

УТВЕРЖДАЮ

Раздел 4 «Методика поверки»

Руководитель
ГЦИ СИ ФБУ «УРАЛТЕСТ»



Н.А. Перевалова

УТВЕРЖДАЮ

Начальник СКТУ
ООО «Уралприбор»



С.В. Ткачев

**Радиометр альфа-, бета- излучения
РИАБ-4**

**Руководство по эксплуатации
Лист утверждения**

УРАП.412131.002 РЭ– ЛУ

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Индв. № дубл.	Подп. и дата

4 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

4.1 Общие требования.

4.1.1 Поверку радиометра проводят метрологические службы или другие уполномоченные органы, организации, имеющие право проведения поверки с целью определения и подтверждения соответствия радиометра установленным техническим требованиям. Требования к организации, порядку проведения поверки и форма представления результатов поверки определяются ПР 50.2.006-94 «Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения поверки средств измерений».

4.1.2 Поверке подлежат все вновь выпускаемые, выходящие из ремонта и находящиеся в эксплуатации радиометры.

4.1.3 Первичную поверку производят при выпуске вновь произведенных радиометров и после ремонта.

4.1.4 Периодическую поверку производят при эксплуатации радиометров. Межповерочный интервал составляет один год.

4.2 Операции поверки.

4.2.1 Перечень наименования операций, проводимых при поверке, приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Перечень наименования операций, проводимых при поверке.

Наименование операции	Номер пункта	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	4.7.1	+	+
2 Опробование	4.7.2	+	+
3 Определение градуировочных коэффициентов	4.7.3	+	+
4 Определение основной относительной погрешности измерения	4.7.4	+	+
5 Оформление результатов поверки	4.7.5	+	+

Интв. № подл.	Подпись и дата
Взаим. интв. №	Интв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

4.3 Средства поверки.

При проведении поверки должны применяться приборы и оборудование, указанные в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Применяемые средства поверки.

Номер подпункта РЭ	Наименование и тип средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего метрологические и основные технические характеристики средства поверки.
4.7.1	-
4.7.2	-
4.7.3	<p>Эталонный источник 2-го разряда 3У8 (значение активности от 30 до 100 Бк; площадь активной поверхности 10 см²; погрешность ± 6 % (P = 95 %)) 95477-83 ТУ;</p> <p>Эталонный источник 2-го разряда 3У4 (изотоп ²³⁴U) 2-го разряда (значение активности от 500 до 1000 Бк; площадь активной поверхности 10 см²; погрешность ± 6 % (P = 95 %)) 95477-83 ТУ;</p> <p>Эталонный источник 2-го разряда 3П9 (значение активности: от 1000 до 3000 Бк, площадь активной поверхности 10 см²; погрешность ± 6 % (P = 95 %)) 95477- 83 ТУ;</p> <p>Эталонный источник 2-го разряда 3С0 (значение активности от 5000 до 10000 Бк; площадь активной поверхности 10 см²; погрешность ± 6 % (P = 95 %)) 95477- 83 ТУ.</p>
4.7.4	<p>Эталонный источник 2-го разряда 3П9 (значение активности от 30 до 500 Бк; площадь активной поверхности 10 см²; погрешность ± 6 % (P = 95 %)) 95477-83 ТУ;</p> <p>Эталонный источник 2-го разряда 3С0 (значение активности от 30 до 500 Бк; площадь активной поверхности 10 см²; погрешность ± 6 % (P = 95 %)) 95477- 83 ТУ;</p>
<p>Примечание – Допускается применять средства поверки и оборудование не приведенные в таблице. По своим характеристикам применяемые средства поверки и оборудование не должны уступать требованиям, указанным в настоящей методике поверки и должны обеспечивать определение метрологических характеристик с заданной точностью.</p>	

4.4 Требования безопасности.

Требования безопасности при поверке радиометра соответствуют требованиям, изложенным в п. 2.5 настоящего РЭ. Так же при поверке должны выполняться требования безопасности, изложенные в документации на применяемые средства поверки и оборудование.

Инд. № подл.	Подпись и дата
Взаим. инв. №	Инд. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ Докум. №	Подпись	Дата	УРАП.412131.002РЭ	Лист
						29

4.5 Условия поверки.

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление (100 ± 4) кПа ((750 ± 30) мм рт.ст.);
- отсутствие внешних электрических и магнитных полей;
- напряжение питающей сети ($220 \pm 4,4$) В;
- частота переменного тока (50 ± 1) Гц;
- вибрация и тряска не должны превышать значений по ГОСТ 12.1.012-90;
- радиационный фон не более $0,2 \text{ мкЗв}\cdot\text{ч}^{-1}$.

4.6 Подготовка к поверке

Подключают радиометр в соответствие со схемой, приведенной в приложении А.

4.7 Проведение первичной и периодической поверки.

4.7.1 Внешний осмотр.

4.7.1.1 Перед проведением внешнего осмотра радиометр отключают от питающей сети.

4.7.1.2 В процессе проведения внешнего осмотра проверяют:

- соответствие комплектности радиометра (за исключением ЗИП) требованиям технической документации на радиометр;
- наличие паспорта;
- наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации их положений, наличие плавких вставок;
- отсутствие внешних повреждений (дефектов), влияющих на работу радиометра;
- отсутствие значительных повреждений лакокрасочных покрытий, четкость маркировки;
- отсутствие внешних повреждений кабеля сетевого питания и кабеля сети CAN;
- наличие поверительного клейма предыдущей поверки (только при проведении периодической поверки).

4.7.1.3 При наличии повреждений (дефектов) радиометр отбраковывают и направляют в ремонт.

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взаим. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ Докум.№	Подпись	Дата	УРАП.412131.002РЭ	Лист
						30

4.7.2 Опробование.

При опробовании производят:

- включение радиометра и установление факта работы индикатора наличия сетевого напряжения. Для этого нажимают кнопку СЕТЬ, расположенную на передней панели радиометра и контролируют свечение индикатора наличия сетевого напряжения, расположенного в кнопке СЕТЬ;

- установление наличие связи радиометра с управляющей ПЭВМ по интерфейсу CAN и установление факта работы индикаторных светодиодов ИЗМЕРЕНИЕ, расположенных на передней панели радиометра. Для этого устройства загрузки счетных образцов устанавливаются в положение ИЗМЕРЕНИЕ, запускают управляющую программу, выбирают «РАБОТА с РАДИОМЕТРАМИ» -> «РАДИОМЕТР 1». Для каждого измерительного канала выбирают режим «ИЗМЕРЕНИЕ». Задают: «ВРЕМЯ ИЗМЕРЕНИЯ» – 100 с, «КОЛ-ВО ИЗМЕРЕНИЙ» – 1. Запускают процесс измерения в каждом канале. Контролируют свечение светодиодов «ИЗМЕРЕНИЕ» на передней панели радиометра.

4.7.3 Определение градуировочных коэффициентов.

4.7.3.1 Прогревают радиометр в течение 30 минут. После установления рабочего режима определяют значения собственного фона измерительных каналов следующим образом.

Устанавливают устройства загрузки счетных образцов всех четырех каналов в положение ИЗМЕРЕНИЕ.

В управляющей программе открывают вкладку «РАБОТА с РАДИОМЕТРАМИ». Выбирают «РАДИОМЕТР 1».

В окне «КАНАЛ 1» выбирают режим ФОН для первого измерительного канала. Задают: «ВРЕМЯ ИЗМЕРЕНИЯ» - 1000 с; «КОЛ-ВО ИЗМЕРЕНИЙ» - 10.

Запускают процесс измерения фона.

Аналогичным образом запускают процессы измерения фона в измерительных каналах 2-4.

По окончании измерения считывают и сохраняют рассчитанные программой средние значения собственного фона для каждого измерительного канала.

Среднее значение скорости счета импульсов собственного фона по бета излучению $\bar{n}_{\phi(i)(\beta)}$, с⁻¹ и по альфа излучению $\bar{n}_{\phi(i)(\alpha)}$, с⁻¹ для каждого измерительного канала рассчитывается программно по формулам:

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	№ Докум. №	Подпись	Дата	УРАП.412131.002РЭ	Лист
											31

$$\bar{n}_{\phi(i)(\beta)} = \frac{1}{n \cdot t_{\phi}} \cdot \sum_{k=1}^n N_{k(i)(\beta)}, \quad (4.1)$$

$$\bar{n}_{\phi(i)(\alpha)} = \frac{1}{n \cdot t_{\phi}} \cdot \sum_{k=1}^n N_{k(i)(\alpha)} \quad (4.2)$$

где, n – количество измерений;

t_{ϕ} – время одного измерения фона, с;

$N_{k(i)(\beta)}$ – число зарегистрированных импульсов в k-м измерении i-го измерительного канала в каналах анализатора импульсов с 20 по 400;

$N_{k(i)(\alpha)}$ – число зарегистрированных импульсов в k-м измерении i-го измерительного канала в каналах анализатора импульсов с 401 по 1023.

Средние значения собственного фона для каждого измерительного канала должны соответствовать требованиям п.п.1.2.10, 1.2.11 настоящих РЭ.

4.7.3.2 Определение градуировочных коэффициентов проводят с использованием рабочих эталонов, перечисленных ниже, для каждого измерительного канала:

- 3У8 (активность от 30 до 100 Бк);
- 3У4 (активность от 500 до 1000 Бк);
- 3П9 (активность от 1000 до 3000 Бк);
- 3С0 (активность от 5000 до 10000 Бк).

Устанавливают рабочие эталоны в устройства загрузки счетных образцов.

Устройства загрузки счетных образцов устанавливают в положение «ИЗМЕРЕНИЕ».

В окне «КАНАЛ 1» выбирают режим ГРАДУИРОВКА. Задают:

«ВРЕМЯ ИЗМЕРЕНИЯ» – 100 с;

Примечание - При использовании рабочих эталонов с активностью от 30 до 500 Бк для уменьшения статистической погрешности значение времени измерения устанавливают равным 1000 с.

«КОЛ-ВО ИЗМЕРЕНИЙ» – 3;

«ВЫБОР ТИПА ИЗЛУЧЕНИЯ» - в зависимости от установленного рабочего эталона;

«ВВЕДИТЕ ТИП ИЗОТОПА» – вводят наименование используемого изотопа, например «Pu-239».

«ВВЕДИТЕ ЗНАЧЕНИЕ ЭТАЛОНА» - вводят рассчитанное по формуле 4.3 значение активности эталона $A_э$, Бк.

$$A_э = A_{\text{повер}} \cdot e^{\frac{-0,693 \cdot t}{T_{1/2}}}, \quad (4.3)$$

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

где, $A_{\text{повер}}$ – значение активности рабочего эталона, приведенное в свидетельстве о поверке, Бк;

t – время прошедшее с момента поверки, лет;

$T_{1/2}$ – период полураспада данного радионуклида, лет.

Примечание - Рекомендуемые значения периода полураспада радионуклидов приведены в свидетельстве о поверке.

Запускают процесс градуировки.

Аналогично осуществляют запуск процесса градуировки в остальных измерительных каналах.

Значение средней скорости счета импульсов от рабочего эталона $\bar{n}_{\text{э(изотоп}_\alpha)}$, $\bar{n}_{\text{э(изотоп}_\beta)}$, с^{-1} рассчитывается программно по формулам:

$$\bar{n}_{\text{э(изотоп}_\alpha)} = \frac{1}{n \cdot t_{\text{изм}}} \cdot \sum_{k=1}^n N_{k(i)(\alpha)}, \quad (4.4)$$

$$\bar{n}_{\text{э(изотоп}_\beta)} = \frac{1}{n \cdot t_{\text{изм}}} \cdot \sum_{k=1}^n N_{k(i)(\beta)}, \quad (4.5)$$

где n – количество измерений;

$t_{\text{изм}}$ – время одного измерения, с;

$N_{k(i)(\beta)}$ – число зарегистрированных импульсов в k -м измерении i -го измерительного канала в каналах анализатора импульсов с 20 по 400;

$N_{k(i)(\alpha)}$ – число зарегистрированных импульсов в k -м измерении i -го измерительного канала в каналах анализатора импульсов с 401 по 1023.

Значение градуировочного коэффициента для определенного изотопа альфа излучения $\eta_{\text{и(изотоп}_\alpha)}$, $\text{с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$ для каждого измерительного канала рассчитывается программно по формуле:

$$\eta_{\text{и(изотоп}_\alpha)} = \frac{\bar{n}_{\text{э(изотоп}_\alpha)} - \bar{n}_{\text{ф}(i)(\alpha)}}{A_{\text{э(изотоп)}}, \quad (4.6)$$

где $\bar{n}_{\text{э(изотоп}_\alpha)}$ – средняя скорость счета импульсов от эталонного источника альфа излучения с данным изотопом, с^{-1} ;

$\bar{n}_{\text{ф}(i)(\alpha)}$ – средняя скорость счета импульсов при измерении собственного фона i -го измерительного канала по альфа излучению, с^{-1} ;

$A_{\text{э(изотоп)}}$ – активность рабочего эталона для данного изотопа, рассчитанная по формуле (4.2), Бк.

Инва. № подл.	Подпись и дата
Взаим. инв. №	Инва. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ Докум. №	Подпись	Дата	УРАП.412131.002РЭ	Лист
						33

Значение градуировочного коэффициента для определенного изотопа бета излучения $\eta_{i(\text{изотоп}_\beta)}$, $\text{с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$ для каждого измерительного канала рассчитывается программно по формуле:

$$\eta_{i(\text{изотоп}_\beta)} = \frac{\bar{n}_{\text{э}(\text{изотоп}_\beta)} - \bar{n}_{\phi(i)(\beta)}}{A_{\text{э}(\text{изотоп})}}, \quad (4.7)$$

где $\bar{n}_{\text{э}(\text{изотоп}_\beta)}$ – средняя скорость счета импульсов от эталонного источника альфа излучения с данным изотопом, с^{-1} ;

$\bar{n}_{\phi(i)(\beta)}$ – средняя скорость счета импульсов при измерении собственного фона i -го измерительного канала по бета излучению, с^{-1} ;

$A_{\text{э}(\text{изотоп})}$ – активность рабочего эталона для данного изотопа, рассчитанная по формуле (4.2), Бк.

Полученные градуировочные коэффициенты для каждого измерительного канала должны соответствовать требованиям п.п. 1.2.8, 1.2.9 настоящих РЭ.

4.7.3.3 Погрешность определения градуировочного коэффициента рассчитывают следующим образом.

Рассчитывают статистическую погрешность средней скорости счета $S(\bar{n}_{\text{э}(\text{изотоп}_\alpha)})$, $S(\bar{n}_{\text{э}(\text{изотоп}_\beta)})$, с^{-1} по формулам:

$$S(\bar{n}_{\text{э}(\text{изотоп}_\alpha)}) = \sqrt{\frac{\bar{n}_{\text{э}(\text{изотоп}_\alpha)}}{t_{\text{изм}}} + \frac{\bar{n}_{\phi(i)(\alpha)}}{t_{\phi}}}, \quad (4.8)$$

$$S(\bar{n}_{\text{э}(\text{изотоп}_\beta)}) = \sqrt{\frac{\bar{n}_{\text{э}(\text{изотоп}_\beta)}}{t_{\text{изм}}} + \frac{\bar{n}_{\phi(i)(\beta)}}{t_{\phi}}}, \quad (4.9)$$

Рассчитывают погрешности определения градуировочного коэффициента для конкретного изотопа $\Delta\eta_{i(\alpha)}$, $\Delta\eta_{i(\beta)}$, % по формулам:

$$\Delta\eta_{i(\alpha)} = \sqrt{\left(\frac{1,96 \cdot S(\bar{n}_{\text{э}(\text{изотоп}_\alpha)})}{\bar{n}_{\text{э}(\text{изотоп}_\alpha)} \cdot 100\right)^2 + (\delta A_3)^2}, \quad (4.10)$$

$$\Delta\eta_{i(\beta)} = \sqrt{\left(\frac{1,96 \cdot S(\bar{n}_{\text{э}(\text{изотоп}_\beta)})}{\bar{n}_{\text{э}(\text{изотоп}_\beta)} \cdot 100\right)^2 + (\delta A_3)^2}, \quad (4.11)$$

где, 1,96 – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности 0,95;

δA_3 – погрешность рабочего эталона, % (из свидетельства о поверки).

Инва. № подл.	Подпись и дата
Взаим. инв. №	Инва. № дубл.
Подпись и дата	
Инва. № подл.	

4.7.4 Предел основной относительной погрешности определения активности радионуклидов d , % определяют с использованием рабочих эталонов ЗУ8, ЗУ4, ЗП9 и ЗС0. Предел основной относительной погрешности определяют для каждого измерительного канала.

В устройства загрузки счетных образцов устанавливают рабочие эталоны.

Устройства загрузки счетных образцов устанавливают в положение ИЗМЕРЕНИЕ.

В окне «КАНАЛ 1» выбирают режим ИЗМЕРЕНИЕ. Задают:

«ВРЕМЯ ИЗМЕРЕНИЯ» – 1000 с;

«КОЛ-ВО ИЗМЕРЕНИЙ» – 3;

«ВЫБОР ТИПА ИЗЛУЧЕНИЯ» - в зависимости от установленного источника излучения;

«ВВЕДИТЕ ТИП ИЗОТОПА» – вводят наименование используемого изотопа, например «PU-239».

После окончания процесса измерения нажимают кнопку «ОБЗОР» и считывают рассчитанное программно значение активности рабочего эталона.

Предел основной относительной погрешности определения активности радионуклидов d , % рассчитывают по формуле:

$$\delta A = 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{A_3 - A}{A_3} \cdot 100\right)^2 + (\Delta \eta_{i(\text{изотоп})})^2} \quad (4.12)$$

где A_3 – значение активности рабочего эталона, рассчитанное по формуле 4.3, Бк;

A – значение активности, рассчитанное программно, Бк;

$\Delta \eta_{i(\text{изотоп})}$ - погрешность определения градуировочного коэффициента для конкретного изотопа, (принимается значение, полученное по п.4.7.3.3) %.

Полученные результаты должны соответствовать требованиям, приведенным в п.1.2.14 настоящих РЭ.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Инв. № дубл.	Взаим. инв. №	Подпись и дата	УРАП.412131.002РЭ					Лист				
										35				
										Изм.	Лист	№ Докум.№	Подпись	Дата

4.8 Оформление результатов поверки.

4.8.1 Положительные результаты поверки радиометра оформляют в соответствии с требованиями ПР 50.2.006-93 «Правила по метрологии. ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок оформления».

В свидетельство о поверке заносят значение градуировочных коэффициентов и погрешность определения градуировочных коэффициентов для каждого радионуклида.

4.8.2 При отрицательных результатах первичной поверки радиометр отправляют в ремонт.

При отрицательных результатах периодической поверки выдают извещение о непригодности радиометра или делают соответствующую запись в технической документации. Радиометр к применению не допускается.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	УРАП.412131.002РЭ					Лист
										36
										Изм.