

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
РАСТВОРЫ РАДИЯ-226  
2-го РАЗРЯДА ОБРАЗЦОВЫЕ**

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ**

**РД 50-373—82**

Цена 3 коп.

**Москва  
ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ  
1983**

**РАЗРАБОТАНЫ** Всесоюзным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским институтом физико-технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ)

**ИСПОЛНИТЕЛЬ**

В. Л. Докукина

**ВНЕСЕНЫ** Государственным комитетом СССР по стандартам

Член Госстандарта Л. К. Исаев

**УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ** Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 28 декабря 1982 г. № 5195

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
РАСТВОРЫ РАДИЯ-226 2-го РАЗРЯДА  
ОБРАЗЦОВЫЕ**

Методы и средства поверки

**РД  
50-373-82**

Утверждены Постановлением Госстандарта от 28 декабря 1982 г. № 5195, срок введения установлен с 01.07. 1984 г.

Настоящие методические указания распространяются на образцовые растворы радия-226 2-го разряда (далее — растворы радия-226), предназначенные для поверки аппаратуры в области радиометрии, и устанавливают методы и средства их первичной и периодической поверки.

### **1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ**

При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:

- внешний осмотр — п. 5.1;
- (приготовление подложки для радиоактивного источника — п. 5.2;
- приготовление радиоактивного источника — п. 5.3,
- определение активности радионуклидов в источнике — п. 5.4;
- определение метрологических параметров — п. 5.5;
- определение относительного содержания полония-210 в источнике — п. 5.5.1;
- определение активности радия-226 в источнике — п. 5.5.2;
- определение удельной активности радия-226 в растворе — п. 5.5.3.

### **2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ**

2.1. При проведении поверки должны быть применены следующие средства:

- установка с проточным 2π-счетчиком для измерения активности радионуклидов в источниках альфа-излучения в пределах  $1-10^4$  Бк с погрешностью 2% при доверительной вероятности 0,99 (прибор типа 2154-1М («Протока»);

© Издательство стандартов, 1983

альфа-спектрометр, обладающий энергетическим разрешением не более 1% с детектором, рабочая площадь которого не менее 1 см<sup>2</sup> (устройство спектрометрическое СЭА-01 ЖШ1.267.813 и многоканальный амплитудный анализатор по ГОСТ 16957—80);

образцовые альфа-источники 1-го разряда с радионуклидом плутония-239 с погрешностью не более 5% в доверительном интервале 0,99;

образцовые спектрометрические альфа-источники 1-го разряда с радионуклидом радия-226 (ОСАИ) с погрешностью не более 5% в доверительном интервале 0,99;

полиэтиленовые пикнометры объемом не менее 0,5 см<sup>3</sup>;

секундомер по ГОСТ 5072—79;

аналитические весы типа ВЛА-200-М с погрешностью не более 2%;

форвакуумный насос производительностью не менее 10<sup>-2</sup> м<sup>3</sup>/мин по ГОСТ 14708—77;

сосуд с кранами объемом не менее 2 дм<sup>3</sup>;

манометр, обеспечивающий измерение давления до 20000 Па, по ГОСТ 9933—75;

инсулин, концентрацией 40 ед. на 1 мм<sup>3</sup>;

дистиллированная вода по ГОСТ 6709—72;

амилацетат;

коллодий;

барботер с притертыми кранами объемом не менее 50 см<sup>3</sup>;

установка вакуумного напыления по ГОСТ 5.70—68;

линейка измерительная по ГОСТ 427—75;

вытяжной шкаф.

2.2. Допускается применять другие средства поверки, удовлетворяющие по точности требованиям настоящих методических указаний.

### 3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

температура окружающей среды  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;

атмосферное давление  $(100000 \pm 4000)$  Па [(750 ± 30) мм рс. ст.];

внешний гамма-фон не болсе  $2,58 \cdot 10^{-11}$  А/кг;

напряжение питающей сети  $(220 \pm 22)$  В, при частоте 50 Гц.

### 4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Все работы должны быть проведены в соответствии с «Основными санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений» № 950—72 (ОСП—72), «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденными Госэнергонадзором.

## 5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 5.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие комплектности, маркировки, целостности стеклянной ампулы с раствором радия-226 требованиям, установленным в обязательном приложении.

### 5.2. Приготовление подложки для радиоактивного источника

Готовят раствор коллодия в амилацетате. Концентрация раствора должна быть такой, чтобы сухой остаток капли составлял 0,6 мкг. Поверхностная плотность образующейся пленки должна быть  $(20 \pm 5)$  мкг/см<sup>2</sup>. Одну-две капли раствора коллодия в амилацетате наносят на поверхность воды. Пленку, образовавшуюся на поверхности воды, снимают на кольцо из металлической фольги с внешним диаметром 35 мм и внутренним диаметром 10 мм. Пленку на кольце помещают в вакуумную установку и напыляют на нее слой золота или палладия с поверхностной плотностью 10 мкг/см<sup>2</sup>.

В качестве подложки может быть использована органическая пленка, металлизированная золотом или палладием.

### 5.3. Приготовление радиоактивного источника

Раствор радия-226 переливают в барботер с притертыми кранами и удаляют из него радон и его дочерние продукты. Барботер с раствором радия-226 соединяют резиновым шлангом с сосудом с кранами. Кран барботера закрывают. В сосуде с кранами создают давление не более 13300 Па (100 мм рт. ст.). В барботере, медленно открывая кран, устанавливают такой режим барботажа, при котором через раствор проходит не более 2 пузырьков воздуха в секунду. Барботажи проводят не менее 3 ч.

Для равномерного распределения радиоактивного раствора на готовую подложку пикнометром наносят одну каплю инсулина. Эту каплю убирают тем же пикнометром. На ее место другим пикнометром наносят каплю дистиллированной воды и убирают ее. Третьим пикнометром отбирают из барботера 50—100 мг раствора радия-226 и наносят не более 50 мг на подложку. Массу раствора радия-226 определяют взвешиванием пикнометра до и после нанесения раствора на подложку. Измерения проводят не менее трех раз.

Радиоактивный источник начинают готовить за час до окончания барботажа раствора радия-226.

Из одной ампулы раствора радия-226 готовят не менее 10 радиоактивных источников. Раствор, оставшийся в барботере после проверки, переливают в ампулу и запаивают ее.

### 5.4. Определение активности радионуклидов в источнике

Установку с 2π-счетчиком включают согласно технической документации на данную установку. Рабочее напряжение 2π-счетчика выбирают в области плато счетной характеристики для

альфа-источников, при этом эффективность счетчика к бета-излучению должна быть близка к нулю.

Определяют среднюю скорость счета фона установки  $\bar{N}_\phi$  (имп/с) по формуле

$$\bar{N}_\phi = \frac{\sum_{i=1}^n N_{i\phi}}{n \cdot t_\phi}, \quad (1)$$

где  $N_{i\phi}$  — число импульсов  $i$ -го наблюдения значения фона за время  $t_\phi$ , с,  $n$  — число наблюдений.

Помещают образцовый альфа-источник 1-го разряда с радионуклидом плутония-239 (далее — образцовый источник) под детектор, соблюдая при этом расположение, которое будет принимать источник, приготовленный из раствора радия-226. Определяют эффективность регистрации альфа-излучения установки  $\bar{\varepsilon}$  (имп./част.) по формуле

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{N_{Pu}} \cdot \left( \frac{\sum_{i=1}^n N_{ip}}{nt} - \bar{N}_\phi \right) = \frac{\bar{N}_p - \bar{N}_\phi}{N_{Pu}}, \quad (2)$$

где  $N_{ip}$  — число зарегистрированных импульсов от образцового источника при  $i$ -м наблюдении за время  $t$ , с,  $\bar{N}_p$  — среднее число зарегистрированных импульсов в единицу времени,  $N_{Pu}$  — внешнее излучение от образцового источника в угле  $2\pi$ .

Среднее квадратическое отклонение результата измерения  $\bar{\varepsilon}$ ,  $S(\bar{\varepsilon})$ , вычисляют по формуле

$$S(\bar{\varepsilon}) = \frac{1}{N_{Pu}} \sqrt{\frac{\bar{N}_p}{t} + \frac{N_\phi}{t_\phi} + \bar{\varepsilon}^2 \left( \frac{\Theta_{Pu} \cdot N_{Pu}}{2 \cdot 100} \right)^2}, \quad (3)$$

где  $t$  и  $t_\phi$  — время, в течение которого регистрировались  $N_{ip}$  и  $N_{i\phi}$ ,  $\Theta_{Pu}$  — погрешность образцового источника, указанная в нормативно-технической документации (далее — НТД) на источник.

Источник с радионуклидом радия-226 помещают в установку и определяют число импульсов  $N_{изм}$  за время  $t$ , с. Измерения проводят не менее 10 раз. Находят среднее значение  $\bar{N}$  (имп./с) по формуле

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{iизм}}{n \cdot t} - \bar{N}_\phi = \bar{N}_{изм} - \bar{N}_\phi. \quad (4)$$

Среднее квадратическое отклонение результата измерения  $\bar{N}$ ,  $S(\bar{N})$ , вычисляют по формуле

$$S(\bar{N}) = \sqrt{\frac{\bar{N}_{изм}}{t} + \frac{\bar{N}_\phi}{t_\phi}}. \quad (5)$$

Активность радионуклидов в источнике  $A_H$  (Бк) определяют по формуле

$$A_H = a \cdot \frac{\bar{N}}{\varepsilon}, \quad (6)$$

где  $a$  (расп/част.) — коэффициент перехода от внешнего излучения (част./с) к активности альфа-источника (Бк),  $a=2$  для  $2\pi$ -геометрии.

Среднее квадратическое отклонение результата измерения  $A_H$ ,  $S(A_H)$ , вычисляют по формуле

$$S(A_H) = A_H \sqrt{\frac{S(\bar{N})^2}{\bar{N}^2} + \frac{S(\varepsilon)^2}{\varepsilon^2}}. \quad (7)$$

## 5.5. Определение метрологических параметров

### 5.5.1. Определение относительного содержания полония-210 в источнике

Альфа-спектрометр настраивают по образцовым спектрометрическим альфа-источникам 1-го разряда с радионуклидом радия-226. Источник с радионуклидом радия-226 помещают в блок детектирования альфа-спектрометра. Снимают энергетический спектр альфа-излучения источника, приготовленного из раствора радия-226.

Определяют относительное содержание полония-210 в источнике  $k$  по формуле

$$k = \frac{\bar{N}_{Po}}{\bar{N}_H}, \quad (8)$$

где  $\bar{N}_{Po}$  — среднее число импульсов от альфа-излучения полония-210 (с учетом фона);  $\bar{N}_H$  — среднее число импульсов от альфа-излучения нуклидов в источнике.

Значение  $k$  не должно превышать 0,1.

Среднее квадратическое отклонение результата измерения  $k$ ,  $S(k)$ , вычисляют по формуле

$$S(k) = k \cdot \sqrt{\frac{S(\bar{N}_{Po})^2}{\bar{N}_{Po}^2} + \frac{S(\bar{N}_H)^2}{\bar{N}_H^2}}. \quad (9)$$

### 5.5.2. Определение активности радия-226 в источнике

Активность радия-226 определяют по формуле

$$A_{Ra} = A_H(1-k). \quad (10)$$

Значение активности радия-226 должно находиться в пределах, указанных в обязательном приложении.

Среднее квадратическое отклонение результата измерения  $A_{Ra}$ ,  $S(A_{Ra})$ , вычисляют по формуле

$$S(A_{Ra}) = A_{Ra} \cdot \sqrt{\frac{S(A_H)^2}{A_H^2} + \frac{S(k)^2}{(1-k)^2}}. \quad (11)$$

### 5.5.3. Определение удельной активности радия-226 в растворе

Удельную активность радия-226 в растворе  $A$  (Бк/г) определяют по формуле

$$A = \frac{A_{\text{Ra}}}{\bar{m}}, \quad (12)$$

где  $\bar{m}$  — среднее значение массы раствора радия-226, нанесенного на подложку.

Суммарную погрешность результата определения  $A, \Theta_A$ , по одному источнику вычисляют по формуле

$$\Theta_A = A \sqrt{\frac{S(A_{\text{Pa}})}{A_{\text{Pa}}^2} + \frac{S(\bar{m})^2}{\bar{m}^2} + \frac{\Theta_m^2}{3}}, \quad (13)$$

где  $S(\bar{m})$  — среднее квадратическое отклонение результата измерения массы раствора радия-226, которое вычисляют по формуле

$$S(\bar{m}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2}{n(n-1)}}, \quad (14)$$

$\Theta_m$  — погрешность определения массы, указанная в НТД на весы.

Границы неисключенной систематической погрешности в двустороннем доверительном интервале 0,99 вычисляют по формуле

$$\Theta = 1,4\Theta_A. \quad (15)$$

Удельную активность радия-226 в одном растворе радия-226 определяют не менее чем по 10 радиоактивным источникам, приготовленным из него.

Среднее значение удельной активности радия-226 вычисляют по формуле

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n}. \quad (16)$$

Значение удельной активности радия-226  $\bar{A}$  должно находиться в пределах, указанных в обязательном приложении.

Среднее квадратическое отклонение результата измерения  $\bar{A}$ ,  $S(\bar{A})$ , вычисляют по формуле

$$S(\bar{A}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2}{n(n-1)}}, \quad (17)$$



где  $A_i$  —  $i$ -й результат измерения величины удельной активности радия-226

Доверительные границы  $\varepsilon$  погрешности результата измерения вычисляют по формуле

$$\varepsilon = t \cdot S(\bar{A}), \quad (18)$$

где  $t$  — коэффициент Стьюдента, который выбирают для двусторонней доверительной вероятности 0,99 в зависимости от числа измерений из ряда:

Число измерений $n-1$	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Значение коэффициента Стьюдента	3,25	3,17	3,11	3,05	3,01	2,98	2,95	2,92	2,90	2,88	2,86

Суммарное среднее квадратическое отклонение результата измерения  $\bar{A}$ ,  $S_{\Sigma}$ , вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S(\bar{A})^2 + \frac{\theta_A^2}{3}} \quad (19)$$

Границы погрешности результата измерения  $\Delta$  вычисляют по формуле

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma}. \quad (20)$$

Коэффициент  $K$  вычисляют по формуле

$$K = \frac{\theta^2 + \varepsilon}{S(\bar{A}) + \sqrt{\frac{\theta_A^2}{3}}}. \quad (21)$$

Значение  $\Delta$  не должно превышать 7% в доверительном интервале 0,99

5.6 Результаты поверки заносят в протокол, в котором указывают

наименование образцового раствора, его номер, год выпуска, наименование организации, проводившей поверку, наименование образцовых средств, применяемых при поверке, их номера; результаты поверки, дату поверки

Протокол подписывает лицо, проводившее поверку.

## 6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 На растворы, прошедшие поверку в соответствии с требованиями настоящих методических указаний, выдают свидетельство по форме, установленной Госстандартом

6.2 На оборотной стороне свидетельства записывают удельную активность радия-226 в растворе, в беккерелях на грамм,

содержание полония-210 в растворе,

относительную погрешность определения удельной активности в доверительном интервале 0,99, в процентах

6.3. Образцовые растворы, не соответствующие требованиям настоящих методических указаний, бракуют и к применению не допускают.

*ПРИЛОЖЕНИЕ*  
*Обязательное*

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ,  
предъявляемые к образцовым растворам радия-226 2-го разряда**

1 Образцовый раствор радия-226 2-го разряда представляет собой раствор радия-226 в динормальной азотной кислоте, заключенный в запаянную стеклянную ампулу, и аттестованный в установленном порядке. Каждая ампула должна быть помещена в дополнительную наружную упаковку

2 Объем раствора в ампуле должен составлять  $(30 \pm 3)$  см<sup>3</sup>

3 Номинальное содержание радия 226 в образцовом растворе должно быть в пределах  $10^{-6} - 5 \cdot 10^{-10}$  г

4 Активность радия-226 должна быть от 18,5 до  $3,7 \cdot 10^4$  Бк

5 Относительное содержание полония-210 в образцовом растворе не должно превышать 0,1 активности радия 226

6 Удельная активность радия-226 в образцовом растворе должна быть от 0,4 до 1,3 Бк/г

7 Активность примесей посторонних нуклидов в образцовом растворе не должна превышать 0,5% активности радия-226.

8 Каждая ампула должна быть маркирована, иметь при себе документацию с указанием наименования раствора, организации-изготовителя, номера, присвоенного при изготовлении, года изготовления раствора

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Растворы радия-226 2-го разряда образцовые.

Методы и средства поверки.

РД 50-373—82

Редактор *Н. А. Аргунова*  
Технический редактор *В. Н. Малькова*  
Корректор *И. Л. Асауленко*

Н/К

Сдано в наб 09 03 83 Подп к печ 23 06 83 Т—08896 Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub> Бумага  
типографская № 1 Гарнитура литературная Печать высокая 0,75 усл. печ. л 0,52 уч -изд. л.  
Тираж 2000 Зак 280 Изд № 7708/4 Цена 3 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопресненский пер, 3  
Тип «Московский печатник» Москва, Лялин пер, 6.