

УТВЕРЖДЕНА
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «21» ноября 2023 г. № 2416

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА
ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
ПОТОКА И ПЛОТНОСТИ ПОТОКА НЕЙТРОНОВ

1 Область применения

1.1 Настоящая Государственная поверочная схема распространяется на средства измерений потока и плотности потока нейтронов и устанавливает порядок передачи единиц:

потока нейтронов – нейтрон в секунду, с^{-1} ;

плотности потока нейтронов – нейтрон в секунду на квадратный метр (нейтрон в секунду на квадратный сантиметр), $\text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ ($\text{с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$) от государственного первичного эталона вторичным и рабочим эталонам и при помощи вторичных эталонов и рабочих эталонов средствам измерений с указанием погрешностей и основных методов передачи единиц.

1.2 Допускается проводить аттестацию эталонов и поверку средств измерений с помощью эталонов более высокой точности.

1.3 Графическая часть Государственной поверочной схемы для средств измерений потока и плотности потока нейтронов представлена в приложении А.

2 Сокращения и обозначения

2.1 Сокращения:

ГПЭ – государственный первичный эталон;

СКО – среднее квадратическое отклонение.

2.2. Обозначения:

S_0 – относительное СКО;

θ_0 – относительная неисключенная систематическая погрешность;

S_Σ – суммарное относительное СКО результатов измерений;

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

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

u_{0C} – относительная суммарная стандартная неопределенность;

U_0 – относительная расширенная неопределенность при коэффициенте охвата $k = 2$;

δ_0 – допускаемые значения доверительных границ относительной погрешности;

Δ_0 – пределы допускаемой относительной погрешности.

3 Государственный первичный эталон

3.1 Государственный первичный эталон единиц потока и плотности потока нейтронов ГЭТ 10-2023 предназначен для воспроизведения и хранения единиц потока и плотности потока нейтронов и передачи этих единиц средствам измерений, применяемым в Российской Федерации, с целью обеспечения единства измерений в стране в области ионизирующих излучений.

3.2 В основу измерений физических величин: потока и плотности потока нейтронов должны быть положены единицы, воспроизводимые указанным эталоном.

3.3 ГПЭ состоит из комплекса следующих технических средств:

установка УЭН-1 для воспроизведения единицы потока нейтронов методом сопутствующих частиц с использованием реакций $T(d,n)^4\text{He}$ и $D(d,n)^3\text{He}$ и передачи её с помощью графитового замедлителя;

установка УЭН-2 для воспроизведения и передачи единицы потока нейтронов методом активации марганца в водном растворе сернокислого марганца;

установка УЭПН для воспроизведения и передачи единицы плотности потока нейтронов на основе реакций $T(d,n)^4\text{He}$ и $D(d,n)^3\text{He}$, радионуклидных источников нейтронов;

установка УЭПТН с полем тепловых нейтронов, образованным в воздушной полости замедлителя, для воспроизведения и передачи единицы плотности потока нейтронов;

набор активационных детекторов и источников нейтронов для контроля стабильности эталона и передачи единиц потока и плотности потока нейтронов.

3.4 Диапазоны значений физических величин, воспроизводимых эталоном, относительное СКО S_0 при 11 независимых измерениях, неисключенные систематические погрешности θ_0 , стандартные неопределенности, оцененные по типу А, u_{0A} , стандартные неопределенности, оцененные по типу В, u_{0B} , а также суммарные стандартные неопределенности u_{0C} и расширенные неопределенности U_0 при коэффициенте охвата $k = 2$ приведены в таблице.

Наименование физической величины	Диапазон значений	S_0	θ_0	u_{0A}	u_{0B}	u_{0C}	U_0
Поток нейтронов	$1 \cdot 10^3 - 5 \cdot 10^9 \text{ с}^{-1}$	(0,2 – 0,4) %	(0,4 – 0,6) %	(0,2 – 0,4) %	(0,16 – 0,24) %	(0,26 – 0,58) %	(0,72 – 1,2) %
Плотность потока нейтронов	$1 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$	(0,2 – 0,4) %	(0,6 – 0,8) %	(0,2 – 0,4) %	(0,12 – 0,32) %	(0,23 – 0,51) %	(0,46 – 1,0) %

3.5 ГПЭ применяют для передачи единиц потока и плотности потока нейтронов:

вторичным эталонам методом прямых измерений, методом непосредственного сличения и методом сличения при помощи компаратора;

рабочим эталонам 1-го и 2-го разрядов методом прямых измерений и методом сличения при помощи компаратора;

средствам измерений методом прямых измерений и методом сличения при помощи компаратора.

4 Вторичные эталоны

4.1 В качестве вторичных эталонов единицы потока нейтронов применяют:

радионуклидные источники нейтронов для хранения и передачи единиц потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}$;

генераторы нейтронов для хранения и передачи единиц потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1}$;

установки измерительные для хранения и передачи единиц потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}$.

4.2 В качестве вторичных эталонов единицы плотности потока нейтронов применяют:

радионуклидные источники нейтронов для хранения и передачи единиц плотности потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^5$ до $5 \cdot 10^8 \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$;

генераторы нейтронов для хранения и передачи единиц плотности потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$;

установки измерительные для хранения и передачи единиц плотности потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^4$ до $1 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$.

4.3 Суммарные погрешности вторичных эталонов единиц потока и плотности потока нейтронов, выраженные в виде суммарных СКО S_Σ составляют от 2 до 3 %.

4.4 Вторичные эталоны применяют для передачи единиц потока и плотности потока нейтронов:

эталонам 1 разряда – радионуклидным источникам нейтронов и генераторам нейтронов методом прямых измерений и методом сличения при помощи компаратора; установкам измерительным методом сличения при помощи компаратора; радиометрам нейтронов методом прямых измерений;

эталонам 2 разряда – радионуклидным источникам нейтронов и генераторам нейтронов методом прямых измерений и методом сличения при помощи компаратора; установкам измерительным методом сличения при помощи компаратора; радиометрам нейтронов методом прямых измерений;

рабочим средствам измерений – радионуклидным источникам нейтронов, генераторам нейтронов, радиометрам нейтронов, блокам детектирования, измерительным системам, измерительным каналам методом прямых измерений и методом сличения при помощи компаратора.

5 Рабочие эталоны

5.1 Эталоны 1 разряда.

5.1.1 В качестве эталонов 1 разряда единиц потока нейтронов применяют:

радионуклидные источники нейтронов для хранения и передачи единиц потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1}$;

генераторы нейтронов для хранения и передачи единиц потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1}$;

установки измерительные для хранения и передачи единиц потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}$.

5.1.2 В качестве эталонов 1 разряда единиц плотности потока нейтронов применяют:

радионуклидные источники нейтронов для хранения и передачи единиц плотности потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$;

генераторы нейтронов для хранения и передачи единиц плотности потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$;

установки измерительные в диапазоне хранения и передачи единиц плотности потока нейтронов от $1 \cdot 10^4$ до $1 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$;

радиометры нейтронов в диапазоне хранения и передачи единиц плотности потока нейтронов от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$.

5.1.3 Доверительные границы относительной погрешности δ_0 эталонов 1 разряда при доверительной вероятности 0,95 составляют от 4 до 5 %.

5.1.4 Эталоны 1 разряда применяют для передачи единиц эталонам 2 разряда – радионуклидным источникам нейтронов и генераторам нейтронов методом прямых измерений и методом сличения при помощи компаратора; установкам измерительным методом сличения при помощи компаратора; радиометрам нейтронов методом прямых измерений и методом сличения при помощи компаратора; рабочим средствам измерений – радионуклидным источникам нейтронов, генераторам нейтронов, радиометрам нейтронов, блокам детектирования, измерительным системам, измерительным каналам методом прямых измерений и методом сличения при помощи компаратора.

5.2 Эталоны 2 разряда.

5.2.1 В качестве эталонов 2 разряда единиц потока нейтронов применяют:

радионуклидные источники нейтронов для хранения и передачи единиц потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1}$;

генераторы нейтронов для хранения и передачи единиц потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1}$;

установки измерительные для хранения и передачи единиц потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}$.

5.2.2 В качестве эталонов 2 разряда единиц плотности потока нейтронов применяют:

радионуклидные источники нейтронов для хранения и передачи единиц плотности потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$;

генераторы нейтронов для хранения и передачи единиц плотности потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$;

установки измерительные для хранения и передачи единиц плотности потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^4$ до $1 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$;

радиометры нейтронов в диапазоне хранения и передачи единиц плотности потока нейтронов от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$.

5.2.3 Доверительные границы относительной погрешности δ_0 эталонов 2 разряда при доверительной вероятности 0,95 составляют от 6 до 8 %.

5.2.4 Эталоны 2 разряда применяют для передачи единиц средствам измерений – радионуклидным источникам нейтронов и генераторам нейтронов методом прямых измерений и методом сличения при помощи компаратора; радиометрам нейтронов, блокам детектирования, измерительным системам, измерительным каналам методом прямых измерений и методом сличения при помощи компаратора.

5.2.5 Соотношение показателей точности эталонов 2 разряда и средств измерений должно быть не более 1:2.

6 Средства измерений

6.1 В качестве средств измерений потока нейтронов применяют:

радионуклидные источники нейтронов для хранения и передачи единиц потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1}$;

генераторы нейтронов для хранения и передачи единиц потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1}$.

6.2 В качестве средств измерений плотности потока нейтронов применяют:

радионуклидные источники нейтронов для хранения и передачи единиц плотности потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^4$ до $1 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$;

генераторы нейтронов для хранения и передачи единиц плотности потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^4$ до $1 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$;

радиометры нейтронов для хранения и передачи единиц плотности потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$;

блоки детектирования для хранения и передачи единиц плотности потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$;

измерительные системы для хранения и передачи единиц плотности потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$;

измерительные каналы для хранения и передачи единиц плотности потока нейтронов в диапазоне от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$.

6.3 Пределы допускаемых относительных погрешностей средств измерений Δ_0 составляют:

от 3 до 16 % для радионуклидных источников нейтронов и генераторов нейтронов;

от 4 до 40 % для радиометров нейтронов, блоков детектирования, измерительных систем, измерительных каналов.

