

СОГЛАСОВАНО

Председатель Государственного
комитета по стандартизации
Республики Беларусь


В.Н. КОРЕШКОВ
2006 г.


УТВЕРЖДАЮ

Директор закрытого акционерного
общества «ТИМЕТ»


А.О. ГРУБИЧ
2006 г.


**Методика выполнения измерений
удельной активности цезия-137 в продукции,
кормах и сырье без отбора проб радиометром-
дозиметром МКС-01 «Советник»**

МВИ. МН 2492-2006

Разработчик:
ЗАО «ТИМЕТ»

Минск – 2006



МВИ.МН 2492-2006. Методика выполнения измерений удельной активности цезия-137 в продукции, кормах и сырье без отбора проб радиометром-дозиметром МКС-01 «Советник»

Экз. № _____

Настоящая МВИ предназначена для измерений удельной активности цезия-137 в крупных объектах (партиях) сыпучей либо жидкой продукции – «**крупный объект**», а также в объектах с объемом вещества 10 л, помещенным в пластмассовую емкость с определенными размерами - «**объект 10 л**». В частности, «объект 10 л» может представлять собой пластмассовое ведро, заполненное ягодами, грибами, зерном или иной продукцией.

В измерениях, выполняемых согласно настоящей МВИ, применение коллиматора гамма-излучения не требуется, что обеспечивает малый вес прибора и повышенное значение чувствительности. Последнее особенно необходимо, когда основная часть контролируемой продукции и сырья имеет удельные активности значительно меньшие по величине, чем значения соответствующих нормативов, что характерно для обычных, штатных условий работы в отсутствии аварийных ситуаций.

МВИ разработана по заданию Программы совместной деятельности по преодолению последствий чернобыльской катастрофы в рамках Союзного государства на 2002-2005 годы. 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.

МВИ разработана по заданию Республиканского научно-исследовательского унитарного предприятия «Институт радиологии» (НИР № госрегистрации 20052687 от 26.08.2005 г.)

Рецензент начальник отдела Комчернобыля Республики Беларусь
Г.В. Анципов

Авторы: А.О. Грубич, С.И. Агафонов, П.Н. Цыгвинцев, Э.Н. Цуранков

Для заметок

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; т.: (+375) 29 769 89 63
www.timet.ru

u_d [%] – значение относительной *стандартной неопределенности*, соответствующее допускаемой погрешности измерения согласно ЭД на прибор

u_M [%] – значение относительной *стандартной неопределенности* измерения массы

$u_{уд}$ [%] – 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	5
3 Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы и растворы	5
4 Метод измерений	6
5 Требования безопасности, охраны окружающей среды	10
6 Требования к квалификации операторов	10
7 Условия измерений	10
8 Подготовка к выполнению измерений	12
9 Выполнение измерений (крупный объект)	13
10 Выполнение измерений (объект 10 л)	17
11 Обработка результатов измерений	17
12 Оформление результатов	17
13 Контроль точности результатов измерений	18
Библиография	19
ПРИЛОЖЕНИЕ А	20
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	21
ПРИЛОЖЕНИЕ В	22
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	23
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	26
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	27
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	28
ПРИЛОЖЕНИЕ З	31

1 Вводная часть

Настоящий документ устанавливает методику выполнения измерений (далее – МВИ) удельной активности цезия-137 в веществе объектов радиационного контроля непосредственно на месте их расположения (измерения *in situ*) с применением программного обеспечения «РАДКОНТРОЛЬ» [1, 2].

1.1 МВИ применяют для измерений удельной активности (далее – УА) цезия-137 в веществе объектов радиационного контроля без отбора проб, в том числе для вынесения заключения о соответствии либо несоответствии УА вещества установленному уровню: допустимый уровень, уровень вмешательства, контрольный уровень и т.д. (далее в целях общности – «*норматив*»).

МВИ применяют для измерений УА следующих объектов:

- «*Крупный объект*» – продукты и сырье, хранящиеся насыпью в складах и на площадках, либо перемещаемые транспортными средствами; силос, хранящийся в траншеях; грубые корма, хранящиеся в складах и в скирдах; крупные партии продукции (в т.ч. находящиеся в технологических емкостях перед расфасовкой).
- «*Объект 10 л*» – пластмассовая емкость определенной формы, заполненная 10 л контролируемого вещества.

1.2 Плотность измеряемого вещества ρ от 0,1 до 1,2 кг/дм³.

Веществом объекта может быть зерно, зернопродукты, клубнеплоды, корнеплоды, овощи, фрукты, виноматериалы, сахар-сырец, другие продукты, а также грубые и концентрированные корма, сырье, опилки, зола, мелкая щепа, производственные отходы и т.д.

Для клубнеплодов, корнеплодов, овощей, фруктов, щепы и т.п. должно быть выполнено условие¹: максимальный геометрический размер единицы продукции *не более 0,1 м*.

Веществом объекта может быть также жидкость, жидкие и пастообразные продукты (в том числе консервированные).

1.3 Диапазон измерений УА цезия-137 в веществе объекта с плотностью ρ от 1,0 до 1,2 кг/дм³ составляет от 20 до 4000 Бк/кг.

Численное значение нижнего предела диапазона измерений (далее – НП) для объектов с иными допустимыми значениями плотности устанавливается при выполнении измерений автоматически согласно алгоритму работы [1] и данным, приведенным в приложении Б.

¹ В целях обеспечения экспрессного оценивания плотности вещества объекта с учетом порозности.

Смещение – разность между математическим ожиданием результатов испытаний¹⁶ 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 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 [4, 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*)

СИ – средство измерений

СО – стандартный образец

УА – удельная активность

ЭД – эксплуатационная документация

a [Бк/кг] – численное значение *УА*

C [м] – высота (глубина) вещества *объекта*

C_г [м] – глубина погружения *БД* в вещество *объекта* при выполнении измерения в «4л-геометрии» (расстояние от торца *БД* до поверхности *объекта*)

R [м] – расстояние от *контрольной точки* до края поверхности *объекта*

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

m_v [кг] – масса вещества

¹⁶ Средним арифметическим значением результатов многократных измерений.

Объект радиационного контроля (объект) - подлежащая радиационному контролю партия продукции, сырья, материалов, производственных отходов, а также объекты окружающей среды и среды обитания

Объект 10 л – объект с веществом объемом 10 литров, помещенным в пластмассовую емкость определенных размеров (может быть сформирован непосредственно на месте расположения *крупного объекта* путем отбора *пробы* вещества)

Оперативный нижний предел – назначенное (при выполнении данного конкретного измерения¹⁵) численное значение для нижнего предела диапазона измерений, большее по величине, чем штатное значение предела

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]

Порозность – доля свободного объема зернистого слоя

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 неперевышение 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]

¹⁵ Назначение оперативного нижнего предела – сужение диапазона измерений – может быть произведено только в тех случаях, когда в целях выполняемого исследования достаточной является информация об измеряемой величине 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.

1.4 МВИ предназначена для следующих видов контроля:

- радиационного контроля сырья, кормов и пищевых продуктов, а также производственных отходов, образованных в процессе переработки продукции;
- мониторинга текущего состояния крупного объекта;
- оценивания пространственного распределения УА цезия-137 в веществе крупного объекта перед отбором проб вещества для измерений УА в лабораторных условиях, в том числе в системе гигиенического мониторинга.

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

2 Требования к погрешности измерений

2.1 Границы относительной погрешности измерений для доверительной вероятности $P = 0,95$ и объектов, образованных веществом с плотностью $\rho = 1 \text{ кг/дм}^3$, соответствуют характеристикам, приведенным в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Границы относительной погрешности измерений

Диапазон (поддиапазон*) измерений УА цезия-137, Бк/кг	Границы относительной погрешности $\pm\Delta$, %
От 20 до 40	± 50
От 40 до 4000	± 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 объектов с иными допустимыми значениями плотности устанавливаются при выполнении измерений автоматически согласно алгоритму работы [1] и 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:

- Пределы допускаемой относительной погрешности измерений УА цезия-137 без отбора пробы в веществе с плотностью $\rho = 1 \text{ кг/дм}^3$ и объемом 35 дм^3 в диапазоне измерений от 80 до 4000 Бк/кг равны $\pm 25 \%$.
- Диапазон рабочих температур окружающего воздуха от минус 10 до плюс 40 °С.
- Масса прибора с автономным источником питания не более 3 кг.

3.2 При выполнении измерений применяют также следующие средства измерений, вспомогательные устройства, материалы и растворы:

- 3.2.1 Рулетка измерительная металлическая Р5УЗП ГОСТ 7502-98.
 - 3.2.2 Линейка измерительная металлическая не менее 500 мм ГОСТ 427-75.
 - 3.2.3 Весы для оценивания плотности вещества объекта с пределом взвешивания не менее 10 кг и ценой деления не более 10^{-2} кг ГОСТ 8.453.
 - 3.2.4 Пластмассовая емкость² в форме усеченного конуса:
 - внутренний диаметр основания емкости, d_0 , – $(2 \pm 0,15)$ дм;
 - высота емкости, h , – от 2,2 до 3,1 дм;
 - внутренний диаметр емкости на высоте h , d_h , – $(2,5 \pm 0,15)$ дм.
 - 3.2.5 Пакет полиэтиленовый ГОСТ 12302 для пищевых продуктов размером не менее 15x30 см. Расход пакетов³: 1 пакет на два измерения УА в сыпучих веществах; 3 пакета на одно измерение УА цезия-137 в жидкости.
 - 3.3 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 $^{137\text{m}}\text{Ba}$, дочерним изотопом радионуклида цезий-137. Испускаемое веществом счетного образца гамма-излучение

² Применяется при оценивании плотности вещества объекта, а также в качестве емкости с веществом для «Объекта 10 л».

³ Пакеты надеваются на блок детектирования прибора для защиты от загрязнения при выполнении измерений.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 (справочное)

Определения, обозначения и сокращения

Геометрия измерений – взаимное расположение блока детектирования и измеряемого объекта (в случае измерений *счетного образца* – емкости применяемой измерительной емкости и счетного образца)

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]

Крупный объект – объект из однородного вещества, характеризующийся линейными размерами большими по величине, чем некоторые минимально допустимые размеры, численные значения которых зависят от плотности вещества объекта (например, крупная *партия* зерна, хранящегося насыпью, с определенной толщиной слоя и длиной/шириной насыпи)

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*

устранения указанных причин выполнение измерений согласно настоящей МВИ следует *приостановить*.

Ж3.2 Вариант «Б». Рассчитать согласно (Ж.2) среднее арифметическое значение УА цезия-137 в пробе, y_2 . Проверить выполнение неравенства

$$y_2 < \text{НП}(\rho)/2, \quad (\text{Ж.6})$$

где

НП(ρ), Бк/кг – значение НП для измерений без отбора проб согласно приложению Б.

Ж3.2.1 Результат контроля точности измерений положительный, если для всех измерений, выполненных без отбора пробы согласно настоящей МВИ, результат измерения: «**Менее НП**».

В противном случае следует выяснить и устранить причины уменьшения точности выполняемых измерений. До устранения указанных причин выполнение измерений согласно настоящей МВИ следует *приостановить*.

Ж3.3 Вариант «В». При проведении контрольных измерений выполнить только измерения в режиме «*Объект 10 л*» - отбор пробы и соответствующие измерения УА счетного образца не проводить.

Результат контроля точности измерений оценивается согласно п. Ж3.2.1.

регистрируется сцинтиляционным блоком детектирования (далее – БД) прибора с дальнейшей амплитудной селекцией электрических импульсов, сформированных электронным устройством БД. Микропроцессорное устройство прибора в соответствии с алгоритмом работы программного обеспечения ПО «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 в единицах «с⁻¹» и «кг·с⁻¹·Бк⁻¹» соответственно.

4.2 В настоящей МВИ применяются два варианта радиометрического метода измерений УА:

- «Объект 10 л» – вначале выполняют измерение скорости счета фона на выбранной контрольной площадке, затем – измерение скорости счета в случае, когда БД прибора соприкасается с поверхностью вещества объекта в назначенной контрольной точке.
- «Крупный объект» – выполняют измерение скорости счета БД прибора, соприкасающимся с поверхностью объекта в назначенной контрольной точке; затем – измерение скорости счета БД прибора, заглубленным в вещество объекта на заданную глубину под контрольной точкой (так называемый метод «2л-4л измерений»).

Геометрия выполнения измерений для каждого из указанных методов схематично изображена на рисунках 4.1 и 4.2.

Выполнение измерений производится прибором в автоматическом режиме согласно алгоритму [1] (в случае отличия плотности измеряемого вещества от 1 кг/дм³ производится корректировка чувствительности).

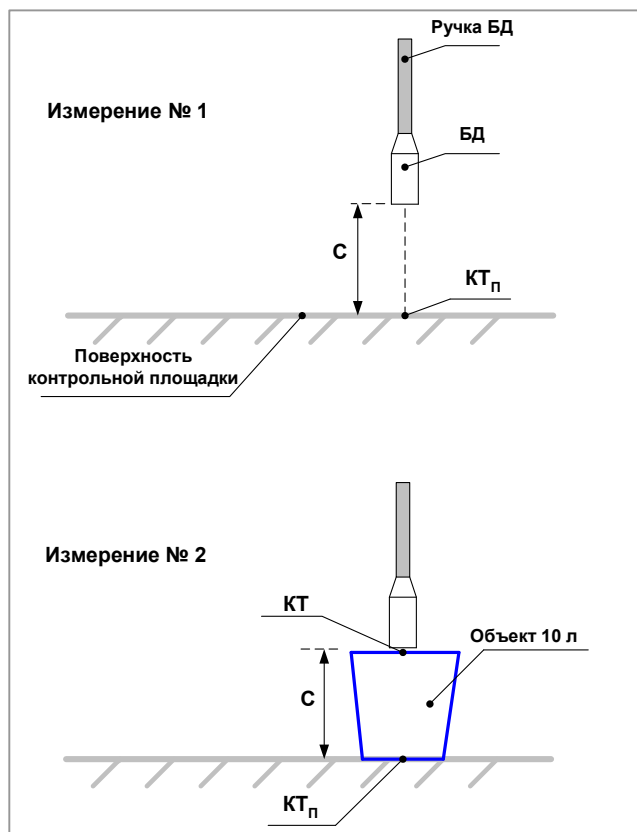


Рис. 4.1 Радиометрический метод измерений для определения УА цезия-137 в веществе «объекта 10 л»

Обозначения:

КТп – контрольная точка, назначенная на контрольной площадке, для выполнения измерений УА в веществе объекта 10 л;

КТ – контрольная точка, назначаемая в центре верхней открытой части поверхности вещества объекта;

С – расстояние от торца БД до поверхности контрольной площадки, равное примерно высоте вещества в объекте 10 л;

Измерение № 1 – измерение скорости счета фонового излучения над точкой **КТп** (торец БД на высоте **С** от поверхности контрольной площадки);

Измерение № 2 – измерение скорости счета гамма-излучения от вещества объекта в **КТ** (БД соприкасается с веществом объекта в точке **КТ**)

$$y_j = \sum_{i=1}^N a_{ji}, \quad (\text{Ж.2})$$

где

$N = 5$;

a_{ji} , Бк/кг – результат i -го измерения для j -той серии ($j = 1, 2$).

Рассчитать разность

$$\Delta = |y_1 - y_2|, \quad (\text{Ж.3})$$

где¹⁴

y_1 и y_2 – значения величин, рассчитанных по формуле (Ж.2).

Рассчитать значение критической разности для (Ж.3) по формуле [11]

$$CD = 2,8 \cdot \sqrt{\sigma_R^2 - 0,8 \cdot \sigma_r^2}, \quad (\text{Ж.4})$$

где

σ_r , Бк/кг – стандартное отклонение повторяемости;

σ_R , Бк/кг – стандартное отклонение воспроизводимости.

Численные значения для стандартных отклонений σ_r и σ_R согласно данным таблицы Ж1.

Таблица Ж1

Плотность вещества объекта ρ , кг/дм ³	Диапазон (поддиапазон) измерений УА цезия-137	σ_r , Бк/кг	σ_R , Бк/кг
От 0,1 до 0,4	От НП(ρ) до ВП	10	25
От 0,4 до 1,2	От НП(ρ) до 2·НП(ρ)		
	От 2·НП(ρ) до ВП	12	22

Результат контроля точности измерений положительный, если выполняется следующее неравенство:

$$\Delta \leq CD, \quad (\text{Ж.5})$$

где

Δ , Бк/кг – численное значение разности (Ж.3);

CD , Бк/кг – численное значение критической разности (Ж.4).

Если неравенство (Ж.5) не выполняется, то следует выяснить и устранить причины уменьшения точности выполняемых измерений. До

¹⁴ Прямые скобки в правой части выражения (13.2) означают модуль числа ($y_1 - y_2$).

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж (обязательное)

Порядок выполнения контрольных измерений

Ж1 Для выполнения контрольных измерений применяется радиометр-дозиметр МКС-01 «Советник», работающий в режимах «*Крупный объект*» и «*Объект 10 л*», и радиометр либо спектрометр (далее – установка) для выполнения измерений счетных образцов в лабораторных условиях. Нижний предел диапазона измерений применяемой установки¹³ должен быть для плотности вещества счетного образца 1 кг/дм³ не менее 5 Бк/кг.

Для выполнения сличительных измерений рекомендуется выбрать объект со значением УА цезия-137 большим, чем численное значение НП согласно данным приложения Б (далее – **вариант «А»**).

Если объект с рекомендуемым значением УА цезия-137 отсутствует (**вариант «Б»**), то для сличительных измерений следует выбрать объект, УА цезия-137 в веществе которого удовлетворяет неравенству

$$5 \text{ Бк/кг} < a < \text{НП}(\rho)/2, \quad (\text{Ж.1})$$

где

НП(ρ), Бк/кг – значение НП для измерений без отбора проб согласно приложению Б.

Если все контролируемые лабораторией (постом) радиационного контроля в течение года объекты имеют УА, меньшую по величине, чем 10 Бк/кг (**вариант «В»**), то в качестве контрольного объекта использовать объект с 10 л питьевой воды.

Ж2 Выполнить *в условиях повторяемости* пять измерений УА вещества объекта без отбора пробы (a_{i1} , Бк/кг – индекс $i = 1 \div 5$).

Отобрать пробу и выполнить в условиях повторяемости пять измерений УА пробы в лабораторных условиях (a_{i2} , Бк/кг – индекс $i = 1 \div 5$) согласно соответствующей МВИ для измерений проб вещества.

Ж3 Обработку результатов контрольных измерений выполнить способом:

Ж3.1 Вариант «А». Для обеих выполненных серий измерений вычислить средние арифметические значения УА по формуле

¹³ Допустимо выполнять измерения счетного образца в лабораторных условиях на радиометре-дозиметре МКС-01 «Советник» в режиме «Счетный образец» согласно [1, 2].

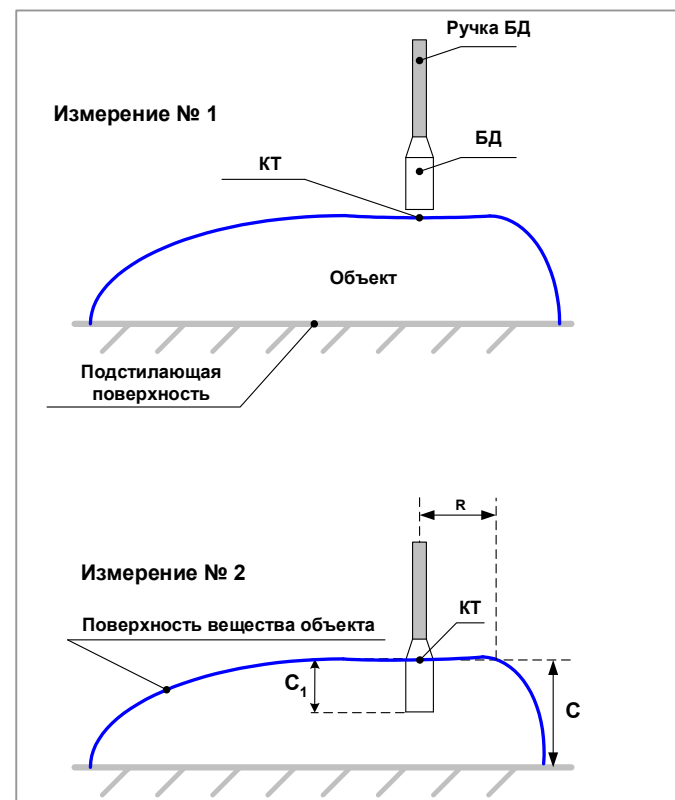


Рис. 4.2 «2π-4π» метод измерений для определения УА цезия-137 в веществе «крупного объекта»

Обозначения:

C – высота (глубина) слоя вещества под назначенной на верхней части поверхности объекта контрольной точкой **КТ**;

C₁ – глубина, на которую БД погружают в вещество объекта;

R – расстояние от БД до края объекта;

Измерение № 1 – измерение скорости счета гамма-излучения в «2π-геометрии»;

Измерение № 2 – измерение скорости счета в «4π-геометрии»

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.

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

При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

7.1 Крупный объект

- 7.1.1 Температура окружающего воздуха согласно п. 3.1.
- 7.1.2 Расстояние от БД прибора до стен помещения (здания) должно быть не менее 1,5 м, до электродинамических установок с мощностью более 300 Вт – не менее 2 м.
- 7.1.3 Мощность амбиентной дозы гамма-излучения на расстоянии 1 м от края крупного объекта должна быть не более 0,4 мкЗв/ч.
- 7.1.4 Поверхность вещества объекта в контрольной точке, назначенной для выполнения измерения⁴, должна быть ровной. Высота (глубина) вещества под контрольной точкой и радиус плоской ровной площадки на поверхности объекта, центр которой совпадает с контрольной точкой, должны быть не менее, чем значения S_{Min} (для высоты/глубины) и R_{Min} (для радиуса) согласно данным таблицы 7.1.

⁴ Расположение контрольных точек на поверхности объекта и их число должны быть регламентированы применяемой для обследования объекта методикой (схемой, положением) радиационного контроля.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(рекомендуемое)

Форма журнала для записи результатов измерений

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

Таблица Е1 Рекомендуемая форма журнала

Дата (шифр объекта)	Масса m_v , кг	Объем V_3 , дм ³	Н, Бк/кг	Режим измерения	Результат измерения
1	2	3	4	5	6
Крупный объект					
1.07.05 (№ 1)	0,28	0,5	—	«Измерение»	128 Бк/кг ± 35 %
(№ 2)	0,31	0,5	160	«Индикация»	Менее Н = 160 Бк/кг
(№ 2)	0,31	0,5	160	«Измерение»	79 Бк/кг ± 35 %
4.07.05 (№ 5)	0,27	0,5	—	«Измерение»	68 Бк/кг ± 35 %
Объект 10 л					
4.07.05 (Рожь1)	0,75	—	—	«Индикация»	Менее Н = 180 Бк/кг

Перед началом измерений объектов одного типа рекомендуется произвести запись с указанием типа объекта. Допустимо также указывать и характеристики измеряемых объектов.

При выполнении нескольких измерений в один и тот же день дату в графе 1 допускается указывать только для первого выполненного измерения. В строках графы 1 рекомендуется также приводить признаки, идентифицирующие объект, например: «Рожь 1» и т.д.

В случае измерений объекта 10 л запись в графе 3 допускается не производить, ставя прочерк.

Если при выполнении данного измерения сопоставление измеренного значения с нормативом не производится, то в графе 4 ставится прочерк.

В режиме «Индикация» при выполнении неравенства (9.2) результат измерения, например для допустимого уровня, равного 160 Бк/кг, оформляют краткой записью, так как показано в соответствующей строке графы 6 таблицы Е1: «Менее Н = 160 Бк/кг», - что соответствует следующей подробной записи: «УА цезия-137 менее допустимого уровня, равного 160 Бк/кг».

Примечание – В качестве примера во второй и в третьей строках в таблице Е1 приведены результаты двух измерений одного и того же объекта (шифр объекта – № 2), выполненные в разных режимах работы: первое измерение в режиме «Индикация», второе – в режиме «Измерение».

ПРИЛОЖЕНИЕ Д (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**, причем

$$T_{\text{Макс}} \sim 1/\text{НП}(\rho)^2. \quad (\text{Д1})$$

Из (Д1) 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 (9.4) и (9.5). В случае задания **ОНП** измерение выполняется в диапазоне значений УА, определяемом неравенствами

$$\text{ОНП} \leq a \leq \text{ВП}. \quad (\text{Д2})$$

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 введения вместо штатного значения **НП**(ρ) оперативного нижнего предела – **ОНП**.

Таблица 7.1 Минимальные допустимые линейные размеры объекта

ρ^* , кг/дм ³	0,1- 0,15	0,15- 2,0	0,2- 0,3	0,3- 0,4	0,4- 0,5	0,5- 0,7	0,7- 0,9	0,9- 1,2
C_{Min} , м	3,6	2,5	1,9	1,4	1,1	0,9	0,7	0,6
R_{Min} , м	5,0	3,9	2,9	2,0	1,5	1,2	0,9	0,7

*) Граница между поддиапазонами полагается принадлежащей поддиапазону с большим значением величины. Например, запись «0,15-2,0» является краткой формой записи неравенства: $0,15 \leq \rho < 2,0$

Примечания:

1 В случае измерения УА цезия-137 в жидкости, расстояние от боковой стенки емкости с жидкостью до боковой поверхности БД прибора, расположенного вертикально вниз, должно быть не менее величины R_{Min} согласно данным таблицы 7.1.

2 Если высота (глубина) вещества, либо радиус плоской площадки на поверхности объекта с центром в назначенной контрольной точке, оказывается меньше, чем значение C_{Min} или R_{Min} , то измерение данного объекта в режиме «**Крупный объект**» выполнить невозможно⁵.

В таблице 7.2 приведены характерные значения плотности для некоторых видов продукции.

Таблица 7.2 Диапазон значений плотности для разных веществ*

Продукция	Плотность ρ , кг/дм ³
Зерно	0,5 – 0,9
Мука	0,5 – 0,7
Комбикорм	0,5 – 0,9
Крупа	0,5 – 0,8
Отруби	0,3 – 0,4

*) Согласно данным МВИ 1918-2003

7.2 Объект 10 л

7.2.1 Должны быть выполнены условия согласно п.п. 7.1.1 и 7.1.2.

7.2.2 Мощность амбиентной дозы гамма-излучения на высоте 1 м над контрольной точкой $KT_{\text{П}}$ (см. рисунок 4.1) должна быть не более 0,2 мкЗв/ч.

⁵ В этом случае для исследования объекта рекомендуется применить режим измерений «Объект 10 л», сформировав соответствующий объект из вещества крупного объекта, отобранного в назначенной на его поверхности контрольной точке (либо применить традиционный метод радиационного контроля с отбором проб вещества и выполнением измерением УА активность цезия-137 в счетных образцах, приготовленных из средней пробы, в лабораторных условиях).

7.2.3 Вещество объекта должно находиться в пластмассовой емкости с формой и геометрическими размерами согласно п. 3.2.4.

Примечание – Допускается объект 10 л сформировать непосредственно путем помещения вещества крупного объекта в измерительную емкость согласно п. 3.2.4.

8 Подготовка к выполнению измерений

При подготовке к выполнению измерений проводят следующие работы:

8.1 Крупный объект

8.1.1 Надеть на БД прибора полиэтиленовый пакет и закрепить его тесьмой (шнуром)⁶.

8.1.2 Подготовить прибор к работе согласно указаниям, приведенным в ЭД.

8.1.3 Измерить внутренний диаметр основания емкости, d_0 , указанной в п. 3.2.4.

8.1.4 Выполнить в соответствии с инструкцией пользователя [2] операции, необходимые для вызова режима работы «*Крупный объект*».

8.1.5 В назначенной на поверхности объекта для выполнения измерений контрольной точке отобрать измеряемое вещество⁷ и поместить в емкость по п. 3.2.4.

Примечания: Объем вещества V , помещаемого в емкость, рекомендуется выбрать из списка:

— при плотности вещества от 0,4 до 1,2 кг/дм³ поместить в емкость примерно 5 дм³ вещества (масса вещества должна быть не менее 2,0 кг);

— при плотности вещества от 0,1 до 0,4 кг/дм³ поместить в емкость примерно 10 дм³ вещества (масса вещества должна быть не более 4 кг).

8.1.6 Выполнить измерение массы емкости с веществом и рассчитать массу вещества по формуле

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

где

m , кг – вес емкости, заполненной веществом, образующим объект;

⁶ В случае измерений жидкости надеть и закрепить на БД три пакета, один поверх другого.

⁷ За исключением жидкости с заранее известной плотностью.

цезия-137 a_{cp} и относительное значение стандартной неопределенности $u_{УА}$ по формулам

$$a_{cp} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N a_i, \quad (Г5)$$

$$u_{УА} = \frac{100\%}{a_{cp}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (a_i - a_{cp})^2}{N - 1}}, \quad (Г6)$$

где

$N = 5$ – число выполненных измерений;

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

Рассчитать численное значение стандартной неопределенности u_m по формуле

$$u_m = \sqrt{\frac{\delta_m^2}{3}}, \quad (Г7)$$

где

δ_m , % – значение относительной погрешности измерения массы с помощью весов, указанных в п. 3.2.3.

Рассчитать значение относительной стандартной неопределенности, соответствующей допускаемой погрешности измерения по формуле

$$u_D = \frac{\delta_D}{2}, \quad (Г8)$$

где

δ_D , % – относительное значение допускаемой погрешности измерения УА цезия-137 (для измерений *in situ*) согласно паспорту на прибор [9].

Рассчитать численное значение расширенной неопределенности согласно формуле (Г4).

F , $\text{дм}^3 \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$ - чувствительность измерения УА цезия-137 в веществе объекта тех же самых геометрических размеров, но с плотностью вещества, равной 1 кг/дм^3 .

Г3 Расширенная неопределенность измерений. В соответствии с (Г2), (Г3) при условии постоянства фона гамма-излучения ($n_{\Phi} = \text{const}$) для суммарной стандартной неопределенности измерения УА цезия—137 имеем:

$$u_{\text{Сумм}} = \sqrt{u_{\text{УА}}^2 + u_{\text{Д}}^2 + u_{\text{м}}^2}, \quad (\text{Г3})$$

где

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

$u_{\text{Д}}$, % – значение относительной стандартной неопределенности, соответствующее допускаемой погрешности измерения согласно ЭД на прибор (оценка значения стандартной неопределенности определения чувствительности F с учетом влияющих факторов¹²);

$u_{\text{м}}$, % – значение относительной стандартной неопределенности измерения, обусловленной определением массы вещества m_{ν} при выполнении измерения согласно п. 8.1.6. настоящей МВИ.

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

$$U = 2 \cdot u_{\text{Сумм}}, \quad (\text{Г4})$$

где

$u_{\text{Сумм}}$, % - значение относительной суммарной стандартной неопределенности согласно выражению (Г3).

Г4 Оценивание расширенной неопределенности. Оценивание численного значения расширенной неопределенности (Г4) рекомендуется проводить одновременно с выполнением контрольных измерений согласно приложению Ж настоящей МВИ. Операции оценивания выполняются только в случае наличия объекта со значением УА цезия-137 большим по величине, чем численное значение НП согласно данным приложения Б. Если крупный объект с указанным значением УА отсутствует, то допускается выполнить оценивание только для измерений УА в веществе объекта 10 л.

Выполнить в *условиях повторяемости* пять измерений УА цезия-137 в веществе объекта. Рассчитать среднее арифметическое значение УА

¹² Изменение температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур, стабильность в течении времени непрерывной работы прибора и т.д.

$m_{\text{с}}$, кг – вес пустой емкости.

8.1.7 Измерить высоту слоя вещества, помещенного в емкость, $h_{\text{в}}$, и диаметр верхней поверхности вещества $d_{\text{в}}$. Рассчитать объем вещества, помещенного в емкость, по формуле

$$V = 3,14 \cdot h_{\text{в}} \cdot (d_0^2 + d_{\text{в}}^2 + d_0 \cdot d_{\text{в}}) / 12, \quad (\text{8.2})$$

где

$h_{\text{в}}$, дм – высота слоя вещества, помещенного в емкость;

d_0 , дм - внутренний диаметр основания емкости;

$d_{\text{в}}$, дм – диаметр верхней части поверхности вещества в емкости.

Результаты расчета величин (8.1) и (8.2) записать в журнал.

8.2 Объект 10 л

8.2.1 Определить контрольную площадку, на которой будет проводиться измерение УА цезия-137 в объекте (объектах) с объемом вещества 10 л. В центре контрольной площадки наметить контрольную точку $\text{КТ}_{\text{п}}$ (см. рисунок 4.1).

8.2.2 Выполнить операции согласно п.п. 8.1.1- 8.1.3.

8.2.3 Выполнить в соответствии с инструкцией пользователя [2] операции, необходимые для вызова режима работы «*Объект 10 л*».

8.2.4 Выполнить операции согласно п.п. 8.1.6- 8.1.7.

8.2.5 В отсутствии на контрольной площадке измеряемого объекта выполнить согласно [2] измерение скорости счета фонового гамма-излучения над точкой $\text{КТ}_{\text{п}}$, как это изображено на рисунке 4.1 (Измерение № 1). При выполнении измерения скорости счета фона прибор следует расположить в **вертикальном** положении, направив БД вниз. Расстояние S от торца БД до точки $\text{КТ}_{\text{п}}$ на поверхности контрольной площадки должно равняться $h_{\text{в}}$ (высота слоя вещества в объекте 10 л).

8.2.6 Установить в точке $\text{КТ}_{\text{п}}$ на поверхности контрольной площадки объект 10 л. Прислонить торец БД к поверхности измеряемого вещества в контрольной точке КТ , расположенной в центре открытой поверхности вещества объекта, как это изображено на рисунке 4.1.

9 Выполнение измерений (крупный объект)

При выполнении измерений УА цезия-137 в веществе крупного объекта выполняют следующие операции:

9.1 Если необходимо сопоставить результат измерения со значением норматива (допустимый уровень, контрольный уровень и т.п.), то в программу работы прибора ввести численное значение норматива **Н** в единицах [Бк/кг]. Ввод численного значения норматива производится в соответствии с операциями, указанными в [2].

9.2 Ввести в программу работы прибора (далее – программа) согласно [2] численное значение массы m_v , рассчитанной по формуле (8.1), и соответствующее массе m_v значение объема вещества **V**, рассчитанное по формуле (8.2).

9.2.1 После ввода значений объема и массы на дисплее прибора в соответствии с алгоритмом работы [1] автоматически отображаются численные значения плотности вещества и величин C_{min} и R_{min} , соответствующих данным, приведенным в таблице 7.1 настоящей МВИ.

9.3 Проверить с помощью рулетки соответствие геометрических размеров объекта в назначенной для измерений контрольной точке **КТ** (высоты/глубины вещества и расстоянию от точки **КТ** до края объекта - см. рисунок 4.2) значениям, отображаемым на дисплее прибора.

9.4 Измерение УА цезия-137 в веществе крупного объекта может быть выполнено в одном из трех режимов измерений⁸:

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

9.5 Режим «Измерение»

9.5.1 Измерение УА цезия-137 в веществе объекта в данном режиме, являющимся основным режимом работы, выполняется в диапазоне значений УА и с погрешностью измерений согласно п. 1.3 и разделу 2 настоящей МВИ.

9.5.2 Установить БД прибора на поверхности вещества объекта в назначенной для выполнения измерений контрольной точке **КТ**, как это изображено на рисунке 4.2 (Измерение № 1). Согласно [2] выполнить измерение скорости счета в указанной геометрии («2л-геометрия»). Измерение выполняется прибором в автоматическом режиме в соответствии с алгоритмом работы [1].

9.5.3 После завершения измерения в «2л-геометрии» погрузить БД прибора в вещество объекта контроля на глубину $C_1 = 0,24$ м, как это

⁸ После завершения измерения в одном из режимов может быть выполнено повторное измерение в любом другом режиме согласно п. 9.4.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г (рекомендуемое)

Оценивание неопределенности измерений

Г1 Общие положения. Оценивание неопределенности измерений, выполняемых по настоящей МВИ, основано на модели, согласно которой имеются три основных составляющих неопределенности измерения, количественными мерами которых являются:

- стандартная неопределенность измерения интенсивности от вещества объекта;
- стандартная неопределенность измерения массы вещества объекта;
- стандартная неопределенность, соответствующая допускаемой погрешности измерения согласно ЭД на прибор.

Принимаются также следующие допущения:

- Распределение величины скорости счета импульсов является нормальным¹¹.
- Суммарная неопределенность измерений рассчитывается посредством векторного сложения всех ее составляющих.
- Для доверительной вероятности $P = 0,95$ коэффициент охвата принимается равным 2.

Г2 Рабочая модель. Расчет значения УА цезия-137 производится по формуле

$$a = \frac{n - n_{\phi}}{S_{\text{эфф}}}, \quad (\text{Г1})$$

где

a, Бк/кг – значение УА цезия-137;

n, с⁻¹ – скорости счета, регистрируемая от вещества объекта вместе с фоновым гамма-излучением;

n_φ, с⁻¹ – скорости счета фона, полагаемая постоянной;

S_{эфф}, кг·с⁻¹·Бк⁻¹ – чувствительность измерения УА цезия-137 в веществе объекта с данной плотностью **ρ**, равная

$$S_{\text{эфф}} = F \cdot \rho, \quad (\text{Г2})$$

где

¹¹ Число зарегистрированных импульсов полезного сигнала много больше, чем единица (измерение согласно [1] завершается только в случае достижения условия так называемой «хорошей статистики» [15]).

ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное)

Границы погрешности измерений в зависимости от плотности вещества объекта

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

Таблица В1 Границы относительной погрешности измерений

Плотность вещества объекта ρ , кг/дм ³	Диапазон (поддиапазон) измерений УА цезия-137	Границы относительной погрешности $\pm\Delta$, %
От 0,1 до 0,4	От НП(ρ) до ВП	±50
От 0,4 до 1,2	От НП(ρ) до 2·НП(ρ)	±50
	От 2·НП(ρ) до ВП	±35

изображено на рисунке 4.2 (Измерение 2). Согласно [2] выполнить измерение в указанной геометрии («4π-геометрия»).

9.5.4 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 объекта;
Δ, % - приписанное согласно разделу 2 значение относительной погрешности измерений⁹ для доверительной вероятности $P = 0,95$.

9.6 Режим «Индикация»

9.6.1 Режим выполнения измерений «Индикация» является дополнительным, вспомогательным режимом работы и предназначен для «бракеражного» контроля УА цезия-137 в веществе объекта 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.

9.6.2 Выполнить операции п.п. 9.5.2 и 9.5.3.

9.6.3 Измерение в «4π-геометрии» в режиме «Индикация» выполняется в автоматическом режиме согласно [1]. По завершению измерения на дисплее БР отображается следующая информация:

9.6.3.1 Если численное значение верхней границы доверительного интервала, которому с $P = 0,95$ принадлежит УА измеряемого вещества, 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;

Δ, % - приписанное согласно разделу 2 значение относительной погрешности измерений для $P = 0,95$;

⁹ Метод оценивания неопределенности измерений, выполняемых согласно настоящей МВИ, приведен в приложении Г.

то результатом выполненного измерения является утверждение о том, что УА цезия-137 в веществе объекта заведомо меньше, чем численное значение норматива, о чем информирует соответствующее сообщение на дисплее БР, например¹⁰:

«Менее $H = 160$ Бк/кг».

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

9.7 Режим «Измерение с оперативным значением НП»

9.7.1 Режим выполнения измерения с оперативным значением НП предназначен для оптимизации времени измерения УА цезия-137 в веществе объекта. 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. 1.3 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 действующим документом, согласно которому выполняется радиационный контроль данного вида продукции, сырья, вещества (см. также комментарий, приведенный в приложении Д).

Численное значение ОНП должно удовлетворять следующим двойным неравенствам:

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

где

$НП(\rho)$, Бк/кг – численное значение НП согласно приложению Б;

$ВП$, Бк/кг – верхнее значение диапазона измерений, равное 4000 Бк/кг.

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

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

¹⁰ В приведенном примере предполагается, что при выполнении операций п. 9.1 было введено значение норматива, равное 160 Бк/кг.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное)

Диапазон измерений в зависимости от значения плотности вещества объекта

В общем случае диапазон измерений согласно настоящей МВИ определяется двойным неравенством

$$НП(\rho) \leq a \leq ВП, \quad (Б1)$$

где

$НП(\rho)$, Бк/кг – нижний предел диапазона измерений (НП), численное значение которого зависит от плотности вещества объекта;

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

$ВП$, Бк/кг – численное значение верхнего предела диапазона измерений (далее – ВП), являющееся константой, равной 4000 Бк/кг.

В зависимости от численного значения плотности измеряемого вещества величина НП рассчитывается согласно одной из следующих формул:

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

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

где

$НП = 20$ Бк/кг – величина НП для плотности ρ от 1 до 1,2 кг/л;

ρ , кг/дм³ – плотность вещества.

Примечание – Численное значение плотности ρ подставляется в знаменатель правой части выражения (Б3) в единицах [кг/дм³]. Например, для плотности $\rho = 0,4$ кг/дм³ согласно (Б3) получим: $НП(\rho) = (20 \text{ Бк/кг})/0,4 = 50 \text{ Бк/кг}$.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)**

**Гармонизация требований Республики Беларусь и
Российской Федерации**

Пункт МВИ	Редакция Республики Беларусь	Редакция Российской Федерации
3.3	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 Г	(рекомендуемое)	(обязательное)

10 Выполнение измерений (объект 10 л)

При выполнении измерений УА цезия-137 в веществе объекта с объемом 10 л выполняют следующие операции:

10.1 Выполнить операции согласно п. 9.1.

10.2 Измерение УА цезия-137 в веществе объекта 10 л может быть выполнено в трех режимах измерения:

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

10.3 Режим «Измерение»

Характеристики данного режима согласно п. 9.5.1. Вызвать режим *«Измерение»*, следуя указаниям [2]. Измерение выполняется в автоматическом режиме [1] и завершается согласно п. 9.5.4.

10.4 Режим «Индикация»

Характеристики данного режима согласно п. 9.6.1. Вызвать режим *«Индикация»*, следуя указаниям [2]. Измерение выполняется в автоматическом режиме [1]. Результат измерения в общем случае представляется в виде (9.1).

10.5 Режим «Измерение с оперативным значением НП»

Характеристики данного режима согласно п. 9.7.1. Вызвать данный режим, следуя указаниям [2]. Измерение выполняется в автоматическом режиме [1] и завершается согласно п. 9.5.4.

11 Обработка результатов измерений

Обработку результатов измерений УА цезия-137 в веществе объекта выполняют только в случае ввода в программу работы прибора при выполнении операций п. 9.1 численное значение норматива. В этом случае обработка производится в автоматическом режиме согласно алгоритму работы [1].

12 Оформление результатов

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

13 Контроль точности результатов измерений

13.1 Контроль точности результатов измерений по данной методике проводится посредством выполнения сличений с результатами измерений пробы, отобранной в контрольной точке, в которой выполнялись измерения без отбора пробы.

Сличения выполнить для режимов измерений *«Крупный объект»* и *«Объект 10 л»*. Порядок выполнения сличений согласно приложению Ж. Периодичность контроля – не реже одного раза в течение года.

13.2 Порядок оценивания неопределенности измерений согласно приложению Г.

Определения, обозначения и сокращения, используемые в МВИ, приведены в приложении З.

Библиография

- | | | |
|------|--------------------------|---|
| [1] | ИСТМ.412159.100 ПО | Описание алгоритма обработки измерительной информации и оценивания неопределенности 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] | СТБ ИСО 5725-6 | Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике. |
| [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. |
| [15] | | В.И. Гольданский, А.В. Куценко, М.И. Подгорецкий. Статистика отсчетов при регистрации ядерных частиц. Государственное издательство физико-математической литературы, Москва, 1959, с. 65-100. |