

**Отчет о выполнении лабораторной работы 5.5.
"Компьютерная сцинтиляционная γ -
спектрометрия"**

Калашников Михаил, Б03-202

1. Теоретические сведения

Основными процессами взаимодействия гамма-излучения с веществом являются, как было выше указано, фотоэффект, эффект Комптона и образование электрон-позитронных пар. Каждый из этих процессов вносит свой вклад в образование наблюдаемого спектра.

Фотоэффект – процесс взаимодействия гамма-кванта с электроном, связанным с атомом, при котором электрону передается вся энергия гамма-кванта. При этом электрону сообщается кинетическая энергия $T_e = E_\gamma - I_i$, где E_γ – энергия гамма-кванта, I_i – потенциал ионизации i -той оболочки атома. Фотоэффект особенно существенен для тяжелых веществ, где он идет с заметной вероятностью даже при высоких энергиях гамма-квантов. В легких веществах фотоэффект становится заметен лишь при относительно небольших энергиях гамма-квантов.

Эффект Комптона – упругое рассеяние фотона на свободном электроне, сопровождающееся изменением длины волны фотона (реально этот процесс происходит на слабо связанных с атомом внешних электронах). Максимальная энергия образующихся комптоновских электронов соответствует рассеянию гамма-квантов на 180° и равна

$$E_{max} = \frac{\hbar\omega}{1 + \frac{mc^2}{2\hbar\omega}}.$$

Процесс образования электрон-позитронных пар. При достаточно высокой энергии гамма-кванта наряду с фотоэффектом и эффектом Комптона может происходить третий вид взаимодействия гамма-квантов с веществом – образование электрон-позитронных пар. Процесс образования пар не может происходить в пустоте, так как в этом случае не выполняются совместно законы сохранения энергии и импульса. В присутствии ядра или электрона процесс образования пары гамма-квантом возможен, так как можно распределить энергию и импульс гамма-кванта между тремя частицами без противоречия с законами сохранения. При этом если процесс образования пары идет в кулоновском поле ядра, то энергия образующегося ядра отдачи оказывается весьма малой, так что пороговая энергия гамма-кванта $E_{пор}$, необходимая для образования пары, практически совпадает с удвоенной энергией покоя электрона $E_{пор} \approx 2mc^2 = 1.022$ МэВ.

2. Экспериментальная установка

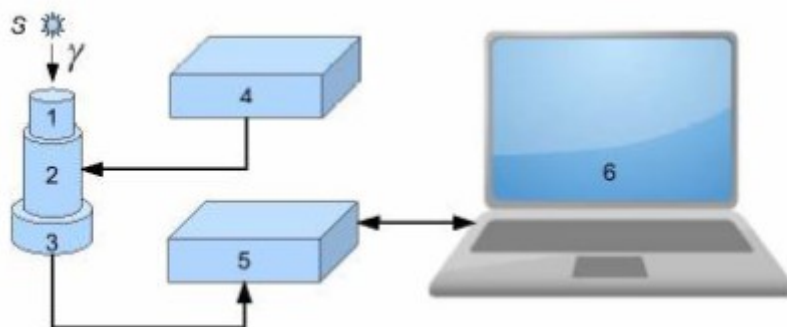


Рис. 1: Принципиальная блок-схема спектрометра. (1 – сцинтиллятор, 2 – ФЭУ, 3 – предусилитель импульсов, 4 – высоковольтный блок питания для ФЭУ, 5 – блок преобразования аналоговых импульсов с ФЭУ в цифровой код (АЦП), 6 – компьютер для сбора данных, их обработки и хранения).

ФЭУ со сцинтиллятором и блоком питания установлены на отдельной подставке. В нашей работе на разных установках (стендах) в качестве сцинтиллятора используются кристаллы NaI(Tl) с размерами $\varnothing 45 \times 50$ мм и $\varnothing 20 \times 25$ мм.

3. Проведение эксперимента
4. Обработка результатов
5. Выводы