

8

ДОЗЫ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

порядок выполнения работы

Лаборатория общего практикума по ядерной физике
Составители: Белов С.Е., Кудря С.А.

Версия документа 30-03-2015

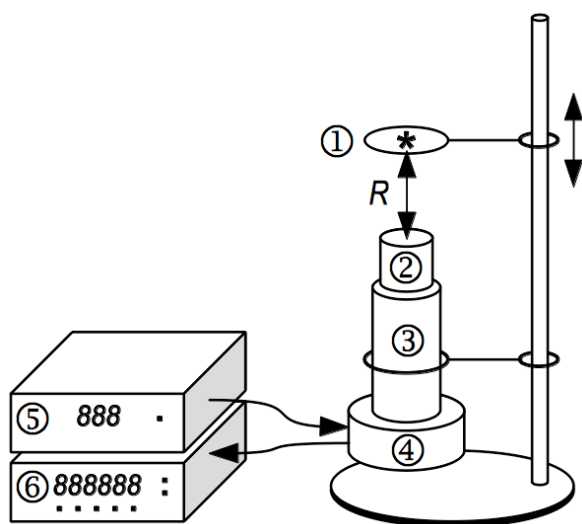
Лабораторная работа

«Дозы ионизирующих излучений. Измерение активности радионуклидов»

Часть 1. Дозы ионизирующих излучений

Экспериментальная установка и приборы

Блок-схема экспериментальной установки показана на рисунке. Детектор излучения и специальная подставка (1) соосно закреплены на штативе. Радиоактивное вещество устанавливается на подставке. В процессе распада оно испускает гамма-кванты, которые регистрируются детектором. Детектор состоит из сцинтилляционного кристалла NaJ(Tl) (2), ФЭУ (3) и формирователя импульсов (4). Высокое напряжение на диноды ФЭУ подается с высоковольтного блока (5). Этот же блок осуществляет питание формирователя. Сформированный импульс поступает на счётный прибор (6).



Чтобы изменить расстояние между источником и детектором, надо на подставке ослабить фиксирующий винт и переместить её вдоль штатива на нужное расстояние. Расстояние определяется с помощью указателя по линейке, укрепленной на трубе. Особое внимание при перемещении источника надо обратить на сохранение соосности детектора и подставки.

Ориентируйтесь на взаимное положение указателя расстояния, подставки и линейки. После того, как подставка установлена в нужное положение, следует затянуть фиксирующий винт.

Для выполнения последующих расчётов необходимо знать параметры сцинтилляционного кристалла:

- номер кристалла (указан на приборе) _____
- размер кристалла
диаметр \varnothing _____ мм, высота h _____ мм
- эффективность регистрации гамма-квантов, ε
радионуклид ^{137}Cs ($E = 662$ кэВ) _____ %
радионуклид ^{60}Co ($E_{\text{ср}} = 1,25$ МэВ) _____ %

Порядок выполнения работы

Время экспозиции во всех опытах одинаковое и составляет ____ секунд.



Во время измерений фона источник ионизирующего излучения следует помещать за защитный свинцовый блок

Задание 1. Изучение зависимости интенсивности регистрируемого излучения от расстояния между источником и детектором.

Определение активности источника

1. Измерьте 2-3 раза фон установки (фон до опыта);
2. Установите источник на минимальном расстоянии от детектора.

Проведите измерение скорости счёта в зависимости от расстояния R между источником и детектором, каждый раз увеличивая расстояние на 2 см. Измерения делайте по три раза (N_1 , N_2 и N_3);

3. Данные измерений заносите в таблицу

R	N_1	N_2	N_3	\bar{N}	$\bar{N} - \bar{N}_\phi$	$(\bar{N} - \bar{N}_\phi) \cdot R^2$
I	II	III	IV	V	VI	VII
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

4. Измерьте 2-3 раза фон установки (фон после опыта);



5. За фон N_{Φ} примите среднее по результатам измерений пп.1 и 4;
6. Заполните графы V-VII таблицы п.3 и вычислите активность источника. При вычислениях используйте указанные параметры кристалла и учтите количество гамма-квантов, приходящихся в среднем на один распад данного радионуклида;
7. В отчёте по работе приведите значение активности (в единицах СИ и Кюри) с указанием неопределенности результата измерения.

Задание 2. Защита от гамма-излучения

1. Измерьте 3-4 раза фон установки N_{Φ} ;
2. Установите источник на расстоянии 15-18 см от детектора;
3. Измерьте 3-4 раза скорость счета N от источника без защиты;
4. Установите между источником и детектором свинцовую защитную пластину и измерьте 3-4 раза скорость счета M ;
5. Наличие свинцовой пластины влияет на скорость счета фона.
Поэтому, не трогая свинцовую пластину, следует удалить источник излучения и 3-4 раза измерить фон установки M_{Φ} с установленной защитой;
6. Измерьте в нескольких местах толщину свинцовой пластины d ;



7. Усредните соответствующие измерения и вычислите кратность ослабления интенсивности излучения по формуле

$$K = \frac{N - N_{\Phi}}{M - M_{\Phi}}$$

и сравните её с рассчитанной по формуле из «Практикума...».

В отчёте приведите результаты измерений и вычислений

(с указанием неопределенностей) и дайте им объяснение.

Задание 3. Измерение дозы от источника ионизирующего излучения


1. С помощью дозиметра измерьте 3-4 раза естественный радиационный фон (без источника ионизирующего излучения);
2. Расположите дозиметр на рекомендуемом *) расстоянии от источника и сделайте 3-4 измерения;



Дома...

3. Соответствующие измерения усредните и сравните показания дозиметра (с поправкой на фон) с расчётными значениями, вычисленными для точечного источника по формуле из «Практикума...». Активность источника возьмите из задания 1. Результаты измерений и вычислений внесите в отчёт по работе.

Содержание отчёта

Кроме указанного выше (см. ) отчёт должен содержать:

1. Блок-схему установки;
2. Формулы для расчётов значений величин и их погрешностей;
3. Таблицу измерений

$R \pm \delta R$	$N \pm \delta N$	$(N - N_{\phi}) \pm \delta(N - N_{\phi})$	$(N - N_{\phi}) R^2 \pm \delta[(N - N_{\phi}) R^2]$
------------------	------------------	---	---

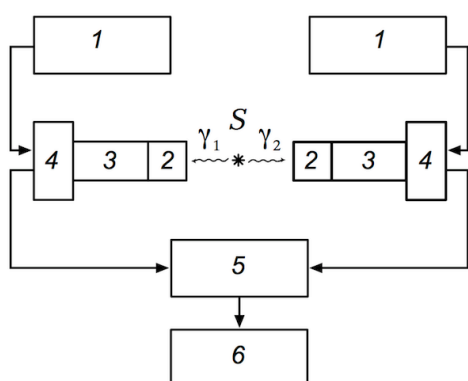
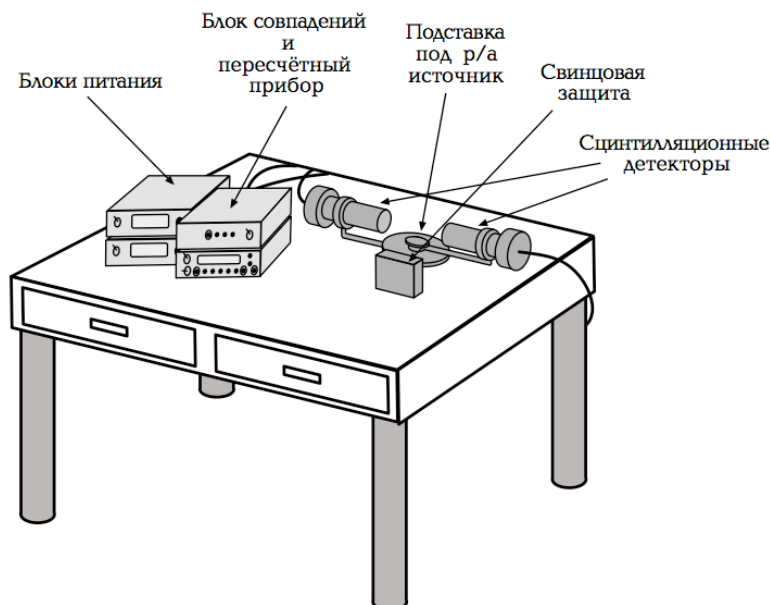
где R — расстояние между источником и детектором, N — скорость счёта без вычета фона, N_{ϕ} — среднее значение скорости счёта фона;

4. Графики зависимостей $(N - N_{\phi})$ и $(N - N_{\phi}) R^2$ от расстояния R и их объяснение;
5. Значения энергии гамма-лучей использованного источника, толщины свинцовой пластины, эффективности детектора;
6. Дозу, полученную экспериментатором за шестичасовой рабочий день при работе с источником на расстоянии 50 и 100 см;
7. Выводы.

*) Рекомендуемое расстояние для источника Cs-137 — 5 см, для Co-60 — 10 см.

Часть 2. Определение активности методом совпадений


Экспериментальная установка и приборы



Экспериментальная установка показана на рисунках и содержит источник ионизирующего излучения S , два высоковольтных блока (1) для питания ФЭУ и усилителей-формирователей, два детектора гамма-излучения, каждый из которых состоит из сцинтилляционного кристалла NaJ(Tl) (2), фотоэлектронного умножителя (ФЭУ) (3) и усилителя-формирователя (4), блок совпадений (5), пересчетный прибор (6). В некоторых установках высоковольтные блоки могут быть объединены с блоком совпадений.

Блок совпадений служит для коммутации входных сигналов. Разрешающее время схемы совпадений составляет 1 мкс. В пределах этого временного промежутка поступившие на входы импульсы считаются пришедшими одновременно, и схема вырабатывает выходной импульс. Пересчетный прибор служит для счета числа импульсов, поступивших со схемы совпадений за некоторый фиксированный промежуток времени. В этой части работы время экспозиции составляет 100 и 1000 секунд.

Порядок выполнения работы

-  Во время измерений фона источник ионизирующего излучения
● следует помещать за защитный свинцовый блок

1. Измерьте фон первого детектора за время 100 секунд;
2. Измерьте фон второго детектора за время 100 секунд;
3. Измерьте скорость счета совпадений без источника за 1000 секунд;
4. Поместите источник ионизирующего излучения на подставку между детекторами;
5. Измерьте скорость счета первого детектора за 100 секунд;
6. Измерьте скорость счета второго детектора за 100 секунд;
7. Измерьте скорость счета совпадений за 1000 секунд;
8. Удалите источник излучения и повторите измерение фона пп. 1, 2.

Содержание отчёта

Отчет должен содержать:

1. Блок-схему экспериментальной установки;
2. Формулы для расчета значений величин и их погрешностей;
3. Таблицу измерений;
4. Значение скорости счета случайных совпадений, обусловленную разрешающим временем схемы совпадений;
5. Значение активности радиоактивного препарата в единицах системы СИ (Беккерель) и во внесистемных единицах Кюри с указанием неопределенности результата измерения;
6. Выводы.