

УТВЕРЖДЕНА
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «15» декабря 2022 г. 3188

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА ДЛЯ СРЕДСТВ
ИЗМЕРЕНИЙ АМПЛИТУДЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО СМЕЩЕНИЯ,
КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДЫХ СРЕД
И КОЭФФИЦИЕНТА ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКОГО
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ**

1. Область применения

1.1. Настоящая государственная поверочная схема распространяется на средства измерений амплитуды ультразвукового смещения, колебательной скорости поверхности твердых сред и коэффициента электроакустического преобразования и устанавливает порядок передачи единиц амплитуды ультразвукового смещения, колебательной скорости поверхности твердых сред и коэффициента электроакустического преобразования от Государственного первичного эталона единиц амплитуды ультразвукового смещения, колебательной скорости поверхности твердых сред и коэффициента электроакустического преобразования ГЭТ 194-2022 с помощью рабочих эталонов – средствам измерений с указанием погрешностей и основных методов передачи единиц величин.

Для всех средств измерений допускается проводить поверку с помощью эталонов более высокой точности, чем предусмотрено настоящей поверочной схемой.

Графическая часть государственной поверочной схемы представлена в приложении А.

2. Сокращения и обозначения

2.1. В настоящей государственной поверочной схеме применены следующие обозначения и сокращения:

ГПЭ – Государственный первичный эталон.

МСУП – Мера смещения ультразвуковая продольной волны.

МСУР – Мера смещения ультразвуковая волны Рэлея.

МСУС – Мера смещения ультразвуковая стержневая.

ПФАП-П – Преобразователь-формирователь акустического поля продольной волны.

ПФАП-Р – Преобразователь-формирователь акустического поля волны Рэлея.

УАППА – Установка для аттестации приемных преобразователей акустической эмиссии.

УПФАП – Установка для аттестации приемных преобразователей акустической эмиссии на базе ПФАП.

3. Государственный первичный эталон

3.1. В состав Государственного первичного эталона единиц амплитуды ультразвукового смещения, колебательной скорости поверхности твердых сред и коэффициента электроакустического преобразования ГЭТ 194-2022 входят:

3.1.1. Эталонная установка «Амплитуда» для измерений амплитуды ультразвукового смещения и колебательной скорости поверхности твердых сред, включающая:

3.1.1.1. Оптическую бесконтактную интерферометрическую систему

регистрации ультразвуковых колебаний, состоящую из:

- одномодового гелий-неонового лазера;
- двухлучевого лазерного интерферометра;
- оптического стола с виброакустической развязкой;
- фотоприемного модуля.

3.1.1.2. Контрольно-измерительную стойку с радиоэлектронной аппаратурой, состоящую из:

- калибратора переменного напряжения широкополосного;
- генератора сигналов специальной формы (два прибора);
- прибора для поверки аттенюаторов;
- вольтметра универсального цифрового (два прибора);
- селективного микровольтметра;
- частотомера электронно-счетного;
- микроамперметра;
- вольтметра универсального.

3.1.1.3. Осциллограф.

3.1.1.4. Эталонный электроакустический преобразователь.

3.1.1.5. Измеритель температуры и влажности окружающего воздуха.

3.1.1.6. Персональный компьютер с программным обеспечением.

3.1.1.7. Вспомогательные устройства и специальные сооружения.

3.1.2. Эталонная установка «Коэффициент» для измерений коэффициента электроакустического преобразования, включающая:

3.1.2.1. Интерферометрическую измерительную установку, состоящую из:

- лазера полупроводникового одночастотного одномодового;
- двухлучевого лазерного интерферометра;
- фотоприемного модуля;
- стола с виброакустической развязкой.

3.1.2.2. Измерительную стойку с радиоэлектронными приборами, состоящую из:

- калибратора переменного напряжения широкополосного;
- генератора сигналов специальной формы;
- прибора для поверки аттенюаторов;
- вольтметра универсального;
- анализатора спектра;
- магазина затуханий;
- аттенюатора ступенчатого.

3.1.2.3. Осциллограф цифровой запоминающий.

3.1.2.4. Эталонные электроакустические преобразователи (комплект: два преобразователя).

3.1.2.5. Измеритель температуры и влажности окружающего воздуха.

3.1.2.6. Персональный компьютер с программным обеспечением.

3.1.2.7. Вспомогательные устройства и специальные сооружения.

3.2. ГПЭ воспроизводит единицу амплитуды ультразвукового смещения поверхности твердых сред в диапазоне от $5 \cdot 10^{-11}$ до $5 \cdot 10^{-10}$ м (на дискретных частотах в диапазоне частот от 0,3 до 3 МГц) с относительным средним

квадратическим отклонением результата измерений S_0 , не превышающим $5 \cdot 10^{-3}$ при 49 независимых наблюдениях, и доверительными границами относительной неисключенной систематической погрешности Θ_0 , не превышающей $0,9 \cdot 10^{-2}$, при доверительной вероятности $P = 0,99$.

Стандартная неопределенность результатов измерений не превышает:

по типу А, u_A	$0,5 \cdot 10^{-2}$;
по типу В, u_B	$0,37 \cdot 10^{-2}$;
суммарная, u_C	$0,62 \cdot 10^{-2}$.

Расширенная неопределенность результатов измерений при коэффициенте охвата $k = 2$ не превышает $1,24 \cdot 10^{-2}$.

3.3. ГПЭ воспроизводит единицу колебательной скорости поверхности твердых сред в диапазоне от $2 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ м/с (на дискретных частотах в диапазоне частот от 0,3 до 3 МГц) с относительным средним квадратическим отклонением результата измерений S_0 , не превышающим $5 \cdot 10^{-3}$ при 49 независимых наблюдениях, и доверительными границами относительной неисключенной систематической погрешности Θ_0 , не превышающей $0,9 \cdot 10^{-2}$, при доверительной вероятности $P = 0,99$.

Стандартная неопределенность результатов измерений не превышает:

по типу А, u_A	$0,5 \cdot 10^{-2}$;
по типу В, u_B	$0,37 \cdot 10^{-2}$;
суммарная, u_C	$0,62 \cdot 10^{-2}$.

Расширенная неопределенность результатов измерений при коэффициенте охвата $k = 2$ не превышает $1,24 \cdot 10^{-2}$.

3.4. ГПЭ воспроизводит единицу коэффициента электроакустического преобразования в диапазоне от $5 \cdot 10^{-11}$ до $5 \cdot 10^{-10}$ м/В (на дискретных частотах в диапазоне частот от 0,05 до 3 МГц) с относительным средним квадратическим отклонением результата измерений S_0 , не превышающим $2,0 \cdot 10^{-2}$ при 36 независимых наблюдениях и доверительными границами относительной неисключенной систематической погрешности Θ_0 , не превышающей $2,5 \cdot 10^{-2}$, при доверительной вероятности $P = 0,99$.

Стандартная неопределенность результатов измерений не превышает:

по типу А, u_A	$2,0 \cdot 10^{-2}$;
по типу В, u_B	$1,0 \cdot 10^{-2}$;
суммарная, u_C	$2,24 \cdot 10^{-2}$.

Расширенная неопределенность результатов измерений при коэффициенте охвата $k = 2$ не превышает $4,48 \cdot 10^{-2}$.

3.5. ГПЭ применяют для передачи единиц амплитуды ультразвукового смещения, колебательной скорости поверхности твердых сред и коэффициента электроакустического преобразования рабочим эталонам методом сличения с помощью компаратора.

4. Рабочие эталоны 1-го разряда

4.1. В качестве рабочих эталонов 1-го разряда применяют эталонные

бесконтактные установки для измерения амплитуды ультразвукового смещения, колебательной скорости поверхности твердых сред и коэффициента электроакустического преобразования на базе интерферометрических и емкостных методов приема ультразвуковых волн (в том числе, установки лазерные интерферометрические, высокочастотные лазерные виброметры и др.) в диапазоне измерений от $2 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-9}$ м, от $2,5 \cdot 10^{-6}$ до $5,0 \cdot 10^{-2}$ м/с и от $2 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-9}$ м/В в диапазоне частот от 0,02 до 10,0 МГц.

4.2. Доверительные границы относительной погрешности δ_0 , рабочих эталонов 1-го разряда при доверительной вероятности 0,95 составляют от $3 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ и от $5 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{-1}$.

4.3. Рабочий эталон 1-го разряда применяют для передачи единиц амплитуды ультразвукового смещения, колебательной скорости поверхности твердых сред и коэффициента электроакустического преобразования рабочим эталонам 2-го разряда и средствам измерений методом сличения с помощью компаратора и косвенных измерений.

4.4. Отношение доверительных границ погрешностей рабочих эталонов 1-го и 2-го разрядов должно быть не более 0,33 (1:3). Отношение доверительных границ погрешности рабочего эталона 1-го разряда и предела допускаемой погрешности средства измерений должно быть не более 0,5 (1:2).

5. Рабочие эталоны 2-го разряда

5.1. В качестве рабочих эталонов 2-го разряда применяют:

бесконтактные установки для измерения амплитуды ультразвукового смещения и колебательной скорости поверхности твердых сред на базе интерферометрических и емкостных методов приема ультразвуковых волн в диапазоне измерений от $2 \cdot 10^{-11}$ до $2 \cdot 10^{-8}$ м и от $2,5 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ м/с в диапазоне частот от 0,02 до 10,0 МГц;

установки для измерения коэффициента электроакустического преобразования (например, УАППА, УПФАП и др.) в диапазоне измерений от $2 \cdot 10^{-11}$ до $2 \cdot 10^{-8}$ м/В в диапазоне частот от 0,02 до 2,0 МГц;

меры амплитуд ультразвукового смещения, меры колебательной скорости поверхности твердых сред и меры коэффициента электроакустического преобразования (например, ПФАП-П, ПФАП-Р, МСУС, МСУР, МСУП и др.) в диапазоне измерений от $1 \cdot 10^{-13}$ до $1 \cdot 10^{-8}$ м, от $1,5 \cdot 10^{-8}$ до $5 \cdot 10^{-1}$ м/с и от $2 \cdot 10^{-11}$ до $2 \cdot 10^{-8}$ м/В в диапазоне частот от 0,02 до 10,0 МГц;

5.2. Доверительные границы относительной погрешности δ_0 рабочих эталонов 2-го разряда при доверительной вероятности 0,95 составляют от $1 \cdot 10^{-1}$ до $3 \cdot 10^{-1}$.

5.3. Рабочие эталоны 2-го разряда применяют для передачи единиц амплитуды ультразвукового смещения, колебательной скорости поверхности твердых сред и коэффициента электроакустического преобразования средствам измерений методом сличения с помощью компаратора и методом косвенных измерений.

5.4. Отношение доверительных границ погрешности рабочего эталона

2-го разряда и предела допускаемой погрешности средства измерений должно быть не более 0,5 (1:2).

6. Средства измерений

6.1. В качестве средств измерений применяют бесконтактные приемные преобразователи, излучатели и калибраторы различного назначения на различные типы волн, установки для измерений амплитуды ультразвукового смещения и колебательной скорости поверхности твердых сред, акустико-эмиссионную аппаратуру совместно с электроакустическими преобразователями, преобразователи акустической эмиссии.

6.2. Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 средств измерений составляют от $1 \cdot 10^{-1}$ до $6 \cdot 10^{-1}$.