

Информатика и системные науки (ИСН-2017)

УДК 681.3(07)

МОДЕЛИРОВАНИЕ АППАРАТУРНЫХ СПЕКТРОВ CdZnTe-ДЕТЕКТОРОВ

О. В. Банзак, к.т.н., доцент

*Одесская государственная академия технического
регулирования и качества
banzak@mail.ru*

MODELLING OF HARDWARE SPECTRA OF CdZnTe- DETECTORS

O.V. Banzak. The technique modelling of hardware spectra received at measurement own scale-radiation of fulfilled nuclear fuel is developed.

tvel, modelling of hardware spectra, nuclear fuel

Разработана методика моделирования аппаратурных спектров, получаемых при измерении собственного гамма-излучения отработавшего ядерного топлива.

твэл, моделирование аппаратурных спектров, ядерное топливо

Аппаратурный спектр имеет сложный характер из-за особенностей регистрации гамма-излучения пропорциональными детекторами. Кроме того, существуют как естественные, так и технологические ограничения того, насколько точно детектирующая система может зарегистрировать энергию гамма-излучения. Естественное ограничение возникает, в основном, из-за статистических флуктуаций, связанных с процессами образования заряда в детекторе. Поэтому в данной работе для анализа возможности применения изготовленного спектрометра в системе радиационно-технологического контроля состояния ядерного топлива, отработки и отладки алгоритмов и программ обработки измеренных спектров разработана методика моделирования аппаратурных спектров при измерении

Computer Sciences and System Sciences (CS&SS-2017)

Информатика и системные науки (ИСН-2017)

собственного гамма-излучения обработавшего ядерного топлива при различных глубинах выгорания и степени негерметичности оболочки твэла [2]. Это значительно сократило разработку аппаратной и программной составляющих системы радиационно-технологического контроля, поскольку теоретическая модель спектра исследуемой ТВС позволяет определить чувствительность измерений и выбрать оптимальный алгоритм обработки спектров.

При разработке методики использовано утверждение, что изменениям условий измерений соответствуют линейные необратимые преобразования пространства аппаратурных спектров, а спектр i -го компонента при произвольных условиях измерений может быть представлен в виде:

$$\varphi(a) = \sum_{i=0}^L a_i \varphi_i(a), \quad \sum a_i = 1, \quad (1)$$

где $\varphi_i(a)$ – линейно независимые спектры, полученные при предварительных измерениях, причем коэффициенты a_i одинаковы для всех компонентов.

Методика моделирования аппаратурных спектров основана на следующих процедурах:

1. Спектр изотопов с большим количеством линий представляется в виде линейной комбинации моноэнергетических спектров с учетом квантового выхода в геометрии "узкого пучка"; для каждого изотопа не учитывается самопоглощение в ТВС.

2. Имитируется изменение моноэнергетического спектра за счет взаимодействия с материалом окружающей технологической среды и топливной матрицей.

3. Первая и вторая процедуры используются для формирования аппаратурных спектров смеси изотопов. Аппаратурный спектр моноэнергетического гамма-излучения в геометрии "узкого пучка" состоит из трех основных компонент – пика полного поглощения, пика вылета и непрерывного

Информатика и системные науки (ИСН-2017)

распределения в левой части за счет комптоновского рассеяния.

Существует несколько методик моделирования аппаратных спектров регистрации гамма-излучения детекторами на основе CdZnTe и CdTe [2]. Отличие данной методики от известных состоит в том, что не использовалось моделирование распределения напряженности электрического поля в объеме детектора и не применялся метод Монте-Карло для моделирования электрического заряда, индуцированного при первичном взаимодействии гамма-излучения с материалом детектора [2]. Это обусловлено тем, что в применяемых детекторах реализована система электродов, которая создает сферическую геометрию электрического поля. Проверка выполнения условий квазисферичности сбора носителей заряда является ключевым звеном при изготовлении детектора. Кроме того, моделируется пик вылета, а это не предусматривает ни одна из упомянутых методик.

Разработана методика моделирования аппаратных спектров, получаемых при измерении собственного гамма-излучения отработавшего ядерного топлива с разной глубиной выгорания и степенью негерметичности оболочки твэла.

Модель спектра исследуемой ТВС позволила определить чувствительность измерений и выбрать оптимальный алгоритм обработки спектров. За счет этого сокращены затраты на разработку аппаратной и программной составляющих системы контроля состояния ядерного топлива.

Список литературы

1. Банзак О.В. Методика проектирования цифрового гамма-спектрометра / О.В. Банзак, А.В. Карпенко, О.В. Маслов, В.А. Мокрицкий // Система обробки інформації. – №1(108). – Харків, 2013. – С. 35–38.

2. Банзак О.В. Полупроводниковые детекторы нового поколения для радиационного контроля и дозиметрии ионизирующих излучений / О.В. Банзак, О.В. Маслов, В.А. Мокрицкий: Под ред. В.А. Мокрицкого, О.В. Маслова. – Монография. – Одесса, 2013. – Изд-во «ВМВ». – 220 с.