

СОГЛАСОВАНО  
Заместитель руководителя  
ГЦИ СИ ФГУП  
"ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"  
B.C. Александров  
"05" 2008 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор УП "АТОМТЕХ"

  
V.A. Kozemkin  
" " 2008  


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  
"05" 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

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

где  $N_h$  – 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 на поверяемую 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  $R_o$  от источника помещают детектор эталонного дозиметрического прибора и выполняют не менее пяти измерений мощности экспозиционной дозы (МЭД) и определяют их среднеарифметическое значение  $\bar{X}_o$ .

7.3.1.3 Далее на этом же расстоянии  $R_o$  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  $\alpha_i$  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  $\alpha_i$  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

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

где  $X_{in}$  – 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  $\bar{X}_i$  в i-ой рабочей точке на квадрат соответствующего расстояния  $R_i$  в метрах с учетом ослабления гамма-излучения в воздухе по формуле

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

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

7.3.3.3 Рассчитывают среднеарифметическое значение коэффициента  $\bar{C}$  по всем рабочим точкам установки и определяют относительный разброс  $\Delta C_i$ , 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  $\Delta C_i$  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·П <sup>-1</sup>	$f^{(D)}$ , Гр·П <sup>-1</sup>	$f^*(10)$ , Зв·П <sup>-1</sup>	$f^{(p)}(10)$ , Зв·П <sup>-1</sup>
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  $\Delta_i$  вычисляют согласно ГОСТ 8.087-2000 по формуле

$$\Delta_i = k_i \sqrt{\frac{1}{3}(\theta_0^2 + \theta_R^2 + \theta_t^2 + \Delta_0^2) + S_i^2}, \quad (12)$$

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

- $\theta_0$  – основная погрешность эталонного дозиметрического прибора, с помощью которого проводится поверка (берут из свидетельства на эталонный дозиметрический прибор), %;
- $\theta_R$  – погрешность определения расстояния от центра источника до центра детектора дозиметрического прибора (принимают равной  $\pm 0,2\%$  согласно технической документации на установку);
- $\theta_t$  – погрешность коэффициентов перехода от единицы экспозиционной дозы к единицам кермы в воздухе и поглощенной дозе 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  $\pm 1,7\%$ ;
- $\Delta_0$  – 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  $i$ -й 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

$$k_i = \frac{t \cdot S_i + 1,1 \cdot \sqrt{\theta_0^2 + \theta_R^2 + \theta_t^2 + \Delta_0^2}}{S_i + \sqrt{\frac{1}{3}(\theta_0^2 + \theta_R^2 + \theta_t^2 + \Delta_0^2)}}, \quad (13)$$

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  $\Delta_i$ .

Результаты поверки считают положительными, если основная относительная погрешность установки при доверительной вероятности 0,95 составляет от  $\pm 4$  до  $\pm 7\%$  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	_____	°C;
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 \_\_\_\_\_

### 3 Проверка метрологических характеристик

ВЫВОДЫ \_\_\_\_\_

Свидетельство N\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
(извещение о непригодности)

## Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ документа	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подп.	Дата
	Изме-ненных	Заме-ненных	Новых	Аннули-рован-ных					