

# **Руководства по безопасности**

**в области использования атомной энергии**

## **ПОЛОЖЕНИЕ О ПОРЯДКЕ ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ ПО КОЛИЧЕСТВУ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДВЕДЕНИЯ ИХ БАЛАНСА И ИТОГОВ ФИЗИЧЕСКОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ В ЗОНАХ БАЛАНСА МАТЕРИАЛОВ**

**РБ – 065 – 11**



**НАТЦ ЯРБ**

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ,  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ**

---

**УТВЕРЖДЕНО**  
приказом Федеральной службы  
по экологическому,  
технологическому  
и атомному надзору  
от 14 сентября 2011 г. № 534

**ПОЛОЖЕНИЕ  
О ПОРЯДКЕ ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ ПО КОЛИЧЕСТВУ  
ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДВЕДЕНИЯ ИХ  
БАЛАНСА И ИТОГОВ ФИЗИЧЕСКОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ  
В ЗОНАХ БАЛАНСА МАТЕРИАЛОВ  
(РБ-065-11)**

Введено в действие  
с 14 сентября 2011 г.

**Москва 2011**

**Положение о порядке получения данных по количеству ядерных материалов для подведения их баланса и итогов физической инвентаризации в зонах баланса материалов (РБ-065-11)**

**Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, Москва, 2011**

Положение о порядке получения данных по количеству ядерных материалов для подведения их баланса и итогов физической инвентаризации в зонах баланса материалов носит рекомендательный характер и не является нормативным правовым актом.

Настоящее Положение содержит рекомендации Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по подведению баланса ядерных материалов и итогов физической инвентаризации в зонах баланса материалов.

Выпускается впервые<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Разработано коллективом авторов в составе Д.А. Бокова (Ростехнадзор), Н.П.Петровского, О.В. Сопова, Л.Н. Кушневского, М.В Соповой (ФБУ «НТЦ ЯРБ»).

## I. Общие положения

1. Положение о порядке получения данных по количеству ядерных материалов для подведения их баланса и итогов физической инвентаризации в зонах баланса материалов (далее – Положение) входит в число руководств по безопасности, носит рекомендательный характер и не является нормативным правовым актом.

2. Настоящее Положение содержит рекомендации Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по подведению баланса ядерных материалов (далее – ЯМ) и итогов физической инвентаризации в зонах баланса материалов (далее – ЗБМ),

3. Настоящее Положение распространяется на деятельность, связанную с производством, использованием, переработкой и хранением ЯМ.

4. Физические инвентаризации рекомендуется завершать подведением баланса для каждого ЯМ в ЗБМ за межбалансовый период (далее – МБП), определением инвентаризационной разницы (далее – ИР) и ее стандартного отклонения с последующим статистическим анализом значимости ИР в соответствии с критериями, установленными в соответствующих положениях Правил (НП-030-11).

Величину ИР данного ЯМ в ЗБМ рекомендуется определять на основе уравнения:

$$\text{ИР} = \text{ФК} - \text{ДК} = \text{ФК} - (\text{НК} + \text{УВ} - \text{УМ}),$$

где ФК – фактически наличное количество ЯМ в ЗБМ, определенное в результате данной физической инвентаризации;

ДК – документально зарегистрированное количество ЯМ в ЗБМ на начало инвентаризации (конец данного МБП);

УВ – документально зарегистрированное увеличение количества ЯМ в ЗБМ за данный МБП в результате всех поступлений, наработок и т.д.;

УМ – документально зарегистрированное уменьшение количества ЯМ в ЗБМ за данный МБП в результате всех отправок из ЗБМ, ядерных превращений, потерь;

НК – документально зарегистрированное количество ЯМ в

ЗБМ на начало данного МБП.

Данные, используемые при подведении баланса материалов по итогам физических инвентаризаций в ЗБМ, рекомендуется основывать на результатах измерений состава и количества ЯМ, кроме случаев, когда допускается применение расчетных методов (методик) определения их параметров.

При проведении физических инвентаризаций ЯМ для учетных единиц (далее - УЕ) рекомендуется выполнять измерения учетных характеристик (наличие УЕ с соответствующим идентификатором, местоположение, целостность упаковки, целостность пломбировочных устройств). Объем подтверждающих измерений, связанных с определением соответствия УЕ учетным данным, рекомендуется определять с учетом существующих в организации технических и технологических возможностей с использованием статистических методов. Общий объем указанных измерений рекомендуется устанавливать в нормативных документах организации.

5. Во время физической инвентаризации или до нее рекомендуется определить массы ЯМ в продуктах. В случае невозможности доступа к ЯМ и/или его непосредственного измерения количество ЯМ в продуктах рекомендуется определять на основании документов (например, паспортов, формуляров, актов, протоколов сборки) или расчетным путем. Значения масс ЯМ, а также значения погрешностей определения этих величин для доверительной вероятности, равной 0,95, рекомендуется зарегистрировать документально.

Значения масс ЯМ в технологических потерях, отложениях, накоплениях, а также погрешности этих значений рекомендуется определять на основании методик выполнения измерений или расчетных методик, действующих в организации.

Погрешности определения параметров (характеристик) ЯМ, используемые в дальнейшем для оценки стандартного отклонения ИР, значимости расхождений результатов учетных измерений, рекомендуется вычислять с применением математических выражений, приведенных в приложении №1 к настоящему Положению.

6. В тех случаях, когда достоверность ранее

определенных при проведении физической инвентаризации значений масс ЯМ была подтверждена состоянием средств контроля доступа (далее – СКД), прошедших проверку с документальным оформлением ее результатов, а также визуальным контролем состояния УЕ и (или) подтверждающими измерениями их рекомендуется использовать в качестве учетных и отчетных данных (при физических инвентаризациях, передачах ЯМ, составлении отчетов и других случаях). Результаты проверки целостности неразборных УЕ, а также состояния СКД документируются на предмет документального подтверждения отсутствия несанкционированного доступа.

7. В случае подтверждения отсутствия несанкционированного доступа к УЕ объем подтверждающих измерений рекомендуется определять в зависимости от объема применения и результатов проверки СКД, контроля состояния УЕ, исходя из вероятностей обнаружения недостачи (излишка) порогового количества для каждого ЯМ. Статистически значимое расхождение между результатами учетных и подтверждающих измерений количественных параметров ЯМ, УЕ, продуктов рекомендуется устанавливать на основании доверительной вероятности 0,99.

Отбор УЕ для включения в состав выборки при проведении измерений рекомендуется производить по конкретным атрибутивным признакам или случайным образом, при котором УЕ, отбираемые для измерений, определяют по специальной методике, действующей в организации.

Рекомендации по определению объема выборки учетных единиц для подтверждающих измерений приведены в приложении № 2 к настоящему Положению.

Если проверка целостности неразборных УЕ, а также состояния СКД не подтверждают отсутствие несанкционированного доступа к УЕ какой-либо страты, то при расхождении результатов одного или нескольких подтверждающих измерений с учетными данными рекомендуется проведение проверки всех УЕ такой страты с целью подтверждения или установления учетных данных.

## **II. Рекомендации по определению значений составляющих уравнение баланса материалов**

8. Если после проведения физической инвентаризации в результате подведения баланса ЯМ не установлена аномалия в учете и контроле ЯМ, то зарегистрированное в СФНК количество ЯМ в ЗБМ (ФК) рекомендуется использовать в качестве документально зарегистрированного количества ЯМ в ЗБМ на начало следующего МБП (НК).

9. Документально зарегистрированное количество ЯМ в ЗБМ на начало инвентаризации (ДК) рекомендуется определять в течение МБП на основании данных измерений поступивших и отправленных продуктов и (или) с использованием расчетных методов оценки количества и состава продуктов, контролировать путем оперативно-технического учета и проверок УЕ по атрибутивным признакам, периодических сверок учетных и отчетных документов.

10. Документально зарегистрированные увеличение (УВ) и уменьшение (УМ) количества ЯМ в ЗБМ за данный МБП рекомендуется определять на основании результатов измерений и определения масс ЯМ в поступивших (отправленных) продуктах.

11. Погрешности определения количеств ЯМ по пунктам 8-10 настоящего Положения рекомендуется фиксировать документально и использовать их при подведении баланса для оценки стандартного отклонения ИР.

# ПРИЛОЖЕНИЕ № 1

к Положению о порядке получения данных  
по количеству ядерных материалов для  
подведения их баланса и итогов  
физической инвентаризации  
в зонах баланса материалов  
утвержденному приказом Федеральной  
службы по экологическому,  
технологическому и атомному надзору  
от «14» сентября 2011 г. № 534

## Оценка стандартного отклонения инвентаризационной разницы

Поскольку измерения количеств ЯМ в компонентах уравнения баланса по пункту 4 настоящего Положения, как правило, являются косвенными, то в соответствии теоретическими основами обработки результатов таких измерений и определения их погрешностей, дисперсия ИР может в общем случае быть представлена квадратной диагональной матрицей дисперсий и ковариаций результатов измерений. Исходя из числа компонент уравнения, матрица содержит по 4 строки и столбца и имеет вид:

$$\sigma_{ир}^2 = \begin{vmatrix} \sigma_1^2 & \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2 & \rho_{13} \sigma_1 \sigma_3 & \rho_{14} \sigma_1 \sigma_4 \\ \rho_{21} \sigma_1 \sigma_2 & \sigma_2^2 & \rho_{23} \sigma_2 \sigma_3 & \rho_{24} \sigma_2 \sigma_4 \\ \rho_{31} \sigma_1 \sigma_3 & \rho_{32} \sigma_2 \sigma_3 & \sigma_3^2 & \rho_{34} \sigma_3 \sigma_4 \\ \rho_{41} \sigma_1 \sigma_4 & \rho_{42} \sigma_2 \sigma_4 & \rho_{43} \sigma_3 \sigma_4 & \sigma_4^2 \end{vmatrix} \quad (1)$$

В соответствии с матрицей (1) для определения стандартного отклонения ИР имеет место математическое выражение:

$$\sigma_{ир} = \sqrt{\sum_{i=1}^4 \sigma_i \sum_{j=1}^4 \rho_{ij} \sigma_j}, \quad (2)$$

где  $i$  - индекс строки матрицы (1);  
 $j$  - индекс столбца матрицы (1);



$\sigma_i$  – погрешность результатов измерения количества ЯМ в компоненте уравнения баланса с индексом  $i$ ;

$\sigma_j$  – погрешность результатов измерения количества ЯМ в компоненте уравнения баланса с индексом  $j$ ;

$\rho_{ij}$  – коэффициент корреляции между компонентами уравнения баланса с индексами  $i$  и  $j$ .

Причиной корреляции между компонентами уравнения баланса может служить использование при проведении учетных измерений ЯМ одних и тех же средств измерения.

Для вычисления среднего квадратического отклонения величин каждого из компонентов уравнения баланса все УЕ, которые подвергаются измерениям, рекомендуется разбить на несколько ( $K$ ) независимых друг от друга (некоррелированных) страт. Дисперсия результатов измерений ЯМ в УЕ  $k$ -ой страты  $\sigma_k^2$  в общем случае с учетом возможных корреляций определения параметров ЯМ в УЕ, составляющих данную страту, может быть вычислена по формуле:

$$\sigma_k^2 = \sum_{l=1}^{N_k} \sigma_l^2(M_{kl}) + 2 \sum_{l=1}^{N_k-l} \sum_{m=l+1}^{N_k} \rho(M_{kl}, M_{km}) \sigma_l(M_{kl}) \sigma_m(M_{km}), \quad (3)$$

где  $\sigma_l^2(M_{kl})$  – дисперсия определения массы ЯМ  $l$ -ой УЕ, входящей в  $k$ -ую страту, содержащую  $N_k$  УЕ, с учетом случайной и систематической составляющих погрешности определения величины массы ЯМ в  $l$ -ой УЕ –  $M_{kl}$ ;

индексы  $l$  и  $m$  соответствуют порядковым номерам УЕ, входящих в  $k$ -ую страту;

$\rho(M_{kl}, M_{km})$  – коэффициент корреляции между значениями масс ЯМ в  $l$ -ой УЕ –  $M_{kl}$  и в  $m$ -ой УЕ –  $M_{km}$ , входящих в  $k$ -ую страту.

Величина коэффициентов корреляции может изменяться в пределах от  $-1$  до  $+1$ . Определение ее значения при проведении измерений является достаточно трудоемкой задачей. Поэтому в большинстве случаев для упрощения обработки результатов измерений и вычисления величины  $\sigma_{ИР}$  возможными корреляциями между компонентами уравнения баланса, а также между результатами измерений параметров ЯМ в стратах УЕ целесообразно пренебречь. При этом значения  $\sigma_{ИР}$ ,  $\sigma_k^2$  будут определяться в соответствии с выражениями:

$$\sigma_{IP} = \sqrt{\sum_{i=1}^4 \sigma_i^2} \quad , \quad (4)$$

$$\sigma_k^2 = \sum_{l=1}^{N_k} \sigma_l^2 (M_{kl}) \quad (5)$$

Это в конечном итоге приведет к некоторому уменьшению найденного значения  $\sigma_{IP}$  и, следовательно, повышению риска ошибки первого рода (фиксации аномалии в учете и контроле при фактическом ее отсутствии). Однако, следует полагать, что при правильной организации учета и контроля ЯМ в ЗБМ данное явление будет происходить достаточно редко, что обуславливает приемлемость допущения об отсутствии корреляций между соответствующими величинами при определении  $\sigma_{IP}$ ,  $\sigma_k^2$  в практических задачах.

Если все же существуют веские причины необходимости учета корреляций, то для определения соответствующих коэффициентов корреляции рекомендуется в организации разработать необходимые для этого методики.

Для тех страт УЕ с ЯМ в ЗБМ, которые не подвергались каким-либо превращениям в течение МБП, при вычислении ИР и  $\sigma_{IP}$  используются учетные данные, полученные ранее для входящих в состав этих страт УЕ. При этом такие данные какого-либо влияния на величину  $\sigma_{IP}$  не оказывают.

### **Пример оценки погрешности инвентаризационной разницы**

В ЗБМ предприятия по переработке ВОУ-НОУ в течение МБП поступило 20 контейнеров. В результате подтверждающих измерений значимых расхождений с поставщиком не установлено, поэтому ЯМ были поставлены на учет по данным поставщика: масса нетто ЯМ в каждом контейнере составила в среднем 18,5 кг, измеренная концентрация U - 98%.

За рассматриваемый период из ЗБМ было отправлено 8 контейнеров с продуктом массой нетто материала в каждом контейнере - 65 кг и измеренной концентрацией U - 67,6%. Кроме того, из ЗБМ на переработку были отправлены 2 контейнера отходов, которые образовались в результате использования ЯМ. Масса нетто материала в каждом контейнере - 15 кг, а измеренная концентрация U - 20%.

Во время текущей физической инвентаризации в ЗБМ находилось 3 контейнера с массой нетто ЯМ в каждом контейнере - 15 кг и измеренной концентрацией U - 98%.

В предыдущую физическую инвентаризацию в ЗБМ находилось 3 контейнера с массой нетто ЯМ в каждом контейнере - 16 кг и измеренной концентрацией U - 95%.

В процессе физических инвентаризаций и в МБП проводились учетные измерения ЯМ, имеющихся, поступавших и отправляемых из ЗБМ. Таким образом, для того, чтобы сделать вывод о наличии или отсутствии аномалии в учете и контроле ЯМ в данной ЗБМ необходимо знание погрешности ИР.

Пусть составляющие погрешности результатов проведенных измерений ЯМ имеют значения, приведенные в таблице.

Относительные составляющие погрешности результата измерений ЯМ	Этап пребывания ЯМ в ЗБМ, на котором производились учетные измерения				
	Предыдущая инвентаризация	Поступление в МБП	Отправка в МБП		Текущая инвентаризация
			Продукция	Отходы	
Систематическая составляющая погрешности взвешивания $\delta_{ms}$	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Случайная составляющая погрешности взвешивания $\delta_{mr}$	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015
Систематическая составляющая погрешности химанализа $\delta_{cs}$	0,002	0,005	0,003	0,05	0,002
Случайная составляющая погрешности химанализа $\delta_{cr}$	0,004	0,01	0,008	0,1	0,004

Требуется найти ИР и ее стандартное отклонение, а также сделать вывод о возможных аномалиях в учете и контроле ЯМ при допущении о том, что перекалибровка весов и лабораторных методов не производилась, химический анализ проводился для каждого контейнера, а при определении массы и концентрации ЯМ использовалась мультипликативная математическая модель погрешности, т.е. для каждого случая определения массы и концентрации ЯМ были справедливы выражения:

$$m_{изм} = m_{ист} (1 + \delta_{MS} + \delta_{MR}),$$

$$C_{изм} = C_{ист} (1 + \delta_{CS} + \delta_{CR}).$$

Определение ИР и ее дисперсии осуществляется в соответствии с уравнением, приведенным в пункте 4 настоящего Положения с использованием значений масс ЯМ, полученных на основе статистической обработки результатов измерений по каждому компоненту уравнения. При этом измеренное количество ЯМ и дисперсия результатов его измерения в общем виде могут быть определены в соответствии со следующими выражениями:

$$M = \sum_{i=1}^N m_i (1 + \delta_{MS} + \delta_{MR,i}) c_i (1 + \delta_{CS} + \delta_{CR,i}),$$

где  $N$  – количество упаковок, контейнеров и др., в которых находится ЯМ;

$m_i$  – истинная масса продукта в  $i$ -м контейнере, упаковке;

$c_i$  – истинная концентрация ЯМ в продукте, находящемся в  $i$ -м контейнере, упаковке.

В данном выражении после перемножения членов, заключенных в скобки, произведениями составляющих погрешностей из-за их малости можно пренебречь. Тогда можно записать

$$M = \sum_{i=1}^N m_i c_i (1 + \delta_{MS} + \delta_{MR,i} + \delta_{CS} + \delta_{CR,i}).$$

Выражение для определения дисперсии измеренной массы ЯМ, исходя из того, что  $\sum_{i=1}^N m_i c_i = N m_i c_i = M$ , будет иметь вид:

$$\sigma^2(M) = (N m_i c_i)^2 (\delta_{MS}^2 + \delta_{CS}^2) + N (m_i c_i)^2 (\delta_{MR}^2 + \delta_{CR}^2) =$$

$$M^2 (\delta_{MS}^2 + \delta_{CS}^2) + \frac{M^2}{N} (\delta_{MR}^2 + \delta_{CR}^2).$$

Измеренная масса ЯМ и дисперсия результатов его измерения в компонентах уравнения пункта 4 настоящего Положения в соответствии с приведенными выше зависимостями и исходными данными будут иметь следующие значения:

а) измеренная масса увеличения ЯМ в ЗБМ за МБП и ее дисперсия

$$M_{y8} = N m_{изм} C_{изм} = 20 * 18,5 * 0,98 = 362,6 \text{ кг У},$$

$$\sigma^2(M_{y8}) = (362,6)^2 \{[(0,005)^2 + (0,001)^2] + \frac{1}{20}[(0,01)^2 + (0,0015)^2]\} = 4,090;$$

б) измеренная масса уменьшения ЯМ в ЗБМ за МБП и ее дисперсия:

- в продуктах -  $M_{yм1}$

$$M_{yм1} = 8 * 65 * 0,676 = 351,5 \text{ кг У};$$

$$\sigma^2(M_{yм1}) = (351,5)^2 \{[(0,003)^2 + (0,001)^2] + \frac{1}{8}[(0,008)^2 + (0,0015)^2]\} = 2,259;$$

- в отходах -  $M_{yм2}$

$$M_{yм2} = 2 * 15 * 0,2 = 6 \text{ кг У};$$

$$\sigma^2(M_{yм2}) = (6)^2 \{[(0,05)^2 + (0,001)^2] + \frac{1}{2}[(0,1)^2 + (0,0015)^2]\} = 0,270;$$

в) измеренная масса ЯМ, находящегося в ЗБМ на начало текущей инвентаризации, и ее дисперсия:

$$M_{нк} = 3 * 16 * 0,95 = 45,6 \text{ кг У};$$

$$\sigma^2(M_{нк}) = (45,6)^2 \{[(0,002)^2 + (0,001)^2] + \frac{1}{3}[(0,004)^2 + (0,0015)^2]\} = 0,023.$$

г) измеренная масса ЯМ, фактически находящегося в ЗБМ на конец текущей инвентаризации, и ее дисперсия

$$M_{фк} = 3 * 15 * 0,98 = 44,1 \text{ кг У};$$

$$\sigma^2(M_{фк}) = (44,1)^2 \{[(0,002)^2 + (0,001)^2] + \frac{1}{3}[(0,004)^2 + (0,0015)^2]\} = 0,022.$$

$$IP = 44,1 - (362,6) + (351,5 + 6) - 45,6 = - 6,6 \text{ кг У}.$$

В условиях примера из-за отсутствия перекалибровки весов может наблюдаться взаимосвязь между величинами  $M_{нк}$  и  $M_{фк}$ , т.е. будет иметь место ковариация  $cov(M_{нк}, M_{фк})$ . Предположим, что ковариации между всеми остальными членами в уравнении для расчета погрешности IP равны нулю, тогда

$$cov(M_{нк}, M_{фк}) = M_{нк} M_{фк} [(\delta_{мс})^2 + (\delta_{св})^2] = (45,6)(44,1)[(0,001)^2 + (0,002)^2] = 0,010.$$

$$\sigma^2(M_{ню} M_{фк}) = 0,023 + 0,022 - 2 * 0,010 = 0,025.$$

$$\sigma^2(IP) = 4,090 + 2,259 + 0,270 + 0,025 = 6,644.$$

$$\sigma(IP) = 2,577 \text{ кг.}$$

### **Вывод о возможных аномалиях в учете и контроле ЯМ.**

Если при инвентаризации недостачи или излишков УЕ не выявлено, то поскольку по условиям примера в ЗБМ в течение МБП проводились учетные измерения, в соответствии с действующими правилами необходимо проверить непревышение модулем ИР установленных для него пределов.

Модуль ИР не должен превышать значение утроенной средне квадратической погрешности определения инвентаризационной разницы:  $6,6 \text{ кг} \leq 7,7 \text{ кг}$ . Это условие выполняется.

Модуль ИР не должен превышать 2% от количества данного ЯМ, которое было преобразовано и подверглось учетным измерениям в данный МБП или в процессе физической инвентаризации и  $8 \text{ кг}$  по урану-235 для ЗБМ рассматриваемой категории:  $6,6 \text{ кг} \leq (0,02 \cdot (351,5 \text{ кг} + 6 \text{ кг} + 44,1 \text{ кг})) = 8 \text{ кг}$ ,  $6,6 \text{ кг} \leq 8 \text{ кг}$ . Эти условия также выполняются.

Таким образом,  $|IP| \leq 3\sigma$ ,  $|IP| \leq 8 \text{ кг}$  и  $|IP| \leq 2\%$  от количества данного ЯМ, которое было преобразовано и подверглось учетным измерениям в данный МБП или в процессе физической инвентаризации, что свидетельствует об отсутствии аномалии в учет и контроле ЯМ и по перечисленным критериям.

### **ПРИЛОЖЕНИЕ № 2**

к Положению о порядке получения данных по количеству ядерных материалов для подведения их баланса и итогов физической инвентаризации в зонах баланса материалов  
утвержденному приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору  
от «14» сентября 2011 г. № 534

### **Рекомендации по определению объема выборки учетных единиц для подтверждающих измерений**

Объем выборки задается двумя величинами: пороговым количеством ЯМ в единицах массы (**G**) и вероятностью обнаружения недостачи/излишка порогового количества ЯМ в

безотносительных единицах ( $P$ ). Эти величины определяются на основании соответствующих положений Правил (НП-030-11).

Объем выборки ( $n$ ) рассчитывается по формуле

$$n = \left[ N \left( 1 - (1 - P)^{1/[G/x]} \right) \right]^{\uparrow},$$

$N$  – количество УЕ в страте;

$x$  – средняя масса ЯМ в одной УЕ;

$[ ]^{\uparrow}$  – в формуле означает округление до ближайшего большего целого числа.

### Пример расчета объема выборки

Пусть в ЗБМ находятся три страты ЯМ, в каждой из которых содержится 1000 УЕ. Под стратой понимается совокупность отдельных УЕ с одинаковыми или близкими физическими характеристиками и химическим составом ЯМ для осуществления статистической выборки. На практике в отдельные страты принято объединять тепловыделяющие сборки (далее – ТВС) одной партии, либо однотипные ТВС; одинаковые в пределах технических условий УЕ для формирования критических (подкритических) сборок; партии одинаковых продуктов, на которые оформляется общий паспорт и т. д. В научно-исследовательских организациях, а также в организациях, где номенклатура используемых ЯМ велика, количество страт может оказаться большим.

Таким образом, в нашем примере первая и вторая страты представлены одинаковыми УЕ, содержащими металлический высокообогащенный уран (далее – ВОУ) в алюминиевой оболочке с номерами, выполненными электроискровым карандашом. Подобным образом выполнены УЕ третьей страты, содержащие металлический низкообогащенный уран (далее – НОУ). В каждой из УЕ, содержащих ВОУ и НОУ, находится по 1000 г урана  $^{235}\text{U}$ . Пусть УЕ первой страты в данный МБП после использования в эксперименте были извлечены из критсборки, помещены в трубы как в контейнеры, трубы опечатаны после регистрации соответствующих учетных данных, а УЕ второй и третьей страт в данный МБП не использовались, и находились в опечатанных трубах с момента предыдущей физической инвентаризации. Проверка целостности УЕ, а также состояния СКД подтвердили отсутствие несанкционированного доступа к УЕ страт, и

результаты проверки были документированы. Таким образом, для первой страты вероятность обнаружения принимается равной 0,5, а для второй и третьей страт - равной 0,25, так как материалы второй и третьей страт находились еще и под системой наблюдения.

Отношение  $G/x$  для первой и второй страт равно  $8000/1000=8$ , а для третьей равно  $70000/1000=70$ .

Подставив имеющиеся исходные данные в выражение для определения объема выборки для первой страты получим:

$$n_1 = 1000 [1 - (1 - 0,5)^{1000/8000}] = 1000 [1 - (0,5)^{1/8}] = 1000 \cdot 0,0830 = 83,0.$$

Для второй страты:

$$n_2 = 1000 [1 - (1 - 0,25)^{1000/8000}] = 1000 [1 - (0,75)^{1/8}] = 1000 \cdot 0,0353 = 35,3,$$

но, округляя  $n_2$  до ближайшего большего целого, получаем  $n_2 = 36,0$ .

Для третьей страты:

$$n_3 = 1000 [1 - (1 - 0,25)^{1000/70000}] = 1000 [1 - (0,75)^{1/70}] = 1000 \cdot 0,0041 = 0,4,$$

но, округляя  $n_3$  до ближайшего большего целого, получаем  $n_3 = 1,0$ .

Таким образом, всего должно быть подвергнуто измерениям:

$$83 + 36 + 1 = 120 \text{ учетных единиц.}$$



**Положение о порядке получения данных по количеству  
ядерных материалов для подведения их баланса и итогов  
физической инвентаризации в зонах баланса материалов**

**РБ-065-11**

**Официальное издание**

**Ответственный за выпуск Синицына Т.В.  
Компьютерная верстка Зернова Э.П.**

**Верстка выполнена в ФБУ «НТЦ ЯРБ» в полном соответствии с  
приложением к приказу Федеральной службы по экологическому,  
технологическому и атомному надзору от 25.09.09 № 820**

**Подписано в печать 25.10.2011 Формат 60х90/ 1/16**

**ФБУ «Научно-технический центр по ядерной и радиационной  
безопасности» (ФБУ «НТЦ ЯРБ») является официальным издателем  
и распространителем нормативных актов Федеральной службы  
по экологическому, технологическому и атомному надзору  
(Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому  
и атомному надзору от 20.04.06 № 384)**

**Тираж 500 экз.**

**Отпечатано в ФБУ «НТЦ ЯРБ». Москва ул. Малая Красносельская, д. 2/8,  
корп. 5**

**Телефон редакции 8-499-264-28-53**