

УТВЕРЖДЕНА
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «17» марта 2021 г. № 668

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА
ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ СИЛЫ ПЕРЕМЕННОГО
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА ОТ $1 \cdot 10^{-8}$ ДО 100 А
В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ ОТ $1 \cdot 10^{-1}$ ДО $1 \cdot 10^6$ Гц**

1. Область применения

Настоящая государственная поверочная схема распространяется на средства измерений силы переменного электрического тока от $1 \cdot 10^{-8}$ до 100 А в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^6$ Гц и устанавливает порядок передачи единицы силы переменного электрического тока – ампера – от государственного первичного специального эталона с помощью вторичных эталонов и разрядных рабочих эталонов средствам измерений с указанием погрешностей и основных методов поверки (приложение А).

Настоящая государственная поверочная схема распространяется на средства измерений силы переменного электрического тока, в качестве которых применяют

- измерительные преобразователи;
- калибраторы силы переменного тока;
- многофункциональные и универсальные калибраторы в режиме воспроизведения силы переменного тока;
- шунты переменного тока, для которых нормируется разность значений силы переменного и постоянного токов;
- поверочные установки;
- амперметры;
- мультиметры в режиме измерения силы переменного электрического тока.

Настоящая государственная поверочная схема допускает проводить поверку с помощью эталонов более высокой точности.

2. Государственный первичный специальный эталон

2.1. Государственный первичный специальный эталон предназначен для воспроизведения и хранения единицы силы переменного электрического тока в диапазоне частот от 20 до $1 \cdot 10^6$ Гц при значениях силы тока от 0,001 до 100 А и её передачи при помощи вторичных эталонов и рабочих эталонов средствам измерений с целью обеспечения единства измерений в стране.

2.2. В основу измерений силы переменного электрического тока в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^6$ Гц при значениях силы тока от 0,001 до 100 А должна быть положена единица, воспроизводимая указанным эталоном.

2.3. В состав государственного первичного специального эталона входят:

наборы термоэлектрических преобразователей тока непосредственного включения для диапазона токов от $1 \cdot 10^{-3}$ до 0,1 А в диапазоне частот от 20 до $1 \cdot 10^6$ Гц;

наборы термоэлектрических преобразователей тока непосредственного включения для диапазона токов свыше 0,1 до 20 А и наборы шунтов переменного тока для диапазона токов от 20 до 100 А в диапазоне частот от 40 до $1 \cdot 10^5$ Гц;

- меры электрического сопротивления от 0,001 до 10000 Ом;
- средства измерений постоянного напряжения;
- средства измерений переменного напряжения;

высокостабильные источники силы постоянного и переменного токов.

В основу работы государственного первичного специального эталона положен метод одновременного сравнения действующего значения силы переменного тока с известным значением силы постоянного тока.

2.4. Государственный первичный специальный эталон обеспечивает воспроизведение единицы силы переменного электрического тока при 20 независимых измерениях:

в диапазоне силы тока от $1 \cdot 10^{-3}$ до 0,1 А и диапазоне частот от 20 до $1 \cdot 10^6$ Гц:

с среднеквадратическим отклонением (далее – СКО) результата измерений в относительной форме, S_0 , в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до $2 \cdot 10^{-5}$;

с доверительными границами неисключенной систематической погрешности в относительной форме, Θ_0 , при доверительной вероятности $P = 0,99$ в диапазоне от $3 \cdot 10^{-6}$ до $5 \cdot 10^{-5}$;

с стандартной неопределенностью, оцениваемой по типу А, u_{A0} , в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до $2 \cdot 10^{-5}$;

с стандартной неопределенностью, оцениваемой по типу В, u_{B0} , в диапазоне от $1,7 \cdot 10^{-6}$ до $3 \cdot 10^{-5}$;

в диапазоне силы тока свыше 0,1 А и до 100 А и диапазоне частот от 40 до $1 \cdot 10^5$ Гц

с СКО результата измерений в относительной форме, S_0 , в диапазоне от $2 \cdot 10^{-5}$ до $5 \cdot 10^{-5}$;

с доверительными границами неисключенной систематической погрешности в относительной форме, Θ_0 , при доверительной вероятности $P = 0,99$ в диапазоне от $5 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-4}$;

с стандартной неопределенностью, оцениваемой по типу А, u_{A0} , в диапазоне от $2 \cdot 10^{-5}$ до $5 \cdot 10^{-5}$;

с стандартной неопределенностью, оцениваемой по типу В, u_{B0} , в диапазоне от $3 \cdot 10^{-5}$ до $6 \cdot 10^{-5}$.

2.5. Для обеспечения воспроизведения единицы силы переменного электрического тока в диапазоне частот от 20 до $1 \cdot 10^6$ Гц при значениях силы тока от 0,001 до 100 А должны соблюдаться правила содержания и применения государственного первичного специального эталона, утвержденные в установленном порядке.

2.6. Государственный первичный специальный эталон применяют для передачи единицы силы переменного электрического тока вторичным эталонам непосредственным сличением и для передачи единицы рабочим эталонам (далее по тексту – РЭ) 1-го разряда и 2-го разряда методом прямых измерений и непосредственным сличением.

3. Вторичные эталоны

3.1. В составе вторичных эталонов в диапазоне частот от 20 до $1 \cdot 10^6$ Гц при значениях силы тока от 0,001 до 0,1 А применяют термоэлектрические преобразователи тока непосредственного включения и шунты переменного тока в диапазоне частот от 20 до $1 \cdot 10^5$ Гц.

Среднее квадратическое отклонение суммарной погрешности $S_{\Sigma 0}$ (суммарная стандартная неопределённость) при 10 независимых измерениях, включая нестабильность вторичных эталонов за интервал между поверками, не должно превышать от $3,2 \cdot 10^{-6}$ до $2,2 \cdot 10^{-5}$.

Доверительные границы суммарной погрешности $t_{\Sigma} S_{\Sigma}$ при доверительной вероятности 0,99 не должны превышать от $1 \cdot 10^{-5}$ до $6,6 \cdot 10^{-5}$.

3.2. В составе вторичных эталонов в диапазоне силы тока свыше 0,1 до 100 А и диапазоне частот от 40 до $1 \cdot 10^5$ Гц применяют термоэлектрические преобразователи тока непосредственного включения и шунты переменного тока.

Среднее квадратическое отклонение суммарной погрешности $S_{\Sigma 0}$ (суммарная стандартная неопределённость) при 10 независимых измерениях, включая нестабильность вторичных эталонов за интервал между поверками, не должно превышать от $2,2 \cdot 10^{-5}$ до $1,1 \cdot 10^{-4}$.

Доверительные границы суммарной погрешности $t_{\Sigma} S_{\Sigma}$ при доверительной вероятности 0,99 не должны превышать от $6,6 \cdot 10^{-5}$ до $1,5 \cdot 10^{-4}$.

3.3. Вторичные эталоны используют для передачи единицы силы переменного электрического тока РЭ 1-го разряда и 2-го разряда методом прямых измерений и непосредственным сличением.

3.4. Соотношение доверительных границ суммарной погрешности вторичного эталона и доверительных границ относительных погрешностей РЭ 1-го разряда должно быть не более 1/3.

4. Эталоны, заимствованные из других поверочных схем

В качестве эталонов, заимствованных из других поверочных схем, применяют:

меры электрического сопротивления постоянного тока 3-го разряда с доверительными границами погрешности δ_0 при доверительной вероятности $P=0,95$ определения действительного значения сопротивления от $1 \cdot 10^{-5}$ до $2 \cdot 10^{-5}$ по государственной поверочной схеме для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утверждённой приказом Росстандарта от 30. 12. 2019 г. № 3456;

меры электрического сопротивления переменного тока 2-го и 3-го разрядов с доверительными границами погрешности δ_0 при доверительной вероятности $P=0,95$ определения действительного значения сопротивления от $2 \cdot 10^{-4}$ до $3 \cdot 10^{-2}$ по государственной поверочной схеме для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утверждённой приказом Росстандарта от 30. 12. 2019 г. № 3456. Меры электрического сопротивления переменного тока 2-го разряда применяются при

поверке РЭ 1-го разряда настоящей государственной поверочной схемы методом косвенных измерений. Меры электрического сопротивления переменного тока 3-го разряда применяются при поверке РЭ 2-го разряда настоящей государственной поверочной схемы методом косвенных измерений;

вольтметры постоянного тока 2-го разряда с пределами допускаемых относительных погрешностей Δ_0 от $5 \cdot 10^{-6}$ до $5 \cdot 10^{-5}$ по государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утверждённой приказом Росстандарта от 30. 12. 2019 г. № 3457;

вольтметры переменного тока 1-го разряда с доверительными границами погрешности δ_0 при доверительной вероятности $P=0,95$ или пределами допускаемой относительной погрешности от $1 \cdot 10^{-4}$ до $6 \cdot 10^{-4}$ по государственной поверочной схеме для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утверждённой приказом Росстандарта от 03. 09. 2021 г. № 1942.

5. Рабочие эталоны

5.1. Рабочие эталоны 1-го разряда

5.1.1. В качестве РЭ 1-го разряда в диапазоне частот от 10 до $1 \cdot 10^6$ Гц для диапазона силы токов от $1 \cdot 10^{-3}$ до 100 А используют измерительные преобразователи, шунты переменного тока, для которых нормируется разность значений силы переменного и постоянного токов, калибраторы, амперметры и мультиметры в режиме измерения силы переменного электрического тока. Допускается проводить поверку калибраторов в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до 10 Гц частоте 10 (20) Гц.

5.1.2. Доверительные границы относительных погрешностей δ_0 при доверительной вероятности $P = 0,95$ не должны превышать значений от $5 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-3}$.

5.1.3. РЭ 1-го разряда используют для поверки РЭ 2-го разряда и СИ непосредственным сличением, методом прямых измерений и сличением с помощью компаратора.

5.1.4. Соотношение доверительных границ относительных погрешностей РЭ 1-го разряда и доверительных границ относительных погрешностей РЭ 2-го разряда должно быть не более 1/2.

5.1.5. Требования к РЭ 1-го разряда приведены в Приложении Б.

5.2 Рабочие эталоны 2-го разряда

5.2.1 В качестве РЭ 2-го разряда в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^5$ Гц для диапазона токов от $1 \cdot 10^{-6}$ до 100 А используют шунты переменного тока, для которых нормируется разность значений силы переменного и постоянного токов, калибраторы, поверочные установки, амперметры и мультиметры в режиме измерения силы переменного электрического тока. Допускается проводить поверку калибраторов, поверочных установок, амперметров и мультиметров

в режиме измерения силы переменного электрического тока в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до 10 Гц на частоте 10 (20) Гц.

5.2.2. Доверительные границы относительных погрешностей δ_0 при доверительной вероятности $P = 0,95$ не должны превышать значений от $3 \cdot 10^{-3}$ до $7 \cdot 10^{-2}$.

5.2.3. РЭ 2-го разряда используют для поверки средств измерений непосредственным сличением, методом прямых измерений и сличением с помощью компаратора. Допускается передача единицы силы переменного электрического тока от РЭ 2-го разряда РЭ 2-го разряда (внутри поля «Рабочие эталоны 2-го разряда» настоящей государственной поверочной схемы) при соотношении доверительных границ относительных погрешностей РЭ 2-го разряда для конкретных значений силы переменного тока и значений частоты не более $1/2$.

5.2.4. Соотношение доверительных границ относительных погрешностей РЭ 2-го разряда и пределов допускаемых относительных погрешностей поверяемых средств измерений должно быть не более $1/2$.

5.2.5. Требования к РЭ 2-го разряда приведены в Приложении В.

5.2.6. Допускается применять в качестве РЭ 2-го разряда амперметры классов точности 0,1; 0,2; 0,5 по ГОСТ 8711. При этом требования к таким эталонам, включая соотношение точности эталона и поверяемого средства измерений устанавливаются ГОСТ 8.497.

6. Средства измерений

6.1. В качестве средств измерений используют измерительные преобразователи, калибраторы, амперметры, мультиметры в режиме измерения силы переменного электрического тока, шунты переменного тока, для которых нормируется разность значений силы переменного и постоянного токов, в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^6$ Гц для диапазона токов от $1 \cdot 10^{-8}$ до 100 А.

6.2. Пределы допускаемых относительных погрешностей средств измерений Δ_0 не должны превышать значений от $5 \cdot 10^{-5}$ – $4 \cdot 10^{-1}$.

Приложение Б

Доверительные границы относительных погрешностей для РЭ 1-го разряда

Таблица Б1 – Доверительные границы относительных погрешностей для РЭ 1-го разряда при доверительной вероятности $P = 0,95$ и при 5 независимых измерениях

Номинальное значение силы тока, А	Доверительные границы относительных погрешностей, %, в зависимости от значений силы тока и частоты								
	10 Гц	20 Гц – 40 Гц	1 кГц	10 кГц	20 кГц	50 кГц	100 кГц	200 кГц	1 МГц
0,001	0,02	0,0055	0,0055	0,0075	0,01	0,014	0,02	0,05	0,1
0,003	0,03	0,005	0,005	0,0075	0,01	0,014	0,02	0,05	0,1
0,005	0,02	0,005	0,005	0,0075	0,01	0,014	0,02	0,05	0,1
0,01	0,02	0,005	0,005	0,0075	0,01	0,014	0,02	0,05	0,1
0,02	0,02	0,005	0,005	0,0075	0,01	0,014	0,02	0,05	0,1
0,03	0,02	0,005	0,005	0,0075	0,01	0,014	0,02	0,05	0,1
0,05	0,02	0,005	0,005	0,0075	0,01	0,014	0,02	0,05	0,1
0,1	0,02	0,005	0,005	0,0075	0,01	0,014	0,02	0,05	0,1
0,2	0,02	0,005	0,005	0,0075	0,01	0,014	0,02		
0,5	0,02	0,005	0,005	0,0075	0,015	0,02	0,025		
1	0,02	0,005	0,005	0,0075	0,015	0,02	0,025		
2	0,02	0,005	0,005	0,0075	0,015	0,02	0,025		
5	0,02	0,005	0,005	0,0075	0,02	0,025	0,03		
10	0,03	0,007	0,007	0,008	0,02	0,025	0,03		
20	0,04	0,008	0,008	0,008	0,025	0,03	0,035		
50	0,06	0,015	0,015	0,015	0,03	0,035	0,04		
100	0,08	0,015	0,015	0,015	0,035	0,04	0,06		

Примечания: 1. Доверительные границы относительных погрешностей для значений силы тока и частот, находящихся внутри указанных диапазонов, определяются линейной интерполяцией.

2. Если в качестве рабочих эталонов применяются средства измерений утверждённых типов, для которых нормируются пределы допускаемых относительных погрешностей, то для перехода к доверительным границам относительной погрешности следует предел допускаемой погрешности средства измерений умножить на коэффициент 0,95 для доверительной вероятности 0,95.

Приложение В

Доверительные границы относительных погрешностей для РЭ 2-го разряда

Таблица В1 – Доверительные границы относительных погрешностей для РЭ 2-го разряда при доверительной вероятности $P = 0,95$ и при 5 независимых измерениях

Номинальное значение силы тока, А	Доверительные границы относительных погрешностей, %, в зависимости от значений силы тока и частоты						
	10 Гц	20 Гц – 40 Гц	1 кГц	10 кГц	20 кГц	50 кГц	100 кГц
0,000001	4	4	4	7	7	7	7
0,00001	2	2	2	2	2	2	3
0,0001	1	1	1	2	2	2	2,5
0,001	0,6	0,6	1	2	2	2	2
0,003	0,6	0,6	1	2	2	2	2
0,005	0,5	0,3	0,3	0,5	1,5	2	2
0,01	0,5	0,3	0,3	0,5	1,5	2	2
0,02	0,5	0,3	0,3	0,5	1,5	2	2
0,03	0,5	0,3	0,3	0,5	1,5	2	2
0,05	0,5	0,3	0,3	0,5	1,5	2	2
0,1	0,5	0,3	0,3	0,5	1,5	2	2
0,2	0,5	0,3	0,3	0,5	1,5	2	2
0,5	0,5	0,3	0,3	0,5	1,5	2	2
1	0,5	0,4	1	3	3,5	4	5
2	0,5	0,4	1	3	3,5	4	5
5	0,5	0,4	1	3	3,5	4	5
10	0,5	0,4	1	3	3,5	4	5
20	0,8	0,8	1	3	3,5	4	5
50	0,8	0,8	1	3	3,5	4	5
100	0,8	0,8	1	3	3,5	4	5

Примечания: 1. Доверительные границы относительных погрешностей для значений силы тока и частот, находящихся внутри указанных диапазонов, определяются линейной интерполяцией.

2. Если в качестве рабочих эталонов применяются средства измерений утверждённых типов, для которых нормируются пределы допускаемых относительных погрешностей, то для перехода к доверительным границам относительной погрешности следует предел допускаемой погрешности средства измерений умножить на коэффициент 0,95 для доверительной вероятности 0,95.