

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

РОСТЕХРЕГУЛИРОВАНИЕ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт
физико-технических и радиотехнических измерений»

ФГУП «ВНИИФТРИ»

**МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ СУММАРНОЙ АЛЬФА-АКТИВНОСТИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО АЛЬФА-РАДИОМЕТРА
С ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ «ПРОГРЕСС»**

Менделеево

2005 г

РАЗРАБОТАНА: Центром метрологии ионизирующих излучений ФГУП
"ВНИИФТРИ".

ИСПОЛНИТЕЛИ: Антропов С.Ю.
Ермилов А.П.
Ермилов С.А.
Комаров Н.А.
Крохин И.И.
Николаев А.В.

АТТЕСТОВАНА: ФГУП «ВНИИФТРИ», свидетельство об аттестации № 40090.5И665
от 28.07.2005 г.

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АЦП	– амплитудно-цифровой преобразователь;
МВИ	– методика выполнения измерений;
МИА	– минимальная измеряемая активность в соответствии с МИ 2453-2000;
ПК	– персональный компьютер;
СБД	– сцинтилляционный блок детектирования альфа-излучения;
СИУ	– спектрометрический импульсный усилитель;
ФЭУ	– фотоэлектронный умножитель.

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ

В настоящем документе изложена методика определения *суммарной альфа-активности* в объектах определённой геометрической конфигурации и плотности потока альфа-частиц с использованием сцинтилляционного альфа-радиометра (далее по тексту «радиометр»).

Основным итогом применения методики является определение значений *суммарной альфа-активности* (удельной, объёмной или поверхностной) в *исследуемом объекте* или *плотности потока альфа-частиц с поверхности*, а также оценка неопределённости каждого измерения.

Значения *неопределённости измерения «нулевой» суммарной альфа-активности* Δ_0 (см. п. 2.9) для наиболее часто реализуемых в измерительной практике случаев приведены в разделе 3.

2 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

2.1 ***Исследуемый объект*** – *счётный образец* или специально изготовленный радионуклидный источник в стандартной геометрической конфигурации (измерительная кювета, аэрозольный фильтр и др.), тонкий слой вещества на плоскости, слой исследуемого вещества определенной толщины, а также другие объекты, специально описанные в свидетельстве о поверке радиометра. *Исследуемый объект* характеризуется геометрической конфигурацией и составом альфа-излучающих радионуклидов.

2.2 ***Проба*** – определённая часть вещества *исследуемого объекта*, отобранная по установленной методике и предназначенная для определения её радиационных параметров.

2.3 Суммарная альфа-активность¹ – Суммарной альфа-активностью исследуемого объекта A_α называют количество альфа-частиц, рождающихся в единицу времени в результате распадов всех радионуклидов, содержащихся в исследуемом объекте:

$$A_\alpha = \sum_i {}^iA \cdot {}^i\eta_\alpha,$$

где iA – активность радионуклида "i", а ${}^i\eta_\alpha$ – выход α -частиц на распад радионуклида "i". Единица измерения *суммарной альфа-активности* – беккерель (Бк).

2.4 Удельная, объемная, поверхностная суммарная альфа-активность – отношение *суммарной альфа-активности* A_α соответственно к массе, объему или площади поверхности, в которых сосредоточена вся *суммарная альфа-активность* A_α .

2.5 Плотность потока альфа-частиц с поверхности – количество альфа-частиц, вылетающих с единицы площади поверхности в единицу времени. Единица измерения *плотности потока альфа-частиц с поверхности* – ($\text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$).

2.6 Счётный образец – определённое количество вещества, полученное из вещества *пробы* согласно установленной методике, и предназначенное для измерения в нём суммарной альфа-активности радионуклидов по данной МВИ.

2.6.1 «Тонкослойный» счётный образец – *счетный образец*, при измерении радиационных параметров которого влиянием самопоглощения на результат измерения можно пренебречь.

2.6.2 «Толстослойный» счётный образец – *счетный образец*, толщина которого не меньше длины пробега измеряемых альфа-частиц в веществе *счетного образца*.

¹ Для сопоставления результатов измерений абсолютных значений суммарной альфа-активности, полученных на приборах с разными нижними уровнями дискриминации входного сигнала, калиброванных по разным радионуклидам, как правило, приходится использовать поправочные коэффициенты. Поэтому на практике величину суммарной альфа-активности используют в основном для проведения относительного контроля активности объектов с одинаковым составом альфа-излучающих радионуклидов.

2.7 **Масса пробы** – масса вещества *пробы*, использованная без остатка для приготовления *счётного образца*.

2.8 **Методика физического концентрирования** – методика приготовления *счётных образцов* из вещества *пробы* посредством озоления, выпаривания, высушивания, обугливания и т.п. без внесения изменений в радионуклидный состав этого вещества.

2.9 **Методика химического концентрирования** – методика приготовления *счётных образцов* из вещества *пробы* с применением определённых химических процедур. Результатом применения методики является получение *счётного образца* с изменённым по сравнению с исследуемой *пробой* радионуклидным составом.

2.10 **Геометрия измерения** – понятие, характеризующее геометрическую конфигурацию исследуемого объекта и взаимное расположение исследуемого объекта и блока детектирования радиометра.

2.11 **Неопределенность измерения «нулевой» суммарной альфа-активности**, $\Delta_0(\tau)$ – рассчитанная по применяемой МВИ статистическая составляющая абсолютной неопределенности ($P=0,95$) измеренного значения суммарной альфа-активности при обработке фонового спектра по алгоритму, установленному в МВИ для определения суммарной альфа-активности в данной *геометрии измерения*. Фоновый спектр при этом должен набираться в течение времени экспозиции τ в условиях, установленных МВИ для определения фоновых характеристик радиометра в данной *геометрии измерения*. Удвоенное значение $\Delta_0(\tau)$ для $\tau=3600\text{с}$ равно значению МИА.

2.12 **Радионуклидный состав** – полный список альфа-излучающих радионуклидов, присутствующих в *исследуемом объекте*, активность каждого из которых превышает величину МИА.

3 МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ

3.1 Методика основана на регистрации альфа-излучения, испускаемого веществом исследуемого объекта, с последующей обработкой зарегистрированных импульсов на ПК или микропроцессорном блоке.

3.2 При измерении *"тонкослойного" счетного образца* значение *суммарной альфа-активности A* определяется из выражения:

$$A = \frac{S - F}{{}^{TH}P} \quad (1)$$

где:

S - скорость счета импульсов при измерении счетного образца;

F - фоновая скорость счета;

${}^{TH}P$ - эффективность регистрации.

Значения эффективности регистрации радиометра ${}^{TH}P$ для *"тонкослойного" счетного образца* определяется экспериментально при проведении первичной поверки при вводе установки в эксплуатацию и заносится в специальный файл конфигурации:

$${}^{TH}P = \frac{S_0 - F}{A_0} \quad (2)$$

S_0 - скорость счета от «тонкослойного» эталона активности со значением суммарной альфа-активности A_0 .

Значение абсолютной случайной составляющей неопределенности U_S рассчитывается по формуле

$$U_S = 2 \cdot \sqrt{S/t_s + F/t_f} / {}^{TH}P \quad (3)$$

где: t_s и t_f - значения времени экспозиции при измерении счетного образца и фона, соответственно.

Значение неопределенности ($P=0,95$) измерения «нулевой» суммарной альфа-активности Δ_0 при использовании стационарного лабораторного альфа-радиометра за время измерения $t=1$ час для геометрии *"тонкослойного" счетного образца* составляет 5 мБк.

3.3 При измерении "толстослойного" счетного образца значение удельной суммарной альфа-активности счетного образца $A_{y\varnothing}$ определяется из выражения:

$$A_{y\varnothing} = \frac{S - F}{\sum_i {}^{TL}P_i K_i} \quad (4)$$

где S и F - то же, что и в выражении (1);

K_i - предполагаемый относительный вклад линии альфа-излучения с энергией E_i в суммарную альфа-активность счетного образца.

В соответствии с этим $\sum_i K_i = 1$.

${}^{TL}P_i$ - значение эффективности регистрации альфа-частиц с энергией E_i .

$${}^{TL}P_i = {}^{TL}P_0 \cdot \frac{E_i - E_g}{E_0 - E_g} \quad (5)$$

где E_g - нижний энергетический порог регистрации альфа-частиц радиометром;

E_0 - энергия альфа-частиц "толстослойного" моноклидного эталона активности, используемого для градуировки радиометра;

$${}^{TL}P_0 = \frac{S_0 - F}{{}^{TL}A_{0y\varnothing}} \quad ,$$

здесь ${}^{TL}A_{0y\varnothing}$ - удельная суммарная альфа-активность эталона активности, F - фоновая скорость счета.

Значение абсолютной случайной составляющей неопределенности U_S рассчитывается по формуле

$$U_S = 2 \cdot \sqrt{S/t_s + F/t_f} / {}^{TL}P \quad (6)$$

При измерении удельной суммарной альфа-активности счетных образцов с неизвестным составом альфа-излучающих радионуклидов возможное отличие предполагаемого состава от действительного учитывается величиной относительной погрешности δ в соотношениях (9) и (10) раздела 10.

Значение неопределенности ($P=0,95$) измерения «нулевой» удельной суммарной альфа-активности Δ_0 при использовании стационарного лабораторного альфа-радиометра за время измерения $t=1$ час для геометрии "толстослойного" счетного образца составляет 0,1 Бк/г.

3.4 При измерении суммарной альфа-активности счетных образцов, геометрия которых может варьировать от одного образца к другому (например, фильтры АФА, толщина лобового слоя образца, отобранного на которые, может изменяться в зависимости от запыленности воздуха и времени прокачки) дополнительная неопределенность измерения либо компенсируется посредством введения специальных поправочных коэффициентов, либо учитывается величиной относительной погрешности δ в соотношениях (9) и (10) раздела 10.

4 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

4.1 Для проведения измерений суммарной альфа-активности в исследуемых объектах или плотности потока альфа-частиц с поверхности по данной методике может быть использован стационарный лабораторный сцинтилляционный альфа-радиометр на базе ПК или микропроцессорного блока с программным обеспечением ПРОГРЕСС, а также портативный сцинтилляционный альфа-радиометр типа СКС-99 «Спутник», РСУ-01 «Сигнал» или «Прогресс-Спектр». Альфа-радиометр состоит из следующих основных блоков:

4.1.1 Для регистрации альфа-излучения исследуемого объекта используется СБД, включающий в себя сцинтиллятор, ФЭУ с делителем высокого напряжения и СИУ. В качестве сцинтиллятора используются поликристаллические сцинтилляторы диаметром 70 мм на основе сернистого цинка, активированного серебром ZnS(Ag).

СБД может располагаться в специальном светозащищенном корпусе для защиты ФЭУ от засветки и обеспечения максимальной эффективности регистрации.

4.1.2 Для преобразования аналогового спектрометрического сигнала, поступающего с выхода СИУ, в цифровой применяется спектрометрический АЦП, выполненный либо в виде платы, встроенной в ПК, микропроцессорный блок или в СБД, либо в виде отдельного блока, подключенного к порту ПК.

4.1.3 Для электрического питания всех элементов радиометрического тракта используется комбинированный блок питания, схема которого состоит из высоковольтной и низковольтной частей.

4.1.4 Управление работой альфа-радиометрического тракта, обработка аппаратурных спектров, расчет значений активности и неопределенности производится с использованием программного пакета ПРОГРЕСС на ПК, либо микропроцессором по специальным алгоритмам, записанным в постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ).

Примечание. При использовании СБД с цифровым выходом АЦП и высоковольтная часть схемы питания располагаются внутри корпуса СБД вместе с системой светодиодной стабилизации коэффициента преобразования радиометрического тракта.

4.2 Для контроля за сохранностью основных метрологических характеристик радиометра в его состав включается специализированный контрольный источник.

4.3 Для экспонирования счетных образцов применяются измерительные кюветы диаметром 70 мм.

4.4 При введении альфа-радиометра в эксплуатацию должна проводиться его градуировка и первичная поверка с использованием эталонных мер активности.

Метрологическими характеристиками, определяемыми при поверке, являются:

- энергетический диапазон работы радиометрического тракта;
- эффективность регистрации;

- диапазон значений плотности счетных образцов для всех аттестованных геометрий измерения;
- значения систематической составляющей неопределенности для всех аттестованных геометрий;
- значения неопределенности измерения «нулевой» активности для всех аттестованных геометрий измерения за установленное время экспозиции;
- показания альфа-радиометра от контрольного источника (суммарная альфа-активность или плотность потока альфа-частиц с его поверхности).

Коэффициенты, характеризующие эффективность регистрации альфа-частиц, и аппаратные спектры образцовых мер активности заносятся в программу обработки спектров при градуировке радиометра.

4.6 Для подтверждения сохранности аттестованных метрологических характеристик альфа-радиометрического тракта необходимо проводить его ежегодную периодическую поверку.

В свидетельстве о первичной (периодической) поверке должны быть указаны все аттестованные метрологические характеристики.

5 УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1 Общие положения.

5.1.1 Данная МВИ предполагает два основных способа определения радиационных параметров исследуемого объекта, обозначенные на схеме (см. рис.1) цифрами 1 и 2:

- 1) измерение радиационных параметров счётных образцов;
- 2) непосредственное измерение радиационных параметров исследуемого объекта без проведения пробоотбора.

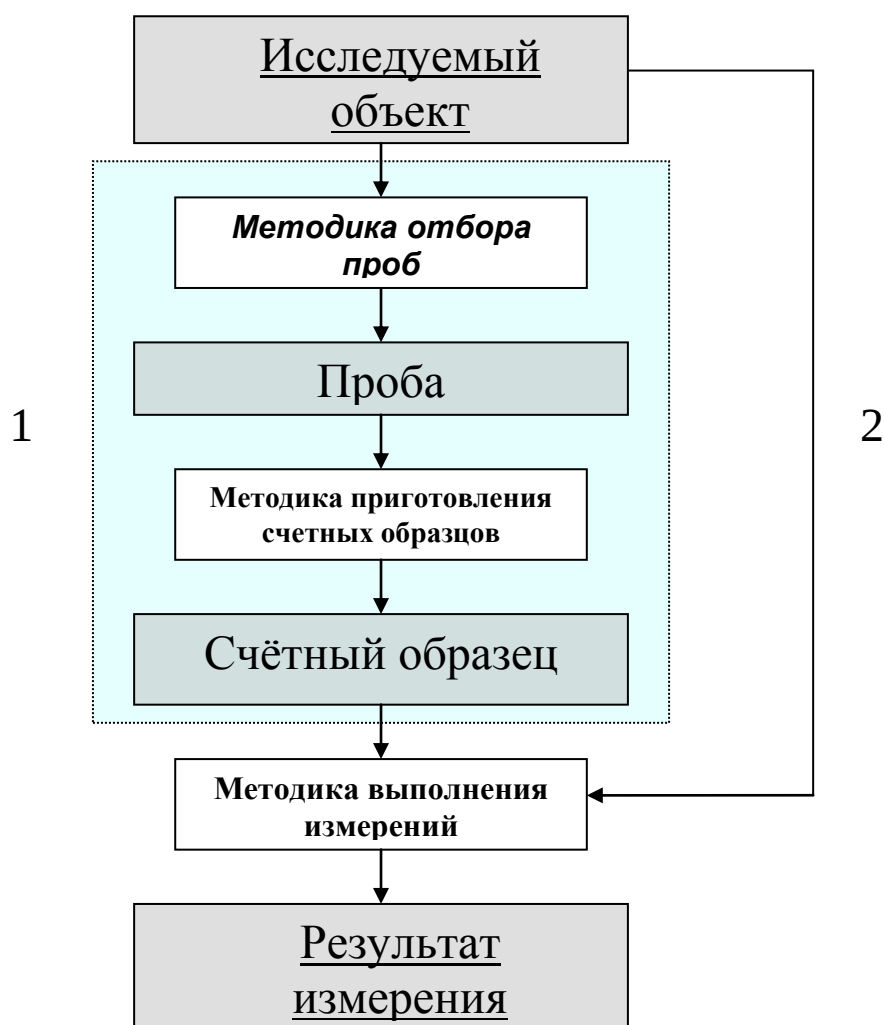


Рис.1. Схема проведения определения радиационных параметров исследуемого объекта.

5.1.2 Измерение суммарной альфа-активности счётных образцов, как правило, проводится в лабораторных условиях. Несмотря на то, что процедуры отбора проб и приготовления счётных образцов вносят дополнительный вклад в значение систематической составляющей неопределённости при определении радиационных параметров исследуемого объекта, применение этого способа измерений зачастую является предпочтительным. Это связано с тем, что в методиках приготовления счётных образцов предполагается возможность проведения концентрирования (*физического* или *химического*) активности из вещества пробы, что позволяет существенно снизить значение статистической составляющей неопределённости измерения радиационных параметров счётного образца.

5.1.3 При решении ряда задач, связанных с измерением суммарной альфа-активности, применение пробоотбора оказывается либо нецелесообразным, либо неприемлемым с точки зрения организации проведения измерений, либо в принципе невозможным из-за характерных особенностей исследуемых объектов. В этих случаях радиационные параметры исследуемых объектов измеряются непосредственно без проведения пробоотбора. В качестве примеров таких задач можно привести измерение удельной суммарной альфа-активности и плотности потока альфа-частиц с поверхности для контроля неснимаемого загрязнения рабочих поверхностей альфа-излучающими р/н, производственный радиационный контроль металлолома и др. В этих случаях радиационные параметры исследуемых объектов измеряются непосредственно без проведения пробоотбора.

5.2 Требования к счётным образцам:

Счетный образец может состоять из вещества пробы, а может быть приготовлен с использованием методик физического и химического концентрирования.

5.2.1 В данной методике предусмотрено измерение различных типов *счетных образцов*:

- «тонкослойный» *счетный образец*, приготовленный из вещества пробы методом электролитического осаждения (см. методики [1] и [2]); для фиксирования положения счетного образца относительно детектора применяется специальная обойма.

- «толстослойный» *счетный образец* представляет собой равномерно нанесенный на подложку диаметром 70мм толстый («непрозрачный» для альфа-частиц) слой мелкодисперсного порошка, приготовленного из нативного или концентрированного вещества пробы. Толщина слоя должна быть не менее 4 мг/см². Для приготовления «толстослойных» *счетных образцов* могут применяться методики [2], [3], [4]. Для экспонирования «толстослойных» *счетных образцов* применяется специальная алюминиевая

кювета 1 (см. рис.2), которая располагается на подставке 2. На кювету наносится вещество счетного образца 3. Для предотвращения «загрязнения» детектора веществом счетного образца, а также для предотвращения гидратации счетного образца и эксхалляции радона с поверхности счетного образца может применяться защитная тонкая лавсановая пленка определенной толщины 4, которая фиксируется кольцом 5.

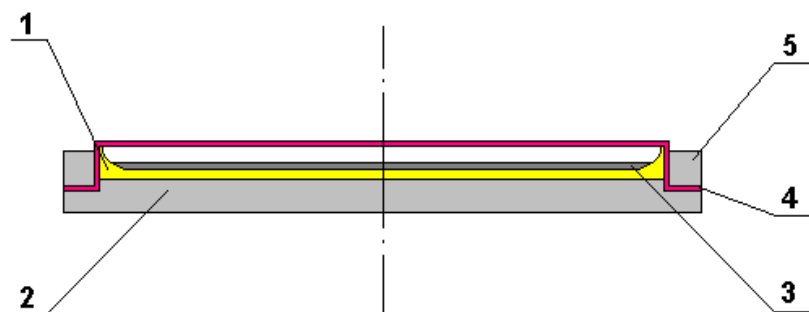


Рис.2. Устройство для экспонирования «толстослойных» счетных образцов.

– счётный образец, полученный путем прокачки воздуха через фильтр типа АФА.

5.2.2 Математические соотношения для проведения расчета радиационных параметров исследуемых объектов и проб на основании результатов измерения счётных образцов содержатся в методиках отбора проб и приготовления счётных образцов и могут быть включены в программу на ПК или записаны в ПЗУ микропроцессорного блока.

Перед измерением программа запрашивает все сведения об исследуемом счётном образце, которые необходимы для определения радиационных параметров исследуемого объекта.

5.3 Требования к исследуемым объектам при проведении измерений без пробоотбора.

Взаимное расположение блока детектирования и исследуемого объекта, геометрическая конфигурация исследуемого объекта и, если необходимо, другие условия измерения специально оговариваются в свидетельстве о поверке радиометра.

Геометрическая форма и другие физические свойства исследуемого объекта при проведении измерения должны позволять воспроизвести условия измерения, соответствующие одной из аттестованных геометрий, указанных в свидетельстве о поверке радиометра.

Перед измерением программа запрашивает все сведения об исследуемом объекте, которые необходимы для определения его радиационных параметров.

6 ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ И КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРА

6.1 К выполнению измерений допускаются специалисты с квалификацией инженера-физика или техника (лаборанта).

6.2 Наряду с инструктажем по работе с радиометрической и спектрометрической аппаратурой, действующими правилами работы на электроустановках и правилами работы на ПК специалисты должны пройти обязательное обучение практическому применению настоящей методики.

6.3 Перед включением радиометра в сеть необходимо убедиться в наличии заземления.

6.4 Ремонт и замену функциональных блоков производить только после отключения этих блоков от сети питания.

6.5 Работа с радиоактивными источниками (при их наличии) должна производиться в соответствии с требованиями НРБ-99 [5], ОСПОРБ-99 [6] и инструкциями по работе с источниками на предприятии.

6.6 При подготовке к работе функциональных блоков и в процессе их эксплуатации необходимо также выполнять указания мер безопасности, изложенные в документации на эти блоки.

7.МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ

7.1 Для предотвращения спонтанного высвобождения дочерних продуктов распада радона из воздуха на поверхность защитной пленки следует по

возможности закрывать поверхность пленки алюминиевой фольгой. Хранить комплект защитных пленок следует в стопке так, чтобы каждая пленка с двух сторон была переложена алюминиевой фольгой.

7.2 Для предотвращения загрязнения активной поверхности контрольного источника следует хранить его в защитном футляре.

7.3 Измерения фона и суммарной альфа-активности счетных образцов начинать не ранее, чем через 3 мин. после включения высокого напряжения.

7.4 После проведения измерения счетного образца кювету, подложку с кольцом и защитную пленку промывать в дезактивирующем растворе.

8 ПОДГОТОВКА РАДИОМЕТРА К ИЗМЕРЕНИЯМ

8.1 Включить питание альфа-радиометра и прогреть радиометр в течение времени, указанного в паспорте или инструкции по эксплуатации.

8.2 Снять показания от контрольного источника, следуя указаниям соответствующего пункта краткой инструкции по эксплуатации радиометра.

8.2.1 Убедиться в наличии аппаратного спектра от контрольного источника на мониторе. Типичный вид аппаратного спектра контрольного источника альфа-излучения приведен на рис. 3.

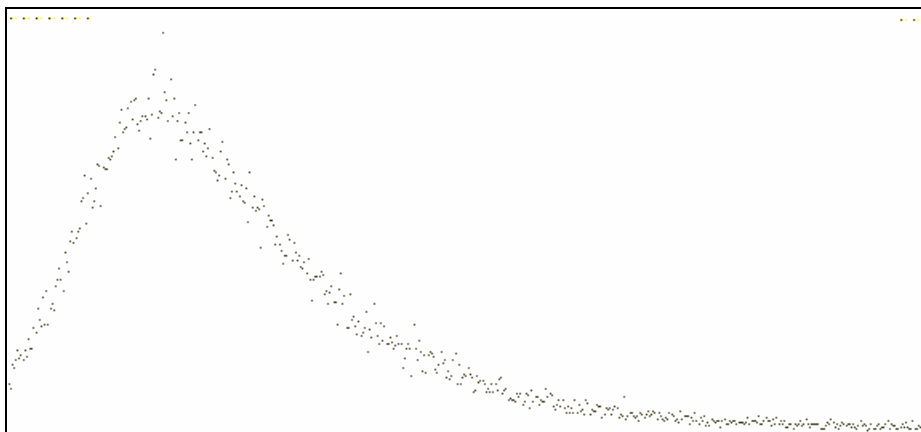


Рис.3. Аппаратурный спектр контрольного источника альфа-излучения.

8.2.2 При обработке аппаратного спектра контрольного источника альфа-излучения автоматически проводится расчет суммарной альфа-активности источника или плотности потока альфа-частиц с его поверхности,

а также оценка неопределенности измерения. Альфа-радиометр считается годным к проведению измерений в течение межповерочного интервала, если полученное в результате измерения значение отличается от значения, указанного в свидетельстве о поверке радиометра не более, чем на 10%.

8.3 Провести измерение фонового спектра. Измерение фонового спектра проводится для контроля за неизменностью собственных шумов альфа-радиометрического тракта, а также для контроля за сохранностью радиационной чистоты элементов конструкции радиометра.

Периодичность и время проведения фонового измерения, время экспозиции при измерении фонового спектра, а также условия проведения фонового измерения зависят от конкретных измерительных задач, для которых используется радиометр, и описываются в краткой инструкции по эксплуатации радиометра.

8.3.1 При обработке фонового спектра программа рассчитывает измеренное значение фоновой скорости счета. Критерием неизменности фоновых характеристик радиометрического тракта является совпадение значений скорости счета при обработке вновь измеренного фонового спектра и фонового спектра, измеренного ранее. Значения считаются совпадающими, если их отличие не превышает утроенного значения СКО 3σ , где $\sigma = \sqrt{F/t_f}$, F – измеренное значение фоновой скорости счета, t_f – время измерения фона. Если в состав радиометра входит ПК, программа проводит автоматическое сравнение спектров и в случае их отличия выдает соответствующее предупреждение.

8.3.2 В том случае если спектры совпадают, радиометр считается готовым к работе. Запись фонового спектра для дальнейшего его использования производится либо программой автоматически, либо оператором в соответствии с инструкцией по эксплуатации радиометра.

8.3.3 Если отличие измеренного значения фоновой скорости счета от старого превышает 3σ , следует либо попытаться устранить причины, вызвавшие изменения фона, и повторить измерение фона еще раз, либо

записать измеренный спектр на место старого, если их отличие обусловлено объективными причинами, связанными с изменениями условий измерений.

9.ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Измерение исследуемого объекта.

9.1.1 Измерение суммарной альфа-активности или плотности потока альфа-частиц с использованием данной методики следует проводить в одной из аттестованных геометрий, перечисленных в свидетельстве о поверке радиометра.

9.1.2 Перед началом измерения следует приготовить измеряемый объект, обеспечив взаимное расположение измеряемого объекта и детектора, соответствующее выбранной *геометрии измерения*.

9.1.3 Максимальное время экспозиции в зависимости от модификации радиометра либо записывается в ПЗУ микропроцессорного блока при изготовлении прибора, либо задается оператором непосредственно перед запуском измерения. Значение статистической составляющей неопределенности измерения связано с временем экспозиции τ следующим соотношением:

$$U_s \sim (\tau)^{1/2} \quad (7).$$

Поэтому максимальное время экспозиции должно устанавливаться исходя из заданной неопределенности измерений, необходимой для решения задач, для которых предназначен данный экземпляр радиометра.

Зависимость неопределенности предстоящего измерения от времени экспозиции τ может быть спрогнозирована исходя из значения величины *неопределенности измерения «нулевой» суммарной альфа-активности* $\Delta_0(\tau)$, которая является одной из основных метрологических характеристик радиометра и указывается в свидетельстве о его поверке. В разделе 3 приведены значения $\Delta_0(\tau)$ для наиболее часто реализуемых на практике случаев.

9.2 Обработка набранной спектрограммы.

9.2.1 При обработке спектра по требованию оператора, а также по истечении установленного в программе максимального времени экспозиции или после остановки набора оператором происходит обработка набранной спектрограммы по одному из алгоритмов, описанных в разделе 3.

9.2.2 По окончании обработки спектра помимо рассчитанного значения суммарной альфа-активности, рассчитывается также соответствующее значение статистической составляющей абсолютной неопределенности измерения U_S для доверительного интервала $P=0,95$.

10. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ АКТИВНОСТИ

10.1 Результат измерения суммарной альфа-активности представляют в соответствии с общими требованиями, установленными в МИ 2453-2000.

10.2 Результатом измерений суммарной альфа-активности или плотности потока альфа-частиц A , являются измеренное значение $A_{изм}$ и интервал неопределенности значения A , соответствующий данным измерениям для доверительной вероятности $P=0,95$, т.е.

$$A_{min} < A \leq A_{max}, \quad (8)$$

где

$$A_{min} = A_{изм} - U_-$$

$$A_{max} = A_{изм} + U_+$$

где

$$U_- = \sqrt{U_s^2 + \left(\frac{\delta}{1+\delta} \cdot A_{изм} \right)^2}, \quad (9)$$

$$U_+ = \sqrt{U_s^2 + \left(\frac{\delta}{1-\delta} \cdot A_{изм} \right)^2}, \quad (10)$$

В выражениях (9) и (10) U_S – абсолютная случайная составляющая неопределенности, которая рассчитывается в соответствии с выражениями

(3) и (6) в разделе 3, а δ – относительная погрешность, величина которой определяется при первичной поверке радиометра и указывается в свидетельстве о его поверке.

Если при измерениях величины A оказалось, что $A_{изм} > 0$, а $A_{min} \leq 0$, то в (8) принимают $A_{min} = 0$.

Если при измерениях величины A , близкой к МИА из-за статистических флуктуаций оказалось, что $A_{изм} \leq 0$, то в (8) принимают $A_{min} = A_{изм} = 0$, а $A_{max} = U_s$.

Расчет интервала неопределенности значений A по формуле (8) производится либо оператором вручную, если это предусмотрено инструкцией по эксплуатации, либо, в случае использования радиометра с ПК, автоматически на одном из этапов выдачи результата. Например, при использовании версии 3.2 программного обеспечения Прогресс систематическая составляющая неопределенности добавляется на этапе оформления результата, а в версии «Прогресс-2000» это происходит сразу при обработке спектрограммы.

Литература.

1 Радиохимические методики подготовки проб для альфа-спектрометрии. ВИМС, Москва, 1995.

2 Методика. Радиохимическое приготовление счетных образцов из проб питьевой воды для измерения активности Po-210, общей альфа-активности (без Po-210) и общей бета-активности на радиологическом комплексе с программным обеспечением «Прогресс», Менделеево, 2001.

3 Методика «Радиохимическое приготовление счетных образцов проб питьевой воды для измерения общей альфа- и бета-активности на радиологическом комплексе с программным обеспечением «Прогресс».

4 Методика «Радиохимическое приготовление счетных образцов из проб питьевой воды для измерения активности ЕРН с использованием радиологического комплекса с программным обеспечением «Прогресс».

5 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1. 758 - 99. Минздрав России. 1999.

6 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). СП 2.6.1.799-99 Минздрав России. 2000.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

РОСТЕХРЕГУЛИРОВАНИЕ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт
физико-технических и радиотехнических измерений»
ФГУП «ВНИИФТРИ»

141570, п.о. Менделеево
Солнечногорского р-на, Московской обл.

Тел.-факс: (095) 535-9102
E-mail: yarina@vniiftri.ru

Аттестат аккредитации Госстандарта России
№ 075 от 5 апреля 2004 г.

СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ АТТЕСТАЦИИ МВИ № 40090.5И665

Методика определения суммарной альфа-активности в объектах определенной геометрической конфигурации и плотности потока альфа-частиц, разработанная ГНЦМ «ВНИИФТРИ» и изложенная в документе «Методика измерения суммарной альфа-активности с использованием сцинтилляционного альфа-радиометра с программным обеспечением «ПРОГРЕСС», аттестована в соответствии с ГОСТ Р 8.563 и ГОСТ Р 8.594.

Методика основана на регистрации альфа-излучения исследуемого объекта с помощью сцинтилляционного радиометра в аттестованной геометрии измерения и последующей обработке измерительной информации с использованием специализированного программного обеспечения «ПРОГРЕСС» (свидетельство об официальной регистрации программы №2004611644).

При выполнении требований, предъявляемых в методике к средствам измерений и условиям проведения измерений, методика обеспечивает точность измерений в соответствии с Приложением.

Аттестация МВИ проведена по результатам экспертизы материалов по разработке и исследованию методики.

Дата аттестации: 28.07.2005 г.

Директор ЦМПИ



В.П.Ярына

Таблица. Значения неопределенности ($P=0,95$) измерения нулевой суммарной альфа-активности Δ_0 за время измерения $\tau=1\text{ час}$ для ряда наиболее часто реализуемых в измерительной практике случаев.

Геометрия измерений	Неопределенность ($P=0,95$) измерения «нулевой» суммарной альфа-активности (удельной суммарной альфа-активности) Δ_0 ($\tau=1\text{ час}$)
«тонкослойный» счетный образец с диаметром активного пятна 24мм	0,005 Бк
«толстослойный» счетный образец в кювете диаметром $\varnothing 70\text{мм}$	0,1 Бк/г
фильтр АФА РСП 20	0,01 Бк