

Спектрометр на основе Si-детекторов для измерения бета-спектров в присутствии интенсивного гамма-фона.

Saturday 5 July 2025 18:20 (20 minutes)

В настоящее время в ядерной физике и физики атомных реакторов существует задача измерения полного β -спектра облучённого ядерного топлива (ОЯТ). Знание данного электронного спектра позволит восстановить полный спектр реакторных антинейтрино, при помощи которого можно будет производить оценку состояния активной зоны реактора и радионуклидного состава. Препятствием для получения β -спектра с необходимым разрешением является интенсивный γ -фон от ОЯТ. На данный момент стандартные спектрометры с полупроводниковыми детекторами не способны качественно выделить β -спектр ОЯТ на фоне интенсивного сопутствующего γ -фона.

Для точного измерения β -спектров и подавления γ -сигнала предлагается использовать измерительную установку, состоящую из тонкого пролётного планарного детектора и Si(Li)-детектора полного поглощения, работающих в режиме совпадения. Вероятность взаимодействия γ -квантов с рабочим объёмом пролётного планарного детектора мала, в отличие от электронов, которые теряют часть своей энергии внутри пролётного детектора. Si(Li)-детектор будет фиксировать как γ -кванты, так и электроны, которые полностью теряют свою энергию в объёме детектора. Таким образом, сигналы с двух детекторов вызванные электронами будут скоррелированы по времени, в то время как сигналы вызванные гамма-квантами — нет, и, следовательно, могут быть отфильтрованы.

Задачами данной работы было исследование разрешающей способности подобной схемы с двумя детекторами, оценка ухудшения разрешения вызванного прохождением электронами пролётного детектора, поиска и апробации способов повышения энергетического разрешения, оценка степени подавления γ -фона. Измерения проводились с использованием модельного источника ^{207}Bi , который претерпевает как β^+ -распад, так и e -захват. В результате переходов ядра из одного возбуждённого состояния в другое, наблюдается поток γ -квантов с различными энергиями, конверсионные электроны, γ -кванты от процесса аннигиляции электрон-позитронной пары, а также рентгеновское излучение. В результате работы экспериментального β -спектрометра с двумя полупроводниковыми детекторами были получены следующие результаты: разрешение Si(Li)-детектора при работе в схеме без пролётного детектора составило 0.77 кэВ по линии конверсионных электронов с энергией 1064 кэВ, при включении в схему установки пролётного планарного детектора разрешающая способность спектрометра ухудшилась в ~ 17 раз до 13 кэВ. Подавление γ -фона при этом составило ~ 2000 раз. Для получения максимально возможного разрешения был разработан алгоритм суммирования амплитуд сигналов с двух детекторов. В результате, разработанная модель обработки данных позволила получать спектры конверсионных электронов ^{207}Bi с разрешением 2 ± 0.04 кэВ.

Таким образом, проведенные работы подтвердили возможность применения $\boxtimes$ E-спектрометра для эффективного подавления гамма-фона и выделения β -спектра с допустимыми потерями в разрешении.

Primary authors: ДЕРБИН, Александр (НИЦ "Курчатовский институт" - ПИЯФ); ДРАЧНЕВ, Илья (НИЦ "Курчатовский институт" - ПИЯФ); ИВАНОВ, Денис (НИЦ "Курчатовский институт" - ПИЯФ); КОТИНА, Ирина (НИЦ "Курчатовский институт" - ПИЯФ); МУРАТОВА, Валентина (НИЦ "Курчатовский институт" - ПИЯФ); ПАНКРАТОВ, Матвей (НИЦ "Курчатовский институт" - ПИЯФ); СЕМЕНОВ, Дмитрий (НИЦ "Курчатовский институт" - ПИЯФ); ТРУШИН, Максим (НИЦ "Курчатовский институт" - ПИЯФ); УНЖАКОВ, Евгений (НИЦ "Курчатовский институт" - ПИЯФ)

Presenter: ПАНКРАТОВ, Матвей (НИЦ "Курчатовский институт" - ПИЯФ)

Session Classification: 9. Poster Session

Track Classification: Section 3. Modern methods and technologies of nuclear physics.