

СОГЛАСОВАНО

Заместитель руководителя

ГЦИ СИ ФГУП

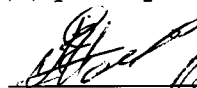

"ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"

 В.С. Александров

" 01 " декабря 2008 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор УП "АТОМТЕХ"


" "  2008 г.

УСТАНОВКА ДОЗИМЕТРИЧЕСКАЯ
ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ УДГ-АТ110

Методика поверки

ТИАЯ.412118.017 МП

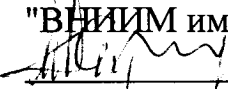
(раздел 5 Руководства по эксплуатации)

л.р.40425-09

Руководитель отдела

ГЦИ СИ ФГУП

"ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"

 И.А. Харитонов

" 01 " декабря 2008 г.

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

УП "АТОМТЕХ"

 Г.И. Шульгович
" " _____ 2008 г.

Содержание

| | Стр. |
|---|------|
| 1 Вводная часть | 3 |
| 2 Операции поверки | 3 |
| 3 Средства поверки | 4 |
| 4 Требования к квалификации поверителей | 4 |
| 5 Требования безопасности | 5 |
| 6 Условия поверки | 5 |
| 7 Проведение поверки | 6 |
| 8 Оформление результатов поверки | 10 |
| Приложение А Форма протокола поверки | 11 |

1 Вводная часть

1.1 Общие сведения

- 1.1.1** Настоящая методика поверки распространяется на установку дозиметрическую гамма-излучения УДГ-АТ110 (далее установку) и устанавливает методику ее первичной и периодической поверок.
- 1.1.2** Первичной поверке подлежит установка, выпускаемая из производства, а также после ремонта или устранения неисправности, которая могла бы привести к изменению метрологических характеристик установки.
- 1.1.3** Периодической поверке подлежит установка, находящаяся в эксплуатации.
- 1.1.4** Поверка установки должна проводиться органами метрологической службы Ростехрегулирования или метрологическими службами юридических лиц, аккредитованных в установленном порядке на право поверки данного типа средств измерений.

Межповерочный интервал – 1 год.

По истечении двух лет эксплуатации установки межповерочный интервал - 3 года.

2 Операции поверки

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

Таблица 2.1

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Проведение операции при | |
|---|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр | 7.1 | Да | Да |
| 2 Опробование | 7.2 | Да | Да |
| 3 Определение метрологических характеристик: | 7.3 | Да | Да |
| 3.1 Определение геометрических размеров равномерного поля излучения | 7.3.1 | Да | Да |
| 3.2 Определение мощности экспозиционной дозы | 7.3.2 | Да | Да |
| 3.3 Проверка соблюдения закона квадратов расстояний | 7.3.3 | Да | Да |
| 3.4 Определение мощности кермы в воздухе, мощности поглощенной дозы в воздухе, мощности амбиентного эквивалента дозы, мощности индивидуального эквивалента дозы | 7.3.4 | Да | Да |
| 3.5 Определение погрешности поверяемой установки | 7.3.5 | Да | Да |
| 4 Оформление результатов поверки | 7.4 | Да | Да |

3 Средства поверки

- 3.1 При проведении поверки должны применяться основные и вспомогательные средства измерений и оборудование, указанные в таблице 3.1.
- 3.2 Все средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.

Таблица 3.1

| Наименование средства измерений | Основные метрологические характеристики | Номер пункта методики поверки |
|---|--|-------------------------------|
| Эталонный дозиметрический прибор по ГОСТ 8.034-82 | Диапазон измерений мощности экспозиционной дозы от $7,2 \cdot 10^{-11}$ до $5,1 \cdot 10^{-4}$ А/кг (от $2,8 \cdot 10^{-7}$ до 2,0 Р/с). Диапазон измерений мощности кермы в воздухе от $2,4 \cdot 10^{-9}$ до $1,7 \cdot 10^{-2}$ Гр/с. Основная относительная погрешность измерения мощности экспозиционной дозы (мощности кермы в воздухе) гамма-излучения при доверительной вероятности 0,95 не более $\pm 3 \%$ | 7.3.1 7.3.2 7.3.3 |
| Термометр лабораторный | Диапазон измерений от 0 до плюс 50 °С. Цена деления 0,1 °С. Погрешность измерения температуры не более $\pm 0,1$ °С | 7.3.1 7.3.2 7.3.3 |
| Психрометр аспирационный | Измерение относительной влажности воздуха от 10 до 100 %. Погрешность измерения $\pm 2 \%$ при относительной влажности воздуха от 30 до 100 % | 7.3.1 7.3.2 7.3.3 |
| Барометр-анероид | Измерение атмосферного давления от 80 до 107 кПа. Погрешность измерения $\pm 0,2$ кПа | 7.3.1 7.3.2 7.3.3 |
| Линейка металлическая по ГОСТ 427-75 | Длина 1000 мм. Цена деления 1 мм | 7.3.1 |

4 Требования к квалификации поверителя

- 4.1 Поверку установки осуществляет лицо, аттестованное в качестве поверителя. Техническое обслуживание и обеспечение работоспособности поверяемой установки выполняет штатный сотрудник организации – пользователя установки.
- 4.2 Для проведения поверки поверителю необходимо ознакомиться с руководством по эксплуатации на поверяемую установку.

5 Требования безопасности

- 5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, установленные в:
- “Основных санитарных правилах обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99)” СП 2.6.1.799-99;
 - “Нормах радиационной безопасности (НРБ-99)” СП 2.6.1.758-99;
 - “Межотраслевых правилах по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ РМ-016-2001 (РД 153-34.0-03.150-00)
 - руководстве по эксплуатации на поверяемую установку;
 - эксплуатационной документации применяемых средств поверки.

6 Условия поверки

- 6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:
- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
 - относительная влажность воздуха $60 (+20; - 30) \%$;
 - атмосферное давление $101,3 (+5,4; - 15,3) \text{ кПа}$;
 - напряжение питающей сети $(220 \pm 4,4) \text{ В}$;
 - частота питающей сети $(50 \pm 0,5) \text{ Гц}$.
- 6.2 При применении свободно-воздушных или негерметичных полостных ионизационных камер результаты измерений должны быть приведены к нормальным условиям по формуле

$$N_n = N \cdot \frac{101,3}{P} \cdot \frac{273,15 + t}{293,15}, \quad (1)$$

где N_n – результат измерения величины, приведенный к нормальным условиям (температура $t = 20 ^\circ\text{C}$, давление $P = 101,3 \text{ кПа}$);

N – значение величины, измеренной при температуре воздуха $t ^\circ\text{C}$ и давлении P .

- 6.3 Расстояние от границ рабочего пучка излучения, а также от конца направляющих калибровочного стенда установки до окружающих предметов (стен, пола, потолка) должно быть не менее 1,5 м.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- наличие руководства по эксплуатации наверяемую установку;
- соответствие комплектности поверяемой установки требованиям руководства по эксплуатации в объеме, необходимом для поверки;
- наличие санитарно-эпидемиологического заключения на право работы с источниками ионизирующих излучений, выданного службой Государственного санитарно-эпидемиологического надзора;
- наличие свидетельства о первичной или предыдущей поверке установки;
- наличие источников излучения с действующими сроками службы;
- отсутствие в поле излучения установки посторонних предметов, которые могут влиять на результаты измерений;
- отсутствие повреждений установки, влияющих на ее метрологические характеристики.

7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании установки проверяют:

- исправность установки в соответствии с эксплуатационной документацией;
- возможность расположения и юстировки детекторов дозиметрических приборов в поле излучения, их фиксации и необходимых перемещений в поле излучения;
- работоспособность установки в соответствии с руководством по эксплуатации на нее.

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение геометрических размеров равномерного поля излучения

7.3.1.1 Геометрические размеры равномерного поля определяют с помощью эталонного дозиметрического прибора. Размер сечения чувствительного объема детектора (ионизационной камеры) дозиметрического прибора, при помощи которого определяют равномерность поля, должен быть не более 1/3 минимального радиуса поперечного сечения пучка излучения. Минимальный радиус поперечного сечения пучка излучения r_{\min} в миллиметрах вычисляют по формуле

$$r_{\min} = \frac{K \cdot R}{2}, \quad (2)$$

где K равно 0,6 или 0,4 для диаметров канала коллиматора 90 или 60 мм соответственно;

R – расстояние от центра источника гамма-излучения до геометрического центра чувствительного объема детектора, мм.

7.3.1.2 В геометрический центр поля коллимированного пучка гамма-излучения на некотором расстоянии R_0 от источника помещают детектор эталонного дозиметрического прибора и выполняют не менее пяти измерений мощности экспозиционной дозы (МЭД) и определяют их среднеарифметическое значение \bar{X}_0 .

7.3.1.3 Далее на этом же расстоянии R_0 измеряют МЭД по двум взаимно перпендикулярным осям в плоскости сечения пучка нормальной к направлению пучка излучения в не менее чем семи равномерно распределенных точках.

В каждой i -ой точке выполняют не менее пяти измерений и определяют их среднеарифметические значения \bar{X}_i .

- 7.3.1.4 Вычисляют для каждой i -ой точки отклонение α_i в процентах среднеарифметических значений МЭД \bar{X}_i от среднеарифметического значения МЭД \bar{X}_o по формуле

$$\alpha_i = \frac{\bar{X}_i - \bar{X}_o}{\bar{X}_o} \cdot 100. \quad (3)$$

- 7.3.1.5 Поле излучения считается равномерным в области, где отклонения α_i не превышают $\pm 6 \%$.
- 7.3.1.6 Если это условие для крайних выбранных точек не выполняется, то проверяют его для точек, расположенных ближе к центру пучка установки, до тех пор пока не будут найдены точки, лежащие на границе зоны равномерного поля.
- 7.3.1.7 За диаметр d_o равномерного поля на расстоянии R_o принимают величину равную $2r$, где r - наименьшее из расстояний в миллиметрах от геометрического центра поля до i -ых крайних точек, лежащих на границе области равномерного поля.
- 7.3.1.8 Диаметр равномерного поля на произвольном расстоянии R вычисляют по формуле

$$d_R = \frac{d_o \cdot R}{R_o}. \quad (4)$$

Результаты поверки считают удовлетворительными, если значения диаметров равномерного поля, рассчитанные по формуле (4) для расстояния $R=1,0$ м, составляют не менее 480 и 320 мм для диаметров канала коллиматора 90 и 60 мм соответственно.

7.3.2 Определение мощности экспозиционной дозы

- 7.3.2.1 Определение МЭД гамма-излучения проводят методом прямых измерений при помощи эталонного дозиметрического прибора с набором полостных ионизационных камер. За центр чувствительной области ионизационной камеры принимают ее геометрический центр. Измерения МЭД проводят в i -ых рабочих точках установки на расстояниях R_i от центра источника до геометрического центра ионизационной камеры, равных 0,5; 0,7; 1,0; 1,4; 2,0 м и далее с шагом 1 м до конца направляющих калибровочного стенда установки. Ионизационную камеру помещают в поле гамма-излучения таким образом, чтобы продольная ось коллимированного пучка излучения проходила через геометрический центр ионизационной камеры. При этом диаметр равномерного поля гамма-излучения должен полностью перекрывать сечение чувствительного объема ионизационной камеры.
- 7.3.2.2 Измерить МЭД в i -ой рабочей точке установки, при этом количество измерений m должно быть не менее шести в каждой точке. За результаты измерений принимают среднеарифметические значения МЭД \bar{X}_i в i -ой рабочей точке установки. Оценивают в процентах среднеквадратическое отклонение S_i результата измерения МЭД для i -ой рабочей точки по формуле

$$S_i = \frac{100}{\dot{X}_i} \sqrt{\frac{1}{m(m-1)} \sum_{n=1}^m (\dot{X}_{in} - \bar{\dot{X}}_i)^2}, \quad (5)$$

где \dot{X}_{in} – n-ое измерение МЭД в i-ой рабочей точке установки.

7.3.2.3 Результаты измерений МЭД \dot{X}_i принимают за действительные значения МЭД в i-ых рабочих точках поверяемой установки.

7.3.3 Проверка соблюдения закона квадратов расстояний

7.3.3.1 Проверку соблюдения закона квадратов расстояний осуществляют, используя результаты измерений МЭД в i-ых рабочих точках установки согласно 7.3.2 настоящей методики поверки.

7.3.3.2 Рассчитывают коэффициент C_i , представляющий собой произведение значения МЭД $\bar{\dot{X}}_i$ в i-ой рабочей точке на квадрат соответствующего расстояния R_i в метрах с учетом ослабления гамма-излучения в воздухе по формуле

$$C_i = \bar{\dot{X}}_i \cdot R_i^2 \cdot e^{\mu R_i}, \quad (6)$$

где μ – линейный коэффициент ослабления гамма-излучения в воздухе, м^{-1}
(для Cs-137 $\mu = 0,0093 \text{ м}^{-1}$).

7.3.3.3 Рассчитывают среднеарифметическое значение коэффициента \bar{C} по всем рабочим точкам установки и определяют относительный разброс ΔC_i , в процентах, значений C_i для каждой рабочей точки по формуле

$$\Delta C_i = 100 \cdot \frac{C_i - \bar{C}}{\bar{C}}. \quad (7)$$

Результаты проверки считают положительными, если значения относительного разброса ΔC_i не превышают $\pm 4 \%$ (для установок 2-го разряда).

7.3.4 Определение мощности кермы в воздухе, мощности поглощенной дозы в воздухе, мощности амбиентного эквивалента дозы, мощности индивидуального эквивалента дозы

7.3.4.1 Мощность кермы в воздухе \dot{K}_a , мощность поглощенной дозы в воздухе \dot{D} , мощность амбиентного эквивалента дозы $\dot{H}^*(10)$, мощность индивидуального эквивалента дозы $\dot{H}_p(10)$ вычисляют, используя результаты измерений мощности экспозиционной дозы \dot{X} (см. 7.3.2.2), по формулам

$$\dot{K}_a = f^{(K)} \cdot \dot{X}, \quad (8)$$

$$\dot{D} = f^{(D)} \cdot \dot{X}, \quad (9)$$

$$\dot{H}^*(10) = f^*(10) \cdot \dot{X}, \quad (10)$$

$$\dot{H}_p(10) = f^{(p)}(10) \cdot \dot{X}, \quad (11)$$

где значения коэффициентов перехода $f^{(K)}$, $f^{(D)}$, $f^*(10)$, $f^{(p)}(10)$ приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

| Радионуклид | Энергия гамма-излучения, кэВ | $f^{(K)}$, Гр·Р ⁻¹ | $f^{(D)}$, Гр·Р ⁻¹ | $f^*(10)$, Зв·Р ⁻¹ | $f^{(p)}(10)$, Зв·Р ⁻¹ |
|-------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Цезий-137 | 661,6 | $8,775 \cdot 10^{-3}$ | $8,764 \cdot 10^{-3}$ | $1,053 \cdot 10^{-2}$ | $1,062 \cdot 10^{-2}$ |

7.3.5 Определение погрешности поверяемой установки

7.3.5.1 Основную относительную погрешность установки при доверительной вероятности 0,95 в каждой рабочей точке Δ_i вычисляют согласно ГОСТ 8.087-2000 по формуле

$$\Delta_i = k_i \sqrt{\frac{1}{3}(\theta_o^2 + \theta_R^2 + \theta_i^2 + \Delta_o^2) + S_i^2}, \quad (12)$$

где k_i – коэффициент, зависящий от случайной и неисключенной систематической погрешности и доверительной вероятности, определяемый по ГОСТ 8.207-76;

θ_o – основная погрешность эталонного дозиметрического прибора, с помощью которого проводится поверка (берут из свидетельства на эталонный дозиметрический прибор), %;

θ_R – погрешность определения расстояния от центра источника до центра детектора дозиметрического прибора (принимают равной $\pm 0,2$ % согласно технической документации на установку);

θ_i – погрешность коэффициентов перехода от единицы экспозиционной дозы к единицам кермы в воздухе и поглощенной дозы в воздухе, указанных в 7.3.4.1 настоящей методики поверки, составляет $\pm 0,3$ %;

– погрешность коэффициентов перехода от единицы экспозиционной дозы к единицам амбиентного эквивалента дозы и индивидуального эквивалента дозы, указанных в 7.3.4.1 настоящей методики поверки, составляет $\pm 1,7$ %;

Δ_o – погрешность метода передачи размера единицы экспозиционной дозы (составляет $\pm 0,8$ % по ГОСТ 8.034-82);

S_i – оценка среднеквадратического отклонения результата измерения мощности экспозиционной дозы в i -ой рабочей точке (вычисляют по формуле (5) настоящей методики поверки), %.

7.3.5.2 Значение коэффициента k_i для доверительной вероятности 0,95 вычисляют по формуле

$$k_i = \frac{t \cdot S_i + 1,1 \cdot \sqrt{\theta_o^2 + \theta_R^2 + \theta_i^2 + \Delta_o^2}}{S_i + \sqrt{\frac{1}{3}(\theta_o^2 + \theta_R^2 + \theta_i^2 + \Delta_o^2)}}, \quad (13)$$

где t – коэффициент Стьюдента, значения которого для доверительной вероятности 0,95 в зависимости от числа измерений m представлены в таблице 7.2.

Таблица 7.2

| m | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 13 | 15 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| t | 4,30 | 3,18 | 2,78 | 2,57 | 2,45 | 2,36 | 2,31 | 2,26 | 2,23 | 2,18 | 2,14 |

7.3.5.3 За основную относительную погрешность установки принимают наибольшее из значений Δ_i .

Результаты поверки считают положительными, если основная относительная погрешность установки при доверительной вероятности 0,95 составляет от ± 4 до ± 7 % по ГОСТ 8.034-82.

7.4 Оформление результатов поверки

- 7.4.1** Результаты поверки установки оформляют протоколом поверки по форме, приведенной в приложении А.
- 7.4.2** Положительные результаты поверки оформляют выдачей свидетельства о поверке установки в соответствии с Приложением 1 ПР 50.2.006-94.
- 7.4.3** При отрицательных результатах поверки:
- поверяемая установка к применению не допускается;
 - на установку выдается извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с Приложением 2 ПР 50.2.006-94;
 - свидетельство о поверке установки аннулируется.

Приложение А
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки

установка дозиметрическая гамма-излучения УДГ-АТ110 зав.№ _____

ДАТА ПОВЕРКИ _____

ПОВЕРКА ПРОВОДИЛАСЬ _____
поверочный орган

Условия поверки

| | |
|-----------------------------|-----------------|
| температура | _____ °С; |
| относительная влажность | _____ %; |
| атмосферное давление | _____ мм рт.ст; |
| внешний фон гамма-излучения | _____ мкЗв/ч. |

Средства поверки

1 Внешний осмотр :

- документация _____
- комплектность _____
- отсутствие механических повреждений _____

2 Опробование:

- работоспособность _____

Лист регистрации изменений

| Изм. | Номера листов (страниц) | | | | Всего листов (страниц) в докум. | № документа | Входящий № сопроводительного докум. и дата | Подп. | Дата |
|------|-------------------------|------------|-------|----------------|--|----------------|--|-------|------|
| | Измененных | Замененных | Новых | Аннулированных | | | | | |
| | | | | | | | | | |