

СОГЛАСОВАНО

Директор ООО «Полимастер»



В.Г. Храпцов

2022

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель директора –
руководитель Центра эталонов,
поверки и калибровки БелГИМ



А.С. Вольнец

2022

Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь

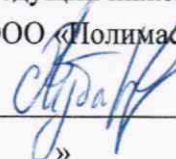
**УСТАНОВКИ РАДИАЦИОННЫЕ ПОВЕРОЧНЫЕ
НЕЙТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ УРПН-РМ9200**

Методика поверки

МРБ МП.3359-2022

Разработчик:

Ведущий инженер по метрологии
ООО «Полимастер»


В.Н.Зубарев

« » 2022



Минск, 2022

Содержание

1	Нормативные ссылки	3
2	Операции поверки	4
3	Средства поверки	5
4	Требования к квалификации поверителей	6
5	Требования безопасности	6
6	Условия поверки	6
7	Подготовка к поверке	6
8	Проведение поверки	7
9	Оформление результатов поверки	17
	Приложение А (справочное) Обязательные метрологические требования	18
	Приложение Б (рекомендуемое) Форма протокола поверки	19
	Приложение В (справочное) Рекомендуемые значения коэффициентов	22
	Библиография	23



Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на установки радиационные поверочные нейтронного излучения УРПН-РМ9200, УРПН-РМ9201, УРПН-РМ9201Н (далее – установки) и устанавливает методы и средства государственной поверки.

Настоящая МП разработана в соответствии с требованиями [1].

Установки подлежат первичной и последующей государственной поверке в соответствии с [2].

Государственная поверка установок должна осуществляться юридическими лицами, входящими в состав государственной метрологической службы, или иными юридическими лицами, уполномоченными на осуществление государственной поверки.

Обязательные метрологические требования, предъявляемые к установкам, приведены в приложении А.

1 Нормативные ссылки

1.1 В настоящей МП использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ТКП 181-2009 (02230) Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей;

ГОСТ 8.031-82. Государственная система обеспечения единства измерений. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений потока и плотности потока нейтронов;

ГОСТ 8.207-76 Государственная система обеспечения единства измерений. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения;

ГОСТ 8.355-79 Радиометры нейтронов. Методы и средства поверки;

ГОСТ 8.521-84. Государственная система обеспечения единства измерений. Установки поверочные нейтронного излучения. Методика поверки.

Примечание – При пользовании настоящей МП целесообразно проверить действие ссылочных документов на официальном сайте Национального фонда ТНПА в глобальной компьютерной сети Интернет.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящей МП следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.



2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки должны быть проведены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной государственной поверке	последующей государственной поверке
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Опробование			
2.1 Проверка функционирования установки	8.2.1	Да	Да
2.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения	8.2.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик:			
3.1 Определение плотности потока быстрых нейтронов и доверительных границ основной относительной погрешности установок в коллимированном пучке	8.3.1	Да	Да
3.1 Определение плотности потока тепловых нейтронов и доверительных границ основной относительной погрешности установок в коллимированном пучке	8.3.2	Да	Да
3.3 Определение мощности амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) и мощности индивидуального эквивалента дозы (МИЭД) нейтронного излучения и доверительных границ основной относительной погрешности установок в коллимированном пучке	8.3.3	Да	Да
3.4 Определение плотности потока нейтронов и доверительных границ основной относительной погрешности установок в «открытой» геометрии	8.3.4	Да	Да
3.5 Определение МАЭД и МИЭД нейтронного излучения быстрых нейтронов при измерениях в «открытой» геометрии	8.3.5	Да	Да
4 Оформление результатов поверки	9	Да	Да



Продолжение таблицы 1 – Операции поверки

Примечания	
1	Если при проведении той или иной операции поверки получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают.
2	При последующей (периодической) поверке установки в Российской Федерации на основании письменного заявления владельца допускается проведение поверки для меньшего числа величин (поверка в сокращённом объёме) с обязательным указанием в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений сведений об объёме проведённой поверки в соответствии с [3].

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта МП	Наименование и тип эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики
8.3.1 – 8.3.2, 8.3.4 – 8.3.5	Эталон плотности потока нейтронов в ранге не ниже вторичного в соответствии с ГОСТ 8.031; диапазон измерения плотности потока быстрых и тепловых нейтронов от 10 до $10^4 \text{ с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$; суммарное среднее квадратическое отклонение (СКО) результата измерений $S_{\Sigma 0}$ от $2 \cdot 10^{-2}$ до $3 \cdot 10^{-2}$
8.3.3	Эталон МАЭД нейтронного излучения в ранге не ниже вторичного в соответствии с [4]; диапазон измерения МАЭД (МИЭД) нейтронного излучения от 10 до $10^{10} \text{ мкЗв} \cdot \text{ч}^{-1}$; СКО результата измерений $S_{\Sigma 0}$ от $3 \cdot 10^{-2}$ до $5 \cdot 10^{-2}$
8.3.1, 8.3.3 – 8.3.5	Всеволновой компаратор-радиометр для измерения плотности потока и дозиметр для измерения МАЭД (МИЭД) нейтронного излучения; диапазон измерений плотности потока нейтронов от 1 до $1 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$; диапазон измерений МАЭД (МИЭД) нейтронного излучения от 1 до $1 \cdot 10^4 \text{ мкЗв} \cdot \text{ч}^{-1}$; СКО результата измерений $S_{\Sigma 0}$ $1 \cdot 10^{-2}$
8.3.2	Компаратор-радиометр для измерения тепловых нейтронов; диапазон измерений плотности потока тепловых нейтронов от 1 до $1 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$; СКО результата измерений $S_{\Sigma 0}$ не более $1 \cdot 10^{-2}$
7.1	Гигрометр-термометр цифровой типа ГТЦ-1; диапазон измерений температуры от $-30 \text{ }^\circ\text{C}$ до $60 \text{ }^\circ\text{C}$; цена деления $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$; пределы погрешности измерения температуры от $18 \text{ }^\circ\text{C}$ до $22 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$, в остальном диапазоне $\pm 0,6 \text{ }^\circ\text{C}$; диапазон измерения относительной влажности воздуха от 10 % до 100 %; пределы погрешности измерения относительной влажности воздуха $\pm 3 \text{ } \%$ Барометр-анероид типа БАММ-1; измерение атмосферного давления от 80 до 106 кПа; пределы погрешности измерения $\pm 0,2 \text{ кПа}$



Продолжение таблицы 2 – Средства поверки

Примечания

- 1 Все средства измерений должны иметь действующие клейма и (или) свидетельства о поверке.
- 2 Допускается применять другие средства измерений с метрологическими характеристиками не хуже указанных.

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению измерений при поверке и (или) обработке результатов измерений допускаются государственные поверители, подтвердившие соответствие компетентности в выполнении работ в данной области измерений.

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с [5] и [6], а также:

- правила технической эксплуатации электроустановок потребителей по ТКП 181;
- требования инструкций по технике безопасности и по радиационной безопасности, действующие в организации;
- требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на установку и применяемые средства поверки.

5.2 Требования безопасности к персональному компьютеру (ПК) устанавливаются производителем ПК в технической документации.

5.3 Процесс проведения поверки должен быть отнесен к работе во вредных условиях труда.

6 Условия поверки

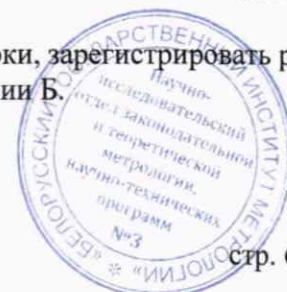
6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды от 15 °С до 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа;
- внешнее фоновое гамма-излучение не более 0,20 мкЗв/ч;
- напряжение питающей сети в диапазоне (230±23) В;
- частота питающей сети в диапазоне (50±1) Гц.

7 Подготовка к поверке

7.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- изучить [7] на установку;
- подготовить установку к работе согласно [7];
- подготовить к работе ПК, средства поверки и вспомогательное оборудование в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- снять показания СИ для контроля условий поверки, зарегистрировать результаты в протоколе поверки по форме, приведенной в приложении Б.



8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- наличие свидетельств о поверке на эталонные СИ;
- наличие [7] на поверяемую установку;
- наличие и чёткость маркировок;
- соответствие комплектности поверяемой установки требованиям [7] в объёме, необходимом для поверки;
- наличие санитарного паспорта на право работы с источниками ионизирующих излучений, выданного службой Государственного санитарно-эпидемиологического надзора лаборатории, в которой осуществляется поверка установки;
- наличие свидетельств о предыдущей государственной поверке установки (при наличии и необходимости);
- наличие источников излучения с действующими сроками службы;
- отсутствие в поле излучения установки посторонних предметов, которые могут влиять на результаты измерений;
- отсутствие повреждений установки, влияющих на её метрологические характеристики.

8.1.2 Установка должна соответствовать всем требованиям согласно п. 8.1.1.

8.2 Опробование

8.2.1 Проверка функционирования установки

При проверке функционирования установки устанавливают:

- исправность установки в соответствии с [7];
- возможность расположения и юстировки детекторов дозиметрических и радиометрических приборов в поле излучения, их фиксации и необходимых перемещений в поле излучения;
- работоспособность установки в соответствии с [7].

8.2.2 Подтверждение соответствия ПО

Подтверждение соответствия ПО установки проводят путём проверки идентификационных данных метрологически значимой части встроенного ПО установки.

Проверка соответствия встроенного ПО, запись которого осуществляется в процессе производства с помощью специального технологического ПО и ввода пароля доступа, проводится проверкой отсутствия сообщений об ошибках при тестировании при включении установки и соответствия версии встроенного ПО и значения контрольной суммы, индицируемых на дисплее пульта управления при входе в режим «Экран: система» с номером версии и значением контрольной суммы, записанных в таблице 3 и в разделе «Особые отметки» [7].



Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	PM9200-800PR1
Номер версии (идентификационный номер) ПО	v 1.X.Y*
Примечание – Для расчета контрольной суммы программного обеспечения (ПО) допускается применять стандартные средства, например, Total Commander, Double Commander.	
* X, Y – составная часть номера версии ПО (метрологически незначимая изменяемая часть). X может принимать значение в диапазоне от 0 до 99; Y может принимать значение в диапазоне от 0 до 99. Актуальные идентификационные данные ПО, в том числе цифровой идентификатор, приведены в разделе «Особые отметки» [7].	

Результаты проверки считают удовлетворительными, если номер версии и значение контрольной суммы встроенного ПО, индицируемых на дисплее пульта управления, соответствуют указанным в таблице 3 и в разделе «Особые отметки» [7].

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение плотности потока быстрых нейтронов и доверительных границ основной относительной погрешности установки в коллимированном пучке

Значение плотности потока быстрых нейтронов определяют методом сличения значения плотности потока нейтронного поля установки с конкретным источником, установленным в коллиматор в геометрии быстрых нейтронов, с плотностью потока в поле эталона более высокого разряда в следующей последовательности:

- 1) Проводят подготовку установки в соответствии с [7].
- 2) Блок детектирования радиометра-компаратора размещают на рабочем столе подвижной платформы установки, обеспечивающем совпадение оси симметрии блока детектирования с центральной осью пучка нейтронов и оцифровку координаты расстояний R относительно центра радионуклидного источника.
- 3) Устанавливают расстояние R_1 , равное максимальному в диапазоне рабочих расстояний установки между геометрическими центрами радионуклидного источника и радиометра-компаратора (начинать измерения следует с максимально удаленной точки в рабочем диапазоне расстояний).
- 4) Измеряют скорость счёта радиометра-компаратора $N(R_1)$, с^{-1} . Последовательно проводят не менее пяти измерений скорости счёта. Время экспозиции выбирают таким образом, чтобы суммарное число отсчётов было не менее $5 \cdot 10^5$ имп. Значение $N(R_1)$ записывают в таблицу Б.2 протокола поверки, форма которого приведена в приложении Б.
- 5) Рассчитывают среднее арифметическое результатов измерений скорости счёта \bar{N} , с^{-1} , в точке на расстоянии R_1 от геометрического центра источника по формуле

$$\bar{N} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n N_i, \quad (1)$$

где N_i - результат i -го измерения, с^{-1} ;
 n – число измерений.

Полученный результат заносят в таблицу Б.2 протокола поверки;

- 6) Последовательно, уменьшая значение R на 0,1 м, повторяют процедуру измерений согласно 8.3.1 перечисления 4) – 5), до достижения значения расстояния $R_n = 0,5$ м.



7) Для каждого значения R_i вычисляют значения скорости счёта $N^*(R_i)$, с^{-1} , по формуле

$$N^*(R_i) = \frac{\bar{N}}{1 - \bar{N} \cdot \tau} \cdot e^{\mu \cdot R_i}, \quad (2)$$

где μ – коэффициент рассеяния нейтронов воздухом, м^{-1} , (приложение В);
 τ – «мёртвое» время радиометра-компаратора, с.

По полученным значениям $N^*(R_i)$ вычисляют величину $\frac{1}{\sqrt{N^*(R_i)}}$ и полученные результаты заносят в таблицу Б.2 протокола поверки.

8) Строят график зависимости $f(R_i) = \frac{1}{\sqrt{N^*(R_i)}}$, и по начальному линейному участку проводят прямую линию до пересечения с осью абсцисс. Методом наименьших квадратов определяют параметры прямой линии $\frac{1}{\sqrt{N^*(R_i)}} = a \cdot R_i + b$ и вычисляют значение $\Delta R_1 = -\frac{b}{a}$.

Для каждого значения R_i вычисляют значение $\frac{1}{(R_i - \Delta R_1)^2}$ и полученные результаты заносят в таблицу Б.2 протокола поверки.

9) Строят график зависимости $N^*(R_i) = f(R_i - \Delta R_1)^2$, по начальному линейному участку графика проводят прямую линию до пересечения с осью ординат и методом наименьших квадратов определяют параметры прямой $N^*(R_i) = a \cdot (R_i - \Delta R_1)^2 + b$.

В данном случае физический смысл полученной константы b – вклад обратно рассеянного нейтронного излучения в суммарную скорость счёта ($b = N_{p1}$).

10) Для каждого значения R_i вычисляют значение характеристической константы системы «источник-детектор» $A(R_i)$, $\text{с}^{-1} \cdot \text{м}^2$, по формуле

$$A(R_i) = (N^*(R_i) - N_{p1}) \cdot (R_i - \Delta R)^2. \quad (3)$$

В случае, если $A(R_i) = \text{const}(R)$ в пределах $\pm 1\%$, вычисляют среднее значение характеристической константы \bar{A}_1 , $\text{с}^{-1} \cdot \text{м}^2$, в первом приближении по формуле

$$\bar{A}_1 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n A(R_i). \quad (4)$$

В случае, если $A(R_i) \neq \text{const}(R)$ в пределах $\pm 1\%$, строят график зависимости $f(R_i) = \frac{1}{\sqrt{N^*(R_i) - N_{p1}}}$ и в соответствии с 8.3.1 перечисления 8) – 10) определяют значения ΔR_2 , N_{p2} и \bar{A}_2 .

11) Вычисляют относительное среднее квадратическое отклонение (относительное СКО) S , %, среднего арифметического результата измерений по формуле

$$S = \frac{1}{\bar{A}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{A} - A(R_i))^2}{n \cdot (n - 1)}} \cdot 100. \quad (5)$$

12) Вычисляют значение плотности потока быстрых нейтронов в поле установки на расстоянии 1 м от центра источника $\varphi_p(1\text{м})$, $\text{с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$, по формуле

$$\varphi_p(1\text{м}) = \varphi_3(1\text{м}) \cdot \frac{A_p}{A_3} \cdot \frac{(R_{1\text{м}} - \Delta R_p)^2}{(R_{1\text{м}} - \Delta R_3)^2} \quad (6)$$



где $\varphi_3(1\text{м})$, A_3 и ΔR_3 – значения относятся к эталону более высокого разряда, по которому проводится государственная поверка установки;

$\varphi_p(1\text{м})$, A_p и ΔR_p – значения, полученные для поверяемой установки;

$R_{1\text{м}}$ – расстояние от геометрического центра источника до опорной точки, равное один метр.

13) Рассчитывают значения плотности потока нейтронов в прямом пучке (без учёта рассеянного излучения) на расстоянии R_i в диапазоне расстояний от 0,5 до максимального в рабочем диапазоне расстояний для поверяемой установки $\varphi_p(R_i)$, $\text{с}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$, по формуле

$$\varphi_p(R_i) = \varphi_p(1\text{м}) \cdot \frac{(R_{1\text{м}} - \Delta R_p)^2}{(R_i - \Delta R_p)^2} \cdot e^{-\mu(R_i - R_{1\text{м}})}. \quad (7)$$

14) Результаты измерений плотности потока нейтронов $\varphi_p(R_i)$ принимают за действительные значения плотности потока нейтронов в поле установки в прямом пучке.

Результаты измерений заносят в таблицу Б.2 протокола поверки.

15) Выполняют последовательность операций 8.3.1 перечисления 3) – 11) для всех типов радиометров, проходящих поверку в поле поверяемой установки.

16) Для каждого типа радиометра вычисляют значение коэффициента, учитывающего вклад рассеянного нейтронного излучения в показания радиометра при измерении быстрых нейтронов (определяется при поверке эталонных установок) $B(R_i)$, отн. ед., для каждого значения R_i по формуле

$$B(R_i) = \frac{N(R_i) - N_p}{N(R_i)}. \quad (8)$$

Полученные результаты заносят в таблицу Б.3 протокола поверки.

17) Доверительные границы основной относительной погрешности δ_0 , %, плотности потока быстрых нейтронов в поле установки для доверительной вероятности $P = 0,95$ определяют в соответствии с ГОСТ 8.207 по формуле

$$\delta_0 = K \cdot S_\Sigma, \quad (9)$$

где S_Σ – оценка суммарного СКО результата измерения, %;

K – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключённой систематической погрешностей, отн. ед., рассчитываемый по формуле

$$K = \frac{t \cdot S + 1,1 \cdot \sqrt{\delta^2 + 3 \cdot S_R^2 + \vartheta^2}}{S + \sqrt{S_\delta^2 + S_R^2 + S_\vartheta^2}}, \quad (10)$$

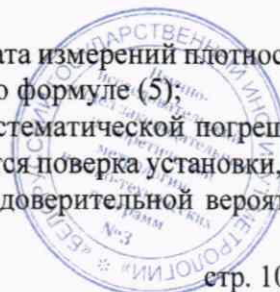
где t – коэффициент распределения Стьюдента, соответствующий доверительной вероятности $P = 0,95$ и числу степеней свободы $(n-1)$ (числу результатов измерений n).

18) Суммарное СКО результатов измерений S_Σ , %, вычисляют по формуле

$$S_\Sigma = \sqrt{S^2 + S_\delta^2 + S_\vartheta^2 + S_R^2}, \quad (11)$$

где S – относительное СКО среднего арифметического результата измерений плотности потока для быстрых нейтронов в опорной точке, определяемой по формуле (5);

S_δ – СКО, характеризующее значение неисключённой систематической погрешности эталона более высокого разряда, с помощью которого проводится поверка установки, с учётом распределения величины по нормальному закону и для доверительной вероятности $P = 0,95$ рассчитывается по формуле, %



$$S_{\delta} = \frac{\delta}{2}, \quad (12)$$

где δ – значение погрешности эталонного радиометра-компаратора, %, (должно быть приведено в свидетельстве о поверке на эталон);

S_R – СКО, характеризующее значение неисключённой систематической погрешности определения расстояния от геометрического центра источника до центра детектора ($S_R = \frac{0,15}{\sqrt{3}} = 0,087$) согласно [7], %;

S_{ϑ} – СКО, характеризующее значение неисключённой систематической погрешности определения долговременной нестабильности радиометра-компаратора, рассчитанное по формуле

$$S_{\vartheta} = \frac{\vartheta}{\sqrt{3}}, \quad (13)$$

где ϑ – максимальное значение невоспроизводимости показаний радиометра компаратора, %.

Результаты поверки считают положительными, если доверительные границы основной относительной погрешности поверяемой установки при доверительной вероятности $P = 0,95$ находятся в пределах значений для рабочих эталонов 1 и 2 разряда по ГОСТ 8.031 и соответствуют значениям, указанным в таблице А.1 приложения А.

8.3.2 Определение плотности потока тепловых нейтронов и доверительных границ основной относительной погрешности установки в коллимированном пучке

Значение плотности потока тепловых нейтронов определяют методом сличения значения плотности потока нейтронного поля поверяемой установки с конкретным источником, установленным в установленном в коллиматор в геометрии тепловых нейтронов, с плотностью потока в поле эталона более высокого разряда в следующей последовательности:

1) Блок детектирования радиометра-компаратора размещают на рабочем столе подвижной платформы установки, обеспечивающем совпадение оси симметрии блока детектирования с центральной осью пучка нейтронов и оцифровку координаты расстояний R относительно геометрического центра радионуклидного источника.

2) Устанавливают расстояние R_1 равное максимальному в диапазоне рабочих расстояний установки между геометрическими центрами радионуклидного источника и радиометра-компаратора (начинать измерения следует с максимально удалённой точки в рабочем диапазоне расстояний).

3) Измеряют скорость счёта $N_{1(I)i}, c^{-1}$. Последовательно проводят не менее пяти измерений скорости счёта. Время экспозиции выбирают таким образом, чтобы суммарное число отсчётов было не менее $5 \cdot 10^5$ импульсов. Полученные значения $N_{1(I)i}, c^{-1}$, заносят в таблицу Б.4 протокола поверки.

4) Закрывают кадмиевым экраном толщиной 1 мм источник тепловых нейтронов и в соответствии с 8.3.2 перечисление 3), получают значения скорости счёта $N_{1(II)i}, c^{-1}$. Полученные значения $N_{1(II)i}, c^{-1}$, заносят в таблицу Б.4 протокола поверки.

5) Закрывают кадмиевым экраном толщиной 1 мм детектор и в соответствии с 8.3.2 перечисление 3) получают значение скорости счёта $N_{1(IV)i}, c^{-1}$. Полученные значения $N_{1(IV)i}, c^{-1}$, заносят в таблицу Б.4 протокола поверки.



6) Снимают кадмиевый экран с источника и в соответствии с 8.3.2 перечисление 3) получают значение скорости счёта $N_{1(III)i}$, c^{-1} . Полученные значения $N_{1(III)i}$, c^{-1} , заносят в таблицу Б.4 протокола поверки.

7) Уменьшают расстояние на 0,1 м и повторяют операции в соответствии с 8.3.2 перечисления 3) - 6) до достижения значения расстояния $R_n = 0,5$ м.

8) Рассчитывают средние арифметические результатов измерений скоростей счёта в условиях измерений соответствующих геометрий $\bar{N}_{1(I)}$, $\bar{N}_{1(II)}$, $\bar{N}_{1(III)}$, $\bar{N}_{1(V)}$, c^{-1} , в точке на расстоянии R_1 от геометрического центра источника по формуле (1). Полученные значения заносят в таблицу Б.4 протокола поверки.

9) Для каждого полученного среднего арифметического результата измерения скорости счёта $\bar{N}_{1(I)}$, $\bar{N}_{1(II)}$, $\bar{N}_{1(III)}$, $\bar{N}_{1(IV)}$ рассчитывают приведенные (с поправкой на мёртвое время счётчика) значения $\bar{N}_{1(I)}^*$, $\bar{N}_{1(II)}^*$, $\bar{N}_{1(III)}^*$, $\bar{N}_{1(IV)}^*$, c^{-1} , по формуле

$$\bar{N}_{1(I-IV)}^* = \frac{\bar{N}_{1(I-IV)}}{1 - \bar{N}_{1(I-IV)} \cdot \tau} \quad (14)$$

Полученные значения заносят в таблицу Б.4 протокола поверки.

10) Для каждого значения R_i повторяют вычисления согласно 8.3.2 перечисления 8) - 9) и полученные результаты заносят в таблицу Б.4 протокола поверки.

11) Для каждого значения R_i рассчитывают значение скорости счёта, обусловленной тепловыми нейтронами, $N_T(R_i)$, c^{-1} , по формуле

$$N_T(R_i) = \bar{N}_1^*(R_i) - \frac{\bar{N}_{II}^*(R_i) \cdot \bar{N}_{III}^*(R_i)}{\bar{N}_{IV}^*(R_i)} \quad (15)$$

Полученные значения заносят в таблицу Б.4 протокола поверки.

12) Для каждого значения R_i рассчитывают значение скорости счёта для тепловых нейтронов с поправкой на рассеяние нейтронного излучения в воздухе $N_T^*(R_i)$, c^{-1} , по формуле

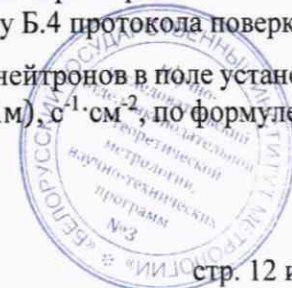
$$N_T^*(R_i) = N_T(R_i) \cdot e^{\mu \cdot R_i} \quad (16)$$

Полученные значения заносят в таблицу Б.4 протокола поверки.

13) Согласно 8.3.1 перечисления 8) - 10) строят графики зависимости $f(R_i) = \frac{1}{\sqrt{N_T^*(R_i)}}$ и $N_T^*(R_i) = f(R_i - \Delta R_1)^2$, определяют параметры прямой $N_T^*(R_i) = a \cdot (R_i - \Delta R_1)^2 + b$ и для каждого значения R_i вычисляют значение характеристической константы системы «источник-детектор» в условиях пучка тепловых нейтронов $A_T(R_i)$, $c^{-1} \cdot m^2$, по формуле (3).

Затем определяют среднее значение характеристической константы системы «источник-детектор» \bar{A}_T , $c^{-1} \cdot m^2$, по формуле (4), значение вклада обратно рассеянного нейтронного излучения в суммарную скорость счёта для тепловых нейтронов N_{pT} , c^{-1} и вычисляют относительное СКО среднего арифметического результата измерения характеристической константы по формуле (5) и полученные значения заносят в таблицу Б.4 протокола поверки.

14) Вычисляют значение плотности потока тепловых нейтронов в поле установки на расстоянии 1,0 м от геометрического центра источника $\varphi_{pT}(1м)$, $c^{-1} \cdot cm^{-2}$, по формуле (6).



15) Рассчитывают значения плотности потока тепловых нейтронов в поле установки в диапазоне расстояний от 0,5 до максимального в рабочем диапазоне расстояний для поверяемой установки $\varphi_{pT}(R_i)$, $\text{с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$, по формуле (7).

Результаты измерений плотности потока тепловых нейтронов $\varphi_{pT}(R_i)$ принимают за действительные значения плотности потока нейтронов в поле установки и заносят в таблицу Б.4 протокола поверки.

16) Выполняют последовательность операций согласно 8.3.2 перечисления 3) - 13) для всех типов радиометров, проходящих поверку в поле поверяемой установки.

17) Для каждого типа радиометра вычисляют значение коэффициента, учитывающего вклад рассеянного нейтронного излучения в показания радиометра при измерении тепловых нейтронов (определяется при поверке эталонных установок) $B(R_i)$, отн. ед., для каждого значения R_i по формуле (8).

Полученные результаты заносят в таблицу Б.4 протокола поверки.

18) Доверительные границы основной относительной погрешности плотности потока тепловых нейтронов δ_0 , %, с доверительной вероятностью $P=0,95$ определяют в соответствии с 8.3.1 перечисления 17) – 18).

Результаты поверки считают положительными, если доверительные границы основной относительной погрешности поверяемых установок при доверительной вероятности 0,95 находятся в пределах значений для рабочих эталонов 1 и 2 разряда по ГОСТ 8.031 и соответствуют значениям, указанным в таблице А.1 приложения А.

8.3.3 Определение МАЭД и МИЭД нейтронного излучения и доверительных границ основной относительной погрешности установки в коллимированном пучке

Значение МАЭД и МИЭД нейтронного излучения определяют методом сличения значений МАЭД или МИЭД в поле поверяемой установки с конкретным источником, установленным в коллиматор, с МАЭД или МИЭД в поле эталона более высокого разряда в соответствии с [4] в следующей последовательности:

1) Проводят измерения в соответствии с 8.3.1 перечисления 2) - 11).

2) Вычисляют значение МАЭД $\dot{H}_p^*(10)_{1м}$, мкЗв/ч, в поле установки на расстоянии 1,0 м от геометрического центра источника по формуле

$$\dot{H}_p^*(10)_{1м} = \dot{H}_3^*(10)_{1м} \cdot \frac{A_p}{A_3} \cdot \frac{(R_{1м} - \Delta R_p)^2}{(R_{1м} - \Delta R_3)^2}, \quad (17)$$

где $\dot{H}_3^*(10)_{1м}$, A_3 и ΔR_3 – значения относятся к эталону более высокого ранга, по которому проводится государственная поверка установки;

$\dot{H}_p^*(10)_{1м}$, A_p и ΔR_p – значения, полученные для поверяемой установки;

$R_{1м}$ – расстояние от геометрического центра источника до опорной точки, равное один метр.

3) Рассчитывают значения МАЭД $\dot{H}^*(10)_{R_i}$, мкЗв/ч, в прямом пучке (без учёта рассеянного излучения) на расстоянии R_i в диапазоне расстояний от 0,5 до максимального в рабочем диапазоне расстояний для поверяемой установки по формуле

$$\dot{H}^*(10)_{R_i} = \dot{H}^*(10)_{1м} \cdot \frac{(R_{1м} - \Delta R_p)^2}{(R_i - \Delta R_p)^2} \cdot e^{-\mu(R_i - R_{1м})}, \quad (18)$$



4) Результаты измерений МАЭД нейтронного излучения $\dot{H}^*(10)_{R_i}$ принимают за действительные значения МАЭД в поле установки и заносят в таблицу Б.6 протокола поверки.

5) Вычисляют значение МИЭД $\dot{H}_P(10)_{1м}$, мкЗв/ч, в поле установки на расстоянии 1,0 м от геометрического центра источника по формуле

$$\dot{H}_{Pp}(10)_{1м} = \dot{H}_{Pз}(10)_{1м} \cdot \frac{A_p}{A_з} \cdot \frac{(R_{1м} - \Delta R_p)^2}{(R_{1м} - \Delta R_з)^2}, \quad (19)$$

где $\dot{H}_{Pз}(10)_{1м}$, $A_з$ и $\Delta R_з$ – значения относятся к эталону более высокого ранга, по которому проводится государственная поверка установки;

$\dot{H}_{Pp}(10)_{1м}$, A_p и ΔR_p – значения, полученные для поверяемой установки;

$R_{1м}$ – расстояние от геометрического центра источника до опорной точки, равное один метр.

6) Рассчитывают значения МИЭД $\dot{H}_P(10)_{R_i}$, мкЗв/ч, в прямом пучке (без учёта рассеянного излучения) на расстоянии R_i в диапазоне расстояний от 0,5 до максимального в рабочем диапазоне расстояний для поверяемой установки по формуле

$$\dot{H}_P(10)_{R_i} = \dot{H}_P(10)_{1м} \cdot \frac{(R_{1м} - \Delta R_p)^2}{(R_i - \Delta R_p)^2} \cdot e^{-\mu(R_i - R_{1м})}. \quad (20)$$

7) Результаты измерений МИЭД нейтронного излучения $\dot{H}_P(10)_{R_i}$ принимают за действительные значения МИЭД в поле установки и заносят в таблицу Б.6 протокола поверки.

8) Доверительные границы основной относительной погрешности измерения МАЭД или МИЭД в поле установки δ_0 , %, с доверительной вероятностью $P = 0,95$ определяют в соответствии с 8.3.1 перечисления 17) – 18).

Результаты проверки считают положительными, если доверительные границы основной относительной погрешности поверяемых установок при доверительной вероятности 0,95 соответствуют предъявляемым к ним требованиям, приведенным в таблице А.1 приложения А.

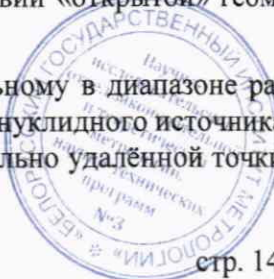
8.3.4 Определение плотности потока нейтронов и доверительных границ основной относительной погрешности установки в «открытой» геометрии

Значение плотности потока нейтронов в «открытой» геометрии (в широком пучке) определяют методом сличения значения плотности потока нейтронного поля от конкретного источника, установленного в «открытой» геометрии, с плотностью потока в поле эталона более высокого разряда. Вклад рассеянного излучения определяют методом теневого конуса. Операции проводят в следующей последовательности:

1) Блок детектирования радиометра-компаратора размещают на рабочем столе подвижной платформы, обеспечивающем совпадение оси симметрии блока детектирования с осью пучка нейтронов и оцифровку координаты расстояний R относительно геометрического центра радионуклидного источника, размещённого в «открытой» геометрии.

2) Устанавливают оборудование для создания условий «открытой» геометрии на основании калибровочного стенда в соответствии с [7].

3) Устанавливают расстояние R_1 равное максимальному в диапазоне рабочих расстояний установки между геометрическими центрами радионуклидного источника и радиометра-компаратора (начинать измерения следует с максимально удалённой точки в рабочем диапазоне расстояний).



4) Устанавливают в положение экспозиции радионуклидный источник быстрых нейтронов в условиях «открытой» геометрии.

5) Измеряют скорость счёта $N(R_1)$, c^{-1} . Время экспозиции выбирают таким, чтобы суммарное число отсчётов было не менее $5 \cdot 10^5$ имп. Проводят не менее пяти измерений скорости счёта.

6) Вычисляют среднее арифметическое результатов измерений по формуле (1) и полученные результаты заносят в таблицу Б.5 протокола поверки.

7) Уменьшая расстояние R_i на 0,1 м, повторяют операции согласно 8.3.4 перечисления 5) – 6) до достижения значения $R_n = 0,5$ м.

8) Для каждого значения R_i рассчитывают значение скорости счёта с поправкой на «мёртвое» время счётчика $N^*(R_i)$, c^{-1} , по формуле

$$N^*(R_i) = \frac{\bar{N}(R_i)}{1 - \bar{N}(R_i) \cdot \tau} \quad (21)$$

Результаты заносят в таблицу Б.5 протокола поверки.

9) Устанавливают экранирующий конус. Повторяют операции согласно 8.3.4 перечисления 5) - 8).

10) Результат измерения скорости счёта на расстояниях R_i в «открытой» геометрии $N_0(R_i)$, c^{-1} , определяют как разность средних значений скоростей счёта, полученных при измерениях без экранирующего конуса $N^*(R_i)$ и значений скоростей счёта, полученных при измерениях с экранирующим конусом $N_K^*(R_i)$, c^{-1} , по формуле

$$N_0(R_i) = N^*(R_i) - N_K^*(R_i). \quad (22)$$

11) Для каждого расстояния R_i вычисляют относительное СКО результата измерений скорости счёта в «открытой» геометрии $S(N_0(R_i))$, %, по формуле

$$S(N_0(R_i)) = \frac{1}{N_0(R_i)} \cdot \sqrt{S^2(N^*(R_i)) + S^2(N_K^*(R_i))} \cdot 100, \quad (23)$$

где $S(N^*(R_i))$ и $S(N_K^*(R_i))$ – абсолютные СКО результатов измерений скоростей счёта, измеренных без экранирующего конуса и с экранирующим конусом, соответственно, c^{-1} , определённые по формулам

$$S(N^*(R_i)) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (N(R_i) - N^*(R_i))^2}{n \cdot (n - 1)}}, \quad (24)$$

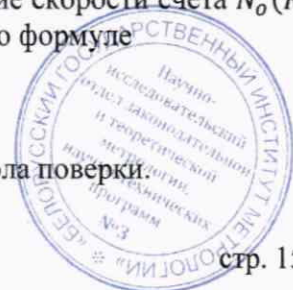
$$S(N_K^*(R_i)) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (N_K(R_i) - N_K^*(R_i))^2}{n \cdot (n - 1)}}, \quad (25)$$

где $N(R_i)$ и $N_K(R_i)$ – значения скоростей счёта в каждой из серий для расстояний R_i , полученных при измерениях без экранирующего конуса и с экранирующим конусом соответственно, рассчитанных с поправкой на «мёртвое» время по формуле (21).

12) Для каждого значения R_i рассчитывают значение скорости счёта $N_o^*(R_i)$, c^{-1} , с поправкой на рассеяние нейтронного излучения в воздухе по формуле

$$N_o^*(R_i) = N_0(R_i) \cdot e^{\mu \cdot R_i}. \quad (26)$$

Полученные результаты заносят в таблицу Б.5 протокола поверки



13) Для каждого значения R_i вычисляют значение характеристической константы системы «источник-детектор» $A(R_i)$, $\text{с}^{-1} \cdot \text{м}^2$, по формуле

$$A(R_i) = N_o^*(R_i) \cdot R_i^2. \quad (27)$$

14) Для интервала рабочих расстояний R , в случае соблюдения равенства $A = \text{const}(R)$ в пределах $\pm 1\%$, вычисляют значение характеристической константы \bar{A} , $\text{с}^{-1} \cdot \text{м}^2$, по формуле (4). Полученные результаты заносят в таблицу Б.5 протокола поверки.

15) Вычисляют относительное СКО результата измерений по формуле (5).

16) Вычисляют значение характеристической константы A^* , с^{-1} , с учётом чувствительности радиометра-компаратора по формуле

$$A^* = \frac{\bar{A}}{K_3}, \quad (28)$$

где K_3 — коэффициент чувствительности, приводящий к единицам плотности потока нейтронов, м^2 ;

17) значение плотности потока нейтронов в «открытой» геометрии на расстоянии от геометрического центра источника нейтронов R_i , м, в направлении, перпендикулярном оси источника, $\varphi(R_i)$, $\text{с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$, рассчитывают по формуле

$$\varphi(R_i) = \frac{A^*}{R_i^2 \cdot 10^4}. \quad (29)$$

18) Результаты измерений плотности потока нейтронов $\varphi(R_i)$ принимают за действительные значения плотности потока нейтронов в поле установки и заносят в таблицу Б.6 протокола поверки.

19) Доверительные границы основной относительной погрешности δ_0 , %, плотности потока нейтронов в «открытой» геометрии определяют в соответствии с 8.3.1 перечисления 17) – 18).

Результаты поверки считают положительными, если доверительные границы основной относительной погрешности установок при доверительной вероятности 0,95 находятся в пределах значений для рабочих эталонов 1 и 2 разряда по ГОСТ 8.031 и соответствуют значениям, указанным в таблице А.1 приложения А.

8.3.5 Определение МАЭД и МИЭД нейтронного излучения быстрых нейтронов при измерениях в «открытой» геометрии

Значение МАЭД и МИЭД нейтронного излучения быстрых нейтронов при измерениях в «открытой» геометрии (в широком пучке) определяют методом математического пересчёта значения плотности потока нейтронного поля от конкретного источника, установленного в «открытой» геометрии, с плотностью потока в поле эталона более высокого разряда в соответствии с [8]. Вклад рассеянного излучения определяют методом теневого конуса.

1) Значения МАЭД нейтронного излучения $\dot{H}^*(10)$, мкЗв/ч, рассчитывают по формуле

$$\dot{H}^*(10) = \varphi \cdot k_{H^*(10)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}, \quad (30)$$

где φ — плотность потока нейтронного излучения, определённая в соответствии с 8.3.4, $\text{с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$;



$k_{H^*(10)}$ – коэффициент перехода от флюенса к AMBIENTному эквиваленту дозы (от плотности потока нейтронов к МАЭД), пЗв·см², (значения коэффициентов для радионуклидных источников нейтронов приведены в справочном приложении В).

2) значения МИЭД нейтронного излучения $\dot{H}_p(10)$, мкЗв/ч, рассчитывают по формуле

$$\dot{H}_p(10) = \varphi \cdot k_{H_p(10)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}, \quad (31)$$

где φ – плотность потока нейтронного излучения, определённая в соответствии с 8.3.4, с⁻¹·см⁻²;

$k_{H_p(10)}$ – коэффициент перехода от флюенса к индивидуальному эквиваленту дозы (от плотности потока нейтронов к МИЭД), пЗв·см², (значения коэффициентов для радионуклидных источников нейтронов приведены в справочном приложении В).

Полученные результаты определения МАЭД и МИЭД для быстрых нейтронов в условиях «открытой» геометрии заносят в таблицу Б.6 протокола поверки.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении Б.

9.2 При положительных результатах поверки установки:

- в [7] (раздел «Свидетельство о приёмке») ставится подпись государственного поверителя, наносится оттиск поверительного клейма с указанием даты проведения первичной поверки. Клеймо-наклейка наносится на переднюю стенку станции управления установкой (при первичной поверке);

- выдаётся свидетельство о поверке установленной формы (в соответствии с [2]) и в [7] (раздел «Особые отметки») ставится подпись государственного поверителя, наносится оттиск поверительного клейма с указанием даты проведения поверки. Клеймо-наклейка наносится на переднюю стенку станции управления установкой (при последующей поверке).

9.3 При отрицательных результатах первичной поверки установки выдаётся заключение о непригодности по форме, установленной [2].

9.4 При отрицательных результатах последующей поверки установки выдают заключение о непригодности по форме, установленной [2], ранее нанесённый знак поверки подлежит уничтожению путём приведения его в состояние, непригодное для дальнейшего применения, предыдущее свидетельство прекращает своё действие.



Приложение А
(справочное)

Обязательные метрологические требования

Таблица А.1

Наименование	Номинальные значения границ воспроизведения дозиметрических и радиометрических величин, обеспечиваемых установками		
	УРПН-РМ9201Н	УРПН-РМ9201	УРПН-РМ9200
Плотность потока быстрых нейтронов, $c^{-1} \cdot cm^{-2}$	от 1 до 540	от 1 до $2,7 \cdot 10^4$	от 1 до $2,7 \cdot 10^4$
Плотность потока тепловых нейтронов, $c^{-1} \cdot cm^{-2}$	от 0,2 до 120	от 0,2 до $5,8 \cdot 10^3$	от 0,2 до $5,8 \cdot 10^3$
МАЭД, мкЗв/ч	от 1,4 до 800	от 1,4 до $4 \cdot 10^4$	от 1,4 до $4 \cdot 10^4$
МИЭД, мкЗв/ч	от 1,4 до 800	от 1,4 до $4 \cdot 10^4$	от 1,4 до $4 \cdot 10^4$
Доверительные границы относительных погрешностей установок при доверительной вероятности 0,95: при воспроизведении единиц плотности потока нейтронов; при воспроизведении единиц МАЭД и МИЭД		от $\pm 4\%$ до $\pm 5\%$	от $\pm 5\%$ до $\pm 7\%$
Примечания			
1 Номинальные значения границ диапазона дозиметрических и радиометрических величин определены для интервала рабочих расстояний от 0,5 до 3,6 м и источников типа: ИБН-8-3 – ИБН-8-5, НК252М11.16, НК252М11.26, ИБН-25, ИБН-241-7-1 – для модификации УРПН-РМ9201Н; всех источников, указанных в таблице 2 описания типа средства измерений – для модификаций УРПН-РМ9201, УРПН-РМ9200.			
2 Действительные значения границ диапазонов для применяемых в установках комплектов источников и интервала расстояний определяются при поверке установки.			
3 Для открытой геометрии и коллимированного излучения могут быть разные минимальные и максимальные рабочие расстояния (с учётом размера конуса для проведения измерений в «открытой» геометрии).			



**Приложение Б
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки**

_____ наименование организации, проводящей поверку

ПРОТОКОЛ № _____ - _____

поверки Установки радиационной поверочной нейтронного излучения
наименование средства измерений

тип УРПН - PM920 № _____

принадлежащей _____
наименование организации

Изготовитель ООО «Полимастер»
наименование изготовителя

Дата проведения поверки _____
с ... по ...

Поверка проводится по _____
обозначение документа, по которому проводят поверку

Средства поверки

Таблица Б.1

Наименование и тип СИ	Заводской номер

Условия поверки

- температура окружающего воздуха _____ °С;
- относительная влажность воздуха _____ %;
- атмосферное давление _____ кПа;
- внешний фон гамма-излучения _____ мкЗв/ч.

Результаты поверки

Б.1 Внешний осмотр _____
соответствует/не соответствует

Б.2 Опробование _____
соответствует/не соответствует



Б.3 Определение метрологических характеристик

Таблица Б.2 – Результаты измерения плотности потока нейтронов в коллимированном пучке

$R_i, \text{ м}$	$N_i, \text{ с}^{-1}$	$N^*(R_i), \text{ с}^{-1}$	$\frac{1}{\sqrt{N^*(R_i)}}$	$\frac{1}{(R_i - \Delta R_1)^2}$	$\frac{1}{\sqrt{N^*(R_i) - N_{p1}}}$	$\frac{1}{(R_i - \Delta R_2)^2}$	$A_i, \text{ с}^{-1} \cdot \text{ м}^2$	$\bar{A}, \text{ с}^{-1} \cdot \text{ м}^2$
0,5								
....								

Таблица Б.3 – Результаты определения вклада рассеянного излучения

$R_i, \text{ м}$	$\varphi, \text{ с}^{-1} \text{ см}^2$	$B(R_i), \text{ отн. ед.}$			
		(тип радиометра)	(тип радиометра)	(тип радиометра)	(тип радиометра)
0,5					
....					

Таблица Б.4 – Результаты определения плотности потока тепловых нейтронов

$R_i, \text{ м}$	$N_I, \text{ с}^{-1}$	$N_{II}, \text{ с}^{-1}$	$N_{III}, \text{ с}^{-1}$	$N_{VI}, \text{ с}^{-1}$	$N_I^*, \text{ с}^{-1}$	$N_{II}^*, \text{ с}^{-1}$	$N_{III}^*, \text{ с}^{-1}$	$N_{VI}^*, \text{ с}^{-1}$	$N_T, \text{ с}^{-1}$	$N_T^*, \text{ с}^{-1}$	$\frac{1}{\sqrt{N_T^*}}$	$A_T(R_i), \text{ с}^{-1} \cdot \text{ м}^2$
$\bar{A}_T =$												

Таблица Б.5 – Результаты определения плотности потока нейтронов в «открытой» геометрии

$R_i, \text{ м}$	$N_i, \text{ с}^{-1}$	$N^*(R_i), \text{ с}^{-1}$	$N^*, \text{ с}^{-1}$	$N_K^*(R_i), \text{ с}^{-1}$	$N_o^*(R_i), \text{ с}^{-1}$	$A(R_i), \text{ с}^{-1} \cdot \text{ м}^2$	$\bar{A}, \text{ с}^{-1} \cdot \text{ м}^2$
0,5							
....							



Таблица Б.6 – Результаты определения метрологических характеристик

$R_i, \text{м}$	Источник типа _____ № _____						
	Коллимированный пучок				«Открытая» геометрия		
	$\varphi_{б.}, \text{с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$	$\dot{H}^*(10)_{б.}, \text{мкЗв/ч}$	$\dot{H}_p(10)_{б.}, \text{мкЗв/ч}$	$\varphi_{т.}, \text{с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$	$\varphi_{б.}, \text{с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$	$\dot{H}^*(10)_{б.}, \text{мкЗв/ч}$	$\dot{H}_p(10)_{б.}, \text{мкЗв/ч}$
0,5							
....							

Заключение по результатам поверки _____

Свидетельство о государственной поверке № _____
 (заклучение о непригодности)

Государственный поверитель _____
 подпись _____ расшифровка подписи _____



Приложение В

(справочное)

Рекомендуемые значения коэффициентов

Таблица В.1 – Рекомендуемые значения коэффициентов ослабления нейтронов воздухом μ , m^{-1} , для радионуклидных источников нейтронов различного спектрального состава и периода полураспада основных радионуклидов в источниках $T_{1/2}$

Радионуклидный источник	μ , m^{-1}	$T_{1/2}$, лет
Тепловые (подкадмиевые)*	$5,70 \cdot 10^{-2}$	-
$^{252}Cf + D_2O$ замедлитель (диаметр 30 см)	$2,96 \cdot 10^{-4}$	2,647
^{252}Cf	$1,05 \cdot 10^{-4}$	2,647
$^{241}Am-B (\alpha, n)$	$0,83 \cdot 10^{-4}$	432,6
$^{241}Am-Be (\alpha, n)$	$0,89 \cdot 10^{-4}$	432,6
$^{241}Am-Be (\alpha, n)^*$	$0,76 \cdot 10^{-4}$	432,6
$^{238}Pu-Be (\alpha, n)$	$0,90 \cdot 10^{-4}$	87,7
$^{238}Pu-Be (\alpha, n)^*$	$0,80 \cdot 10^{-4}$	87,7

* Значения указаны для источника в геометрии коллимированного излучения

Таблица В.2 – Значения коэффициентов перехода от флюенса к эквиваленту дозы (от плотности потока нейтронов к МАЭД и МИЭД) $k_{H^*(10)}$ и $k_{H_p(10)}$, $пЗв \cdot см^2$, для радионуклидных источников нейтронов различного спектрального состава

Радионуклидный источник	Коэффициент конверсии	
	$k_{H^*(10)}$, $пЗв \cdot см^2$	$k_{H_p(10)}$, $пЗв \cdot см^2$
Тепловые (подкадмиевые)*	10,6	11,4
$^{252}Cf + D_2O$ замедлитель (диаметр 30 см)	105	110
^{252}Cf	385	400
$^{241}Am-B (\alpha, n)$	408	426
$^{241}Am-Be (\alpha, n)$	391	411
$^{241}Am-Be (\alpha, n)^*$	392	412
$^{238}Pu-Be (\alpha, n)$	390	410
$^{238}Pu-Be (\alpha, n)^*$	391	411

* Значения указаны для источника в геометрии коллимированного излучения



Библиография

- [1] Правила осуществления метрологической оценки для утверждения типа средств измерений и стандартных образцов.
Утверждены постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь 20.04.2021 № 38.
- [2] Правила осуществления метрологической оценки в виде работ по государственной поверке средств измерений.
Утверждены постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь 24.04.2021 № 40.
- [3] Порядок проведения поверки средств измерений.
Утвержден приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510
- [4] ГОСТ Р 8.803-2012 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений мощности поглощенной дозы и мощности эквивалента дозы нейтронного излучения.
- [5] СанПиН от 31.12.2013 г. № 137 Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения.
- [6] СанПиН от 28.12.2012 г. № 213 Требования к радиационной безопасности.
- [7] ТИГР.418234.503 РЭ Установка радиационная поверочная нейтронного излучения УРПН-PM9200. Руководство по эксплуатации
- [8] ISO 8529-2:2000 Излучения нейтронные эталонные. Часть 2. Основные принципы калибровки защиты от радиации приборов по основным величинам, характеризующим радиоактивное поле.



