

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Государственного  
комитета по стандартизации  
Республики Беларусь

  
В.Н. КОРЕШКОВ  
«25» 05 2006 г.



**УТВЕРЖДАЮ**

Директор закрытого акционерного  
общества «ТИМЕТ»

  
А.О. ГРУБИЧ  
«03» 05 2006 г.



**Методика выполнения измерений удельной  
активности цезия-137 в счетных образцах  
радиометром-дозиметром  
МКС-01 «Советник»**

**МВИ. МН 2491-2006**

Разработчик:  
ЗАО «ТИМЕТ»

**Минск – 2006**



**МВИ.МН 2491-2006. Методика выполнения измерений удельной активности цезия-137 в счетных образцах радиометром-дозиметром МКС-01 «Советник»**

Экз. № \_\_\_\_\_

МВИ предназначена для измерений удельной активности цезия-137 радиометром-дозиметром МКС-01 «Советник» (далее – прибор) в счетных образцах с объемом: 0,1; 0,3; 0,5 и 1 л. В МВИ предусмотрено выполнение измерений как с блоком детектирования прибора, помещенным в пассивную защиту (*лабораторные измерения*), так и с блоком детектирования без пассивной защиты (*измерения in situ*). В последнем случае блок детектирования устанавливают в штатную подставку, а измерения удельной активности счетных образцов с объемом 0,5 и 1 л можно выполнять в полевых условиях непосредственно на месте расположения объекта радиационного контроля. Нижний предел диапазона измерений, выполняемых согласно настоящей МВИ, зависит от наличия или отсутствия блока пассивной защиты, объема счетного образца и плотности измеряемого вещества. Минимально возможное значение нижнего предела диапазона измерений, равное 5 Бк/кг, достигается при применении пассивной защиты, счетных образцов с объемом 1 л и плотности вещества 1 кг/дм<sup>3</sup>. Среднее время измерения в указанном случае равно 1,5 часа. В МВИ предусмотрен ряд простых и эффективных операций по оптимизации времени выполнения измерений. Настоящая МВИ применяется с программным обеспечением «РАДКОНТРОЛЬ» [1, 2], в ней учтены принципы и подходы, описанные в [3 – 7].

Гармонизация требований Республики Беларусь и Российской Федерации приведена в приложении А.

Результаты исследований контроля точности измерений, выполненных согласно настоящей МВИ, а также замечания по применению МВИ на практике просим направлять по адресу:

ЗАО «ТИМЕТ», а/я 51, Минск-12, 220012, Беларусь

E-mail: [timet@inbox.ru](mailto:timet@inbox.ru); т.: (+375) 29 769 89 63

[www.timet.ru](http://www.timet.ru)

Все права защищены. Данная МВИ или любая ее часть не могут быть воспроизведены или использованы каким-либо способом – графическим, электронным или механическим, включая фотокопии, копирование, печатание или использование информационных систем хранения и воспроизведения, – без письменного разрешения ЗАО «ТИМЕТ».

© ЗАО «ТИМЕТ», 2006 г.

Для заметок

в измерительный сосуд (сосуд Маринелли, чашку Петри и пр.) и предназначенное для измерений радиационных параметров

**Точечная проба** – количество вещества (продукции, сырья и т.п.), взятое из одной *контрольной точки* за один прием от *объекта радиационного контроля* для составления *объединенной пробы*

**Точность измерения** – близость результата измерения к истинному значению измеряемой величины [6]

**Условия повторяемости** – условия, при которых независимые результаты испытаний получены одним методом на идентичных образцах испытаний в одной лаборатории одним оператором с использованием одного оборудования и за короткий интервал времени [12]

**БД** – блок детектирования *прибора*

**БР** – блок регистрации *прибора*

**ВП** – верхний предел диапазона измерений (численное значение **ВП**, Бк/кг)

**Н** [Бк/кг] – численное значение *норматива*

**НП** – нижний предел диапазона измерений (численное значение **НП** в единицах [Бк/кг] при измерении *УА*)

**ОНП** – *оперативный нижний предел* диапазона измерений (численное значение **ОНП** в единицах [Бк/кг] при измерениях *УА*)

**СО** – стандартный образец

**УА** – удельная активность

**ЭД** – эксплуатационная документация

**a** [Бк/кг] - численное значение *УА*

**U** [%] – приписанное значение относительной погрешности измерений (этим же символом в настоящем документе обозначается и расширенная неопределенность измерений – см. приложение Д)

**V** [л] – объем вещества *счетного образца*

**m<sub>V</sub>** [кг] – масса вещества *счетного образца*

**u<sub>d</sub>** [%] – значение относительной *стандартной неопределенности*, соответствующее допускаемой погрешности измерения согласно *ЭД* на прибор

**u<sub>M</sub>** [%] – значение относительной *стандартной неопределенности* измерения, обусловленной операциями определения объема и взвешивания *счетного образца*

**u<sub>УА</sub>** [%] – значение относительной *стандартной неопределенности* измерения интенсивности, оцениваемое на основании выполнения нескольких измерений *УА* в *условиях повторяемости*

**ρ** [кг/л] – плотность вещества

## Содержание

Содержание .....	3
1 Вводная часть .....	4
2 Требования к погрешности измерений .....	4
3 Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы и растворы .....	5
4 Метод измерений.....	6
5 Требования безопасности, охраны окружающей среды.....	7
6 Требования к квалификации операторов .....	7
7 Условия измерений .....	8
8 Подготовка к выполнению измерений .....	8
9 Выполнение измерений.....	10
10 Обработка результатов измерений.....	13
11 Оформление результатов .....	14
12 Контроль погрешности результатов измерений.....	14
Библиография.....	15
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	17
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	18
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	19
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	20
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	23
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	24
ПРИЛОЖЕНИЕ З.....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ И.....	28

## 1 Вводная часть

Настоящий документ устанавливает методику выполнения измерений (далее – МВИ) удельной активности цезия-137 в счетных образцах с применением программного обеспечения «РАДКОНТРОЛЬ» [1,2].

1.1 МВИ применяют для измерений удельной активности (далее – УА) цезия-137 как в лабораторных, так и в полевых условиях на месте расположения объекта радиационного контроля (измерения *in situ*), в том числе для вынесения заключения о соответствии либо несоответствии УА вещества пробы, из которого приготовлен счетный образец, установленному уровню: допустимый уровень, уровень вмешательства, контрольный уровень (далее в целях общности – «*норматив*»).

1.2 МВИ используют для радиационного контроля пищевых продуктов и сырья, для контроля радиоактивного загрязнения промышленной продукции и производственных отходов, а также для измерений УА цезия-137 в системах гигиенического мониторинга, мониторинга окружающей среды и среды обитания.

1.3 Плотность вещества счетного образца  $\rho$  от 0,1 до 2,0 кг/дм<sup>3</sup>.

1.4 Диапазон измерений УА цезия-137 в счетных образцах с плотностью  $\rho$  от 1 до 2 кг/дм<sup>3</sup> и объемом  $V = 1$  дм<sup>3</sup> составляет:

- от 5 до 10000 Бк/кг для лабораторных измерений;
- от 40 до 10000 Бк/кг для измерений *in situ*.

Численное значение нижнего предела диапазона измерений для счетных образцов с иными допустимыми значениями плотности и объема устанавливается при выполнении измерений автоматически в соответствии с алгоритмом работы [1] и согласно данным, приведенным в приложении Б.

## 2 Требования к погрешности измерений

2.1 Границы относительной погрешности измерений для доверительной вероятности  $P = 0,95$  и счетных образцов с плотностью  $\rho = 1$  кг/дм<sup>3</sup> и объемом  $V = 1$  дм<sup>3</sup> соответствуют характеристикам, приведенным в таблице 2.1.

**Операции физического концентрирования** – операции приготовления *счетных образцов* из вещества *пробы (средней пробы)* посредством озонения, выпаривания, высушивания, обугливания и т.п. без внесения изменений в радионуклидный состав этого вещества

**Партия** – надежно идентифицируемое количество продукции одного наименования (расфасованной или хранящейся в одной емкости), предназначенной к единовременной сдаче, отгрузке, продаже или хранению

**Погрешность измерения** – результат измерения минус истинное значение измеряемой величины (на практике вместо истинного значения используется условно-истинное значение) [6]

**Правильность** – близость среднего значения, полученного в длинном ряду результатов испытаний, к принятому эталонному значению величины [4]

**Прецизионность** – близость между независимыми результатами испытаний, полученными при определенных принятых условиях [4]

**Прибор** – радиометр-дозиметр МКС-01 «Советник»

**Проба** – вещество *объекта радиационного контроля*, отобранное по установленной методике

**Приписанная характеристика** – характеристика погрешности (неопределенности) любого результата измерений, полученного при соблюдении требований и правил данной методики

**Радиационный контроль** – *радиационные измерения*, выполняемые для контролируемого *объекта* с целью определения степени соблюдения требований установленных норм (включая непревышение установленных уровней) или с целью наблюдения за состоянием объекта [14]

**Расширенная неопределенность** – величина, определяющая интервал вокруг результата измерения, в пределах которого, как можно ожидать, содержится большая часть распределения значений, которые с достаточным основанием могут быть приписаны измеряемой величине [6]

**Смещение** – разность между математическим ожиданием результатов испытаний<sup>13</sup> и принятым эталонным значением [4]

**Средняя проба** – часть *объединенной пробы*, предназначенная для проведения исследований

**Стандартная неопределенность** – неопределенность измерения, выраженная в виде стандартного отклонения

**Счетный образец** – вещество с определенным объемом (массой), полученное из вещества *пробы (средней пробы)* согласно установленной методике, помещенное

---

исследования достаточной является информация об измеряемой величины в более узком, по сравнению со штатным, диапазоне значений. Например, выполняются измерения вещества, для которого допустимый уровень содержания контролируемого радионуклида, равен 360 Бк/кг. Причем информация о значениях удельной активности меньших 100 Бк/кг **не является необходимой**, а штатное значение нижнего предела диапазона измерений равно 5 Бк/кг. В этом случае время выполнения измерений можно оптимизировать путем сужения диапазона измерений, введя оперативный нижний предел, равный, например, 100 Бк/кг.

<sup>13</sup> Средним арифметическим значением результатов многократных измерений.

## ПРИЛОЖЕНИЕ И (справочное)

### Определения, обозначения и сокращения

**Измерения in situ** – измерения без отбора проб вещества либо измерения *нативных* счетных образцов, выполняемые непосредственно на месте расположения *объекта радиационного контроля*

**Контрольная точка** – небольшая область (участок) *объекта радиационного контроля*, назначенная для измерений в ней контролируемых радиационных параметров (непосредственно или через взятие *проб*) [13]

**Лабораторные измерения (условия)** – измерения, выполняемые в помещении лаборатории радиационного контроля (условия измерений, регламентируемые для лаборатории)

**Методика выполнения измерений (МВИ)** – совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с известной погрешностью (неопределенностью)

**Методика радиационного контроля** – совокупность операций и правил выполнения радиационных измерений и обработки их результатов для *объекта радиационного контроля*, необходимых для получения полной и адекватной измерительной информации о состоянии объекта

**Мониторинг** – регулярные наблюдения за *объектом* с целью определения изменений его радиационных параметров

**Нативный** – от лат. natives врожденный, в радиационном контроле счетный образец (проба), вещество которого находится в природном состоянии, не модифицированном, сохранившим структуру и влажность, присущую ему в *объекте радиационного контроля*

**Неопределенность измерений** – параметр, связанный с результатом измерений и характеризующий рассеяние значений, которые можно приписать измеряемой величине [12]

**Норматив** – допустимый уровень (контрольный уровень, уровень вмешательства), установленный для удельной активности данного радионуклида в веществе объекта радиационного контроля

**Объединенная проба** – смесь точечных проб для данного *объекта радиационного контроля*

**Объект радиационного контроля (объект)** - подлежащая радиационному контролю партия продукции, сырья, материалов, производственных отходов либо подлежащий радиационному контролю объект окружающей среды или среды обитания

**Оперативный нижний предел** – назначенное (при выполнении данного конкретного измерения<sup>12</sup>) численное значение для нижнего предела диапазона измерений, большее по величине, чем штатное значение предела

<sup>12</sup> Назначение оперативного нижнего предела – сужение диапазона измерений – может быть произведено только в тех случаях, когда в целях выполняемого

Таблица 2.1 Границы относительной погрешности измерений

Условия выполнения измерений	Диапазон (поддиапазон*) измерений УА цезия-137, Бк/кг	Границы относительной погрешности $\pm\Delta$ , %
Лабораторные	От 5 до 20	$\pm 50$
	От 20 до 40	$\pm 35$
	От 40 до 10000	$\pm 30$
Измерения in situ	От 40 до 10000	$\pm 35$

\*) Здесь и ниже граница между поддиапазонами полагается принадлежащей поддиапазону с большими значениями величины. Например, запись «От 20 до 40» является краткой формой записи неравенства:  $20 \leq a < 40$ , где  $a$  - численное значение УА цезия-137

Границы погрешности для счетных образцов с иными допустимыми значениями плотности и объема устанавливаются при выполнении измерений автоматически в соответствии с алгоритмом работы [1] и согласно данным, приведенным в приложении В.

### 3 Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы и растворы

3.1 Радиометр-дозиметр МКС-01 «Советник» (далее – прибор), соответствующий ГОСТ 27451 [8] и ТУ РБ 100020715.003-2004 со следующими характеристиками:

- Диапазон измерений УА цезия-137 в счетном образце с плотностью 1 кг/дм<sup>3</sup> для сосуда Маринелли с объемом 1 л:
  - От 5 до 10000 Бк/кг (с пассивной защитой);
  - От 40 до 10000 Бк/кг (без пассивной защиты).
- Диапазон рабочих температур окружающего воздуха от минус 10 до плюс 40 °С.

В зависимости от условий выполнения измерений (лабораторные измерения либо измерения in situ) применяют также следующие средства измерений, вспомогательные устройства, материалы и растворы:

#### 3.2 Лабораторные измерения

3.2.1 Блок пассивной защиты для сцинтилляционного детектора с диаметром не менее 63 мм. Допускается применять блок пассивной защиты от гамма-радиометров типа РУБ-01П6 и РКГ-05 либо иных радиометров (спектрометров), предназначенных для установки сцинтилляционных детекторов с диаметром не менее 63 мм.

3.2.2 Сосуд Маринелли с объемом 1 л.

3.2.3 Измерительный сосуд согласно ИСТМ.412159.100 ПС [9] для счетных образцов с объемом 0,3 и 0,1 л.

3.2.4 Весы лабораторные общего назначения с метрологическими характеристиками по ГОСТ 24104 для взвешивания счетных образцов в диапазоне от 10 до 3000 г с погрешностью не более  $\pm 2\%$ .

3.2.5 Посуда мерная лабораторная стеклянная по ГОСТ 1770 для определения объема счетных образцов с погрешностью не более  $\pm 2\%$  и вместимостью от 0,1 до 1,0 л.

3.2.6 Спирт этиловый ректификат по ГОСТ 18300 для протирки поверхностей блока детектирования прибора (далее – БД), внутренних поверхностей блока пассивной защиты и измерительного сосуда. Расход спирта – 15 г на один измеряемый счетный образец.

3.2.7 Ветошь для протирки поверхностей спиртом этиловым. Расход ветоши – 5 г на один счетный образец.

3.2.8 Водный раствор (1 г моющего средства на 0,5 л воды) для мытья измерительной емкости после завершения измерения. Расход моющего раствора – 250 г на один счетный образец.

3.2.9 Губка для мытья измерительных емкостей. Расход – 1 губка на 300 счетных образцов.

3.2.10 Пакет полиэтиленовый по ГОСТ 12302 размером не менее 15х30 см для защиты БД прибора от возможного попадания загрязняющих веществ. Расход – 1 пакет для измерений 30 счетных образцов.

### 3.3 Измерения *in situ*

3.3.1 Штапная подставка согласно ИСТМ.412159.100 ПС [9] для установки БД прибора.

3.3.2 Средства измерений, растворы и материалы согласно п.п. 3.2.2, 3.2.4-3.2.9.

3.4 Средства измерений должны быть поверены в соответствии с СТБ 8003.

Допускается применять средства измерений, приспособления и материалы с характеристиками (свойствами) не хуже указанных.

## 4 Метод измерений

4.1 Измерения УА цезия-137 выполняют методом, основанным на регистрации сцинтилляционным детектором гамма-излучения, испускаемого изотопом  $^{137m}\text{Ba}$ , дочерним изотопом радионуклида цезий-137. Испускаемое веществом счетного образца гамма-излучение

устранения указанных причин результаты измерений, выполняемых по настоящей МВИ, подлежат исправлению.

Исправленное значение УА цезия-137 в счетном образце рассчитывается по формуле

$$a_{\text{испр}} = a - \delta, \quad (34)$$

где

$a$ , Бк/кг – измеренное значение УА согласно сообщению (9.1);

$\delta$ , Бк/кг – рассчитанное по формуле (32) лабораторное смещение, абсолютное значение которого не удовлетворяет неравенству (33).

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3 (справочное)

#### Порядок обработки результатов контрольных измерений

Норматив контроля *правильности* измерений рассчитать по формуле

$$P_{\delta} = \sqrt{\Delta_{CO}^2 + \left( \frac{1,96 \cdot s_{I(TO)}}{\sqrt{N}} \right)^2}, \quad (31)$$

где

$\Delta_{CO}$ , Бк/кг – предел погрешности УА применяемого СО согласно свидетельству (паспорту);

$s_{I(TO)}$ , Бк/кг – стандартное отклонение промежуточной прецизионности за истекший период проведения внутрилабораторного контроля качества измерений согласно [11];

$N$  – число выполненных контрольных измерений.

Лабораторное *смещение* рассчитать по формуле

$$\delta = a_{CP} - \mu_{CO}, \quad (32)$$

где

$a_{CP}$ , Бк/кг – среднее арифметическое значение результатов измерений<sup>11</sup> СО;

$\mu_{CO}$ , Бк/кг – значение удельной активности СО согласно свидетельству (паспорту).

Результат контроля правильности измерений положительный, если выполнено неравенство

$$|\delta| \leq P_{\delta}, \quad (33)$$

где

$\delta$ , Бк/кг – значение лабораторного смещения, рассчитанное по формуле (32);

$P_{\delta}$ , Бк/кг – значение норматива контроля правильности измерений, рассчитанное по формуле (31).

Если неравенство (33) не выполняется, то следует выяснить и устранить причины ухудшения правильности выполняемых измерений. До

<sup>11</sup> Выполненных при проведении внутрилабораторного контроля качества измерений согласно [11].

регистрируется сцинтилляционным БД прибора с дальнейшей амплитудной селекцией электрических импульсов, сформированных электронным устройством БД. Микропроцессорное устройство прибора «Радконтроль» [1] осуществляет обработку информации о скоростях счета (интенсивностях), регистрируемых в энергетических окнах, соответствующих гамма-излучению «цезия-137» и радионуклида калий-40. Значение УА цезия-137 в измеряемом веществе рассчитывается на основе информации о скорости счета фона и чувствительности для данной геометрии измерений.

4.2 Выполнение измерений производится прибором в автоматическом режиме работы согласно [1]: при обнаружении в измеряемом веществе калия-40 производится соответствующая корректировка скорости счета гамма-излучения в энергетическом окне цезия-137; в случае отличия плотности измеряемого вещества от 1 г/см<sup>3</sup> производится корректировка значения чувствительности.

## 5 Требования безопасности, охраны окружающей среды

5.1 При выполнении измерений УА цезия-137 соблюдают следующие требования:

- гигиенические нормативы по радиационной безопасности ГН 2.6.1.8—127 Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000) и СанПиН 2.6.1.8—8 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСП-2002);
- требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на прибор [9, 10] (далее – ЭД);
- требования предприятия (организации) по технике безопасности при выполнении работ на объекте контроля и/или на месте его размещения (в случае измерений in situ).

Проведение измерений по настоящей МВИ не оказывает вредного воздействия на окружающую среду.

## 6 Требования к квалификации операторов

6.1 К выполнению измерений и обработке их результатов допускают лиц с квалификацией не ниже техника или лаборанта, изучивших настоящую МВИ, ЭД и инструкцию пользователя [2].

## 7 Условия измерений

7.1 При выполнении измерений соблюдают условия, приведенные в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Измеряемая величина	Влияющая величина	Диапазон значений, °С	Условия выполнения измерений	Примечание
Удельная активность цезия-137	Температура окружающего воздуха	От +5 до +40	Лабораторные	БД установлен в блок пассивной защиты
		От минус 10 до +40	Измерения in situ	Блок пассивной защиты отсутствует

7.2 Расстояние от БД прибора до стен помещения (здания) должно быть не менее 1,5 м, до электроустановок (приборов) с мощностью более 300 Вт – не менее 2 м.

7.3 Мощность амбиентной дозы гамма-излучения в месте расположения прибора должна быть не более 0,2 мкЗв/ч.

**Примечание** - Применение настоящей МВИ на территории, отнесенной компетентным органом к территории, находящейся в зоне аварии, возможно только при наличии специального нормативного документа о применимости МВИ для выполнения измерений УА цезия-137 на данной территории в данный аварийный период.

## 8 Подготовка к выполнению измерений

При подготовке к выполнению измерений проводят следующие работы:

### 8.1 Измерения фонового гамма-излучения

8.1.1 В лабораторных условиях измерений с применением блока пассивной защиты перед вводом прибора в эксплуатацию проводят измерения фоновых характеристик прибора согласно приложению Г.

### 8.2 Подготовка счетного образца

8.2.1 Счетный образец готовят из пробы вещества в соответствии с действующими нормативными документами, регламентирующими операции взятия проб и подготовки счетных образцов.

**Примечание** - Допускается в качестве счетного образца использовать вещество пробы в нативном состоянии с плотностью согласно п. 1.3 и объемом согласно данным таблицы Б1 приложения Б.

приведенных примерах значения НП оказались равными 15,6 Бк/кг и 33,3 Бк/кг соответственно.

Для счетного образца № 3 приведена запись результата измерения, выполненного в режиме «*Измерение*», в случае когда при выполнении операций п. 9.1 в программу работы прибора было введено значение норматива  $H = 160$  Бк/кг. Сопоставление результата измерения:

«*79 Бк/кг ± 30 %*»,

с численным значением норматива  $H = 160$  Бк/кг производится автоматически. В данном примере согласно алгоритму работы [1] выполняется проверка неравенства:

$$(79 + 23,7) \text{ Бк/кг} \leq 160 \text{ Бк/кг.}$$

Результат проверки отображается на дисплее БР в виде сообщения: **Менее  $H = 160$  Бк/кг**,

которое также протоколируется в графе 5 таблицы Ж1.

В таблице Ж1 для счетного образца № 5 погрешность результата измерения равна 35 % в соответствии со следующим. Плотность указанного счетного образца равна 0,78 кг/дм<sup>3</sup>. В этом случае согласно приложению Б численное значение  $\text{НП}(\rho) = (5 \text{ Бк/кг})/0,78 = 6,4 \text{ Бк/кг}$ . Следовательно, значение величины  $8 \cdot \text{НП}(\rho) = 51,2 \text{ Бк/кг}$ . (Расчеты производятся в соответствии с алгоритмом [1] в автоматическом режиме.) В данном примере измеренное значение 49 Бк/кг оказалось меньше, чем величина  $8 \cdot \text{НП}(\rho)$ , и результату измерения согласно данным таблицы В1 приписаны границы погрешности  $\pm 35 \%$ .

В остальных случаях записи в таблицу Ж1 производятся в соответствии с информацией, отображаемой после завершения измерения на дисплее прибора, аналогично рассмотренным выше примерам.



## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж (рекомендуемое)

### Форма журнала для записи результатов измерений

Результаты измерений рекомендуется оформлять записью в журнале по указанной ниже форме:

Таблица Ж1 Рекомендуемая форма журнала

Дата (шифр счетного образца)	Объем $V$ , дм <sup>3</sup>	Масса $m_V$ , кг	$H$ , Бк/кг	Результат измерения
1	2	3	4	5
1.07.05 № 1	1,0	0,32	—	<i>Менее НП = 15,6 Бк/кг</i>
№ 2	1,0	0,15	—	<i>Менее НП = 33,3 Бк/кг</i>
№ 3	0,3	0,31	160	<i>79 Бк/кг ± 30 % Менее H = 160 Бк/кг</i>
№ 4	0,3	0,28	—	<i>128 Бк/кг ± 30 %</i>
4.07.05 № 5	1,0	0,78	—	<i>49 Бк/кг ± 35 %</i>

При выполнении нескольких измерений в один и тот же день дату в графе 1 таблицы Ж1 допускается указывать только для первого выполненного измерения.

В графах 2 и 3 записываются сведения об объеме и массе счетного образца.

Если при выполнении данного измерения норматив не задан, то в графе 4 ставится прочерк.

Результаты измерений записывают в графе 5. В качестве примера в таблице Ж1 для счетных образцов № 1 и 2 приведены записи, которые рекомендуется производить в случай, если результат измерений оказался менее, чем соответствующее значение нижнего предела диапазона измерений. Указанные счетные образцы согласно данным об объеме и массе имеют плотность 0,32 кг/дм<sup>3</sup> и 0,15 кг/дм<sup>3</sup> соответственно. Для счетных образцов с плотностью менее 1 кг/дм<sup>3</sup> значения НП рассчитываются по формуле Б3 приложения Б (при работе прибора расчет производится автоматически согласно алгоритму [1]). В

8.2.2 Взвесить пустой измерительный сосуд (в случае использования при измерении крышки произвести взвешивание сосуда вместе с крышкой).

8.2.3 Отмерить мерным сосудом соответствующий выбранной геометрии измерений (согласно данным таблицы Б1) объем вещества и равномерно заполнить им измерительный сосуд. Записать значение объема счетного образца в журнал.

8.2.4 Взвесить измерительный сосуда со счетным образцом<sup>1</sup>.

Рассчитать массу счетного образца по формуле

$$m_V = m - m_C, \quad (8.1)$$

где

$m$ , кг – вес измерительного сосуда с веществом счетного образца;

$m_C$ , кг – вес пустого измерительного сосуда.

Результаты расчета величин (8.1) записать в журнал.

8.2.5 В случае применения при подготовке пробы операций физического концентрирования<sup>2</sup> рассчитать коэффициенты концентрирования и представительности по формулам:

$$K_{\text{Конц}} = \frac{m_0}{m_K} > 1, \quad (8.2)$$

$$K_{\text{Пр}} = \frac{m_V}{m_K} \leq 1, \quad (8.3)$$

где

$m_0$ , кг – исходная масса вещества пробы до выполнения концентрирования;

$m_K$ , кг – масса вещества после выполнения концентрирования.

8.3 Одеть на БД прибора полиэтиленовый пакет для защиты от попадания загрязняющих веществ.

8.4 Подготовить прибор к работе согласно указаниям, приведенным в ЭД [9, 10].

8.5 Вызвать согласно данными таблицы 8.1 режим работы прибора, соответствующий условиям выполнения предстоящих измерений.

<sup>1</sup> В случае применения крышки измерение выполнить вместе с крышкой.

<sup>2</sup> Концентрирование вещества пробы должно выполняться в соответствии с действующей методикой физического концентрирования проб либо иным действующим документом, регламентирующим операции физического концентрирования проб.

Таблица 8.1 Измерения УА цезия-137 в счетных образцах

Условия выполнения измерений	Наименование режима работы прибора	Описание режима работы	Примечание
Лабораторные	«Счетный образец»	Раздел 2 в [2]	БД установлен в блок пассивной защиты
Измерения in situ	«Проба»	Подраздел 1.3 в [2]	Блок пассивной защиты отсутствует

8.6 В случае выполнения измерений in situ (режим работы «Проба») после *первого включения* прибора на новом месте размещения выполнить согласно операциям, указанным в [2], измерение интенсивности фонового гамма-излучения.

**Примечания** – Измерения счетных образцов в режиме работы «Проба» допускается выполнять прибором, установленным также и в лаборатории. В этом случае прибор рекомендуется разместить в специально назначенном для выполнения измерений без блока пассивной защиты неизменном месте.

8.7 Выполнить согласно [2] оперативную проверку скорости счета фонового гамма-излучения.

В случае отрицательного результата оперативной проверки скорости счета фонового гамма-излучения выполнить следующие операции:

- Исследовать фоновые характеристики прибора согласно приложению Г – для режима работы «Счетный образец».
- Выполнить повторное измерение скорости счета фонового гамма-излучения согласно операциям, указанным в [2], - для режима работы «Проба».

8.8 Поместить на БД прибора измерительный сосуд со счетным образцом.

В случае режима работы «Счетный образец» закрыть крышку пассивной защиты.

## 9 Выполнение измерений

При выполнении измерений УА цезия-137 в счетных образцах выполняют следующие операции:

9.1 При необходимости проведения сопоставления результата измерения со значением норматива (допустимый уровень, контрольный уровень и т.п.) ввести в программу работы прибора (далее – программа) согласно операциям, указанным в [2], значение норматива **Н**.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(справочное)

### Оптимизация времени выполнения измерения при введении ОНП

Максимальное время выполнения измерения  $T_{\text{Макс}}$  имеет место в том случае, когда УА цезия-137 в веществе контролируемого объекта оказывается близкой по величине к численному значению **НП(ρ)**, причем

$$T_{\text{Макс}} \sim 1/\text{НП}(\rho)^2, \quad (\text{E1})$$

где **НП(ρ)**, Бк/кг – значение НП в зависимости от плотности вещества **ρ** согласно приложению Б.

Из выражения (E1) следует, что увеличение численного значения **НП(ρ)** всего в 1,5 раза, например, от 30 до 45 Бк/кг, приводит к уменьшению величины  $T_{\text{Макс}}$  уже в 2,25 раза.

Для оптимизации времени измерений в МВИ предусмотрена возможность задания численного значения **ОНП**, принадлежащего интервалу, определяемому неравенствами (9.3). В случае задания **ОНП** измерение выполняется уже не в диапазоне значений УА, определяемом неравенствами (Б1) приложения Б, в более узком диапазоне, задаваемом следующим двойным неравенством:

$$\text{ОНП} \leq a \leq \text{ВП}. \quad (\text{E2})$$

Распределение однотипных объектов контроля по значениям УА цезия—137 описывается, как правило, логонормальным распределением. Поэтому во всем множестве каких-либо однотипных объектов подавляющее число объектов имеет достаточно малые значения УА. Как следствие, основное время при радиационном контроле затрачивается на выполнение измерений малоактивных объектов, поскольку, с одной стороны, они составляют подавляющее большинство измеряемых объектов, а, с другой – затраты времени на измерение УА цезия-137 в таких объектах близки к  $T_{\text{Макс}}$ .

Таким образом, операции, оптимизирующие время выполнения измерений объектов с малыми значениями УА, приводят к значительному снижению трудозатрат в целом. В настоящей МВИ указанная цель достигается в т.ч. и путем возможности введения, когда это допустимо, вместо штатного значения **НП(ρ)** оперативного нижнего предела – **ОНП**.

$$a_{Cp} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N a_i, \quad (D5)$$

$$u_{YA} = \frac{100\%}{a_{Cp}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (a_i - a_{Cp})^2}{N-1}}, \quad (D6)$$

где

$N = 5$  – число выполненных измерений;

$a_i$ , Бк/кг – результат  $i$ -го измерения.

Рассчитать численное значение стандартного отклонения  $u_M$  по формуле

$$u_M = \sqrt{\frac{\delta_V^2}{6} + \frac{\delta_m^2}{3}}, \quad (D7)$$

где

$\delta_V$ , % - значение относительной погрешности измерения объема счетного образца из СО с помощью мерного сосуда согласно п. 3.2.5;

$\delta_m$ , % - значение относительной погрешности измерения массы счетного образца с помощью весов, указанных в п. 3.2.4.

Рассчитать относительное значение стандартной неопределенности, соответствующей допустимой погрешности измерения по формуле

$$u_D = \frac{\delta_D}{2}, \quad (D8)$$

где

$\delta_D$ , % - относительное значение погрешности измерения УА цезия-137 в счетном образце согласно паспорту на прибор [9].

Рассчитать численное значение расширенной неопределенности согласно формуле (Д4).

9.2 Ввести в программу согласно [2] объем счетного образца и его массу (8.1).

9.3 Измерение УА цезия-137 в веществе счетного образца может быть выполнено согласно настоящей МВИ в одном из трех режимов измерений:

- режим «Измерение»;
- режим «Индикация»;
- режим «Измерение с оперативным значением НП»

Выбрать согласно операциям, описанным в [2], режим выполнения предстоящего измерения<sup>3</sup>.

#### 9.4 Режим «Измерение»

9.4.1 Измерение УА цезия-137 в счетном образце в данном режиме, являющимся основным режимом работы, выполняется в диапазоне значений УА и с погрешностью измерений согласно п. 1.4 и разделу 2 настоящей МВИ.

9.4.2 Измерение выполняется прибором в автоматическом режиме в соответствии с алгоритмом работы [1].

Результат измерения в общем случае представляется на дисплее блока регистрации прибора (далее – БР) в виде:

$$a \pm \Delta, \quad (9.1)$$

где

$a$ , Бк/кг – измеренное значение УА цезия-137 в веществе счетного образца;

$\Delta$ , % - приписанное согласно разделу 2 значение относительной погрешности измерений<sup>4</sup> для доверительной вероятности  $P = 0,95$ .

<sup>3</sup> После завершения измерения счетного образца в одном из режимов может быть выполнено повторное измерение в любом другом режиме согласно п. 9.3.

<sup>4</sup> Метод оценивания неопределенности измерений, выполняемых согласно настоящей МВИ, приведен в приложении Д.

### 9.5 Режим «Индикация»

9.5.1 Режим выполнения измерений «Индикация» является дополнительным, вспомогательным режимом работы и предназначен для «бракеражного» контроля УА цезия-137 в счетных образцах в случае задания соответствующего норматива. Численное значение норматива вводится в программу согласно [2].

Указанный режим измерений применяется только в том случае, если его использование регламентировано в методике, схеме или ином действующем документе, описывающем порядок проведения радиационного контроля данного вида продукции, сырья, вещества.

9.5.2 Измерение выполняется в автоматическом режиме согласно [1]. По завершению измерения на дисплее БР отображается следующая информация.

9.5.2.1 Если численное значение верхней границы доверительного интервала, которому с  $P = 0,95$  принадлежит УА измеряемого счетного образца, оказывается меньше порогового уровня

$$L_T = \left( H - a \cdot \frac{\Delta}{100\%} \right), \quad (9.2)$$

где

$H$ , Бк/кг – численное значение норматива;

$a$ , Бк/кг – текущее измеренное значение УА;

$\Delta$ , % - приписанное согласно разделу 2 значение относительной погрешности измерений;

то результатом выполненного измерения является утверждение о том, что УА цезия-137 в данном счетном образце заведомо меньше, чем численное значение норматива, о чем информирует соответствующее сообщение на дисплее БР, например<sup>5</sup>:

«Менее  $H = 160$  Бк/кг».

9.5.2.2 В остальных случаях результат измерения представляется на дисплее БР в виде (9.1).

<sup>5</sup> В приведенном примере предполагается, что при выполнении операций п. 9.1 было введено значение норматива, равное 160 Бк/кг.

$F$ ,  $\text{дм}^3 \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$  - чувствительность измерения УА цезия-137 в счетном образце того же самого объема  $V$ , но с плотностью вещества  $1 \text{ кг/дм}^3$ .

**Д3 Расширенная неопределенность измерений.** В соответствии с (Д1), (Д2) при условии постоянства фона гамма-излучения ( $n_\Phi = \text{const}$ ) для суммарной стандартной неопределенности измерения УА цезия—137 имеем:

$$u_{\text{Сумм}} = \sqrt{u_{\text{УА}}^2 + u_{\text{Д}}^2 + u_{\text{М}}^2}, \quad (Д3)$$

где

$u_{\text{УА}}$ , % – значение относительной стандартной неопределенности измерения интенсивности счетного образца, оцениваемое на основании выполнения нескольких измерений УА в *условиях повторяемости*;

$u_{\text{Д}}$ , % – значение относительной стандартной неопределенности, соответствующее допустимой погрешности измерения согласно ЭД на прибор (оценка значения стандартной неопределенности определения чувствительности  $F$  с учетом влияющих факторов<sup>10</sup>);

$u_{\text{М}}$ , % – значение относительной стандартной неопределенности измерения, обусловленной операциями определения объема  $V$  и массы счетного образца  $m_V$ .

Значение относительной *расширенной неопределенности измерения* для доверительной вероятности  $P = 0,95$  рассчитывается по формуле [5, 6]

$$U = 2 \cdot u_{\text{Сумм}}, \quad (Д4)$$

где

$u_{\text{Сумм}}$ , % - значение относительной суммарной стандартной неопределенности согласно выражению (Д3).

**Д4 Оценивание расширенной неопределенности.** Оценивание численного значения расширенной неопределенности (Д4) рекомендуется проводить одновременно с обработкой результатов контроля погрешности, выполняемой согласно приложению 3 настоящей МВИ.

Выполнить в *условиях повторяемости* пять измерений УА цезия-137 в счетном образце из СО, применяемом для контроля погрешности. Рассчитать среднее арифметическое значение УА цезия-137  $a_{\text{Ср}}$  и относительное значение стандартной неопределенности  $u_{\text{УА}}$  по формулам

<sup>10</sup> Изменение температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур, стабильность в течении времени непрерывной работы прибора и т.д.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д (рекомендуемое)

### Оценивание неопределенности измерений

**Д1 Общие положения.** Оценивание неопределенности измерений, выполняемых по настоящей МВИ, основано на модели, согласно которой имеется три основных составляющих неопределенности измерения, количественными мерами которых являются:

- стандартная неопределенность измерения интенсивности счетного образца;
- стандартная неопределенность измерений объема и массы счетного образца;
- стандартная неопределенность, соответствующая допускаемой погрешности измерения согласно ЭД на прибор.

Принимаются также следующие допущения:

- Распределение величины скорости счета импульсов является нормальным<sup>8</sup>.
- Суммарная неопределенность измерений рассчитывается посредством векторного сложения всех ее составляющих.
- Для доверительной вероятности  $P = 0,95$  коэффициент охвата принимается равным 2.

**Д2 Рабочая модель.** Расчет значения УА цезия-137 производится по формуле

$$a = \frac{n - n_{\phi}}{S}, \quad (D1)$$

где

**a**, Бк/кг – значение УА цезия-137;

**n**,  $c^{-1}$  – скорости счета, регистрируемая от счетного образца вместе с фоновым гамма-излучением;

**n<sub>φ</sub>**,  $c^{-1}$  – скорости счета фона<sup>9</sup>, полагаемая постоянной;

**S**,  $кг \cdot c^{-1} \cdot Бк^{-1}$  – чувствительность измерения УА цезия-137 в счетном образце с объемом **V** и массой **m<sub>v</sub>**, равная

$$S = F \cdot \frac{m_V}{V}, \quad (D2)$$

где

<sup>8</sup> Число зарегистрированных импульсов полезного сигнала много больше, чем единица (измерение согласно [1] завершается только в случае достижения условия так называемой «хорошей статистики» [15]).

<sup>9</sup> С учетом объема и плотности вещества измеряемого счетного образца [1].

### 9.6 Режим «Измерение с оперативным значением НП»

9.5.1 Режим выполнения измерений с оперативным значением НП предназначен для оптимизации времени измерений УА цезия-137 в счетных образцах. Указанный режим измерений применим только в том случае, если согласно методике, схеме или иному действующему документу, регламентирующему радиационный контроль данного вида продукции (сырья), допустимо выполнение измерений с численным значением нижнего предела диапазона измерений большим по величине, чем значение согласно п. 1.4 настоящей МВИ.

В этом случае перед началом измерений вместо значения НП может быть установлен так называемый «*оперативный нижний предел*» измерений (далее – ОНП), численное значение которого регламентировано применяемой методикой, схемой или иным действующему документом, согласно которому выполняется радиационный контроль данного вида продукции, сырья, вещества (см. также комментарий, приведенный в приложении Е).

Численное значение ОНП должно удовлетворять следующим двойным неравенствам:

$$НП(\rho) < ОНП \leq ВП/2, \quad (9.3)$$

где

**НП(ρ)**, Бк/кг – численное значение НП согласно приложению Б;

**ВП**, Бк/кг – верхнее значение диапазона измерений, равное 10000 Бк/кг.

9.5.2 Ввести в программу работы прибора в соответствии с [2] численное значение ОНП.

9.5.3 Измерение выполняется прибором в автоматическом режиме в соответствии с алгоритмом работы [1]. Результат измерения в общем случае представляется на дисплее БР в виде (9.1).

## 10 Обработка результатов измерений

Обработку результатов измерений УА цезия-137 в счетном образце выполняют способом:

10.1 В случае применения при подготовке пробы операций физического концентрирования рассчитать значение УА цезия-137 для исходной пробы по формуле

$$a_0 = \frac{K_{Пр}}{K_{Конц}} \cdot a, \quad (10.1)$$

где

$K_{пр}$  и  $K_{конц}$  – безразмерные коэффициенты, рассчитанные согласно формулам (8.2) и (8.3);

$a$ , Бк/кг – измеренное значение УА цезия-137 в счетном образце согласно сообщению (9.1).

Значение суммарной относительной погрешности определения УА в пробе рассчитать по формуле

$$\Delta_{\theta} = \sqrt{\Delta^2 + \Delta_K^2}, \quad (10.2)$$

где

$\Delta$ , % - относительная погрешность выполненного измерения согласно сообщению (9.1).

$\Delta_K$ , % - значение относительной погрешности операций концентрирования<sup>6</sup> для  $P = 0,95$ .

10.2 В случае ввода в программу работы прибора при выполнении операций п. 9.1 численного значения норматива обработка результатов измерений производится в автоматическом режиме согласно алгоритму работы [1].

## 11 Оформление результатов

Результаты измерений оформляют записью в журнале по форме, приведенной в приложении Ж.

## 12 Контроль погрешности результатов измерений

12.1 Оперативный и периодический контроль погрешности результатов измерений, выполняемых согласно настоящей МВИ, проводить посредством контрольных измерений стандартного образца УА цезия-137 (далее – СО). Измерения СО выполнять в соответствии с рекомендацией [11].

12.2 Порядок обработки результатов контрольных измерений СО согласно приложению З.

12.3 Порядок оценивания неопределенности измерений согласно приложению Д.

Определения, обозначения и сокращения, используемые в настоящей МВИ, приведены в приложении И.

<sup>6</sup> Численное значение  $\Delta_K$  согласно данным, указанным в применяемой для физического концентрирования проб методике.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### (обязательное)

### Измерения фонового гамма-излучения

Выполнить согласно разделу 10 РЭ [10] измерения скоростей счета в энергетических окнах гамма-излучения цезия-137 и калия-40 для значения относительной неопределенности измерения скорости счета цезия-137 ( $P = 0,95$ ), **равной 5 %**. Число повторных проверок  $N$  равно 10. Измерения выполнять при закрытой крышке блока пассивной защиты и отсутствии измерительной емкости на БД прибора.

Рассчитать средние арифметические значения скорости счета для излучения цезия-137 и калия-40 по формулам

$$\langle n_{\phi} \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N n_{\phi i}, \quad (Г1)$$

$$\langle n_{\phi K} \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N n_{\phi K i}, \quad (Г2)$$

где  $N$  – число выполненных измерений;

$n_{\phi i}$ ,  $c^{-1}$  – наблюдаемое в  $i$ -ом измерении ( $i = 1, 2, \dots, 7$ ) значение скорости счета фона для энергетического окна цезия-137;

$n_{\phi K i}$ ,  $c^{-1}$  - наблюдаемое в  $i$ -ом измерении значение скорости счета фона для энергетического окна калия-40.

Внести согласно [2] рассчитанные по формулам (Г1) и (Г2) средние арифметические значения скоростей счета в программу работы прибора.

## ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное)

### Границы погрешности измерений в зависимости от плотности и объема счетного образца

Значение нижнего предела диапазона измерений УА цезия-137 **НП(ρ)**, в общем случае зависит от плотности вещества **ρ** и объема счетного образца **V** (см. приложение Б). Границы относительной погрешности измерений для доверительной вероятности  $P = 0,95$  в зависимости от значения **НП(ρ)** и диапазона (поддиапазона) измерений соответствуют характеристикам, приведенным в таблице В1.

Таблица В1 Границы относительной погрешности измерений

Условия выполнения измерений	Диапазон (поддиапазон) измерений УА цезия-137	Границы относительной погрешности $\pm\Delta$ , %
Лабораторные	От <b>НП(ρ)</b> до $4 \cdot \mathbf{НП(ρ)}$	<b><math>\pm 50</math></b>
	От $4 \cdot \mathbf{НП(ρ)}$ до $8 \cdot \mathbf{НП(ρ)}$	<b><math>\pm 35</math></b>
	От $8 \cdot \mathbf{НП(ρ)}$ до <b>ВП</b>	<b><math>\pm 30</math></b>
Измерения in situ	От <b>НП(ρ)</b> до <b>ВП</b>	<b><math>\pm 35</math></b>

## Библиография

- [1] ИСТМ.412159.100 ПО Описание алгоритма обработки измерительной информации и оценивания неопределенности результатов измерений. ПО «Радконтроль». ЗАО «ТИМЕТ», Минск, 2005.
- [2] ИСТМ.412159.100 ИП Инструкция пользователя. ПО «Радконтроль». ЗАО «ТИМЕТ», Минск, 2005.
- [3] ГОСТ 8.010-99 Межгосударственный стандарт. Методики выполнения измерений. Основные положения.
- [4] СТБ ИСО 5725-1 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Общие принципы и определения.
- [5] Руководство по выражению неопределенности измерения. ВНИИМ им. Д.И. Менделеева. Санкт-Петербург, 1999.
- [6] Руководство ЕВРАХИМ/СИТАК. Количественное описание неопределенности в аналитических измерениях. Второе издание. ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, Санкт-Петербург, 2002.
- [7] СТБ ИСО/МЭК 17025-2001 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
- [8] ГОСТ 27451-87 Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия.
- [9] ИСТМ.412159.100 ПС Паспорт. Радиометр-дозиметр МКС-01 «Советник». ЗАО «ТИМЕТ», Минск, 2005.
- [10] ИСТМ.412159.100 РЭ Руководство по эксплуатации. Радиометр-дозиметр МКС-01 «Советник». ЗАО «ТИМЕТ», Минск, 2005.
- [11] ТИМ-01-06 Контроль качества и оценка неопределенности измерений при радиационном контроле продукции и сырья. Рекомендации. ЗАО «ТИМЕТ», Минск, 2004.
- [12] СТБ ГОСТ Р 50779.10-2001 Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения.
- [13] МИ 2453-2000 Рекомендация. Методика радиационного контроля. Общие требования.
- [14] ГОСТ Р 8.594-2002 Метрологическое обеспечение радиационного контроля. Основные положения. В.И. Гольдманский, А.В. Куценко, М.И. Подгорецкий. Статистика отсчетов при регистрации ядерных частиц. Государственное издательство физико-математической литературы, Москва, 1959, с. 65-100.
- [15]

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**(обязательное)**

**Гармонизация требований Республики Беларусь и  
Российской Федерации**

Пункт МВИ	Редакция Республики Беларусь	Редакция Российской Федерации
3.4	Средства измерений должны быть поверены в соответствии с СТБ 8003-93.	Средства измерений должны быть поверены.
5.1	ГН 2.6.1.8-127 Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000)	СП 2.6.1.758-99 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99)
5.1	СанПиН 2.6.1.8-8 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСП-2002)	СП 2.6.1.799-99 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99)
Приложение Д	(рекомендуемое)	(обязательное)

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**(обязательное)**

**Диапазон измерений в зависимости от значения плотности  
вещества, объема счетного образца и условий измерений**

В общем случае диапазон измерений согласно настоящей МВИ определяется двойным неравенством

$$\mathbf{НП(\rho)} \leq \mathbf{a} \leq \mathbf{ВП}, \quad (\text{Б1})$$

где

**НП(ρ)**, Бк/кг – нижний предел диапазона измерений (далее – НП), численное значение которого зависит от плотности вещества, условий и геометрии выполнения измерений;

**a**, Бк/кг – измеряемые значения УА цезия-137;

**ВП**, Бк/кг - численное значение верхнего предела диапазона измерений (далее – ВП), являющееся константой, равной 10000 Бк/кг.

Величина НП рассчитывается по формулам<sup>7</sup>:

$$\mathbf{НП(\rho)} = \mathbf{НП} \text{ (для } \rho \text{ от 1 до 2 кг/дм}^3\text{)}, \quad (\text{Б2})$$

$$\mathbf{НП(\rho)} = \mathbf{НП/\rho} \text{ (для } \rho \text{ от 0,1 до 1 кг/ дм}^3\text{)}, \quad (\text{Б3})$$

где

**НП**, Бк/кг – величина НП для плотности **ρ** от 1 до 2 кг/л, численное значение которой зависит от условий выполнения измерений и объема счетного образца **V** согласно данным таблицы Б1;

**ρ**, кг/дм<sup>3</sup> – плотность вещества.

Таблица Б1 Зависимость **НП** от условий измерений и объема **V**

Условия выполнения измерений	Объем измерительного сосуда, дм <sup>3</sup>	Объем счетного образца <b>V</b> , дм <sup>3</sup>	<b>НП</b> , Бк/кг
<b>Лабораторные</b>	1	1	<b>5</b>
		0,5	<b>10</b>
	0,3	0,3	<b>20</b>
		0,1	<b>40</b>
<b>Измерения in situ</b>	1	1	<b>40</b>
		0,5	<b>80</b>

<sup>7</sup> В знаменатель правой части выражения (Б.3) значение **ρ** должно подставляться в *единицах* [кг/дм<sup>3</sup>].