

СОГЛАСОВАНО

Директор Республиканского
унитарного предприятия
«Белорусский государственный
институт метрологии»


_____ Н.А. Жагора

08 _____ 2006 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор Республиканского
научно-исследовательского
унитарного предприятия
«Институт радиологии»


_____ В.Ю. Агеец

« _____ 2005 г.



**Методика
выполнения измерений мощности эквивалентной дозы
гамма-излучения дозиметрами и дозиметрами-радиометрами**

МВИ.МН 2513-2006

Разработчики:

Республиканское научно-
исследовательское унитарное
предприятие «Институт радиологии»

Государственное учреждение
«Гомельский областной центр гигиены,
эпидемиологии и общественного
здоровья»

Гомель – 2005

Содержание

1	Назначение и область применения	3
2	Требования к погрешности измерений.....	3
3	Средства измерений, вспомогательные устройства.....	3
4	Метод измерений.....	3
5	Требования безопасности, охраны окружающей среды.....	3
6	Требования к квалификации операторов	3
7	Условия измерений	3
8	Подготовка к выполнению измерений	4
9	Выполнение измерений	4
10	Обработка результатов измерений	5
11	Контроль стабильности.....	6
12	Оформление результатов	6
	Приложение А.....	7
	Приложение Б	8
	Приложение В.....	9



1 Назначение и область применения

1.1 Настоящий документ устанавливает методику выполнения измерений мощности эквивалентной дозы гамма-излучения дозиметрами и дозиметрами-радиометрами (далее – приборы) при проведении радиационного контроля территорий, предприятий, рабочих мест, лесных и сельскохозяйственных угодий, зданий, сооружений, техники, транспорта, металлолома и т.д.

1.2 Диапазон измерения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения от 0,10 мкЗв/ч до 999,9 мкЗв/ч.

2 Требования к погрешности измерений

Предел допускаемой основной относительной погрешности измерений зависит от технических возможностей используемого для измерения дозиметра или дозиметра-радиометра и в режиме «измерение» не должен превышать 30 %. Дополнительная погрешность возникает при изменении температуры, влажности окружающего воздуха относительно показаний при нормальных условиях.

3 Средства измерений, вспомогательные устройства

3.1 При выполнении измерений МЭД применяют дозиметры: ДБГ-06Т, EL-1101, РКС-107, ДКГ-АТ3509; дозиметры – радиометры: МКС-01Р-01, МКС-1117(EL1117), МКС-АТ 1125, МКС-АТ 6130, ДКС-АТ1121, ДКС-АТ1103М и аналогичные с нижней границей диапазона измерений не более 0,10 мкЗв/ч.

3.2 Средства измерений должны быть поверены в соответствии с СТБ 8003-93.

3.3 При выполнении измерений МЭД допускается применять удлинительную штангу, универсальный штатив и другие вспомогательные устройства для фиксации дозиметра-радиометра в рабочем положении в соответствии с комплектацией прибора.

4 Метод измерений

Измерение уровней МЭД осуществляется путем регистрации гамма-квантов газоразрядным счетчиком (при работе с дозиметрами) или сцинтиляционным счетчиком (при проведении измерений дозиметром-радиометром) с последующей обработкой данных скорости счета импульсов прибором.

5 Требования безопасности, охраны окружающей среды

5.1 Перед началом работы с дозиметром, дозиметром-радиометром необходимо изучить руководство по эксплуатации данного прибора.

5.2 При подготовке приборов к работе и проведении измерений необходимо соблюдать требования нормативов по радиационной безопасности, изложенные в ГН 2.6.1.8-127-2000 “Нормы радиационной безопасности” (НРБ – 2000) и СанПиН 2.6.1.8-8-2002 “Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности” (ОСП – 2002), а также требования безопасности, изложенные в Руководстве по эксплуатации или Паспорте прибора.

6 Требования к квалификации операторов

К выполнению измерений и обработке результатов допускают лиц с квалификацией не ниже техника-дозиметриста после изучения настоящей МВИ и Руководства по эксплуатации (Паспорта) на используемые приборы.

7 Условия измерений

При выполнении измерений должны соблюдаться условия, изложенные в Руководстве по эксплуатации (Паспорте) на применяемый дозиметр или дозиметр-радиометр.



8 Подготовка к выполнению измерений

8.1 Произвести внешний осмотр прибора в соответствии с руководством по эксплуатации (паспортом): проверить отсутствие видимых механических повреждений, четкость маркировочных надписей, состояние и правильность подключения соединительных кабелей, наличие источника питания и правильность соблюдения полярности «+» и «-» его подключения в соответствии с Руководством по эксплуатации прибора.

8.2 Включить прибор в соответствии с руководством по эксплуатации (паспортом) прибора.

8.3 При наличии в комплекте контрольного источника (далее КИ), перед началом работы проводят измерение скорости счета импульсов от контрольного источника в соответствии с руководством по эксплуатации (паспортом). Данные записывают в рабочий журнал и сверяют с данными, указанными в свидетельстве на контрольный источник. Значение МЭД должно находиться в пределах $\pm 30\%$ от активности контрольного источника, пересчитанной на дату проведения измерения.

8.4 При отсутствии в комплектации контрольного источника проводят контроль работоспособности прибора в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.5 При проведении измерений в условиях возможного загрязнения прибора или выносных детекторов, необходимо использовать дополнительную защиту (полиэтиленовый пакет и другие подручные материалы).

9 Выполнение измерений

9.1 Установить режим проведения измерения в соответствии с руководством по эксплуатации дозиметра или дозиметра-радиометра.

9.2 Дозиметры с газоразрядными счетчиками располагают горизонтально, при этом центр детектора (обозначен специальной меткой) должен быть направлен вниз. Для дозиметров и дозиметров-радиометров со сцинтилляционными детекторами, основную ось детектора располагают вертикально, при этом открытый торец детектора должен быть направлен вниз.

9.3 В зависимости от целей и задач радиационного контроля с использованием дозиметра или дозиметра-радиометра при обследовании объектов, измерения МЭД проводят в режимах «поиск» (при наличии такого режима) и «измерение». Режим «поиск» является индикаторным режимом и предназначен для быстрого обнаружения и локализации источников гамма-излучения.

9.3.1 При использовании приборов в режиме «поиск» измеряют скорость счёта импульсов без усреднения. В случае превышения текущей скорости счёта над установленным порогом срабатывания происходит включение сигнализации. Порог срабатывания устанавливают в зависимости от измерительной задачи. При приближении к радиоактивному источнику растёт частота звуковых сигналов.

9.3.2 Для работы с дозиметром в данном режиме необходимо установить переключатель режимов работы в положение «поиск». Определить направление излучения по максимальным показаниям на цифровом табло. В режиме работы «поиск» смена информации на цифровом табло осуществляется автоматически.

9.3.3 При обнаружении повышенных показаний прибора производят поиск максимума и фиксируют его положение в рабочем журнале. Детальное обследование в этой области проводят в режиме «измерение».

9.4 Режим «измерение» является режимом измерения МЭД в контрольных точках, выбираемых в соответствии со схемой радиационного контроля или ТНПА на проведение измерений.

9.4.1 При использовании дозиметра в режиме «измерение» отсчёт показаний производят в конце измерения, при достижении необходимого значения статистической



- погрешности. Показания на цифровом табло сохраняются до момента нажатия соответствующей кнопки и запуска дозиметра на новый цикл измерения.
- 9.4.2 В режиме “измерение” на табло дозиметра-радиометра выводится текущее среднее значение измеряемой МЭД и соответствующее ему значение статистической погрешности.
- 9.4.3 При определении МЭД с применением СИ без индикации статистической погрешности с фиксированным временем измерения выполняют измерения в каждой контрольной точке не менее 5 раз, результатом измерения является среднее значение МЭД.
- 9.4.4 При определении МЭД с применением СИ с индикацией статистической погрешности с нефиксированным временем измерения выполняют измерения не менее 3 раз при статистической погрешности прибора не более 30 % - результатом измерения является среднее значение МЭД и 1 измерение при статистической погрешности прибора 15 %.
- 9.5 Порядок проведения измерений МЭД при обследовании различных объектов.
- 9.5.1 При **обследовании территории** измерение МЭД проводят на высоте 1 м от поверхности [1-7]. При проведении преддезактивационного обследования для участков с повышенным радиационным фоном дополнительно проводят измерения МЭД на высоте 2-3 см от поверхности [4]. При обследовании зданий особое внимание следует обратить на крыши, водостоки, входы и выходы вентиляционных систем, щели, выбоины и т.д., где возможно скопление радиоактивных веществ. При радиационном обследовании земель лесного фонда дополнительно проводят измерения МЭД на высоте 3-4 см от поверхности в точках отбора проб [7].
- 9.5.2 При **обследовании зданий и сооружений** измеряют МЭД в каждом помещении (комнате) в пяти точках на высоте 1 м над уровнем пола (четыре измерения по углам помещения и одно в центре) [5].
- 9.5.3 **Обследование оборудования, техники, транспортных средств** включает измерение МЭД в характерных точках (кабина водителя, салон автомобиля, рабочее место обслуживающего персонала и т.д.) [4].
- 9.5.4 **Обследование металлолома и твердых отходов** производят вблизи поверхности (на расстоянии не более 0,1 м) партии (фрагмента) металлолома (за вычетом величины природного фона) [3].
- 9.5.5 **Обследование транспортных контейнеров** осуществляют на поверхности и на расстоянии 2 м от контейнера [9].
- 9.5.6 Измерение МЭД от поверхности **защитного блока с источником** ионизирующего излучения производится на расстоянии 1 м (ОСП – 2002).
- 9.5.7 При **аттестации рабочих мест** специалистов, работающих с источниками ионизирующих излучений, измерения проводятся на высотах 0,1; 0,9 и 1,5 м от поверхности пола [4].
- 9.5.8 Измерение МЭД на **реперной площадке** дозиметрических постов сети наблюдения проводят на расстоянии 1 м от поверхности земли [8].
- 9.5.9 При определении **однородности партии** пищевых продуктов и продовольственного сырья измерение МЭД проводят в соответствии с [10].
- 9.6 Результат каждого измерения заносят в рабочий журнал.

10 Обработка результатов измерений

10.1 Результатом измерения является МЭД, выраженная в мкЗв/ч, находящаяся в интервале с доверительной вероятностью $P=0,95$

$$МЭД_{изм} - \Delta \leq МЭД \leq МЭД_{изм} + \Delta$$

Результат измерения должен быть представлен в виде:



$$MЭД = MЭД_{изм} \pm \Delta \quad (2)$$

где $MЭД_{изм}$ – измеренное значение мощности эквивалентной дозы или среднее по нескольким измерениям, в соответствии с применяемой МВИ, мкЗв/ч;
 Δ - границы погрешности результата измерений, мкЗв/ч.

10.2 Если измеренное значение $MЭД_{изм}$ меньше минимально измеряемой для используемого прибора ($MЭД_{min}$), результат измерений представляют в виде:

$$MЭД = MЭД_{min} \quad (3)$$

где $MЭД_{min}$ – нижняя граница диапазона измерений соответствии с Паспортом на прибор.

10.3 Расчет границ погрешности рекомендуется представлять в абсолютных единицах, рассчитанных по формуле:

$$\Delta = \frac{MЭД_{изм} \cdot \theta}{100\%} \quad (4)$$

где θ – основная относительная погрешность, указанная в свидетельстве о поверке (или расширенная неопределенность измерений (пример расчета приведен в приложении В)), %.

11 Контроль стабильности

Контроль стабильности результатов измерения МЭД проводят путем сравнения результатов текущего контроля МЭД в лаборатории с контрольным.

$$\frac{(\dot{H}_i - \dot{H}_{контр}) \cdot 100\%}{\dot{H}_{контр}} \leq \theta \quad (5)$$

где - $\dot{H}_{контр}$ – контрольное значение МЭД – среднее значение МЭД, полученное по результатам измерения в течение месяца, предшествующего началу контроля, мкЗв/ч;

\dot{H}_i - текущее значение МЭД, полученное по п.п. 9.4.3 либо 9.4.4, мкЗв/ч;

θ - основная относительная погрешность СИ, %.

12 Оформление результатов

12.1 Результаты измерений регистрируют в рабочем журнале. При необходимости выдают протокол измерения МЭД по форме, приведенной в приложении А.



Приложение А

(Рекомендуемое)

Форма протокола измерения мощности эквивалентной дозы

ВЕДОМСТВО
Название организации

Аттестат аккредитации №
_____ до (дата)

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель организации

Лицензия №
_____ до (дата)

_____(Ф.И.О.)
"__" _____ 200_г

Адрес организации
телефон

ПРОТОКОЛ № _____
дозиметрических обследований
от (дата)

Наименование организации (заказчика): _____

Место проведения измерений: _____

Дата проведения измерений: _____

Средства измерений: _____

свидетельство о поверке № _____, единицы измерения: мкЗв/час, основная относительная погрешность ± _____%.

Технические нормативные правовые акты (ТНПА), регламентирующие метод испытаний: _____

ТНПА, используемые при оценке результатов измерений: _____

Характеристика объекта: _____

Условия проведения измерений: _____

Результаты измерения:

№№ пп	Наименование объекта	Место измерения	МЭД	
			Фактическое значение МЭД, мкЗв/ч	Допустимые уровни по ТНПА мкЗв/ч
1	2	3	4	5

Исполнитель:

(должность)

(Ф.И.О.) _____

Заключение: _____

Перепечатки и внесение изменений без письменного согласия (наименование подразделения) не допускаются. Настоящий протокол не может быть полностью или частично воспроизведен или тиражирован без разрешения (наименование организации), выдавшего протокол. Копия протокола не действительна без оригинала подписи и штампа (наименование организации).

Реестр рассылки:

экземпляр №1 – (наименование организации);

экземпляр №2 – (наименование организации).



Приложение Б

(Справочное)

Инструкции и методические указания

- [1] Инструкция по наземному обследованию радиационной обстановки на загрязненной территории. Утв. Председателем Межведомственной комиссии по радиационному контролю природной среды при Госкомгидромете СССР, 1989 г.
- [2] Методические указания по комплексному радиационному контролю объектов жилищно-коммунального хозяйства. Утв. Генеральным директором ИПО «Жилкоммунтехника», 1992 г.
- [3] Методика радиационного контроля металлолома. Утв. Директором ИПП «Атомтех», 1998 г.
- [4] Методические указания по обследованию территорий, объектов и оборудования для проведения дезактивационных работ. Утв. Председателем Комитета по проблемам последствий катастрофы на ЧАЭС, 1999 г.
- [5] Методика радиационного контроля уровня содержания изотопов радона и МЭД гамма-излучения в помещениях и сооружениях. Утв. Зам. министра жилищно-коммунального хозяйства РБ, 2001 г.
- [6] Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных угодий Беларуси. Методические указания.- Мн., 2001 г.
- [7] Инструкция по проведению радиационного обследования земель государственного лесного фонда. Утв. Председателем комитета лесного хозяйства при Совете Министров РБ, 2003 г.
- [8] Инструкция выполнения измерений уровней мощности экспозиционной дозы (МЭД) на реперной сети Главгидромета. Утв. начальником главного управления по гидрометеорологии, 1994 г.
- [9] Правила безопасности при транспортировании радиоактивных веществ (ПБТРВ-73)
- [10] Определение однородности партии пищевых продуктов и продовольственного сырья – продукции растениеводства и животноводства при проведении радиационного контроля. Методическая инструкция. Утв. Директором РНИУП «Институт радиологии». Согласована Председателем Комитета по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров Республики Беларусь, 2004 г.



Приложение В

(Справочное)

Расчет расширенной неопределенности измерений

1 МОДЕЛЬ ИЗМЕРЕНИЯ:

В случаях, когда определение МЭД проводится при воздействии на прибор всех дестабилизирующих факторов, выходящих за пределы нормальных условий эксплуатации, оцененную мощность эквивалентной дозы (Нмэд) можно выразить, как

$$H_{мэд} = H_{ind} + H_i + H_{ic} + H_t + H_v + H_{нп} + H_{вл}$$

Величина	Единица измерения	Определение или описание
H _{ind}	мкЗв/чР	Мощность эквивалентной дозы, индицированная на табло
H _i	%	Предел основной относительной погрешности измерения
H _{ic}	%	Случайная статистическая погрешность измерения МЭД, индицированная на табло
H _t	%	Дополнительная погрешность прибора от изменения температуры в рабочих условиях применения
H _v	%	Дополнительная погрешность прибора от изменения напряжения питания
H _{нп}	%	Дополнительная погрешность от нестабильности показаний Нп прибора за время непрерывной работы
H _{вл}	%	Дополнительная погрешность прибора от изменения относительной влажности в рабочих условиях применения

2 АНАЛИЗ ВХОДНЫХ ВЕЛИЧИН:

Входная величина: H _{ind}	Тип оценивания неопределенности: А Вид распределения: Значения оценки: 0,12* мкЗв/ч Интервал, в котором находится значение входной величины: 0,1-0,14 мкЗв/ч Стандартная неопределенность 0,019 мкЗв/ч
Цифровое значение МЭД (H _{ind}), индицированное на табло дозиметра-радиометра	

* - значения, выделенные жирным шрифтом приведены для примера, при расчете расширенной неопределенности используют конкретные значения, полученные в измерении или представленные в руководстве по эксплуатации (паспорте) на используемый прибор.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ:

Значение МЭД (H_{ind}) индицируется на табло в следующем виде

$$0,12 \mu\text{Sv/h} \\ \pm 10,0 \%$$

4 СОСТАВЛЯЮЩИЕ РАСШИРЕННОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ

4.1 Предел относительной погрешности измерения МЭД равен ± 20 %. Относительная стандартная неопределенность $\sigma(H_i)$ измерений МЭД рассчитывается по формуле для прямоугольного распределения вероятностей, т.к. не определен уровень доверия:

$$\sigma(H_i) = \frac{20}{\sqrt{3}} \% = 11,56\%$$



4.2 Случайная Статистическая погрешность измерения МЭД, индицированная на табло, равна ± 10 %. Относительная стандартная неопределенность $\sigma(Hic)$ рассчитывается по формуле для прямоугольного распределения вероятностей и будет равна:

$$\sigma(Hic) = \frac{10}{\sqrt{3}} \% = 5,78\%$$

4.3 Дополнительная погрешность прибора от изменения температуры в рабочих условиях применения равна ± 10 %. Расчет относительной стандартной неопределенности от изменения температуры $\sigma(Ht)$ в рабочих условиях по формуле прямоугольного распределения:

$$\sigma(Ht) = \frac{10}{\sqrt{3}} \% = 5,78\%$$

4.4 Дополнительная погрешность прибора от изменения напряжения питания $Hv = \pm 5$ %. Относительная стандартная неопределенность от изменения напряжения питания $\sigma(Hv)$ в рабочих условиях применения рассчитывается по формуле прямоугольного распределения вероятностей:

$$\sigma(Hv) = \frac{5}{\sqrt{3}} \% = 2,9\%$$

4.5 Дополнительная погрешность от нестабильности показаний прибора за время непрерывной работы Hnp составляет не более ± 5 %. Так как никакой дополнительной информации о форме распределения не приводится, а дополнительная погрешность с равной вероятностью может появиться во всем диапазоне измерений, то относительная стандартная неопределенность $\sigma(Hnp)$ от нестабильности показаний прибора рассчитывается по формуле прямоугольного распределения вероятностей:

$$\sigma(Hnp) = \frac{5}{\sqrt{3}} \% = 2,9\%$$

4.6 Дополнительная относительная погрешность измерения МЭД при изменении относительной влажности от нормальных условий до **95** % Hvl составляет ± 10 %. Относительная стандартная неопределенность $\sigma(Hvl)$ рассчитывается по формуле прямоугольного распределения вероятностей:

$$\sigma(Hvl) = \frac{10}{\sqrt{3}} \% = 5,78\%$$

5 РАСЧЕТ СУММАРНОЙ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ СТАНДАРТНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Источники неопределенности	Оценка входной величины x	Относительная стандартная неопределенность u(x)%	Тип неопределенности	Распределение вероятностей
Основная относительная погрешность радиометра $\sigma(Hi), \%$		11,56	B	Прямоугольное
Случайная статистическая погрешность радиометра $\sigma(Hic), \%$		5,8	B	Прямоугольное



Источники неопределенности	Оценка входной величины x	Относительная стандартная неопределенность u(x)%	Тип неопределенности	Распределение вероятностей
Дополнительная погрешность радиометра от температуры $\sigma(H_t), \%$		5,8	B	Прямоугольное
Дополнительная погрешность радиометра от изменения напряжения $\sigma(H_v), \%$		2,9	B	Прямоугольное
Дополнительная погрешность радиометра от нестабильности показаний прибора за время непрерывной работы $\sigma(H_{np}), \%$		2,9	B	Прямоугольное
Дополнительная погрешность измерения от изменения влажности воздуха $\sigma(H_{вл}), \%$		5,8	B	Прямоугольное
Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения $\sigma(H_{ind}), \text{мкЗв/ч}$	0,12	Суммарная относительная стандартная неопределенность $U_c(H_{ind}) = \sqrt{(11,56)^2 + 3 \times (5,8)^2 + 2 \times (2,9)^2} = 15,9\%$		

6 РАСШИРЕННАЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ

Расширенная неопределенность рассчитывается по формуле:

$$U = k \times U_c(H_{ind}),$$

где k коэффициент охвата, равный 2:

$$U = 2 \times 15,9\% = 31,8\%$$

7 Полный результат измерения (см. п.10.3 МВИ):

$$\Delta = \text{МЭД}_{\text{изм}} \times U / 100\% \quad \text{или} \quad 0,12 \times \frac{31,8\%}{100\%} = 0,04 \text{ мкЗв/ч}$$

Оцененная мощность эквивалентной дозы МЭД = **0,12±0,04** мкЗв/ч.

Заведующий лабораторией РНИУП
«Институт радиологии»



П.Н. Цыгвинцев

Заведующая отделением
ГУ «Гомельский областной центр гигиены,
эпидемиологии и общественного здоровья»



И.П. Быченко

