

УДК 539.1.074.3, 53.083.71, 53.083.92

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО ГАММА-СПЕКТРОМЕТРА

Кабиев Р.А. (ИТМО), Малмакин А.П. (ИТМО),
Волковский С.А. (ИТМО), Васильев А.В. (ИТМО)

Научный руководитель – профессор, д.ф.-м.н., Мирошниченко Г.П. (ИТМО),
научный консультант - к.т.н., Грибаев А.И. (ИТМО)

Введение. Для детектирования импульсов в сцинтилляционных гамма-спектрометрах перед определением амплитуд применяются различные методы преобразования первичных сигналов. Основной целью преобразования является приведение уширенного сигнала к более сжатым и, как правило симметричным пикам. Данная процедура позволяет улучшить разрешение сигнала во времени и избежать искажений при регистрации амплитуды, вызванных наложением экспоненциально убывающего заднего фронта от предшествующих импульсов. В данной работе осуществляется разработка и исследование алгоритма обработки данных для гамма-спектрометра на основе сцинтилляционного кристалла NaI.

Основная часть. Принцип работы сцинтилляционного гамма-спектрометра основан на явлении люминесценции вещества в результате воздействия ионизирующего излучения. Кристалл NaI, выступающий в качестве детектирующей среды, и фотоэлектронный умножитель (ФЭУ), объединенные единым корпусом выступают в качестве чувствительной части гамма-спектрометра. На выходе ФЭУ генерируется импульсный электрический ток, который протекает через резистор и формирует напряжение. Разработанная плата осуществляет регистрацию, цифровую обработку сигналов и формирование гамма-спектров с последующей передачей на приемное устройство.

Используемый аналого-цифровой преобразователь позволяет выполнять оцифровку напряжения с частотой 40 МГц и разрядностью 14 бит. В качестве центрального обрабатывающего элемента выступает программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС) Altera MAX 10.

На начальном этапе, используя осциллограф, были зарегистрированы экспериментальные импульсы с ФЭУ. Данные сигналы были использованы для получения аналитической функции, описывающей реакцию детектора на единичный гамма-квант. Это позволило моделировать сигналы с различными характеристиками для отладки алгоритма.

Ключевой задачей обработки данных является решение проблемы наложения импульсов. Для решения описанной проблемы применяются множество алгоритмов [1-4]. На модельных данных были апробированы два способа – метод формирования трапецеидального импульса [3] и вейвлет-импульса «мексиканская шляпа» [1]. Впоследствии метод трапецеидального формирователя был доработан и использован в качестве алгоритма обработки первичных данных.

Выводы. В рамках работы были исследованы методы обработки импульсов ФЭУ. Представлен доработанный алгоритм на основе трапецеидального преобразователя. Итоговая реализация алгоритма на ПЛИС обеспечивает разделение наложенных импульсов разной амплитуды при задержке не менее 500 нс, с учетом их длительности около 2000 нс.

Список использованных источников:

1. Qin Z. et al. A pulse-shape discrimination method for improving Gamma-ray spectrometry based on a new digital shaping filter //Radiation Physics and Chemistry. – 2018. – Т. 145. – С. 193-201.
2. Dey M. et al. Real time pulse processors for physics experiments-simulation and implementation //2014 International Conference on Signal Propagation and Computer Technology (ICSPCT 2014). – IEEE, 2014. – С. 726-731.

3. Trinh Q. K. et al. An Embedded Digital Multi-channel Analyzer for Radiation Detection Based on FPGA //International Conference on Industrial Networks and Intelligent Systems. – Cham : Springer International Publishing, 2021. – C. 220-232.
4. WEI Yong,ZHANG Huaiqiang,QIAN Yunchen,et al.Digital shaping methods for nuclear pulse signal based on cosine function[J].NUCLEAR TECHNIQUES,2023,46(10)