Таблица 2 - Перечень средств поверки

Номер пункта (раздела) 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
7.3	Государственный первичный эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц (ГЭТ 193-2011), частотный диапазон от 0 до 178,4 ГГц, динамический диапазон от 0 до 120 дБ, неопределенность передачи единицы ослабления в диапазоне от 0,0005 до 0,2 дБ
7.3	Государственный эталон единиц комплексных коэффициентов передачи в диапазоне от 0 до минус 60 дБ и комплексных коэффициентов отражения в диапазоне от 0,006 до 1 в диапазоне частот от 33 до 170 ГГц в волноводных трактах (3.1.ZZT.0148.2015), динамический диапазон измерения модуля ККП от 0 до 60 дБ, погрешность измерения модуля ККП в диапазоне от 0,1 до 0,2 дБ, пределы погрешности измерения модуля коэффициента отражения $S_{11}$ : $\pm (0,006 + 0,014 S_{11}  + +0,017 S_{11} ^2)$

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки аттенуаторов допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющим опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке и имеющий право на поверку (аттестованный в качестве поверителей).

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

4.2 К работе с аттенуаторами допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-91, ГОСТ Р 51350-99, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

### 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

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

Таблица 3 – Условия проведения поверки

Влияющая величина	Значение
Температура окружающей среды, °С	от 15 до 25
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80
Атмосферное давление, мм рт. ст.	от 630 до 795
Напряжение питающей сети, В	от 215,6 до 224,4
Частота питающей сети по ГОСТ 13109-97, Гц	от 49,8 до 50,2

## 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Поверитель должен изучить РЭ поверяемого аттенюатора и используемых средств поверки.

6.2 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемого аттенюатора;
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) требуемые рабочие эталоны, средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в РЭ);
- проверить готовность к поверке аттенюатора в целом согласно технической документации (ТД) изготовителя.

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- наличие товарного знака изготовителя, серийного номера, года изготовления;
- соответствие комплектности требованиям ТД;
- состояние лакокрасочного покрытия;
- чистоту гнезд, разъемов, клемм;
- отсутствие механических повреждений и ослаблений элементов, сохранность механических органов управления и четкость фиксации их положения, чёткость обозначений, чистоту и исправность волноводов, наличие печатей и пломб.

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются все перечисленные требования.

7.2 Опробование

7.2.1 Провести предварительную установку режима работы аттенюатора:

Включить питание аттенюатора. При этом включится табло на передней панели прибора и появится надпись "Calibr\_", что означает начало процесса калибровки аттенюатора (максимальное время калибровки 96 секунд, типичное - 25 секунд). После окончания калибровки появится надпись 'Calibr88'. Аттенюатор готов к работе. При необходимости имеется возможность проведения калибровки в процессе работы нажатием кнопки "Калибр."

Набрать значение ослабления аттенюатора «0» кнопками '1,2...9,0' и кнопкой ',' (разделитель целой и дробной части числа); нажать кнопку 'Ввод'. После останова двигателя на табло должна высветиться надпись '0.00 db', где '0.00'-величина установленного ослабления, равная нулю. В случае ошибочного ввода значения ослабления, нажать кнопку 'Очистка экрана' и ввести заново нулевое значение (см. РЭ каждого аттенюатора).

7.2.2 Присоединить аттенюатор к ГЭТ 193-2011 (или 3.1.ZZT.0148.2015) и провести измерения ослабления аттенюатора на любой частоте из диапазона рабочих частот аттенюатора.

7.2.3 Результаты опробования считать положительными, если при изменении ослабления аттенюатора наблюдается соответствующее изменение сигнала.

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение КСВН и других метрологических характеристик, зависящих от частоты производится на частотах (с учетом требований пункта 1.4):

- 118,1; 119,6; 138,4; 150; 157,2; 176; 178,4 ГГц для АП-19М;
- 78,33; 80; 90; 100; 110; 115; 118,1 ГГц для АП-20М;
- 53,57; 56; 60; 64; 69; 74; 78,33 ГГц для АП-21М;
- 37,5; 41; 44; 48; 51; 52; 53,57 ГГц для АП-22М;
- 29,95; 33; 34; 35; 36; 37; 37,5 ГГц для АП-32М;

- 17,44; 19; 21; 24; 27; 28; 29,95 ГГц для АП-35М;
- 12,05; 14; 15; 16; 16,5; 17; 17,44 ГГц для АП-34М;
- 8,24; 9; 9,5; 10; 11; 11,5; 12,05 ГГц для АП-33М.

КСВН измеряется на точках шкалы аттенюаторов: 0, 10; 20; 30; 40; 50; 60 дБ, а для аттенюаторов АП-33М и АП-34М дополнительно – на точке шкалы 70 дБ.

Ослабление в диапазоне частот измеряется на точках шкалы аттенюаторов: 0, 5, 10; 20; 30; 40; 50; 60 дБ, а для аттенюаторов АП-33М и АП-34М дополнительно – на точке шкалы 70 дБ.

### 7.3.2 Определение КСВН входа/выхода аттенюатора

7.3.2.1 Установить минимальное ослабление на аттенюаторе, для чего набрать на панели управления аттенюатором значение 0 дБ и нажать кнопку 'Ввод' и к выходу аттенюатора присоединить согласованную волноводную нагрузку.

7.3.2.2 Присоединить вход аттенюатора к эталону 3.1.ZZT.0148.2015 и провести измерения КСВН входа/выхода аттенюаторов в панорамном режиме на соответствующих частотах диапазона и в диапазоне ослаблений приведенных в п. 7.3.1 для аттенюаторов АП-33М, АП-34М, АП-35М, АП-32М, АП-22М, АП-21М, АП-20М.

Найти максимальное значение КСВН в диапазоне частот и занести в протокол это значение и частоту, на которой оно получено.

7.3.2.3 Для АП-19М измерения провести с применением установки из состава ГЭТ 193-2011, подготовленной для измерения обратных потерь. Для определения КСВН данные по измерениям обратных потерь, измеренные с помощью ГЭТ 193-2011, перевести в КСВН с помощью следующих соотношений, вытекающих из определения термина «обратные потери»:

$$RL = 20 \cdot \lg[(КСВН - 1)/(КСВН + 1)], \quad (1)$$

соответственно, из измеренного значения обратных потерь, найти модуль коэффициента отражения и КСВН:

$$\Gamma = 10^{RL/20}, \quad (2)$$

$$КСВН = [(1 + \Gamma)/(1 - \Gamma)], \quad (3)$$

где RL – обратные потери;

$\Gamma$  – модуль коэффициента отражения;

КСВН – коэффициент стоячей волны напряжения.

Значения КСВН, полученные в результате расчета, следует округлять до двух цифр после запятой.

Определение КСВН провести на частотах 118,1; 119,6; 138,4; 150,0; 157,2; 176,0; 178,4 ГГц по следующей методике (см. РЭ на установки квазиоптические из состава ГЭТ 193-2011): на установленной частоте к измерительному фланцу подсоединить короткозамыкатель, записать ослабление при балансе установки – N1, подсоединить к измерительному фланцу входной разъём испытуемого аттенюатора (к выходному разъёму аттенюатора подключить согласованную нагрузку) и записать показания при балансе установки – N2, разность N1 – N2 даст значение обратных потерь. Далее, проведя расчет по формулам (2) и (3), определить КСВН.

Измерения обратных потерь и расчет значений КСВН провести при последовательных установках аттенюатора на значения ослабления, указанные в п. 7.3.1. Затем все измерения повторить для выхода аттенюатора, подключив согласованную нагрузку к входу аттенюатора.

7.3.2.4 Результаты поверки считать положительными, если КСВН входа/выхода аттенюаторов:

- не более 1,2 для АП-33М, АП-34М, АП-35М;
- не более 1,5 для АП-32М, АП-22М, АП-21М, АП-20М, АП-19М.

### 7.3.3 Определение начального ослабления аттенюатора

7.3.3.1 Провести полную калибровку эталона ГЭТ 193-2011 (или 3.1.ZZT.0148.2015).

7.3.3.2 Присоединить аттенюатор к ГЭТ 193-2011 (или 3.1.ZZT.0148.2015) и провести измерения ослабления аттенюаторов на частотах, указанных в п. 7.3.1.1.

Измерения провести при значении установленного по шкале аттенюатора ослабления 0 дБ.

Измеренные значения ослабления занести в протокол.

7.3.3.3 Результаты поверки считать положительными, если начальное ослабление аттенюаторов:

АП-33М – не более 0,6 дБ;

АП-34М – не более 1,1 дБ;

АП-35М – не более 1,2 дБ;

АП-32М – не более 1,3 дБ;

АП-22М – не более 1,5 дБ;

АП-21М – не более 1,7 дБ;

АП-20М – не более 2,0 дБ;

АП-19М – не более 2,5 дБ.

### 7.3.4 Определение погрешности установки ослабления в диапазоне ослаблений

7.3.4.1 Провести полную калибровку эталона ГЭТ 193-2011 (или 3.1.ZZT.0148.2015).

7.3.4.2 Присоединить аттенюатор к ГЭТ 193-2011 (или 3.1.ZZT.0148.2015) и провести измерения ослабления аттенюаторов на частотах, указанных в п. 7.3.1.1.

7.3.4.3 Измерения ослабления аттенюатора на соответствующих частотах диапазона АП-33М, АП-34М, АП-35М, АП-32М, АП-22М, АП-21М, АП-19М (п. 7.3.1) для следующих значений ослабления, устанавливаемых по шкале аттенюатора: 5; 10; 20; 30; 40; 50; 60 дБ и, для аттенюаторов АП-33М и АП-34М, 70 дБ в соответствии с РЭ на ГЭТ 193-2011 (или 3.1.ZZT.0148.2015).

Измеренные значения ослабления занести в протокол.

7.3.4.4 Рассчитать погрешность установки ослабления как разность установленного и измеренного значения по формуле (4):

$$\Delta A_x = A_{ATT} - A_{УВТ}, \quad (4)$$

где  $A_{УВТ}$  - значение ослабления аттенюатора, измеренное с помощью ГЭТ 193-2011;

$A_{ATT}$  - установленное по шкале значение ослабления на аттенюаторе.

7.3.4.5 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения погрешности ослабления в диапазоне ослаблений находятся в пределах:

для аттенюаторов АП-33М

- от 0 до 10 дБ включ. -  $\pm 0,1$  дБ;

- от 10 до 50 дБ включ. -  $\pm [0,1 + 0,006 \cdot (A - 10)]$ ;

- от 50 до 70 дБ -  $\pm [0,34 + 0,04 \cdot (A - 50)]$ ;

для аттенюаторов АП-34М

- от 0 до 10 дБ включ. -  $\pm 0,1$  дБ;

- от 10 до 50 дБ включ. -  $\pm 0,01 \cdot A$ ;

- от 50 до 70 дБ -  $\pm [0,5 + 0,045 \cdot (A - 50)]$ ;

для аттенюаторов АП-35М, АП-32М, АП-22М, АП-21М, АП-19М

- от 0 до 10 дБ включ. -  $\pm 0,2$  дБ;

- от 10 до 50 дБ включ. -  $\pm 0,02$  А;

- от 50 до 60 дБ -  $\pm [1 + 0,08 \cdot (A - 50)]$ ,

где А - величина устанавливаемого ослабления, дБ.

#### 7.4 Проверка идентификационных признаков программного обеспечения

Проверку номера версии и контрольной суммы исполняемого кода - цифрового идентификатора программного обеспечения (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.

Проверку осуществить при подключении прибора к ПК. Запускаем программу Гипер-Терминал. Выбираем в настройках соответствующий порт подключения. Нажимаем кнопку Call. После соединения и выполнения команды \*IDN? получим отклик, содержащий идентификационные данные ПО.

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

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
		АП-33М, АП-34М
Идентификационное наименование ПО	Template- big.bin.crc32.txt «ELMIKA, AP- 33M,4207642»	Template- middle.bin.crc32.txt «ELMIKA, AP- 35M,4207642»
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 120918	
Цифровой идентификатор ПО	41E40B5A	A367F52D
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	CRC32	

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки оформить в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

8.2 При положительных результатах поверки оформить свидетельство о поверке. На оборотной стороне свидетельства о поверке (или дополнительных листах) записать результаты поверки.

Знак поверки наносится в виде наклейки или оттиска клейма в свидетельство о поверке.

8.3 При отрицательных результатах поверки аттенюатор бракуется и направляется в ремонт. На забракованный аттенюатор выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин бракования.

Начальник НИО-1  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Старший научный сотрудник НИО-1  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский

В.И. Пругло