

**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.р. 60998-15

## 1 Общие положения

Поверку 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 поведении 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 <sup>3</sup> , относительная погрешность $\pm 5 \%$
7.3	Газ <sup>85</sup> Kr активностью от $3,4 \cdot 10^5$ до $3,4 \cdot 10^{10}$ Бк/м <sup>3</sup>
5	Термометр лабораторный по ГОСТ 28498-90. Цена деления 0,1 °С, диапазон измерений от минус 50 до 125 °С
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 .....  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ;
- 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;

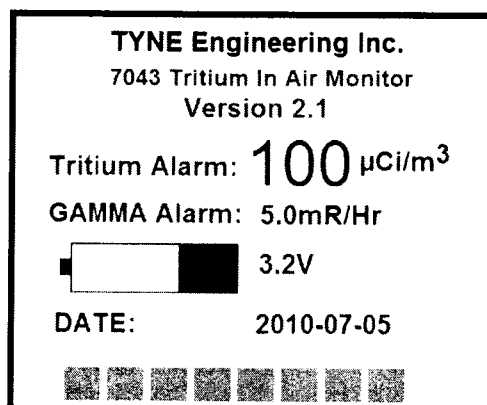




Рисунок 1 – Вид окна дисплея при включении радиометра

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 µCi/m³	Порог по тритию 100 мкКи/м³
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.

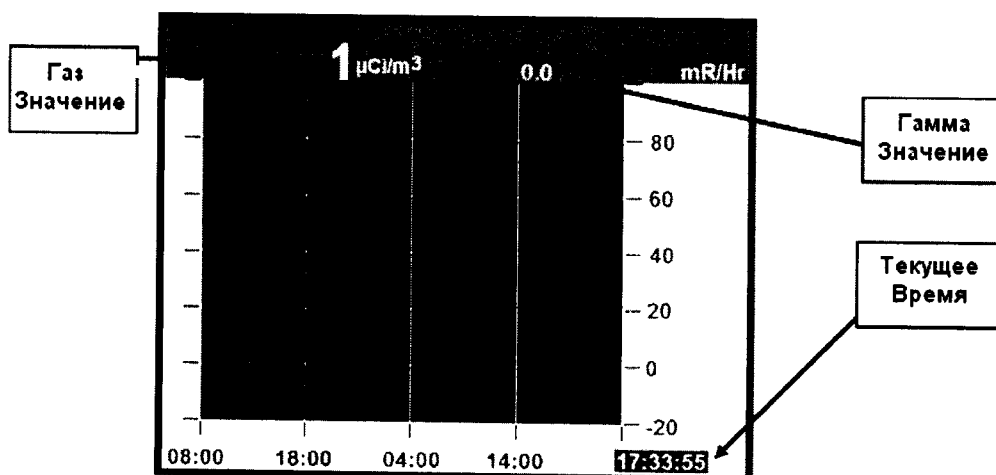


Рисунок 2 – Вид главного окна

- установить в меню «Mode Selection Switch» радиометра положение «SETUP» (см. 2.4, 2.2.3.1 Руководства по эксплуатации 7043-UM-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  $^{85}\text{Kr}$ , 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.

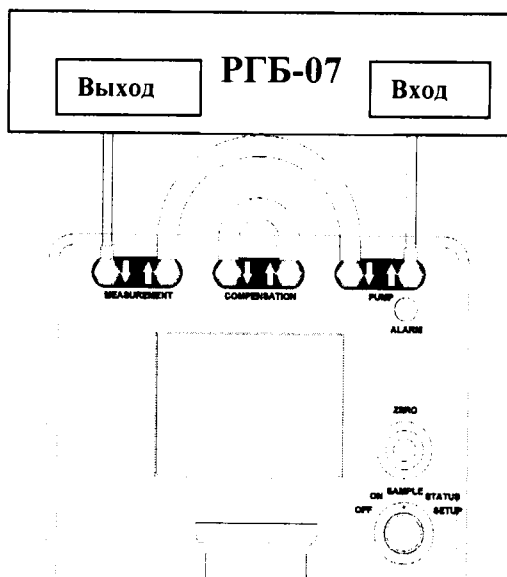


Рисунок 3 - Схема соединения радиометров

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

7.3.3 Зафиксировать не менее 10 показаний значений объёмной 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  $^{85}\text{Kr}$  в диапазоне от  $5 \cdot 10^8$  до  $1 \cdot 10^9$  Бк/м<sup>3</sup>.

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

верхнего диапазонов как:

$$K_{\text{КГН}} = \frac{\bar{A}_{\text{обН}}^{\text{э}}}{\bar{A}_{\text{обН}}}, \quad (3)$$

$$K_{\text{КГВ}} = \frac{\bar{A}_{\text{обВ}}^{\text{э}}}{\bar{A}_{\text{обВ}}} \quad (4)$$

где  $\bar{A}_{\text{обН}}^{\text{э}}$ ,  $\bar{A}_{\text{обВ}}^{\text{э}}$  - измеренные РГБ-07 значения объемной активности в нижнем и верхнем диапазонах соответственно;

$\bar{A}_{\text{обН}}$ ,  $\bar{A}_{\text{обВ}}$  - 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-UM-001 и в свидетельство о первичной поверке.

7.3.7 Вычислить относительную погрешность измерений объемной активности  $\sigma_{\text{Н,В}}$  в нижнем и верхнем диапазонах измерений ( $3,7 \cdot 10^4$  до  $1,1 \cdot 10^8$ ) Бк/м<sup>3</sup> и ( $1,1 \cdot 10^8$  до  $7,4 \cdot 10^9$ ) Бк/м<sup>3</sup> соответственно, в процентах, по формуле

$$\sigma_{\text{Н,В}} = \frac{\bar{A}_{\text{обН,В}} - \bar{A}_{\text{обН,В}}^{\text{э}}}{\bar{A}_{\text{обН,В}}^{\text{э}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $\bar{A}_{\text{обН,В}}^{\text{э}}$  – среднее значение показаний РГБ-07 при измерениях в нижнем и верхнем диапазонах, Бк/м<sup>3</sup>;

$\bar{A}_{\text{обН,В}}$  - среднее значение показаний поверяемого радиометра при измерениях в нижнем и верхнем диапазонах, Бк/м<sup>3</sup>.

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

$$\delta = 1,1 \cdot \sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_{\text{Н,В}}^2} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $\sigma_0$  – относительная погрешность РГБ-07 (из свидетельства о поверке);

$\sigma_{\text{Н,В}}$  – максимальное значение относительной погрешности измерений, рассчитанных по формуле (1).

7.3.9 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения  $\delta$  не превышают:

- в диапазоне измерений от  $3,7 \cdot 10^4$  до  $1,1 \cdot 10^8$  Бк/м<sup>3</sup> .....  $\pm (10 + 2 \cdot 10^6 / A_{\text{об}}) \%$ ,

где  $A_{\text{об}}$  – безразмерная величина, численно равная измеренному значению объемной активности бета-излучающих газов, Бк/м<sup>3</sup>;

- в диапазоне измерений от  $1,1 \cdot 10^8$  до  $7,4 \cdot 10^9$  Бк/м<sup>3</sup> .....  $\pm (10 + 2 \cdot 10^9 / A_{\text{об}}) \%$ ,

где  $A_{\text{об}}$  – безразмерная величина, численно равная измеренному значению объемной активности бета-излучающих газов, Бк/м<sup>3</sup>.

7.3.10 При положительных результатах поверки по <sup>85</sup>Kr определить калибровочные коэффициенты радиометра по источнику гамма-излучения <sup>137</sup>Cs из состава поверочной установки для нижнего и верхнего диапазонов измерений как:

$$K_{CsH,B} = \frac{\dot{X}_{CsH,B}}{\bar{A}_{обH,B}} (P \cdot ч^{-1} / Бк \cdot м^{-3}), \quad (5)$$

где:  $\dot{X}_{CsH,B}$  – значения воспроизводимой установкой мощности дозы в нижнем и верхнем диапазонах объемной активности бета-излучающих газов,  $P \cdot ч^{-1}$ ;

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

Для определения калибровочных коэффициентов по источнику гамма-излучения  $^{137}Cs$ :

- 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  $^{85}Kг$  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  $^{137}Cs$  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  $^{137}Cs$  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  $10^7$   $Бк/м^3$ .

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  $A_P$ ,  $Бк/м^3$ .

7.4.3 Рассчитать значение объемной активности  $A_{CsH}$ ,  $Бк/м^3$ , создаваемой источником  $^{137}Cs$  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<sup>-1</sup>;

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

P – давление в ионизационной камере, создаваемое при прокачке воздуха, кПа;

t – температура, °С;

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

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

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

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

$\bar{A}_p$  – показания радиометра в единицах объемной активности, Бк/м<sup>3</sup>.

$\delta_{уст}$  – 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/м<sup>3</sup>.

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/м<sup>3</sup> .....  $\pm (10 + 2 \cdot 10^6 / A_6) \%$ ,

где  $A_6$  – безразмерная величина, численно равная показаниям радиометра в первой поверяемой точке, Бк/м<sup>3</sup>;

- в диапазоне измерений от  $1,1 \cdot 10^8$  до  $7,4 \cdot 10^9$  Бк/м<sup>3</sup> .....  $\pm (10 + 2 \cdot 10^9 / A_6) \%$ ,

где  $A_6$  – безразмерная величина, численно равная показаниям радиометра во второй поверяемой точке, Бк/м<sup>3</sup>.

## 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  $\bar{\dot{X}}_f$ , Р/ч, по формуле

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

7.5.2 Установить радиометр на поверочную установку с источником гамма-излучения  $^{137}\text{Cs}$  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  $\bar{\dot{X}}$ , Р/ч, по формуле

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

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  $\sigma_j$ , 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  $\sigma_o$  – 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»

Научный сотрудник  
НИО-4 ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.А. Берлянд

П.И. Солодких