

УТВЕРЖДЕНА
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «30» декабря 2022 г. № 3346

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА
ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ И
МОЩНОСТИ ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ РЕНТГЕНОВСКОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ В ДИАПАЗОНЕ ГРАНИЧНЫХ ЭНЕРГИЙ ФОТОНОВ
ОТ 10 ДО 60 кэВ**

1. Область применения

1.1. Настоящая государственная поверочная схема (далее – ГПС) распространяется на средства измерений поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде), поглощенной дозы в графите рентгеновского излучения в диапазоне граничных энергий фотонов от 10 до 60 кэВ и устанавливает порядок передачи единиц: поглощенной дозы – грея (Гр) и мощности поглощенной дозы – грея в секунду (Гр/с) от государственного первичного специального эталона единиц поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале рентгеновского излучения с граничной энергией фотонов от 10 до 60 кэВ (далее – ГПСЭ) этим средствам измерений при помощи рабочих эталонов с указанием погрешностей и методов передачи единиц величин.

Графическая часть ГПС представлена в приложении А.

2. Сокращения и обозначения

2.1. Обозначения:

S_0 – относительное среднее квадратическое отклонение;

n – число независимых измерений;

θ_0 – относительная неисключенная систематическая погрешность;

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

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

δ_0 – допускаемые значения доверительных границ относительной погрешности;

P – доверительная вероятность;

Δ_0 – пределы допускаемой относительной погрешности.

2.2. Сокращения:

ГПС – государственная поверочная схема;

ГПСЭ – государственный первичный специальный эталон единиц поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале рентгеновского излучения с граничной энергией фотонов от 10 до 60 кэВ.

3. Государственный первичный специальный эталон

3.1. ГПСЭ предназначен для воспроизведения и хранения единиц поглощенной дозы в графите в специальных условиях, поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) рентгеновского излучения в диапазоне граничных энергий фотонов от 10 до 60 кэВ и передачи этих единиц непосредственно и с помощью рабочих эталонов средствам измерений, применяемым в Российской Федерации, с целью обеспечения единства измерений в стране в области ионизирующих излучений.

3.2. В основу измерений поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы рентгеновского излучения в диапазоне граничных энергий фотонов от 10 до 60 кэВ должны быть положены единицы, воспроизводимые указанным ГПСЭ.

3.3. ГПСЭ состоит из комплекса следующих технических средств:

эталонного калориметра КД-Р для воспроизведения единицы поглощенной дозы в графите в специальных условиях;

эталонной экстраполяционной ионизационной камеры ЭК-Р для воспроизведения единиц поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) от генерирующих источников низкоэнергетического рентгеновского излучения;

эталонной экстраполяционной ионизационной камеры ЭК-И для воспроизведения единиц поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) от радионуклидных источников рентгеновского излучения;

автоматизированной измерительной системы ИС;

транспортируемого комплекта ТК на основе полостных ионизационных камер и твердотельного фантома;

комплекта радионуклидных источников рентгеновского излучения КИ переменного состава.

3.4. Диапазоны значений физических величин, воспроизводимых ГПСЭ, средние квадратические отклонения результата измерений S_0 при числе независимых измерений n , неисключенные систематические погрешности θ_0 , стандартные неопределенности, оцененные по типу А, u_{0A} и стандартные неопределенности, оцененные по типу В, u_{0B} приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики ГПСЭ

Наименование физической величины	Диапазон значений	S_0	θ_0	u_{0A}	u_{0B}
Поглощенная доза в графите в специальных условиях	1–5 Гр	$1,0 \cdot 10^{-2}$ при $n=11$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$ при $n=11$	$0,41 \cdot 10^{-2}$
Поглощенная доза в тканеэквивалентном материале (воде)	$1 \cdot 10^{-2}$ – $2 \cdot 10^2$ Гр	$0,30 \cdot 10^{-2}$ – $1,0 \cdot 10^{-2}$ при $n=9$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$0,30 \cdot 10^{-2}$ – $1,0 \cdot 10^{-2}$ при $n=9$	$1,0 \cdot 10^{-2}$
Мощность поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде)	$1 \cdot 10^{-4}$ – 2 Гр/с				

3.5. Для обеспечения воспроизведения единиц поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы рентгеновского излучения в диапазоне граничных энергий фотонов от 10 до 60 кэВ с указанной точностью должны быть соблюдены правила содержания и применения ГПСЭ, утвержденные в установленном порядке.

3.6. ГПСЭ применяют для передачи единиц:

поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы рентгеновского излучения в тканеэквивалентном материале (воде) – методом сличения при помощи компаратора рабочим эталонам (эталонные дозиметры с ионизационными камерами колодезного типа, эталонные дозиметры с полостными ионизационными камерами, эталонные установки рентгеновского излучения) и средствам измерений (дозиметры с ионизационными камерами колодезного типа повышенной точности);

поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы рентгеновского излучения в тканеэквивалентном материале (воде) – методом непосредственного сличения средствам измерений (дозиметры с полостными ионизационными камерами);

поглощенной дозы рентгеновского излучения в графите – методом сличения при помощи компаратора рабочим эталонам (эталонные измерительные системы с твердотельными дозиметрами) и средствам измерений (измерительные системы с твердотельными дозиметрами).

4. Рабочие эталоны

4.1. В качестве рабочих эталонов применяют:

эталонные дозиметры с ионизационными камерами колодезного типа в диапазонах измерений поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) от $5 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ Гр и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) от $5 \cdot 10^{-7}$ до $1 \cdot 10^{-4}$ Гр/с;

эталонные дозиметры с полостными ионизационными камерами¹ в диапазонах измерений поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^4$ Гр и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^2$ Гр/с;

эталонные установки рентгеновского излучения в диапазонах измерений поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^4$ Гр и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^2$ Гр/с;

эталонные измерительные системы с твердотельными дозиметрами в диапазоне измерений поглощенной дозы в графите от 1 до $2 \cdot 10^3$ Гр.

4.2. Доверительные границы относительных погрешностей δ_0 рабочих эталонов единиц поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) при доверительной вероятности $P = 0,95$ составляют от 3 % до 4,5 %.

¹ Эталонные дозиметры с полостными ионизационными камерами должны быть оснащены типовыми твердотельными пластинчатыми фантомами с квадратной передней поверхностью со стороной 13 см и суммарной толщиной пластин не менее 6 см, допускающими размещение ионизационной камеры таким образом, чтобы ее входное окно находилось в одной плоскости с поверхностью фантома, обращенной в сторону источника излучения, либо на заданной глубине в фантоме.

Доверительные границы относительных погрешностей δ_0 рабочих эталонов единицы поглощенной дозы в графите при доверительной вероятности $P = 0,95$ составляют от 3 % до 4 %.

4.3. Рабочие эталоны применяют для поверки средств измерений:

по поглощенной дозе и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) дозиметрических радионуклидных источников фотонного излучения методом прямых измерений;

по поглощенной дозе и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) дозиметров с ионизационными камерами колодезного типа методом непосредственного сличения;

по поглощенной дозе и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) дозиметров с полостными ионизационными камерами методами непосредственного сличения и прямых измерений;

по поглощенной дозе и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) облучательных рентгеновских установок методами прямых измерений и сличения при помощи компаратора;

по поглощенной дозе в графите дозиметров специального назначения методами непосредственного сличения и сличения при помощи компаратора.

4.4. Соотношение показателей точности рабочих эталонов и средств измерений должно быть не более 1 : 1,5.

5. Средства измерений

5.1. В качестве средств измерений применяют:

дозиметры с ионизационными камерами колодезного типа в диапазонах измерений поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) от $5 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ Гр и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) от $5 \cdot 10^{-7}$ до $1 \cdot 10^{-4}$ Гр/с;

дозиметры с полостными ионизационными камерами в диапазонах измерений поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^4$ Гр и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^2$ Гр/с;

облучательные рентгеновские установки в диапазонах измерений поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^4$ Гр и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^2$ Гр/с;

дозиметры с ионизационными камерами колодезного типа повышенной точности в диапазонах измерений поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) от $5 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ Гр и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) от $5 \cdot 10^{-7}$ до $1 \cdot 10^{-4}$ Гр/с;

дозиметрические радионуклидные источники фотонного излучения в диапазоне измерений мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) от $5 \cdot 10^{-7}$ до $1 \cdot 10^{-4}$ Гр/с;

дозиметры с полостными ионизационными камерами в диапазонах измерений поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) от $1 \cdot 10^{-2}$ до $2 \cdot 10^2$ Гр и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) от $1 \cdot 10^{-4}$ до 2 Гр/с;

дозиметры специального назначения в диапазоне измерений поглощенной дозы в графите от 1 до $2 \cdot 10^3$ Гр;

измерительные системы с твердотельными дозиметрами в диапазоне измерений поглощенной дозы в графите от 1 до $2 \cdot 10^3$ Гр.

5.2. Пределы допускаемых относительных погрешностей при измерениях поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) Δ_0 составляют:

от 3 % до 6 % для дозиметров с ионизационными камерами колодезного типа;

от 3 % до 8 % для дозиметров с полостными ионизационными камерами.

Доверительные границы относительных погрешностей δ_0 при измерениях поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (воде) при доверительной вероятности $P = 0,95$ составляют:

от 4,5 % до 5 % для дозиметрических радионуклидных источников фотонного излучения;

от 4,5 % до 10 % для облучательных рентгеновских установок.

Пределы допускаемых относительных погрешностей при измерениях поглощенной дозы в графите Δ_0 составляют:

от 3 % до 4 % для измерительных систем с твердотельными дозиметрами;

от 4,5 % до 10 % для дозиметров специального назначения.