

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
ИМ. А.О. КОВАЛЕВСКОГО

ПРОВ 2010

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОАКТИВНОСТИ

(Материалы симпозиума)

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА»
КИЕВ—1972

10. Константинов И.Е., Федоров Г.А. - В кн.: Вопросы дозиметрии и защиты от излучений. Под ред. Л.Р.Кимеля, вып.8. М., 1968.
11. Луканин В.С., Федоров Г.А., Константинов И.Е. - Приборы и техника эксперимента, 1968, № 1, 40.
12. Directory of Whole-body radioactivity monitors. IAEA. Vienna, 1964.
13. Федоров Г.А., Константинов И.Е., Скотникова О.Г., Малахов С.Г. - Атомная энергия, 1967, 23, № 9, 253.
14. Федоров Г.А., Константинов И.Е., Скотникова О.Г., Малахов С.Г. - В кн.: Вопросы дозиметрии и защиты от излучений. Под ред. Л.Р.Кимеля, вып.8. М., 1968.

Н.Я.Шпарбер, В.П.Парчевский

ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЧЕТА БЕТА-ЧАСТИЦ
ОТ ЭНЕРГИИ БЕТА-СПЕКТРА
ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ГАЗОРАЗРЯДНЫХ СЧЕТЧИКОВ

В исследованиях, связанных с изучением радиоактивности биосферы, а также в экспериментах с применением меченых атомов часто возникает необходимость знания эффективности счета бета- и гамма-излучений в широком диапазоне энергий. Такие потребности возникают при комплексных радиохимических и спектрометрических определениях ряда радионуклидов с различными энергетическими характеристиками как в природных, так и в экспериментальных условиях.

Определению абсолютной радиоактивности посвящена обширная литература. Большинство высоко чувствительных методов предусматривают использование довольно сложной и дорогостоящей аппаратуры. А для калибровки радиометрической аппаратуры поставляется лишь ограниченное число твердых образцовых излучателей (углерод-14, кобальт-60, стронций-90, иттрий-90, цезий-137, таллий-204, радий-226, уран-238). Растворы с низкой удельной радиоактивностью вовсе не поставляются.

В связи с этим возникают трудности при измерениях излучений с энергиями, отличными от образцовых излучателей. Кроме того, часто необходимы растворы изотопов с низкой удельной радиоактивностью для приготовления эталонов различной геометрической формы, например, в случае гамма-спектрометрических измерений радиоактивности больших объемов.

Все это побудило нас выполнить работу, целью которой являлось нахождение зависимости эффективности счета бета-частиц для некоторых

газонаэлектрических счетчиков в широком диапазоне энергий излучения. В качестве образцовых источников использовали углерод-14, кобальт-60, стронций-90-иттрий-90, таллий-204, калий-40 (хлористый калий). Первые четыре образцовых излучателя были изготовлены в препаративной лаборатории Института биофизики МЗ СССР, калий-40 готовился авторами из хлористого калия, толщина слоя которого не превышала 57 мг/см^2 .

Эффективность счета перечисленных источников определялась для счетчиков СБТ-13, МСТ-17 и СТС-5. Эффективность счета мы выражали как отношение числа зарегистрированных импульсов от бета-частиц к числу бета-распадов излучателя в угле 2π в единицу времени. В случае смешанного излучения, состоящего из бета-частиц и гамма-квантов (кобальт-60, калий-40), число импульсов, которые обуславливались гамма-излучением, вычиталось из их общего числа. Для этого источники экранировали соответствующими алюминиевыми дисками, полностью поглощающими бета-излучение, и измеряли интенсивность регистрации гамма-излучения. Толщина дисков практически не оказывала существенного влияния на регистрацию гамма-квантов. При расчете эффективности счета учитывался процент выхода бета-частиц, приходящихся на один распад.

Счетчики СБТ-13 и СТС-5 помещали в установку малых фонов УМО-1500, а МСТ-17 в свинцовую защиту ИФХАН. Образцовые излучатели измеряли на различных расстояниях от счетчиков. Толщина слюды входного окна счетчиков СБТ-13 и МСТ-17 составляла около 5 мг/см^2 , а стенка цилиндрического счетчика СТС-5 — $40-48 \text{ мг/см}^2$. Относительная ошибка радиометрических измерений не превышала 5%.

Результаты измерений приведены в таблице и на рис. 1 и 2. Из рисунков видно, что зависимость эффективности счета бета-частиц для этих счетчиков от их максимальной и средней энергий описывается в полных логарифмических координатах плавной кривой. Максимальная энергия бета-частиц взята авторами из монографии Джеллоуа и Пекера [1, 2], а средняя энергия для углерода-14, кобальта-60 и иттрия-90 из статьи Шиманской и Зелецкого [3]. Для стронция-90, таллия-204 и калия-40 средняя энергия бета-частиц рассчитывалась авторами по графикам, приводимым в этой работе с учетом запрещенности бета-переходов.

Эффективность счета иттрия-90 рассчитывалась следующим образом. Из рис. 1 определялась путем экстраполяции эффективность счета стронция-90. Измеряли стандарт стронция-90-иттрия-90 и из полученной скорости счета вычитали скорость счета стронция-90; рас-

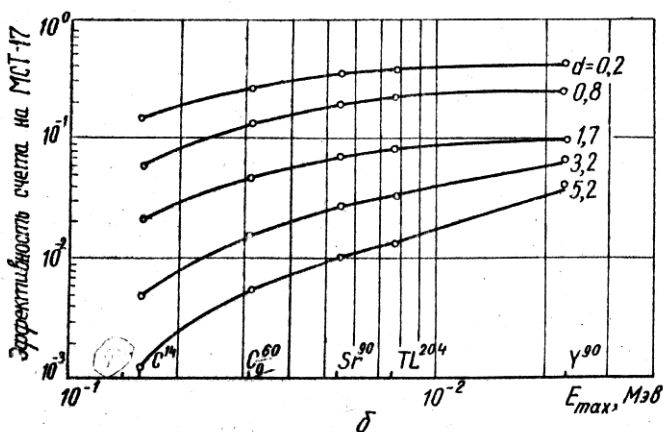
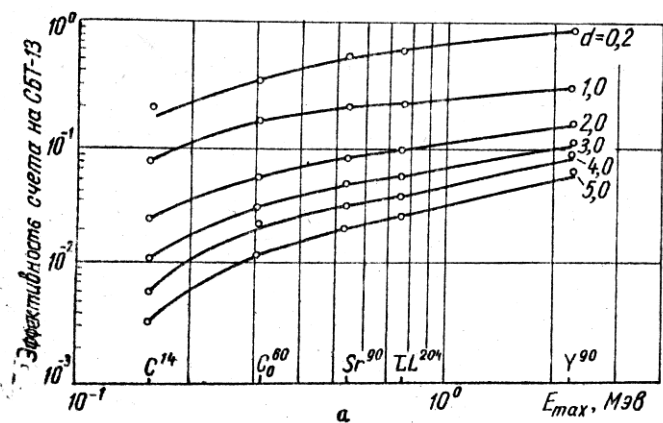


Рис. I. Эффективность счета бета-частиц в зависимости от их максимальной энергии:
а - СБТ-13; б - МСТ-17.

считанную по его эффективности счета и паспортной активности. Отношение разности между скоростью счета стронция-90-иттрия-90 и стронция-90 к паспортной активности иттрия-90 характеризует эффективность счета излучений иттрия-90.

Полученные кривые позволяют определять абсолютные активности бета-радионуклидов в диапазоне максимальных энергий 0,158-2,3 МэВ. Естественно, что при этом должны соблюдаться требования, предъяв-

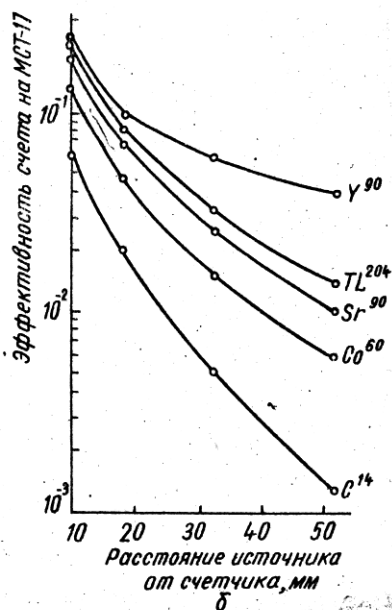
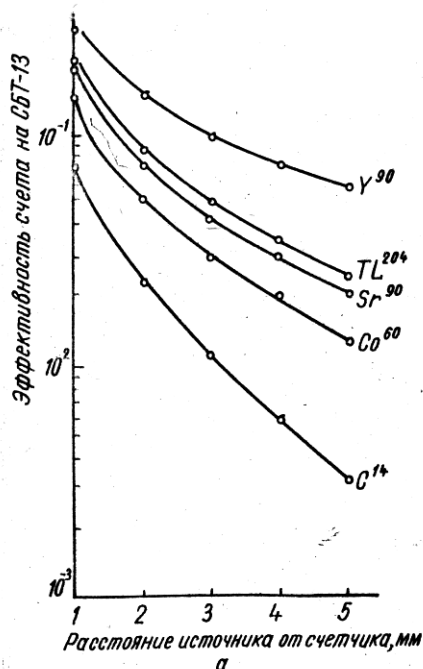


Рис. 2. Эффективность счета бета-частиц в зависимости от расстояния стандарта от окна счетчика:
а - СБТ-13; б - МСТ-17.

ляемые к геометрии измеряемого источника, отсутствию самопоглощения в препарате, равномерности распределения активности в препарате.

Ряд радионуклидов распадается с испусканием бета-частиц и гамма-квантов, интенсивность которых, приходящаяся на распад, постоянна. Это позволяет переходить от абсолютной бета-активности к абсолютной гамма-активности, что особенно ценно при изготовлении образцовых излучателей различной геометрической формы, необходимых при идентификации радионуклидов с помощью многоканального гамма-спектрометра.

Авторы выражают благодарность Д.С.Парчевской за консультацию по форме бета-спектров.

**Эффективность счета бета-частиц для счетчиков
МСТ-17, СБТ-13 и СТС-5**

Радионуклид	Энергия излучения, Мэв		Эффективность счета		
	Максимальная Е	Средняя Е	СБТ-13	МСТ-17	СТС-5
Углерод-14	0,1585	0,0501	0,203	0,044	-
Кобальт-60	0,318	0,0932	0,390	0,110	-
Стронций-90	0,546	0,193	0,560	0,175	0,019
Таллий-204	0,760	0,242	0,650	0,210	0,035
Калий-40	1,321	0,536	0,740	-	0,135
Иттрий-90	2,273	0,929	0,700	0,220	0,162

В ы в о д ы

Получена зависимость эффективности счета бета-частиц от максимальной (0,16-2,27 Мэв) и средней (0,050-0,93 Мэв) энергии бета-спектра.

Л и т е р а т у р а

1. Желепов Б.С., Пекер Л.К. Схемы распада радиоактивных ядер. Изд-во АН СССР, М.-Л., 1963.
2. Желепов Б.С., Пекер Л.К. Схемы распада радиоактивных ядер. "Наука", М.-Л., 1966.
3. Шиманская Н.С., Зелецкий Э.Г. Средние энергии электронных и позитронных бета-спектров. - Атомная энергия, т. 17, № 9.

Д.С.Парчевская

**НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА
В РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Введение

Успех любого эксперимента зависит не только от корректной постановки задачи, но и от правильной статистической обработки опытных данных, которая теряет свою строгость без математического планирования эксперимента. Таким образом, наиболее ответственным этапом эксперимента является планирование. При этом у исследователя возникает два вопроса: 1. Каким образом составить выборку, чтобы она репрезентативно представляла генеральную совокупность? 2. Сколько наблюдений нужно сделать, чтобы получить результат с заданной уверенностью и какой при этом допускается риск? Первый вопрос решается, если эксперимент будет рандомизирован, т.е. если неизвест-