

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ООО НПП «Доза»

А. Н. Мартынюк



2012 г.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Н. И. Ханов



2012 г.

**ДОЗИМЕТРЫ ПОРТАТИВНЫЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ХАРАКТЕРИСТИК
РЕНТГЕНОВСКИХ АППАРАТОВ
Cobia**

Методика поверки
МП 2103-007-2012

Руководитель отдела
ГЦИ СИ ФГУП
«ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

С. Г. Трофимчук

«31» октября 2012 г.

Санкт-Петербург
2012

Содержание

	Стр.
1 Операции поверки	3
2 Средства поверки	3
3 Требования к квалификации поверителей	4
4 Требования безопасности	4
5 Условия поверки	5
6 Подготовка к поверке	5
7 Проведение поверки	5
8 Оформление результатов поверки	10

Настоящая методика поверки распространяется на дозиметры портативные для контроля характеристик рентгеновских аппаратов Cobia (далее по тексту – дозиметры Cobia), предназначенные для измерения:

- кермы в воздухе рентгеновского излучения;
- мощности кермы в воздухе рентгеновского излучения;
- анодного напряжения на рентгеновской трубке;
- времени экспозиции,
- слоя половинного ослабления рентгеновского излучения;

и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок при ввозе по импорту, после ремонта и в процессе эксплуатации.

Интервал между поверками – 2 года.

1 Операции поверки

1.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номера пунктов методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	да	да
Опробование	7.2	да	да
Определение основной относительной погрешности при измерении кермы в воздухе	7.3.1	да	да
Определение основной относительной погрешности при измерении мощности кермы в воздухе	7.3.2	да	да
Определение основной относительной погрешности при измерении анодного напряжения на рентгеновской трубке	7.3.3	да	да
Определение относительной погрешности при измерении времени экспозиции	7.3.4	да	нет
Определение относительной погрешности при измерении слоя половинного ослабления (СПО)	7.3.5	да	да
Определение энергетической зависимости чувствительности	7.3.5	да	нет
Подтверждение соответствия программного обеспечения при поверке	7.4	да	да
Оформление результатов поверки	8	да	да

2 Средства поверки

2.1 При поверке должны применяться средства измерений и вспомогательное оборудование, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта	Наименование средства поверки и вспомогательного оборудования	Технические характеристики
7.3.1 7.3.2 7.3.3 7.3.4 7.3.5	Вторичный эталон по ГОСТ 8.034-82 – установки дозиметрические рентгеновского излучения	Диапазон анодных напряжений на рентгеновской трубке 30–160 кВ; режимы излучения серии RQR и RQA по ГОСТ Р МЭК 61267-2001; диапазон измерения кермы в воздухе 10 нГр–500 Гр; диапазон измерения мощности кермы в воздухе 30 нГр/с–200 мГр/с; суммарное среднее квадратическое отклонение (СКО) не более $\pm 1 \%$
7.3.4	Секундомер типа «Электроника ИТ-01»	Дискретность отсчета 0,01 с; погрешность за 1 мин не более $\pm 0,01$ с
7	Термометр лабораторный ЛТ-18	Диапазон измерения температуры 0–40 °С; цена деления 0,1 °С
7	Барометр БАММ-1	Диапазон измерения атмосферного давления 80–106 кПа; погрешность измерения $\pm 3 \%$
7	Психрометр аспирационный М-34	Диапазон измерения относительной влажности 10–100 %; погрешность измерения $\pm 5 \%$
7	Дозиметр ДКС-АТ1121	Диапазон измерения мощности амбиентного эквивалента дозы 0,05 мкЗв/ч–10 Зв/ч; погрешность измерения $\pm 15 \%$

2.2 Все средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке.

2.3 Допускается применение других средств поверки, имеющих метрологические характеристики не хуже, чем у указанных в таблице 2.

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К проведению измерений и обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие профессиональные знания в области дозиметрии, изучившие руководство по эксплуатации и аттестованные в качестве государственных поверителей в установленном порядке.

4 Требования безопасности при проведении поверки

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99/2010 СП 2.6.1.2612-10, Норм радиационной безопасности НРБ-99/2009 СанПиН 2.6.1.2523-09, Межотраслевых правил по охране труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТР-016-2001, действующих инструкций по мерам безопасности в поверочной лаборатории, а также требования безопасности, изложенные в соответствующих разделах технической документации на средства поверки.

4.2 К работе должны привлекаться лица, имеющие допуск к работе с источниками ионизирующих излучений.

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура воздуха, °С	20 ± 5
атмосферное давление, кПа	101,3 ± 4
относительная влажность воздуха, %	60 ± 20
внешний фон гамма-излучения, мкЗв/ч	не более 0,2

6 Подготовка к поверке

6.1 Подготовка средств поверки и вспомогательного оборудования, необходимого для проведения поверки, должна проводиться в соответствии с нормативной технической документацией на эти средства.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- соответствие комплектности дозиметров Cobia требованиям руководства по эксплуатации в объеме, необходимом для поверки;
- наличие свидетельства о предыдущей поверке (при периодической поверке);
- отсутствие механических повреждений и дефектов на дозиметрах Cobia, которые могут повлиять на работоспособность и метрологические характеристики приборов.

7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании дозиметров Cobia необходимо проверить в соответствии с руководством по эксплуатации:

- действие органов управления дозиметров Cobia;
- работоспособность источников питания;
- прохождение тестовых установочных команд при включении и отсутствие сигналов об ошибках;
- качество индикации информации на жидкокристаллическом дисплее.

7.3 Определение (контроль) метрологических характеристик

7.3.1 Определение основной относительной погрешности при измерении кермы в воздухе

Проверку основной относительной погрешности дозиметра Cobia при измерении кермы в воздухе проводят на дозиметрических рентгеновских установках – вторичных эталонах по ГОСТ 8.034-82 с режимами излучения серии RQR по ГОСТ Р МЭК 61267-2001 в последовательности, указанной ниже.

7.3.1.1 Размещают дозиметр Cobia на эталонной дозиметрической установке рентгеновского излучения таким образом, чтобы центральная ось коллимированного пучка рентгеновского излучения проходила через центр чувствительной области дозиметра Cobia, находящийся на пересечении красных линий в круге на передней панели дозиметра, а размер сечения пучка в плоскости, перпендикулярной оси пучка и проходящей через центр чувствительной области дозиметра Cobia, полностью перекрывал чувствительную область дозиметра. Центр чувствительной области дозиметра Cobia располагается на глубине 7 мм от края передней панели дозиметра, что обозначено рисками с двух сторон корпуса дозиметра.

7.3.1.2 Определение основной относительной погрешности проводят на режиме рентгеновского излучения RQR5 по ГОСТ Р МЭК 61267-2001 «Аппараты рентгеновские диагностические. Условия излучения при определении характеристик» при напряжении

генерирования рентгеновской трубки с вольфрамовым анодом 70 кВ, полной фильтрации 2,5 мм Al и первом слое половинного ослабления 2,5 мм Al.

Примечание. Допускается проводить поверку в поверочных точках на краях диапазона измерений дозиметра методом эквивалентного поля с использованием других режимов рентгеновского излучения.

7.3.1.3 Поверку по керме в воздухе выполняют в пяти точках диапазона измерений со значениями кермы в воздухе 10–20 мкГр, 100–500 мкГр, 10–50 мГр, 1–5 Гр и 50–500 Гр при значениях мощности кермы в воздухе 10 мкГр/с–100 мГр/с.

7.3.1.4 В каждой поверочной точке выполняют не менее трех измерений кермы в воздухе, M_{Kij} . Вычисляют их среднее арифметическое значение \overline{M}_{Kj} :

$$\overline{M}_{Kj} = \sum_{i=1}^n \frac{M_{Kij}}{n}. \quad (1)$$

7.3.1.5 Рассчитывают значение доверительной границы основной относительной погрешности дозиметра Cobia при измерении кермы в воздухе, при доверительной вероятности $p = 0,95$:

$$\delta_K = 1,1\sqrt{\Delta_K^2 + \delta_o^2}, \% \quad (2)$$

где δ_o – погрешность эталонного значения кермы в воздухе (из свидетельства на эталонную установку), %;

$\Delta_K = \frac{\overline{M}_{Kj \max} - K_{oj}}{K_{oj}} \cdot 100$ – относительная погрешность показаний дозиметра Cobia при измерении кермы в воздухе в j -ой поверочной точке, %.

K_{oj} – эталонное значение кермы в воздухе в j -ой поверочной точке, Гр;

$\overline{M}_{Kj \max}$ – среднее арифметическое значение показаний прибора при измерении кермы в воздухе в j -ой поверочной точке, максимально удаленное от действительного значения, Гр.

7.3.1.6 Результаты поверки считают удовлетворительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности дозиметра Cobia при измерении кермы в воздухе, δ_K , не превышают допустимых пределов основной относительной погрешности $\pm 5\%$.

7.3.2 Определение основной относительной погрешности при измерении мощности кермы в воздухе

Проверку основной относительной погрешности дозиметра Cobia при измерении мощности кермы в воздухе проводят на дозиметрических рентгеновских установках – вторичных эталонах по ГОСТ 8.034-82 с режимами излучений серии RQR по ГОСТ Р МЭК 61267-2001 в последовательности, указанной ниже.

7.3.2.1 Размещают дозиметр Cobia на эталонной дозиметрической установке рентгеновского излучения в соответствии с п. 7.3.1.1.

7.3.2.2 Определение основной относительной погрешности дозиметра проводят на режиме рентгеновского излучения, указанного в п. 7.3.1.2.

7.3.2.3 Поверку по мощности кермы в воздухе выполняют в четырех точках диапазона измерений со значениями мощности кермы в воздухе 10–20 мкГр/с, 100–200 мкГр/с, 1–10 мГр/с и 50–100 мГр/с.

Примечание. Допускается проводить поверку в поверочных точках на краях диапазона измерений дозиметра методом эквивалентного поля с использованием других режимов рентгеновского излучения.

7.3.2.4 В каждой поверочной точке выполняют не менее трех измерений мощности кермы в воздухе, M_{kj} . Вычисляют их среднее арифметическое значение \overline{M}_{kj} :

$$\overline{M}_{kj} = \sum_{i=1}^n \frac{M_{kij}}{n} \quad (3)$$

7.3.2.5 Рассчитывают значение доверительной границы основной относительной погрешности дозиметра Сobia при измерении мощности кермы в воздухе при доверительной вероятности $p = 0,95$:

$$\delta_K = 1,1 \sqrt{\Delta_K^2 + \delta_o^2}, \% \quad (4)$$

где δ_o – погрешность эталонного значения мощности кермы в воздухе (из свидетельства на эталонную установку), %;

$\Delta_K = \frac{\overline{M}_{kj \max} - K_{oj}}{K_{oj}} \cdot 100$ – относительная погрешность показаний дозиметра Сobia при измерении мощности кермы в воздухе в j -ой поверочной точке, %.

где K_{oj} – эталонное значение кермы в воздухе в j -ой поверочной точке, Гр/с;

$\overline{M}_{kj \max}$ – среднее арифметическое значение показаний прибора при измерении мощности кермы в воздухе в j -ой поверочной точке, максимально удаленное от действительного значения, Гр/с.

7.3.2.6 Результаты поверки считают удовлетворительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности дозиметра Сobia при измерении мощности кермы в воздухе, δ_K , не превышают допустимых пределов основной относительной погрешности $\pm 5\%$ или ± 200 нГр/с.

7.3.3 Определение основной относительной погрешности при измерении анодного напряжения рентгеновской трубки

Проверку основной относительной погрешности дозиметра Сobia при измерении анодного напряжения рентгеновской трубки проводят на дозиметрических рентгеновских установках – вторичных эталонах по ГОСТ 8.034-82 с режимами излучения серии RQR по ГОСТ Р МЭК 61267-2001 в последовательности, указанной ниже.

7.3.3.1 Выполняют действия по п. 7.3.1.1.

7.3.3.2 Поверку проводят на режимах RQR2–RQR10 по ГОСТ Р МЭК 61267-2001 при анодных напряжениях 40 кВ, 50 кВ, 70 кВ, 90 кВ, 120 кВ, 150 кВ.

7.3.3.3 В каждой поверочной точке выполняют не менее трех измерений практического пикового анодного напряжения на рентгеновской трубке и вычисляют их среднее арифметическое значение, \overline{U}_{ppvj} , кВ, по формуле, аналогичной (1).

7.3.3.4 Рассчитывают значение доверительной границы основной относительной погрешности дозиметра Сobia при измерении анодного напряжения при доверительной вероятности $p = 0,95$:

$$\delta_U = 1,1 \sqrt{\Delta_U^2 + \delta_{U_o}^2}, \% \quad (5)$$

где δ_{U_o} – погрешность эталонного значения анодного напряжения рентгеновской трубки (из свидетельства на эталонную установку), %;

$$\Delta_U = \frac{\bar{U}_{PPVj \max} - U_{oj}}{U_{oj}} \cdot 100$$

– относительная погрешность показаний дозиметра Cobia при измерении анодного напряжения, %;

U_{oj} – эталонное значение напряжения на аноде рентгеновской трубки, кВ;

$\bar{U}_{PPVj \max}$ – среднее арифметическое значение показаний прибора при измерении анодного напряжения в j -ой поверочной точке, максимально удаленное от эталонного значения, кВ.

7.3.3.5 Результаты проверки считают удовлетворительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности дозиметра Cobia при измерении анодного напряжения на рентгеновской трубке, δ_U , не превышают допустимых пределов основной относительной погрешности $\pm 2,5$ %.

7.3.4 Определение относительной погрешности при измерении времени экспозиции

Проверку относительной погрешности дозиметра Cobia при измерении времени экспозиции проводят на дозиметрических рентгеновских установках – вторичных эталонах по ГОСТ 8.034-82 с режимами излучения серии RQR по ГОСТ Р МЭК 61267-2001 и секундомера в последовательности, указанной ниже.

7.3.4.1 Выполняют действия по п. 7.3.1.1.

7.3.4.2 Выполняют четыре измерения кермы в воздухе при времени экспозиции от 1 до 1200 с, измеряя одновременно с помощью дозиметра Cobia и секундомера время экспозиции.

7.3.4.3 Регистрируют показания дозиметра при измерении времени экспозиции, t_i , и показания секундомера, t_{oi} , с.

7.3.4.4 Рассчитывают значение доверительной границы относительной погрешности дозиметра Cobia при измерении времени экспозиции при доверительной вероятности $p = 0,95$:

$$\delta_t = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_o^2 + \Delta_t^2}, \% \quad (6)$$

где δ_o – погрешность измерения эталонного значения времени (из свидетельства о поверке секундомера), %;

$$\Delta_t = \frac{t_{i \max} - t_o}{t_o} \cdot 100, \%$$

– относительная погрешность показаний дозиметра Cobia при измерении времени экспозиции, %;

t_{oi} – эталонное значение времени экспозиции, с;

$t_{i \max}$ – показание прибора, максимально удаленное от эталонного значения, с.

7.3.4.5 Результаты поверки считают удовлетворительными, если значения доверительных границ относительной погрешности измерения дозиметра Cobia при измерении времени экспозиции, δ_t , не превышают допустимых пределов ± 1 % или $\pm 0,33$ мс.

7.3.5 Определение относительной погрешности при измерении слоя половинного ослабления (СПО)

Проверку относительной погрешности дозиметров Cobia при измерении слоя половинного ослабления проводят на дозиметрических рентгеновских установках – вторичных эталонах по ГОСТ Р 8.034-82 с режимами излучения серии RQR по ГОСТ Р МЭК 61267-2001 в последовательности, указанной ниже.

7.3.5.1 Выполняют действия по п. 7.3.1.1.

7.3.5.2 Поверку проводят на режимах рентгеновского излучения RQR2–RQR9 по ГОСТ Р МЭК 61267-2001 при напряжениях генерирования на рентгеновской трубке 40 кВ, 50 кВ, 70 кВ, 90 кВ и 120 кВ.

7.3.5.3 Относительную погрешность дозиметра Сobia при измерении слоя половинного ослабления, Δ_{HVL} , вычисляют по формуле:

$$\Delta_{HVL} = \frac{|HVL - HVL_0|}{HVL_0} \cdot 100, \% \quad (7)$$

где HVL_0 – действительное значение слоя половинного ослабления, мм Al (из технической документации на эталонную установку);

HVL – показания дозиметра Сobia при измерении слоя половинного ослабления, мм Al.

7.3.5.4 Результат поверки дозиметра Сobia считается положительным, если относительная погрешность измерения слоя половинного ослабления, Δ_{HVL} , в диапазоне измерений не превышает пределов погрешности $\pm 7\%$ или 0,2 мм Al.

7.3.6 Определение энергетической зависимости чувствительности

Проверку энергетической зависимости чувствительности дозиметров Сobia проводят на дозиметрических установках на основе рентгеновских аппаратов – вторичных эталонах по ГОСТ Р 8.034-82 с режимами излучения серии RQR и RQA по ГОСТ Р МЭК 61267-2001.

7.3.6.1 Выполняют действия по п. 7.3.1.1.

7.3.6.2 Поверку проводят на режимах рентгеновского излучения RQR2–RQR10 и RQA2–RQA10 по ГОСТ Р МЭК 61276-2001 при напряжениях генерирования 40 кВ, 50 кВ, 60 кВ, 70 кВ, 80 кВ, 90 кВ, 100 кВ, 120 кВ и 150 кВ.

7.3.6.3 Поверку проводят при значениях мощности кермы в воздухе 1–10 мГр/с (режимы серии RQR) и 0,1–0,5 мГр/с (режимы серии RQA). В каждой точке выполняют не менее трех измерений мощности кермы в воздухе и вычисляют их среднее арифметическое значение \bar{M}_{Kj} по формуле (3).

7.3.6.4 Для каждого режима рентгеновского излучения определяют коэффициент чувствительности, k_{ej} , по формуле:

$$k_{ej} = \frac{\bar{M}_{Kj}}{\dot{K}_{oj}}, \quad (8)$$

где \dot{K}_{oj} – эталонное значение мощности кермы в воздухе для выбранного режима излучения.

7.3.6.5 Энергетическую зависимость чувствительности дозиметра, δ_{ej} , рассчитывают по формулам:

$$\delta_{ej} = \frac{(k_{ej} - k_{\varepsilon})}{k_{\varepsilon}} \cdot 100, \% \quad (9)$$

где k_{ε} – коэффициенты чувствительности для режимов RQR5 и RQA5, относительно которых производится определение энергетической зависимости.

7.3.6.6 Дозиметр Сobia считается прошедшим проверку, если полученные значения энергетической зависимости чувствительности, δ_{ej} , не превышают $\pm 7\%$.

7.4 Подтверждение соответствия программного обеспечения при поверке

Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) СИ при поверке заключается в определении:

- идентификационного названия ПО;
- номера версии (идентификационного номера) ПО.

7.4.1 Определение идентификационного названия ПО и номера версии ПО: при включении питания дозиметра Cobia на экране дисплея появляется идентификационное название ПО и номер версии ПО. Дозиметр Cobia выполняет самостоятельное тестирование.

7.4.2 Результаты проверки подтверждения соответствия ПО дозиметра Cobia считаются положительными, если идентификационное название ПО – Cobia и номер версии (идентификационный номер) ПО – 4.0X, где X – от A до Z.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Все результаты заносятся в протокол поверки произвольной формы.

8.2 На дозиметры Cobia, прошедшие поверку с положительным результатом, выдается свидетельство о поверке по установленной в ПР 50.2.006-94 форме. На свидетельство наносится оттиск поверительного клейма.

8.3 На обратной стороне свидетельства о поверке указывается:

- режимы рентгеновского излучения, на которых проведена поверка;
- диапазоны измерений дозиметров Cobia, в пределах которых проведена поверка;
- результаты поверки.

8.4 На дозиметры Cobia, прошедшие поверку с отрицательным результатом, выдается извещение о непригодности по установленной в ПР 50.2.006-94 форме с указанием причин непригодности.

Приборы, прошедшие поверку с отрицательным результатом, в обращение не допускаются и свидетельство на них аннулируется.