



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»



А.Д. Меньшиков

«28» июля 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АЧХИ-102

Методика поверки

РТ-МП-164-06-2023

г. Москва
2023 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы частотных характеристик АЧХИ-102 (далее – приборы) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к:

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

– ГЭТ 61-2022 Государственному первичному специальному эталону единиц угла фазового сдвига между двумя электрическими напряжениями в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-2}$ до $10 \cdot 10^7$ Гц;

– ГЭТ 1-2022 Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени.

При определении всех метрологических характеристик средства измерений используется метод прямых измерений.

2 Операции поверки

При проведении поверки проводят операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – 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 | 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 средства измерений | Да | Да | 10 |
| Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | Да | Да | 11 |

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 96 до 104;
- напряжение переменного тока питающей сети, В от 209 до 231;
- частота переменного тока питающей сети, Гц от 49,5 до 50,5.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К поверке приборов допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, опыт поверки средств измерений, изучившие эксплуатационные документы на поверяемые средства измерений, основные средства поверки и настоящую методику поверки.

Требования к количеству специалистов в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки отсутствуют.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяются средства поверки (основные и вспомогательные), перечисленные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 15 °С до плюс 25 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 90 % с абсолютной погрешностью не более 3 % Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 94 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа Средства измерений напряжения питающей сети в диапазоне от 145 до 250 В, с относительной погрешностью не более 1% Средства измерений частоты питающей сети в диапазоне от 45 до 55 Гц, с абсолютной погрешностью не более 0,1 Гц | Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13 Мультиметр цифровой Fluke 87V MAX, рег. № 80953-21 |
| п. 10.1 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты сигнала переменного тока | Рабочий эталон частоты не ниже 5 разряда по приказу Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 в диапазоне от 10 до $3 \cdot 10^6$ Гц | Частотомер универсальный CNT-90, рег. № 41567-09 |
| п. 10.2 Определение абсолютной погрешности измерений ослабления электромагнитных колебаний | Рабочий эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний не ниже 2 разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3383 в диапазоне от 0 до 90 дБ | Прибор для поверки аттенюаторов Д1-13А, рег. № 9257-83 |
| п. 10.3 Определение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между двумя электрическими напряжениями | Рабочий эталон угла фазового сдвига между двумя электрическими напряжениями не ниже 2 разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2022 г. № 3345 в диапазоне от 0 до 360° с частотой от 10 до $3 \cdot 10^6$ Гц Средства измерений частоты в диапазоне от 10 до $3 \cdot 10^6$ Гц, с абсолютной погрешностью не более 0,1 Гц | Калибратор фазы Н6-2, рег. № 46522-11 Частотомер универсальный CNT-90, рег. № 41567-09 |
| Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице | | |

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Помещение для проведения поверки должно соответствовать правилам техники безопасности и производственной санитарии.

6.2 При проведении поверки приборов необходимо соблюдать правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок и требования безопасности, определенные в эксплуатационных документах на оборудование, применяемое при поверке.

6.3 К работе на оборудовании допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и имеющие удостоверение о проверке знаний.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре приборов проверяется:

– соответствие внешнего вида и маркировки описанию типа и эксплуатационной документации на приборы;

– отсутствие видимых повреждений приборов, которые могут влиять на работу средства измерений и его органов управления;

– наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данное средство измерений.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если выполняются вышеуказанные требования.

Установленный факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке не является критерием неисправности средства измерений 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.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Приборы должны предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха, указанной в пункте 3, не менее одного часа. Средства поверки и поверяемые приборы должны быть подготовлены к работе согласно их эксплуатационным документам.

8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)

8.1.1 Перед проведением операций поверки выполнить контроль условий поверки.

8.1.2 Контроль осуществлять измерением влияющих факторов, указанных в п. 3, с помощью приборов контроля условий поверки (или иных средств измерений указанных параметров). Измерения влияющих факторов проводить в комнате, где проводятся операции поверки.

8.1.3 Результат измерений влияющих факторов должен находиться в пределах, указанных в п. 3. В противном случае поверку не проводят до приведения условий поверки в соответствии с п. 3.

8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)

Для опробования прибора необходимо соединить кабелем выход генератора прибора с разъёмами «ВХОД 1» и «ВХОД 2». На лицевой панели прибора установить оба тумблера в положение 1 МОм. В программе «AFA.exe» во вкладке «Ручной» режим установить усиление на «Вход 1» $K=1$, на «Вход 2» $K=1$. На выходе генератора установить сигнал с частотой 20 кГц и амплитудой 4 В. В области «Генератор» нажать на кнопку «Пуск» для запуска генерации.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если измеренное соотношение амплитуд составляет не более $\pm 0,2$ дБ.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Проверку программного обеспечения проводить с помощью внешнего программного обеспечения АФА, установленного на персональном компьютере. В соответствии с руководством по эксплуатации ПТМР.411734.045 РЭ установить соединение с прибором. После чего на экране на нижней строке в поле «Версия прошивки» выводится версия встроенного программного обеспечения прибора.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если номер версии встроенного программного обеспечения прибора не ниже 1.0.0.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты сигнала переменного тока

Определение относительной погрешности воспроизведения частоты сигнала переменного тока проводят методом прямых измерений в следующем порядке:

- подключить к выходу генератора прибора частотомер универсальный CNT-90 (далее - частотомер). На выходе генератора установить сигнал с частотой, равной 20 Гц и амплитудой 4 В. Провести измерение частоты генератора частотомером. Повторить измерения на частотах 200 Гц, 2 кГц, 20 кГц, 200 кГц, 2 МГц;

- для каждого результата измерения вычислить относительную погрешность по формуле

$$\delta = \left(\frac{f_{\text{изм}} - f_{\text{д}}}{f_{\text{д}}} \right) \cdot 100, \quad (1)$$

где δ – относительная погрешность воспроизведения частоты сигнала переменного тока, %;

$f_{\text{изм}}$ – значение частоты, измеренное с помощью частотомера, Гц;

$f_{\text{д}}$ – значение частоты, установленное на приборе, Гц.

Результат поверки считается положительным, если значение допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты сигнала переменного тока в диапазоне от 20 Гц до 2 МГц не превышает $\pm 0,01$ %.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений ослабления электромагнитных колебаний

Определение абсолютной погрешности измерений ослабления электромагнитных колебаний проводят методом прямых измерений в следующем порядке:

- для определения основной абсолютной погрешности измерений ослабления при значении плюс 20 дБ собрать схему, изображенную на рисунке 1. Для этого подключить прибор для поверки аттенуаторов Д1-13А (далее - прибор для поверки аттенуаторов) к выходу генератора прибора. Вход и выход прибора для поверки аттенуаторов подключить к разъемам «ВХОД 2» и «ВХОД 1» прибора соответственно. Установить тумблеры «Вход 1» и «Вход 2» в положение «1 МОм»;

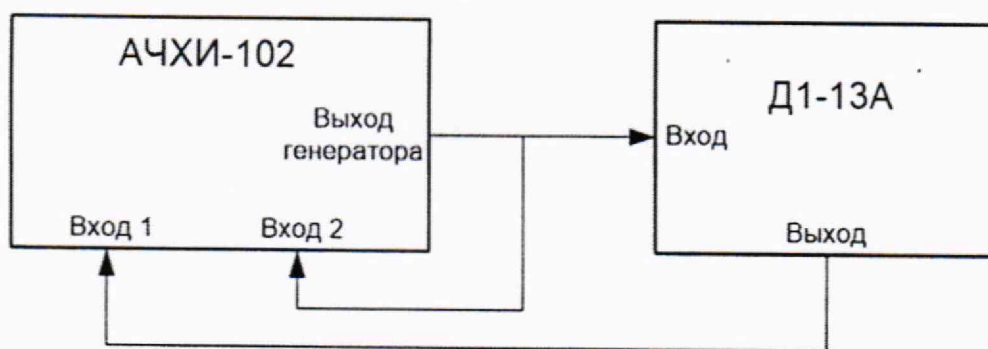


Рисунок 1 – Схема измерения ослабления при значении +20 дБ.

- установить амплитуду напряжения на выходе генератора прибора равной 4 В. Установить частоту 20 Гц. Установить на приборе для проверки аттенюаторов коэффициент ослабления 20 дБ. Выбрать время измерения 1 с. Установить усиление прибора «Вход 1 (Канал X)» $K=10$, «Вход 2 (Канал Y)» $K=1$. Произвести измерения;
- повторить измерения для частот 200 Гц, 2 кГц, 20 кГц, 200 кГц, 2 МГц;
- для каждого измерения рассчитать абсолютную погрешность по формуле

$$\Delta_A = A_{\text{изм}} - A_{\text{д}}, \quad (2)$$

где Δ_A – абсолютная погрешность измерения ослабления электромагнитных колебаний, дБ;

$A_{\text{д}}$ – значение ослабления, выставленное на приборе для проверки аттенюаторов, дБ;

$A_{\text{изм}}$ – значение ослабления, измеренное прибором, дБ.

- для определения абсолютной погрешности измерений ослабления в диапазоне от 0 до минус 80 дБ собрать схему, изображенную на рисунке 2. Для этого подключить вход прибора для проверки аттенюаторов к выходу генератора. Вход и выход прибора для проверки аттенюаторов подключить к разъемам «ВХОД 1» и «ВХОД 2» прибора соответственно;

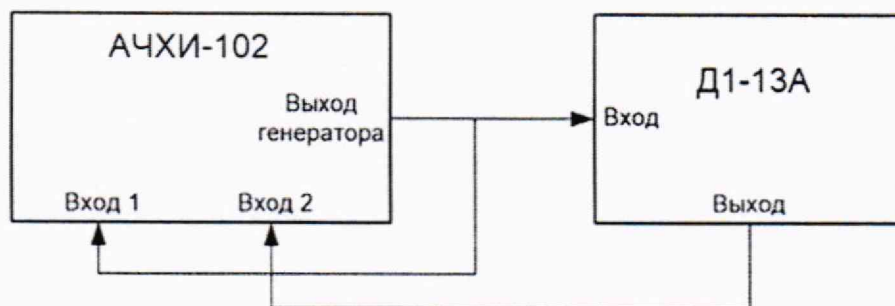


Рисунок 2 – Схема измерения ослабления в диапазоне от 0 до –80 дБ

- провести измерения для частот 20 Гц, 200 Гц, 2 кГц, 20 кГц, 200 кГц, 2 МГц и значений коэффициента ослабления, установленного на приборе для проверки аттенюаторов, 0, 40 и 80 дБ. Для значений коэффициента ослабления 0 дБ выставить следующие коэффициенты усиления: «Вход 1 (Канал X)» $K=1$, на «Вход 2 (Канал Y)» $K=1$, для -40 дБ «Вход 1 (Канал X)» $K=1$, на «Вход 2 (Канал Y)» $K=10$ и для минус 80 дБ «Вход 1 (Канал X)» $K=1$, на «Вход 2 (Канал Y)» $K=100$;

- для каждого результата измерения рассчитать абсолютную погрешность по формуле (2).

Результат проверки считается положительным, если значение абсолютной погрешности измерений ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне от плюс 20 до минус 40 дБ включительно не превышает $\pm 0,2$ дБ, а в диапазоне свыше минус 40 до минус 80 дБ не превышает $\pm 0,5$ дБ.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между двумя электрическими напряжениями

Определение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между двумя электрическими напряжениями проводят методом прямых измерений в следующем порядке (все измерения осуществляются при установленном времени измерения 1 с, переключатели входного сопротивления обоих входов прибора устанавливаются тумблерами в положение 1 МОм):

- для определения погрешности измерения угла фазового сдвига при значении ослабления плюс 20 дБ собрать схему, изображенную на рисунке 3. Вместо частотомера для синхронизации частот генератора и калибратора допускается использовать осциллограф. В программном обеспечении «AFA.exe» во вкладке «Ручной» режим установить усиление прибора «Вход 1 (Канал X)» $K=10$, на «Вход 2 (Канал Y)» $K=1$;

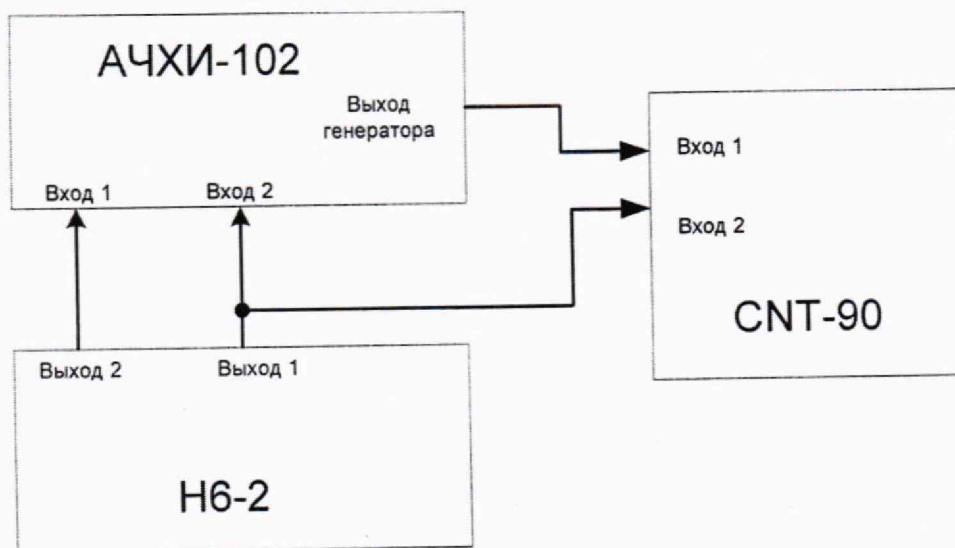


Рисунок 3 – Схема измерения угла фазового сдвига

- задать на калибраторе фазы Н6-2 (далее - калибратор фазы) следующие значения: ослабление на первом выходе 0 дБ, на втором выходе минус 20 дБ, частота 20 Гц, угол фазового сдвига 0° ;

- задать на генераторе прибора соответствующую частоту, нажать «Пуск»;

- синхронизировать выходные сигналы генератора прибора и калибратора фаз, воспользовавшись частотомером или осциллографом. Точное равенство частот сигналов генератора прибора и калибратора фаз установить по частотомеру (осциллографу), подкорректировав частоту выхода калибратора фаз или генератора прибора;

- провести измерения угла фазового сдвига с помощью прибора;

- рассчитать абсолютную погрешность измерения угла фазового сдвига по формуле

$$\Delta\varphi = \varphi_{\text{изм}} - \varphi_{\text{д}} \quad (3)$$

где $\Delta\varphi$ – абсолютная погрешность измерений угла фазового сдвига между двумя электрическими напряжениями, градус;

$\varphi_{\text{изм}}$ – измеренное значение угла фазового сдвига на приборе, градус;

$\varphi_{\text{д}}$ – значение угла фазового сдвига, выставленное на калибраторе фаз, градус.

- провести аналогичные измерения для значений угла фазового сдвига на калибраторе фаз: 90° , 180° , 270° (при получении отрицательного измеренного значения 180° необходимо к результату прибавить 360° ; при расчете абсолютной погрешности для значения угла фазового сдвига 270° необходимо из значения угла фазового сдвига, выставленного на калибраторе фаз, вычитать 360°);

- провести аналогичные измерения при частоте 2 кГц, 200 кГц и 2 МГц;

- для определения погрешности измерения угла фазового сдвига при значении ослабления 0 дБ задать на калибраторе фаз значения ослабления на первом выходе 0 дБ, на втором выходе 0 дБ. В программном обеспечении «АФА.ехе» во вкладке «Ручной» режим установить усиление прибора «Вход 1 (Канал X)» $K=1$, на «Вход 2 (Канал Y)» $K=1$;

- провести измерения угла фазового сдвига 0° , 90° , 180° , 270° на частотах 20 Гц, 2 кГц, 200 кГц, 2 МГц и рассчитать абсолютную погрешность измерений угла фазового сдвига по формуле (3);

- для определения погрешности измерения угла фазового сдвига при значении ослабления минус 40 дБ задать на калибраторе фаз значения ослабления на первом выходе минус 40 дБ, на втором выходе 0 дБ. В программном обеспечении «АФА.ехе» во вкладке «Ручной» режим установить усиление прибора «Вход 1 (Канал X)» $K=1$, на «Вход 2 (Канал Y)» $K=10$;

- провести измерения угла фазового сдвига 0° , 90° , 180° , 270° на частотах 20 Гц, 2 кГц, 200 кГц, 2 МГц и рассчитать абсолютную погрешность измерений угла фазового сдвига по формуле (3).

Результат поверки считается положительным, если абсолютная погрешность измерений угла фазового сдвига между двумя электрическими напряжениями не превышает: ± 1 градус в диапазоне от плюс 20 до минус 40 дБ, при частоте от 20 Гц до 200 кГц включ.; ± 4 градуса в диапазоне от плюс 20 до минус 40 дБ, при частоте свыше 200 кГц до 2 МГц.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Процедуры обработки результатов измерений, полученных при определении метрологических характеристик поверяемых приборов, указаны в п. 10 настоящей методики поверки.

11.2 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия приборов метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, являются обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в пунктах с 7 по 10, и соответствие действительных значений метрологических характеристик значениям, приведенным в п.10 методики поверки.

12 Оформление результатов поверки

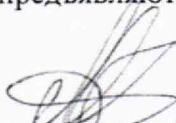
12.1 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

12.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.


12.3 При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

12.4 Требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

Заместитель директора
Сергиево-Посадского филиала ФБУ «Ростест-Москва»


А.В. Маслова

Начальник отдела № 06/403
Сергиево-Посадского филиала ФБУ «Ростест-Москва»


А.А. Бесперстов