

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель
генерального директора -
заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»

А. Н. Щипунов

04 2015 г.



РАДИОМЕТРЫ ГАЗОВ **TYNE-7043**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП 7043-003-2015

н.п. 60998-15

1 Общие положения

Проверку радиометров газов TYNE-7043 (далее по тексту – радиометров) проводят юридические лица или индивидуальные предприниматели, аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений. Требования к организации, порядку проведения поверки и форма представления результатов поверки определяются ПР 50.2.006-94.

Первичная поверка производится при выпуске вновь произведенных радиометров и после их ремонта.

Периодическая поверка производится при эксплуатации радиометров.

Интервал между поверками составляет один год.

2 Операции поверки

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

Таблица 1 – Операции поверок

Наименование операций	Номер пункта методики	Операции, выполняемые при поверке:	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7.1	+	+
Опробование, проверка идентификационных данных программного обеспечения	7.2	+	+
Определение основной относительной погрешности измерений объемной активности бета-излучающих газов	7.3, 7.4	+	+
Определение основной относительной погрешности измерений мощности экспозиционной дозы гамма- излучения	7.5	+	+

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки применяются основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень основных и вспомогательных средств поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.4	Установка поверочная дозиметрическая гамма-излучения УПГД-2М-Д (Рег. № 32425-06). Диапазон воспроизведения МЭД гамма-излучения от $5 \cdot 10^{-5}$ до 5 Р/ч, относительная погрешность $\pm 3\%$
7.3	Радиометр газов РГБ-07 (Рег. № 10595-07). Диапазон измерений объемной активности бета-излучающих газов от $5 \cdot 10^4$ до $5 \cdot 10^{10}$ Бк/м ³ , относительная погрешность $\pm 5\%$
7.3	Газ ⁸⁵ Kr активностью от $3,4 \cdot 10^5$ до $3,4 \cdot 10^{10}$ Бк/м ³
5	Термометр лабораторный по ГОСТ 28498-90. Цена деления 0,1 °C, диапазон измерений от минус 50 до 125 °C
5	Барометр-анероид. Диапазон измерений абсолютного давления от 60 до 120 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,2$ кПа
5	Психрометр по ГОСТ 112-78. Диапазон измерений относительной влажности от 20 до 90 %, ПГ $\pm 5\%$

Примечания

1 Допускается применение других средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

2 Используемые эталонные средства измерений должны иметь действующие поверительные клейма или свидетельства о поверке.

4 Требования по безопасности и квалификации поверителей

4.1 При проведении поверки должны выполняться требования:

- СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)»;
- СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010).
- Действующих на предприятии инструкций по радиационной безопасности.

4.2 Поверку могут проводить лица, имеющие квалификацию поверителя, ознакомленные с руководством по эксплуатации радиометров и допущенные к работам с источниками ионизирующих излучений.

5 Условия поверки

При проведении поверки должны выполняться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °C;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа;
- естественный радиационный фон не более 0,25 мкЗв/ч.

6 Подготовка к поверке

6.1 Перед проведением поверки радиометр подготовить к работе в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации.

6.2 Провести измерения температуры, относительной влажности, давления воздуха и уровня внешнего гамма-фона в месте расположения радиометра. Результаты измерений занести в рабочий журнал.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра устанавливают:

- отсутствие механических повреждений и других видимых дефектов, которые могут повлиять на работоспособность радиометра;
- наличие маркировки и пломбы;
- наличие руководства по эксплуатации;
- наличие свидетельства о предыдущей поверке радиометра (при периодической поверке).

7.2 Опробование и проверка идентификационных данных программного обеспечения

7.2.1 При опробовании необходимо:

- включить радиометр, на дисплее должна отобразиться информация, представленная на рисунке 1;

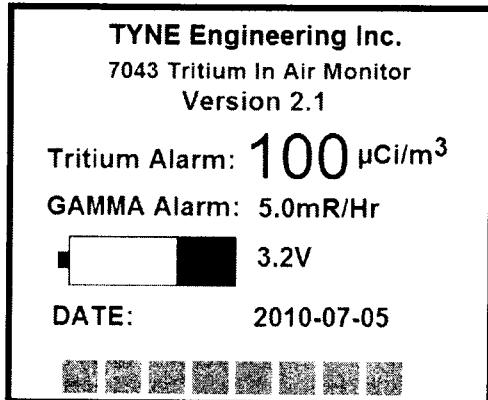


Рисунок 1 – Вид окна дисплея при включении радиометра

TYNE Engineering Inc.	Название компании
7043 Tritium in Air Monitor Version 2.1	Прибор для измерения трития в воздухе, модель 7043 Версия 2.1
Tritium Alarm 100 $\mu\text{Ci}/\text{m}^3$	Порог по тритио 100 мкКи/м ³
Gamma Alarm 5.0 mR/hr	Порог по гамма 5,0 мР/ч
3.2 V	Индикатор уровня напряжения питания батарей
DATE: 2010-07-05	ДАТА: 05.07.2010
	Ход самодиагностики радиометра

- провести проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения радиометра, представленных в таблице 3;

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	TYNE engineering Inc
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.1
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	-

- через 10 с после завершения самодиагностика должно появиться главное окно, представленное на рисунке 2.

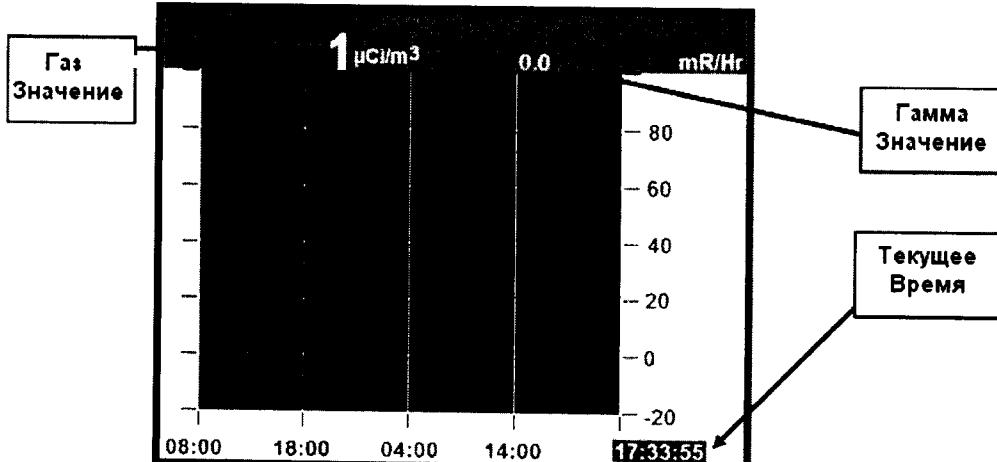


Рисунок 2 – Вид главного окна

- установить в меню «Mode Selection Switch» радиометра положение «SETUP» (см. 2.4, 2.2.3.1 Руководства по эксплуатации 7043-УМ-001);
- убедиться в наличии необходимых для работы радиометра параметров;
- ввести текущее значение даты и времени.

7.2.3 Радиометр признается работоспособным в случае успешного прохождения процедур самотестирования, проверки идентификационных данных программного обеспечения.

7.3 Определение основной относительной погрешности измерений объемной активности бета-излучающих газов при первичной поверке

ВНИМАНИЕ! Все работы на рабочем эталоне объемной активности газов (размещение оборудования, использование вытяжного шкафа, хранение радиоактивного газа ^{85}Kr , порядок заполнения измерительных камер радиометров и т.п.) должны проводиться в соответствии с правилами содержания и применения рабочего эталона единицы объемной активности газов в воздухе.

7.3.1 Соединить РГБ-07 и поверяемый радиометр по схеме кольцевой прокачки (вход радиометра к выходу РГБ-07, выход радиометра ко входу РГБ-07). Схема прокачки радиометра представлена на рисунке 3 (без осушителя DRYER). Установить РГБ-07 и радиометр в вытяжной шкаф. Убедиться, что вентиляция камеры включена.

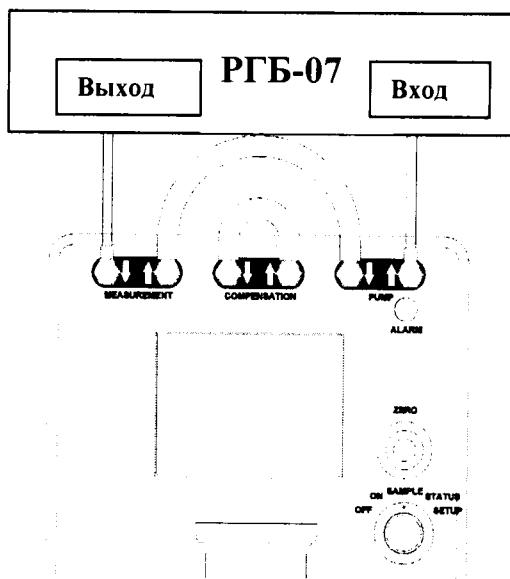


Рисунок 3 - Схема соединения радиометров

7.3.2 В соответствии с правилами содержания и применения рабочего эталона единицы объемной активности газов в воздухе рассчитать необходимый объем радиоактивного газа ^{85}Kr для получения величины объемной активности в системе «радиометр 7043 – РГБ-07» в диапазоне от 10^5 до $10^7 \text{ Бк}/\text{м}^3$. Наполнить камеры радиометра и РГБ-07 радиоактивным газом ^{85}Kr . Включить прокачку РГБ-07. Дождаться стабилизации показаний РГБ-07 и поверяемого радиометра.

7.3.3 Зафиксировать не менее 10 показаний значений объемной активности, измеренных РГБ-07 и радиометром. Рассчитать и зафиксировать средние значения объемных активностей РГБ-07 и радиометра.

7.3.4 Повторить операции по п. 7.3.2 и 7.3.3 при значении объемной активности ^{85}Kr в диапазоне от $5 \cdot 10^8$ до $1 \cdot 10^9 \text{ Бк}/\text{м}^3$.

7.3.5 Определить калибровочные коэффициенты радиометра по ^{85}Kr для нижнего и

верхнего диапазонов как:

$$K_{Kh} = \frac{\bar{A}_{obH}^3}{\bar{A}_{obB}}, \quad (3)$$

$$K_{Kb} = \frac{\bar{A}_{obB}^3}{\bar{A}_{obH}} \quad (4)$$

где \bar{A}_{obH}^3 , \bar{A}_{obB}^3 - измеренные РГБ-07 значения объемной активности в нижнем и верхнем диапазонах соответственно;

\bar{A}_{obH} , \bar{A}_{obB} - показания радиометра в единицах объемной активности в нижнем и верхнем диапазонах соответственно.

7.3.6 Внести полученные коэффициенты в память радиометра в соответствии с процедурой, приведенной в 2.2.3.1 Руководства по эксплуатации 7043-УМ-001 и в свидетельство о первичной поверке.

7.3.7 Вычислить относительную погрешность измерений объемной активности $\sigma_{H,B}$ в нижнем и верхнем диапазонах измерений ($3,7 \cdot 10^4$ до $1,1 \cdot 10^8$) Бк/м³ и ($1,1 \cdot 10^8$ до $7,4 \cdot 10^9$) Бк/м³ соответственно, в процентах, по формуле

$$\sigma_{H,B} = \frac{\bar{A}_{obH,B} - \bar{A}_{obH,B}^3}{\bar{A}_{obH,B}^3} \cdot 100, \quad (1)$$

где $\bar{A}_{obH,B}^3$ – среднее значение показаний РГБ-07 при измерениях в нижнем и верхнем диапазонах, Бк/м³;

$\bar{A}_{obH,B}$ – среднее значение показаний поверяемого радиометра при измерениях в нижнем и верхнем диапазонах, Бк/м³.

7.3.8 Определить доверительную границу относительной погрешности измерений объемной активности δ ($p=0,95$) в каждом диапазоне, в процентах, по формуле

$$\delta = 1,1 \cdot \sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_{H,B}^2} \cdot 100, \quad (2)$$

где σ_0 – относительная погрешность РГБ-07 (из свидетельства о поверке);

$\sigma_{H,B}$ – максимальное значение относительной погрешности измерений, рассчитанных по формуле (1).

7.3.9 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения δ не превышают:

- в диапазоне измерений от $3,7 \cdot 10^4$ до $1,1 \cdot 10^8$ Бк/м³ $\pm (10 + 2 \cdot 10^6 / A_{ob}) \%$, где A_{ob} – безразмерная величина, численно равная измеренному значению объемной активности бета- излучающих газов, Бк/м³;

- в диапазоне измерений от $1,1 \cdot 10^8$ до $7,4 \cdot 10^9$ Бк/м³ $\pm (10 + 2 \cdot 10^9 / A_{ob}) \%$, где A_{ob} – безразмерная величина, численное равная измеренному значению объемной активности бета- излучающих газов, Бк/м³.

7.3.10 При положительных результатах поверки по ^{85}Kr определить калибровочные коэффициенты радиометра по источнику гамма-излучению ^{137}Cs из состава поверочной установки для нижнего и верхнего диапазонов измерений как:

$$K_{CsH,B} = \frac{\dot{X}_{CsH,B}}{\bar{A}_{obH,B}} \text{ (Р·ч}^{-1}\text{/Бк·м}^{-3}\text{)}, \quad (5)$$

где: $\dot{X}_{CsH,B}$ – значения воспроизведенной установкой мощности дозы в нижнем и верхнем диапазонах объемной активности бета- излучающих газов, Р·ч⁻¹;

$\bar{A}_{obH,B}$ - средние значения показаний радиометра при измерениях в нижнем и верхнем диапазонах объемной активности бета- излучающих газов, Бк·м⁻³.

Для определения калибровочных коэффициентов по источнику гамма-излучения ¹³⁷Cs:

- установить поверяемый радиометр на приборном столике установки УПГД-2М-Д таким образом, чтобы передняя торцевая плоскость радиометра была направлена на источник, линия, от которой осуществляется отсчет расстояния до источника, располагалась под центром радиометра, а ось пучка проходила через геометрический центр передней плоскости радиометра;

- включить радиометр и, подбирая источник или изменяя расстояние, добиться показаний близких к показаниям, которые были получены при поверке по ⁸⁵Kr в каждом диапазоне. Расстояние между радиометром и источником должно быть не менее 1 м;

- зафиксировать значение мощности дозы гамма-излучения в точке, совпадающей с центром радиометра (из свидетельства о поверке установки УПГД-2М-Д) в каждом диапазоне;

- зафиксировать не менее 10 показаний значений объемной активности. Рассчитать среднее значение;

- рассчитать калибровочные коэффициенты по гамма-излучению ¹³⁷Cs в каждом диапазоне по формуле (5).

7.3.12 Записать полученные коэффициенты в свидетельство о первичной поверке радиометра.

7.4 Определение основной относительной погрешности измерений объемной активности бета-излучающих газов при периодической поверке

Периодическая поверка радиометра осуществляется с использованием гамма-излучения источника ¹³⁷Cs из состава поверочной установки и калибровочных коэффициентов, полученных при первичной поверке (п.7.3.8).

7.4.1 Установить поверяемый радиометр на приборном столике установки УПГД-2М-Д таким образом, чтобы передняя торцевая плоскость радиометра была направлена на источник, линия, от которой осуществляется отсчет расстояния до источника, располагалась под центром радиометра, а ось пучка проходила через геометрический центр передней плоскости радиометра.

7.4.2 Включить радиометр и, подбирая источник или изменяя расстояние от источника до точки, совпадающей с центром радиометра, добиться показаний радиометра в диапазоне от 10^5 до 10^7 Бк/м³.

Зафиксировать значение МЭД (из свидетельства о поверке установки УПГД-2М-Д) и не менее 10 показаний радиометра при этом значении МЭД. Определить среднее значение $\bar{A}_{P,H}$ по показаниям объемной активности A_P , Бк/м³.

7.4.3 Рассчитать значение объемной активности A_{CsH} , Бк/м³, создаваемой источником ¹³⁷Cs в точке, совпадающей с центром радиометра по формуле

$$A_{CsH} = \frac{K_p}{K_{CsH}} \cdot \dot{X}_B \quad (6)$$

где \dot{X}_B – значение МЭД, воспроизводимое установкой в точке измерения, Р·ч⁻¹;

$$K_p = \frac{P}{101,3} \cdot \frac{293,2}{273,2 + t} \text{ – коэффициент приведения, принимается равным 1, где}$$

P – давление в ионизационной камере, создаваемое при прокачке воздуха, кПа;
t – температура, °С;

K_{CsH} – калибровочный коэффициент по гамма-излучению ^{137}Cs для чувствительного диапазона, Р·ч⁻¹/Бк·м⁻³ (из свидетельства о первичной поверке).

7.4.4 Определить относительную погрешность δ ($p=0,95$) поверяемого радиометра в чувствительном диапазоне в процентах по формуле

$$\delta = 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\bar{A}_P - A_{CsH}}{A_{CsH}} \cdot 100 \right)^2 + \delta_{yst}^2} \quad (7)$$

где A_{CsH} – расчетное значение объемной активности (6) в точке, совпадающей с центром радиометра по значению МЭД, Р/ч, воспроизводимой в точке наблюдения;

A_P – показания радиометра в единицах объемной активности, Бк/м³.

δ_{yst} – относительная погрешность поверочной установки (из свидетельства о поверке).

7.4.5 Повторить операции по п.п. 7.4.2 ÷ 7.4.4 для верхнего диапазона измерений радиометра от $1,1 \cdot 10^8$ до $7,4 \cdot 10^9$ Бк/м³.

7.4.6 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения основной относительной погрешности не превышают:

- в диапазоне измерений от $3,7 \cdot 10^4$ до $1,1 \cdot 10^8$ Бк/м³ $\pm (10 + 2 \cdot 10^6 / A_6) \%$,
где A_6 – безразмерная величина, численно равная показаниям радиометра в первой поверяемой точке, Бк/м³;

- в диапазоне измерений от $1,1 \cdot 10^8$ до $7,4 \cdot 10^9$ Бк/м³ $\pm (10 + 2 \cdot 10^9 / A_6) \%$,
где A_6 – безразмерная величина, численно равная показаниям радиометра во второй поверяемой точке, Бк/м³.

7.5 Определение основной относительной погрешности измерений мощности экспозиционной дозы гамма-излучения

7.5.1 Провести измерение фоновых значений МЭД гамма-излучения, повторить измерения не менее пяти раз. Рассчитать средние значения фоновой МЭД гамма-излучения \bar{X}_f , Р/ч, по формуле

$$\bar{X}_f = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \dot{X}_{f_i} \quad (8)$$

7.5.2 Установить радиометр на поверочную установку с источником гамма-излучения ^{137}Cs так, чтобы МЭД гамма-излучения в месте расположения геометрического центра детектора радиометра была равна от 10^{-3} до 10^{-2} Р/ч. Центр детектора гамма-излучения обозначен на боковых поверхностях радиометра.

Считать показания МЭД гамма-излучения. Измерения повторить не менее пяти раз. Рассчитать среднее значение МЭД гамма-излучения \bar{X} , Р/ч, по формуле

$$\bar{X} = \frac{1}{5} \sum_{k=1}^5 \dot{X}_k \quad (9)$$

7.5.3 Повторить измерения по 7.4.2 для значения МЭД гамма-излучения в диапазоне от 1

до 8 Р/ч.

7.5.4 Вычислить относительную погрешность измерений МЭД гамма-излучения σ_j , в процентах, формуле

$$\sigma_j = \frac{(\bar{X}_j - \bar{X}_f) - \dot{X}_{oj}}{\dot{X}_{oj}} \cdot 100, \quad (10)$$

где \dot{X}_{oj} – действительные значения МЭД гамма-излучения (из свидетельства о поверке на установку с учетом распада источника).

7.5.5 Рассчитать доверительную границу относительной погрешности измерений МЭД гамма-излучения для нормального распределения результатов измерений при доверительной вероятности $0,95^\delta$, в процентах, по формуле

$$\delta = 1,1 \cdot \sqrt{\sigma_o^2 + \sigma_{j\max}^2} \cdot 100, \quad (11)$$

где σ_o – погрешность поверочной установки (из свидетельства о поверке);

$\sigma_{j\max}$ – максимальная погрешность радиометра, рассчитанная по формуле (10).

7.5.7 Результаты поверки считать положительными, если значения основной относительной погрешности измерений МЭД гамма-излучения соответствуют $\pm (15+3/X)\%$, где X – безразмерная величина, численно равная измеренному значению МЭД.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Положительные результаты поверки радиометра оформляют выдачей свидетельства о поверке по форме ПР 50.2.006-94.

8.2 Радиометр с отрицательными результатами поверки к применению запрещается и выдается извещение о непригодности в установленной ПР 50.2.006-94 форме с указанием причин непригодности.

Ведущий научный сотрудник
НИО-4 ФГУП «ВНИИФТРИ»


В.А. Берлянд

Научный сотрудник
НИО-4 ФГУП «ВНИИФТРИ»


П.И. Солодких