

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального директора –
заместитель по научной работе

А. Н. Цибунов

« » 20 г.



**Радиометры эквивалентной равновесной объемной активности радона
«Альфа-спектрометры РАС-А1»**

Методика поверки
ЛШМК 416653.002 МП

1 Введение

1.1 Настоящая методика распространяется на радиометры эквивалентной равновесной объемной активности радона «Альфа-спектрометры РАС-А1» (далее – радиометры), изготавливаемые открытым акционерным обществом «Средства измерения радиационных и химических факторов окружающей среды «НЕОС» (ОАО «НЕОС»), г. Санкт-Петербург, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Межповерочный интервал – 1 год.

2 Операции поверки

2.1 При поверке выполнять операции, представленные в таблице 4.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверки	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	+	+
2 Опробование	7.2	+	+
3 Определение уровня собственного фона	7.3	+	+
4 Определение диапазона регистрируемых энергий альфа-излучения и относительной погрешности характеристики преобразования (интегральной нелинейности ИНЛ)	7.4	+	–
5 Определение относительной погрешности измерений эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона, торона, объемной активности радона, дочерних продуктов распада (ДПР) радона и торона.	7.5	+	+
6 Определение объемного расхода воздуха через аэрозольный фильтр	7.6	+	+

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательные средства поверки, представленные в таблице 4.

3.2 Допускается применять другие средства измерений, не приведенные в перечне, но обеспечивающие определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых радиометров с требуемой точностью.

3.3 Все средства измерений должны быть утвержденного типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.

Таблица 2 – Средства поверки

Номера пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательных средств поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.5	Радиометр радона и его дочерних продуктов распада «Рамон-01М», диапазон измерений ЭРОА радона от 4 до $5 \cdot 10^5$ Бк/м ³ , пределы допускаемой относительной погрешности ± 15 %
7.4	Радиометр объемной активности радона-222 AlphaGUARD mod. PQ2000, диапазон объемной активности радона-222 от 3 до $2 \cdot 10^6$ Бк·м ⁻³ , пределы основной относительной погрешности измерений ± 20 %
7.4	Источники альфа-излучения радионуклидные спектрометрические эталонные ОСАИ, активность от $1 \cdot 10^1$ до $4 \cdot 10^4$ Бк, пределы допускаемой относительной погрешности погрешностью воспроизведения активности ± 4 %
7.6	Счетчик газа двухкамерный СГД-1,6 диапазон измерений от 0,3 до 42 л/мин, пределы допускаемой относительной погрешности измерений ± 3 %
7.5	Радоновая камера объёмом не менее 15 м ³ с генератором радона, производительностью не менее $1 \cdot 10^3$ Бк·ч ⁻¹
6	Датчик ТН-485, диапазоны измеряемых температур от -40 до +60 °С, относительной влажности от 10 до 98 %, атмосферного давления от 60 до 110 кПа

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителя, с высшим техническим образованием, имеющими опыт работы со средствами измерений ионизирующих излучений и ознакомленные с руководством по эксплуатации (РЭ) радиометра.

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования:

- раздела «Меры безопасности» РЭ радиометра и средств поверки;
- СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)»;
- СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2010)».

6 Условия поверки

6.1 Поверку проводить в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха: от 15 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха: от 40 до 80 %;
- атмосферное давление: от 96 до 104 кПа.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- отсутствие механических повреждений на радиометре и контрольном источнике;
- наличие клейма (пломбы);
- комплектность;
- наличие паспорта (ПС) или формуляра (ФО) и руководства по эксплуатации (РЭ).

7.2 Опробование

7.2.1 Проверить работоспособность функций радиометра в соответствии с РЭ.

7.2.2 Снять показания от контрольного источника в соответствии с РЭ.

7.2.3 Проверить идентификационные данные программного обеспечения (ПО) радиометра на соответствие данным таблицы 4.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО радиометра РАС-А1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Альфа-спектрометр РАС-А1
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже РАС-А1-04.16-001 ¹⁾
Цифровой идентификатор ПО	–

¹⁾ 04.16 – обозначает месяц и год разработки ПО, последние три цифры 001 – заводской номер радиометра.

7.2.4 Результаты опробования считать положительными, если радиометр работоспособен, показания от контрольного источника отличаются от паспортных значений не более на $\pm 5\%$ и идентификационные данные ПО соответствуют приведённым в таблице 4.

7.3 Определение уровня собственного фона альфа-излучения

7.3.1 Выдержать радиометр РАС-1А в хорошо проветриваемом помещении в течение не менее 24 ч.

7.3.2 Включить радиометр РАС-1А и подготовить его к измерениям в соответствии с РЭ.

7.3.3 Установить чистый (неиспользованный) фоновый фильтр АФА-РСП-10 в место установки фильтра под прижимное кольцо аэрозольного фильтра. Фоновые фильтры должны быть выдержаны не менее суток в стандартной упаковке в камере с объемной активностью радона не более $10 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$.

7.3.4 Установить режим «Ручной», время прокачки «0» с и измерения 1800 с. Произвести измерения фона не менее пяти раз в трех энергетических интервалах спектра.

7.3.5 Значение собственного фона n_{ϕ} , с^{-1} , рассчитать в энергетических окнах с номером j как среднее арифметическое значение из числа измерений n по формуле (10):

$$n_{\phi j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n n_{\phi ij} \quad (1)$$

7.3.6 Суммарное значение фона n_{ϕ} , с^{-1} , в трех энергетических интервалах рассчитать по формуле (10)

$$n_{\phi} = \sum_{j=1}^j n_{\phi j} \quad (2)$$

7.3.7 Результаты поверки считать положительными, если полученное значение суммарного фона не превышает $0,003 \text{ с}^{-1}$.

7.4 Определение диапазона регистрируемых энергий альфа-излучения и относительной погрешности характеристики преобразования (ИНЛ)

7.4.1 Активность радионуклидных источников и время измерения выбираются такими, чтобы интегральная импульсная загрузка была не более 10^4 с^{-1} , а количество зарегистрированных импульсов в максимуме каждого пика составляло не менее 10^3 . Источники альфа-излучения размещают в гнездо для аэрозольных фильтров через контейнер-держатель контрольного источника. Перечень используемых радионуклидов и энергии альфа-излучения представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Используемые радионуклиды и их энергии излучения

Радионуклиды	Энергии альфа-излучения, кэВ
^{226}Ra	4784
^{239}Pu	5160
$^{226}\text{Ra} (^{218}\text{Po})$	6002
$^{226}\text{Ra} (^{214}\text{Po})$	7687
$^{228}\text{Th} (^{212}\text{Po})$	8780

7.4.2 Включить радиометр РАС-1А и прогреть его в течение не менее 10 мин.

7.4.3 Установить источник ^{239}Pu в гнездо через контейнер-держатель контрольного источника под прижимным кольцом аэрозольного фильтра, включить режим измерений «Ручной» и время отбора пробы «0» с.

7.4.4 Произвести измерение спектра источника. Время измерения спектра выбрать таким, чтобы число импульсов в максимуме пика полного поглощения альфа-частиц с энергией 5160 кэВ было не менее 10^3 .

Примечание – по окончании набора спектр автоматически сохраняется на SD-карте для последующей обработки.

7.4.5 Убрать источник из контейнера-держателя контрольного источника.

7.4.6 Провести измерения спектров, устанавливая последовательно в контейнер-держатель контрольного источника источники излучения ^{226}Ra и ^{228}Th . Время измерения спектра выбирать таким, чтобы число импульсов в максимуме пиков полного поглощения альфа-частиц с энергией 4784 кэВ (^{226}Ra), 6002 кэВ (^{218}Po), 7687 кэВ (^{214}Po) и 8780 кэВ (^{212}Po) было не менее 10^3 .

7.4.7 Зафиксировать номер прибора, номера спектров, счет в окнах; номера каналов спектров, соответствующих положению максимумов пиков спектров.

7.4.8 Рассчитать по методу наименьших квадратов уравнения прямых линий, аппроксимирующих экспериментальные значения, в виде:

$$E_{i \text{ расч}} = a + b \cdot N_i \quad (3)$$

где $E_{i \text{ расч}}$ – рассчитанная по данному уравнению энергия линии с номером i , кэВ;

N_i – положение максимума линии с номером i ;

a, b – постоянные величины.

Рассчитать по уравнению (10) значения энергий, соответствующие полученным максимумам пиков.

7.4.9 Рассчитать отклонение ΔE_i , кэВ, полученных расчетных значений энергии линий $E_{i \text{ расч}}$ от действительных (эталонных) значений E_i по формуле (10):

$$\Delta E_i = E_i - E_{i \text{ расч}} \quad (4)$$

Рассчитать относительную погрешность характеристики преобразования – интегральную нелинейность (ИНЛ) δ , %, по формуле (10):

$$\delta = \Delta E_{i \text{ max}} / E_{i \text{ max}} \quad (5)$$

7.4.10 Результаты поверки считать положительными, если значения $E_{\text{расч}}$, соответствующие минимальному и максимальному уровням дискриминации, составляют соответственно не более 4500 кэВ и не менее 9000 кэВ; а полученные значения относительной погрешности ИНЛ δ находятся в пределах ± 3 %.

7.5 Определение относительной погрешности измерений эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона, торона, объемной активности радона, дочерних продуктов распада (ДПР) радона и торона.

7.5.1 Определение диапазонов измерений ЭРОА радона-222 и торона-220 в диапазоне измерений радиометра РАС-1А выполнить следующим образом.

7.5.2 Основную погрешность поверяемого радиометра определяют при помощи эталонного радиометра только прямым отбором проб воздуха (без искажения направления его потока) на аэрозольные фильтры типа АФА-РСП-10 в радоновой камере методом сличения в нижней, средней и верхней части диапазона измерений.

7.5.3 Объемную активность \bar{A}_V дочерних продуктов радона поверяемым радиометром определить в режиме «автомат» синхронно с определением объемной активности $\bar{A}_{VЭ}$ эталонным радиометром. Число отбираемых проб в каждой части диапазона измерений не менее трёх.

7.5.4 Рассчитать реднеарифметические значения показаний ОА ДПР (А, В С) и ЭРОА радона в Бк·м⁻³ поверяемого и эталонного радиометров в каждой части диапазона измерений, а также измерения ОА радона (А) испытуемого радиометра по формулам (10) и (10):

$$\bar{A}_V = \sum_{i=1}^n \frac{A_{iV}}{n} \quad (6)$$

$$\bar{A}_{Vэ} = \sum_{i=1}^n \frac{A_{iVэ}}{n} \quad (7)$$

7.5.5 Рассчитать относительное среднеквадратическое отклонение S_v , % результата по формуле (10):

$$S = \frac{1}{\bar{A}_V} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A}_V)^2}{(n-1) \cdot n}} \cdot 100 \quad (8)$$

7.5.6 Определить границы неисклученной систематической погрешности в % результата измерения при доверительной вероятности $P = 0,95$ по формуле (9):

$$\Theta = \pm (\Delta + \delta_0) \quad (9)$$

где δ_0 – погрешность значения ОА ДПР (ЭРОА), измеренное эталонным радиометром (из свидетельства на эталонный радиометр), %

7.6 Определение объемного расхода воздуха через аэрозольный фильтр

7.6.1 Газовый счетчик объемного расхода воздуха подключить гибким шлангом с внутренним диаметром от 8 до 10 мм и длиной не более 1 м к выходному штуцеру воздушного насоса радиометра РАС-1А.

7.6.2 Установить аэрозольные фильтры АФА-РСП-10 в гнездо радиометра РАС-1А под прижимное кольцо.

7.6.3 Установить ручной режим отбора проб воздуха: время отбора пробы «180» с (3 мин), время измерения «0» с.

7.6.4 Зафиксировать показания газового счетчика до отбора пробы воздуха.

7.6.5 Включить режим отбора пробы воздуха.

7.6.6 Зафиксировать показания газового счетчика после окончания отбора пробы воздуха.

7.6.7 Произвести измерения объемного расхода воздуха при изменении напряжения автономного источника питания от максимального 12,5 В до минимального 10,8 В. Количество измерений не менее 15.

7.6.8 Рассчитать для каждого измерения объем пробы воздуха, прокачанного через фильтр как разность показаний после отбора и до отбора пробы.

7.6.9 Рассчитать объемный расход воздуха, разделив прокачанный через фильтр объем на время отбора (3 мин).

7.6.10 Рассчитать среднее арифметическое значение скорости прокачки воздуха \bar{V} , дм³·мин⁻¹, по формуле (10):

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^m V_i}{m} \quad (10)$$

7.6.11 Результаты поверки считать положительными, если значения объемного расхода воздуха при изменении напряжения питания от 12,5 до 10,8 В находятся в пределах (20 ± 1) л·мин⁻¹.

7.7 Оформление результатов поверки

7.7.1 Результаты поверки заносят в протокол произвольной формы.

7.7.2 При положительных результатах поверки на радиометр РАС-1А выдается свидетельство установленной формы.

7.7.3 В случае отрицательных результатов поверки, поверяемый радиометр РАС-1А к дальнейшему применению не допускается. На него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Заместитель начальника НИО-4
ФГУП «ВНИИФТРИ»
Старший научный сотрудник –
учёный-хранитель государственного эталона
ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.И. Коваленко



С.Г. Бирюков