


ООО "ПОЛИМАСТЕР"

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ООО "ПОЛИМАСТЕР"


Д. Н. Бурый

_____ 2016 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор БелГИМ


В. Л. Гуревич

_____ 2016 г.



Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь

УСТАНОВКИ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЕ ГАММА- ИЗЛУЧЕНИЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ
УДГА-РМ9100

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МРБ МП. 2643-2016

1 Вводная часть

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки на установки дозиметрические гамма-излучения автоматизированные УДГА-РМ 9100, УДГА-РМ9101 (далее – установки) и соответствует ГОСТ 8.087-2000 «Установки дозиметрические рентгеновского и гамма-излучений эталонные. Методика поверки по мощности экспозиционной дозы и мощности кермы в воздухе».

1.2 Первичной поверке подлежат установки, выпускаемые из производства

1.3 Периодической поверке подлежат установки, находящиеся в эксплуатации или на хранении, через установленные межповерочные интервалы.

1.4 Внеочередная поверка установки проводится до окончания срока действия периодической поверки в следующих случаях:

- после ремонта установки или устранения неисправности, которая могла бы привести к изменению метрологических характеристик установки;
- при необходимости подтверждения пригодности установки к применению;
- после замены одного или нескольких радионуклидных источников.

Внеочередная поверка установки после ремонта проводится в объеме, установленном в методике поверки для первичной поверки.

1.5 Поверка установки должна проводиться органами метрологической службы Госстандарта или метрологическими службами юридических лиц, аккредитованными на проведение данных работ.

Интервал между поверками установок в первые два года эксплуатации или в первые два года после замены одного или нескольких радионуклидных источников – 1 год. По истечении двух лет эксплуатации установки интервал между поверками – 2 года.

2 Операции поверки

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Опробование	8.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик:	8.3	Да	Да
3.1 Определение геометрических размеров равномерного поля излучения	8.3.1	Да	Да
3.2 Определение мощности кермы в воздухе	8.3.2	Да	Да
3.3 Определение мощности экспозиционной дозы, мощности амбиентного эквивалента дозы, мощности индивидуального эквиваленте дозы	8.3.3	Да	Да
3.4 Определение погрешности поверяемой установки	8.3.4	Да	Да
4 Оформление результатов поверки	9	Да	Да



3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки должны применяться основные и вспомогательные средства измерений и оборудование, указанные в таблице 2.

3.2 Все средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.

Таблица 2

Наименование средства измерений	Основные метрологические характеристики	Номер пункта методики поверки
Эталонный дозиметрический прибор: - вторичный эталон по [1] (при аттестации установки по 1-ому разряду); - рабочий эталон 1-го разряда по [1] (при аттестации установки по 2-ому разряду)	Диапазон измерений мощности кермы в воздухе от $5,78 \cdot 10^{-11}$ до $0,6 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2}$ Гр/с. Доверительные границы относительных погрешностей измерения мощности кермы в воздухе гамма-излучения при доверительной вероятности 0,95 не более $\pm 0,8 \%$. Доверительные границы относительных погрешностей измерения мощности кермы в воздухе гамма-излучения при доверительной вероятности 0,95 не более $\pm 2,5 \%$.	8.1 – 8.5
Термометр лабораторный	Диапазон измерений от 0°C до плюс 40°C . Цена деления $0,1^\circ \text{C}$. Погрешность измерения температуры не более $\pm 0,1^\circ \text{C}$.	6.1
Психрометр аспирационный	Измерение относительной влажности воздуха от 10 % до 100 %. Погрешность измерения $\pm 2 \%$ при относительной влажности воздуха от 20 % до 90 %.	6.1
Барометр-анероид	Измерение относительного давления от 80 до 107 кПа. Погрешность измерения $\pm 0,2$ кПа.	6.1
Линейка металлическая по ГОСТ 427-75	Длина 1000 мм. Цена деления 1 мм.	8.1

4 Требования к квалификации поверителя

4.1 К проведению измерений при поверке и (или) обработке результатов измерений допускают лиц, аттестованных в качестве государственных поверителей в установленном порядке. Техническое обслуживание и обеспечение работоспособности поверяемой установки выполняет штатный сотрудник организации – пользователя установки.

Для проведения поверки поверителю необходимо ознакомиться с руководством по эксплуатации (РЭ) на поверяемую установку.

5 Требования безопасности

5.1 По степени защиты от поражения электрическим током установка соответствует оборудованию класса III ГОСТ 12.2.091-2012.

5.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные в:

- СанПиН от 31.12.2013 г № 137 "Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения";

- СанПиН от 28.12.2012 г. № 213 "Требования к радиационной безопасности";



- ТКП 181-2009 "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей";
- ТКП 427-2012 "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей";

- РЭ наверяемую установку;

- эксплуатационной документации применяемых средств поверки.

5.3 Процесс поверки должен быть отнесен к работе с вредными условиями труда.

6 Условия поверки

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха.....(20 ± 5) °С
- относительная влажность воздуха.....от 30 % до 80 %
- атмосферное давление.....от 86 до 106,7 кПа
- напряжение питающей сети.....(400 ± 40) В
- частота питающей сети.....(50 ± 1) 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 $t = 20$ °С, давление $P = 101,3$ кПа);

N – значение величины, измеренной при температуре воздуха t °С 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 Подготовка к поверке

7.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- изучить РЭ на установку;
- подготовить установку к работе согласно разделу «Подготовка установки к использованию» РЭ на установку;
- подготовить средства измерений и вспомогательное оборудование к поверке в соответствии с их технической документацией.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- наличие РЭ наверяемую установку;
- соответствие комплектности поверяемой установки требованиям РЭ в объеме, необходимом для поверки;
- наличие санитарного паспорта 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.



8.2 Опробование

8.2.1 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 РЭ на нее.

8.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения.

8.3.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) установки проводят путем проверки идентификационных данных метрологически значимой части встроенного и внешнего (загружаемого) ПО установки.

8.3.2 Проверка соответствия встроенного ПО, запись которого осуществляется в процессе производства с помощью специальной технологической программы и ввода пароля доступа, проводится проверкой отсутствия сообщений об ошибках при тестировании при включении установки и соответствия версии встроенного ПО и значения контрольной суммы, индицируемых на дисплее пульта управления при входе в режим «Экран: система» с номером версии и значением контрольной суммы записанных в таблице 3 и в разделе «Особые отметки» РЭ на установку.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если номер версии и значение контрольной суммы встроенного ПО, индицируемых на дисплее пульта управления, соответствуют указанным в таблице 3 и в разделе «Особые отметки» РЭ на установку.

8.3.3 Проверка соответствия внешнего (загружаемого) ПО проводится проверкой идентификационных данных для программ «Polimaster PM9100 Metrological Workstation Calibrator» и «Polimaster PM9100 Metrological Workstation Configurator».

Определение цифровых идентификаторов исполняемых кодов внешнего ПО (Configurator.exe и Calibrator.exe) проводится вычислением контрольных сумм по методу MD5 с помощью внешней программы (например, стандартными средствами Total Commander).

Результаты проверки считают удовлетворительными, если наименования, номера версий и значения контрольных сумм внешнего ПО соответствует указанным в таблице 3 и в разделе «Особые отметки» РЭ на установку.

Таблица 3

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии	Контрольная сумма
Встроенное ПО			
Программа работы PLC	PM9100-800PR1	V 4.0.8 ¹⁾	09CCh ²⁾
Внешнее (загружаемое) ПО			
Polimaster PM9100 Metrological Workstation Calibrator	Calibrator.exe	V 1.0.0.0 ¹⁾	2530423dd28a0ee73d7c8749cf3e732d ²⁾
Polimaster PM9100 Metrological Workstation Configurator	Configurator.exe	V 1.0.0.0 ¹⁾	f41346e608a96764a1855b26f0a8babf ²⁾
¹⁾ Номер версии ПО должен соответствовать идентификационному названию ПО и быть не ниже, указанного в таблице 3.			
²⁾ Контрольная сумма относится к текущей (указанной в таблице) версии ПО.			



8.4 Определение метрологических характеристик:

8.4.1 Определение геометрических размеров равномерного поля излучения

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 0,4 для диаметров канала коллиматора 60 мм и 0,6 – для диаметров канала коллиматора 90 мм или ИСО;

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

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 кермы в воздухе (МКВ) и определяют их среднеарифметическое значение \bar{K}_{ao} ;

3) далее на этом же расстоянии R_0 измеряют МКВ 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{K}_{ai} ;

4) вычисляют для каждой i -ой точки отклонение α_i в процентах среднеарифметических значений МЭД \bar{K}_{ai} от среднеарифметического значения МКВ \bar{K}_{ao} по формуле

$$\alpha_i = \frac{\bar{K}_{ai} - \bar{K}_{ao}}{\bar{K}_{ao}} \cdot 100; \quad (3)$$

5) поле излучения считается равномерным в области, где отклонения α_i не превышают $\pm 3\%$ при аттестации установки по 1-ому разряду и не превышают $\pm 6\%$ при аттестации установки по 2-ому разряду;

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) за диаметр d_0 равномерного поля на расстоянии R_0 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;

8) диаметр равномерного поля на произвольном расстоянии R вычисляют по формуле

$$d_R = \frac{d_0 \cdot R}{R_0}. \quad (4)$$

Результаты поверки считают удовлетворительными, если значение диаметра равномерного поля, рассчитанное по формуле (4) для расстояния $R=1,0$ м, при аттестации установки по 1-ому разряду составляет не менее:

- 210 мм для диаметра канала коллиматора 60 мм;
- 220 мм для диаметра канала коллиматора 90 мм;
- 210 мм для коллиматора ИСО,

а при аттестации установки по 2-ому разряду составляет не менее:

- 280 мм для диаметра канала коллиматора 60 мм;



- 330 мм для диаметра канала коллиматора 90 мм;
- 340 мм для коллиматора ИСО.

8.4.2 Определение мощности кермы в воздухе

1) определение мощности кермы в воздухе 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 мощности кермы в воздухе 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; 1,5; 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;

2) измерить мощность кермы в воздухе 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 мощности кермы в воздухе в i -ой рабочей точке установки. Оценивают в процентах среднеквадратическое отклонение S_i результата измерения МКВ для i -ой рабочей точки по формуле

$$S_i = \frac{100}{\dot{K}_{ai}} \sqrt{\frac{1}{m(m-1)} \sum_{n=1}^m (\dot{K}_{ain} - \overline{\dot{K}_{ai}})^2}, \quad (5)$$

где \dot{K}_{ain} – n -ое измерение мощности кермы в воздухе в i -ой рабочей точке установки;

m – количество измерений;

3) результаты измерений мощности кермы в воздухе $\overline{\dot{K}_{ai}}$ принимают за действительные значения мощности кермы в воздухе в i -ых рабочих точках поверяемой установки.

8.4.3 Определение мощности экспозиционной дозы, мощности амбиентного эквивалента дозы и мощность индивидуального эквивалента дозы

1) мощность экспозиционной дозы \dot{X} , мощность амбиентного эквивалента дозы $\dot{H}^*(10)$ и мощность индивидуального эквивалента дозы $\dot{H}_p(10)$ вычисляют, используя результаты измерений мощности кермы в воздухе \dot{K}_a (8.4.2 перечисление 2)), по формулам

$$\dot{X} = f^{(X)} \cdot \dot{K}_a, \quad (6)$$

$$\dot{H}^*(10) = f^*(10) \cdot \dot{K}_a, \quad (7)$$

$$\dot{H}_p(10) = f^{(P)}(10) \cdot \dot{K}_a, \quad (8)$$

где $f^{(X)}$, $f^*(10)$, $f^{(P)}(10)$ – значения коэффициентов перехода приведены в таблице 4.

Таблица 4

Радионуклид	Энергия гамма-излучения, кэВ	$f^{(X)}$, Р·Гр ⁻¹	$f^*(10)$, Зв·Гр ⁻¹	$f^{(P)}(10)$, Зв·Гр ⁻¹
¹³⁷ Cs	661,6	113,96	1,196	1,208
⁶⁰ Co	1173, 1332	113,74	1,160	1,1488
²⁴¹ Am	59,5	114,10	1,734	1,894



8.4.4 Определение погрешности установки

1) доверительные границы относительных погрешностей установки при доверительной вероятности 0,95 в каждой рабочей точке δ_i вычисляют по формуле

$$\delta_i = k_i \sqrt{\frac{1}{3} (Q_0^2 + Q_R^2 + Q_t^2 + \Delta_0^2) + S_i^2} \quad (9)$$

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

Q_0 – основная погрешность эталонного дозиметрического прибора, с помощью которого проводится поверка (берут из свидетельства на эталонный дозиметрический прибор), %;

Q_R – погрешность определения расстояния от центра источника до центра детектора дозиметрического прибора (принимают равной $\pm 0,15$ % согласно технической документации на установку);

Q_t – погрешность коэффициентов перехода от единиц кермы в воздухе к единицам экспозиционной дозы составляет $\pm 0,3$ %. Погрешность перехода от единиц кермы в воздухе к единицам AMBIENTНОГО эквивалента дозы и индивидуального эквивалента дозы составляет $\pm 1,7$ %.

Δ_0 – погрешность метода передачи размера единиц составляет $\pm 0,7$ % (по ГОСТ 8.034-82);

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

2) значение коэффициента k_i для доверительной вероятности 0,95 вычисляют по формуле

$$k_i = \frac{t \cdot S_i + 1,1 \sqrt{Q_0^2 + Q_R^2 + Q_t^2 + \Delta_0^2}}{S_i + \sqrt{Q_0^2 + Q_R^2 + Q_t^2 + \Delta_0^2}} \quad (10)$$

где t – коэффициент Стьюдента, значения которого для доверительной вероятности 0,95 в зависимости от числа измерений m представлены в таблице 5.

Таблица 5

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

3) за основную относительную погрешность установки принимают наибольшее из значений Δ_i .

Результаты поверки считают положительными, если доверительные границы относительных погрешностей установки при доверительной вероятности 0,95 не превышают допустимых доверительных границ относительных погрешностей для рабочих эталонов 1-ого и 2-ого разрядов по [1].

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки установки оформляют протоколом поверки по форме приложения А.

9.2 Положительные результаты поверки оформляют выдачей свидетельства о поверке установки в соответствии с Приложением Г ТКП 8.003-2011.

9.3 При отрицательных результатах поверки:

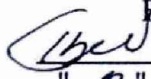


- поверяемая установка к применению не допускается;
- на установку выдается заключение о непригодности с указанием причин в соответствии с Приложением Д ТКП 8.003-2011;
- свидетельство о поверке установки аннулируется.

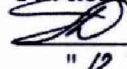
Разработчик: ООО "Полимастер"

Разработали:

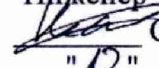
Вед. инженер НТО

 П. Н. Билинский
"12" 12 2016 г.

Гл. конструктор проекта

 А. В. Дразжник
"12" 12 2016 г.

Инженер - программист

 С. А. Нестеров
"12" 12 2016 г.



Приложение А
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки

Установки дозиметрической гамма-излучения автоматизированной
УДГА-РМ 910_ № _____

Дата поверки _____

Поверка проводилась _____
поверочный орган

Условия поверки:

- температура _____ ° С;
- относительная влажность _____ %;
- атмосферное давление _____ кПа;
- внешний фон γ - излучения _____ мкЗв/ч

Средства поверки:

А.1 Внешний осмотр:

- документация _____
- комплектность _____
- отсутствие механических повреждений _____

А.2 Опробование:

- работоспособность _____

А.3 Проверка соответствия ПО на установку:

- встроенное ПО – _____
- внешнее ПО – _____

Идентификационные данные ПО _____ п. 8.3 методики поверки
соответствуют/не соответствуют

А.4 Метрологические характеристики

А.4.1 Определение геометрических размеров равномерного поля излучения

Таблица А.1 – Определение геометрических размеров равномерного поля излучения на расстоянии 1 м от центра источника для диаметра канала коллиматора _____.
60/90/ИСО

Ось в плоскости сечения пучка	Измеренное расстояние от центра пучка, мм	Показания СИ					Среднее значение	Отклонение от знач. в центре поля, %
		3	4	5	6	7		
1	2						8	9
Центр								
↑								
↑								
↑								
↓								
↓								
↓								
→								



Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
→								
→								
←								
←								
←								

Диаметр равномерного поля на расстоянии 1 м при отклонении $\alpha = \underline{\hspace{2cm}}$ %

_____ п. 8.4.1 методики поверки

соответствуют/не соответствуют

А.4.2 Определение мощности кермы в воздухе

Таблица А.2

Расстояние, м	Измеренное значение мощности кермы в воздухе, K_{a1} , Гр/с	Среднее арифметическое значение, \bar{K}_{a1} , Гр/с	Среднеквадратичное отклонение, S_s , %
Коллиматор _____, радионуклид _____, тип источника _____, № источника _____			
1	2	3	4
0,5			
0,7			
1,0			
1,5			
2,0			
3,0			
4,0			
5,0			
6,0			
7,0			

Установка УДГА-PM910 _____ п. 8.4.2 методики поверки

соответствуют/не соответствуют

А.4.3 Определение мощности экспозиционной дозы, мощности амбиентного эквивалента дозы и мощности индивидуального эквивалента дозы

Таблица А.3

Расстояние, м	Измеренное значение			
	мощность кермы в воздухе, K , Гр/с	мощность экспозиционной дозы, \dot{X} , Р/с	мощность амбиентного эквивалента дозы, $\dot{H}^*(10)$, Зв/с	мощность индивидуального эквивалента дозы, $\dot{H}_p(10)$, Зв/с
Коллиматор _____, радионуклид _____, тип источника _____, № источника _____				
0,5				
0,7				
1,0				
1,4				
2,0				
3,0				
4,0				
5,0				
6,0				
7,0				

Установка УДГА-PM910 _____ п. 8.4.3 методики поверки

соответствуют/не соответствуют



А.4.4 Определение погрешности установки

Таблица А.4

Поверяемая i -ая точка на расстоянии, м	Составляющие погрешности, %						δ_i	δ
	k_i	Q_0	Q_R	Q_t	Δ_0	S_i		
Коллиматор _____, радионуклид _____, тип источника _____, № источника _____								
0,5								
0,7								
1,0								
1,5								
2,0								
3,0								
4,0								
5,0								
6,0								
7,0								

Установка УДГА-РМ910 _____ п. 8.4.4 методики поверки
соответствующую/не соответствуют

Выводы _____

Свидетельство
(извещение о непригодности)
Поверку провел _____
подпись

№ _____ от _____
(_____)



Приложение Б
(справочное)

Библиография

[1] ГОСТ Р 8.804-2012

Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений кермы в воздухе, мощности кермы в воздухе, экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы, амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы, мощностей амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы и потока энергии рентгеновского и гамма-излучений

