

УТВЕРЖДЕНА
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «02» августа 2023 г. № 1543

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА
ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ В ОБЛАСТИ
КАЛОРИМЕТРИИ РАСТВОРЕНИЯ И РЕАКЦИЙ**

1. Область применения

1.1. Настоящая поверочная схема распространяется на средства измерений количества теплоты в области калориметрии растворения и реакций, и устанавливает порядок передачи единицы количества теплоты – джоуля (Дж) – от государственного первичного специального эталона единицы количества теплоты в области калориметрии растворения и реакций средствам измерений с помощью рабочих эталонов с указанием погрешностей и основных методов передачи единицы.

1.2. Допускается проводить передачу единицы количества теплоты средствам измерений с помощью рабочих эталонов более высокой точности, чем предусмотрено текущей поверочной схемой.

1.3. Графическая часть Государственной поверочной схемы для средств измерений количества теплоты в области калориметрии растворения и реакций представлена в приложении А.

2. Обозначения и сокращения

2.1. В настоящей ГПС применены следующие обозначения:

ГПС – государственная поверочная схема;

ГПСЭ – государственный первичный специальный эталон;

НСП – неисключенная систематическая погрешность;

СКО – среднее квадратическое отклонение;

СИ – средство измерений.

2.2. В настоящей ГПС применены следующие обозначения:

P – доверительная вероятность, равная 0,95;

k – коэффициент охвата, равный 2 при $P = 0,95$;

u_{0A} – относительная стандартная неопределенность, оцениваемая по типу А;

u_{0B} – относительная стандартная неопределенность, оцениваемая по типу В;

u_{0C} – относительная суммарная стандартная неопределенность;

U_0 – относительная расширенная неопределенность (при $k = 2$);

S_0 – СКО оценки измеряемой величины;

Θ_0 – границы НСП при $P = 0,95$;

$S_{0\Sigma}$ – суммарное СКО оценки измеряемой величины;

$\Delta_{0\Sigma}$ – доверительные границы погрешности измеряемой величины при $P = 0,95$;

δ_0 – допускаемые значения доверительных границы относительной погрешности;

Δ_0 – предел допускаемой относительной погрешности.

3. Государственный первичный специальный эталон

3.1. ГПСЭ ГЭТ 133-2023 предназначен для воспроизведения, хранения единицы количества теплоты в области калориметрии растворения и реакций в диапазонах от 5 до 1200 Дж и от 100 до 5000 мкДж, и передачи единицы

СИ с целью обеспечения единства измерений.

3.2. ГПСЭ состоит из комплекса следующих технических средств и вспомогательных устройств:

эталонный калориметр растворения и реакций КР-1;

комплекс аппаратуры для калибровки калориметра растворения и реакций КР-1;

эталонный микрокалориметр титрования МКТ;

микрокалориметр-компаратор NanoITC SV;

меры (эталоны сравнения) количества теплоты растворения и реакций;

система подготовки калориметрических образцов;

система сбора, обработки и хранения измерительной информации;

весы электронные.

3.3. Диапазон значений количества теплоты, в котором воспроизводится единица в специальных условиях, СКО оценки измеряемой величины S_0 при числе независимых измерений n , границы НСП Θ_0 , суммарное СКО оценки измеряемой величины $S_{0\Sigma}$, доверительные границы погрешности оценки измеряемой величины $\Delta_{0\Sigma}$, стандартные неопределенности, оцененные по типу А, u_{A0} , стандартные неопределенности, оцененные по типу В, u_{B0} , суммарные стандартные неопределенности, u_{C0} и расширенные неопределенности U_0 при коэффициенте охвата $k = 2$ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики ГПСЭ

Неопределенность измерений					
Наименование величины	Диапазон значений	u_{A0} , %	u_{B0} , %	u_{C0} , %	U_0 , % при $k = 2$
Количество теплоты	5...1200 Дж	0,010...0,030 ($n = 10$)	0,006...0,012	0,012...0,032	0,024...0,065
	100...5000 мкДж	0,2...4,0 ($n = 10$)	0,4...1,5	0,5...4,3	1,0...8,6
Погрешность измерений					
Наименование величины	Диапазон значений	S_0 , %	Θ_0 , % при $P = 0,95$	$S_{0\Sigma}$	$\Delta_{0\Sigma}$ при $P = 0,95$
Количество теплоты	5...1200 Дж	0,010...0,030 ($n = 10$)	0,011...0,023	0,012...0,032	0,024...0,065
	100...5000 мкДж	0,2...4,0 ($n = 10$)	0,8...2,9	0,5...4,3	1,0...8,6

3.4. ГПСЭ применяют для передачи единицы количества теплоты рабочим эталонам методом прямых измерений, методом косвенных измерений и методом сличения при помощи компаратора.

3.5. ГПСЭ применяют для передачи единицы количества теплоты СИ при помощи рабочих эталонов и методом сличения при помощи эталона сравнения.

4. Эталоны, заимствованные из других государственных поверочных схем

4.1. В качестве эталонов, заимствованных из других государственных поверочных схем, применяют:

рабочие эталоны единиц массовой (молярной) доли и массовой

(молярной) концентрации в диапазонах значений массовой доли компонентов в растворах от $1,0 \cdot 10^{-6} \%$ до 50 %, массовой доли компонентов в материалах от $1,0 \cdot 10^{-6} \%$ до 99,99 % с доверительными границами относительной погрешности (при $P = 0,95$) от 15 % до 0,04 %; массовой концентрации компонентов в растворах и материалах от $1,0 \cdot 10^{-5}$ до 100 г/дм³, молярной концентрации компонентов в растворах и материалах от $0,20 \cdot 10^{-3}$ до 2,0 моль/дм³ с доверительными границами относительной погрешности (при $P = 0,95$) от 20 % до 4 %, из ГПС для СИ содержания органических и элементарорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 июня 2021 г. № 988;

рабочие эталоны 2-го разряда единиц массовой (молярной) доли и массовой (молярной) концентрации в диапазонах значений массовой доли от $1 \cdot 10^{-5} \%$ до 100 % с доверительными границами относительной погрешности (при $P = 0,95$) от 0,3 % до 15 %, молярной доли от 1 % до 100 % с доверительными границами относительной погрешности (при $P = 0,95$) от 0,3 % до 4,5 % из ГПС для СИ содержания неорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 февраля 2021 г. № 148.

4.2. Рабочие эталоны, заимствованные из ГПС для средств содержания органических и элементарорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах и рабочие эталоны 2-го разряда, заимствованные из ГПС для средств измерений содержания неорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах, применяют для передачи удельной теплоты растворения и реакций – джоуль на моль (Дж/моль) – мерам (стандартным образцам) методом косвенных измерений.

5. Рабочие эталоны

5.1. В качестве рабочих эталонов применяют меры (стандартные образцы) количества теплоты растворения и реакций в диапазонах, указанных в таблице 2.

5.2. Рабочие эталоны предназначены для передачи единицы количества теплоты растворения и реакций, и удельной теплоты растворения и реакций СИ методом прямых измерений.

5.3. Требования к метрологическим характеристикам рабочих эталонов – мер (стандартных образцов) единицы количества теплоты растворения и реакций приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Требования к метрологическим характеристикам рабочих эталонов – мерам (стандартным образцам) количества теплоты растворения и реакций

Диапазон значений	Доверительные границы погрешности δ_0 (при $P = 0,95$), не более, %
от 5 до 1200 Дж	0,05...0,30
от -400 до 400 Дж/г	0,05...0,30
от 100 до 5000 мкДж	2,0...15,0
от -50 до 50 кДж/моль	3,0...18,0

6. Средства измерений

6.1. В качестве СИ применяют калориметрические установки в диапазоне измерений от 5 до 1200 Дж и СИ количества теплоты растворения и реакций в диапазоне от 100 до 5000 мкДж.

6.2. Пределы допускаемых относительных погрешностей при измерении количества теплоты растворения и реакций Δ_0 составляют:

от 0,15 % до 1,0 % для средств измерений – калориметрических установок в диапазоне от 5 до 1200 Дж;

от 4 % до 30 % для средств измерений количества теплоты растворения и реакций в диапазоне от 100 до 5000 мкДж.

6.3. Соотношение доверительной погрешности рабочих эталонов и предела допускаемой погрешности СИ должно составлять не более 1:2.