

А.М. КУДИН, д-р техн. наук, старш. научн. сотр., ИСМА НАН Украины, Харьков;

Ю.А. БОРОДЕНКО, канд. техн. наук, старш. науч. сотр., ИСМА НАН Украины, Харьков;

В.В. БЕЛОГУБ, ведущий инж., ИСМА НАН Украины, Харьков;

А.В. ДИДЕНКО, инж., ИСМА НАН Украины, Харьков.

СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЦИНТИЛЛЯТОРОВ И ДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ «СЦИНТИЛЛЯТОР – PIN ФОТОДИОД»

Представлены результаты разработки и изготовления спектрометрического стенда для тестирования сцинтилляционных сборок, выполненных на основе системы «сцинтиллятор CsI:Tl – PIN фотодиод». Показано, что изготовленные сборки и разработанный спектрометр удовлетворяют жестким требованиям для приборов, предназначенных для исследования солнечной радиации в космических условиях.

Ключевые слова: сцинтиллятор, PIN фотодиод, детектор, спектрометрия, энергетическое разрешение.

Введение. Измерение спектрометрических характеристик детекторов, предназначенных для космических исследований, остается важнейшей проблемой. Для системы сцинтиллятор – PIN фотодиод (СЦ – ФД) малощумящих измерительных спектрометрических стендов на мировом рынке нет.

Анализ публикаций, цели и задачи. Результаты разработки и изготовления сцинтилляционных детекторов нового поколения на основе системы СЦ–ФД, представлены в [1,2]. Это повлекло за собой необходимость создания для этих сцинтилляционных детекторов высокочувствительных измерительных стендов, по причине их отсутствия на мировом рынке.

Целью настоящей работы является повышение чувствительности тестирования сцинтилляционных детекторов нового поколения. Для достижения поставленной цели необходимо для системы на основе «сцинтиллятор CsI:Tl – PIN фотодиод», создать специальный малощумящий (500 электронов в полосе 10 кГц) спектрометрический стенд для исследования характеристик детекторов.

Материалы исследований. Стенд состоит из измерительной камеры, спектрометра и персонального компьютера (см. рис. 1). Измерительная камера, экранирована от низкочастотных и высокочастотных электромагнитных полей, света и защищена от вибраций. Камера состоит из двух отсеков. В первом отсеке размещается испытуемый сцинтиллятор или

детектор, а во втором расположен зарядочувствительный предусилитель и формирователь импульсов полугауссовской формы. В нижней части первого отсека расположен разъем для фотодиода к которому подключают PIN фотодиоды с различными размерами фоточувствительной площадки.

Спектрометр содержит масштабирующий усилитель, пиковый детектор и блок связи компьютером. Сигнал от предусилителя поступает на 4096-канальный спектрометр, в котором предусмотрена возможность управления параметрами усилителя-формирователя для выбора оптимальной формы импульса.



Рис. 1 – Внешний вид спектрометрического стенда для измерения сцинтиляционных характеристик детекторов на основе системы сцинтиллятор – PIN ФД.
1 – измерительная камера; 2 – спектрометр; 3 – монитор ПЭВМ.

Управление спектрометрическим стендом и обработка результатов измерения осуществляется при помощи персонального компьютера (см. рис. 2).

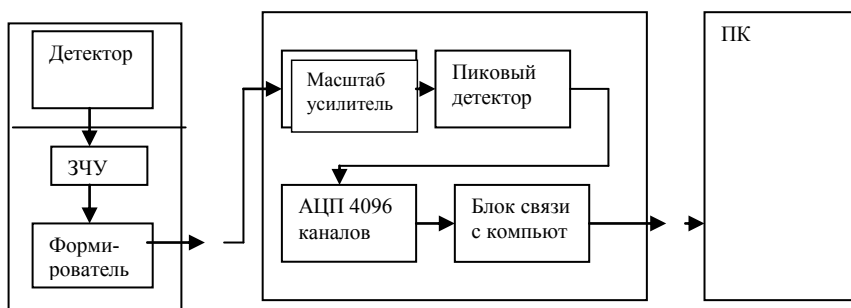


Рис. 2 – Блок-схема спектрометрического стенда

Программное обеспечение для управления спектрометрическим стендом, позволяет сравнивать спектры, вычитать шум, фон, определять энергетическое разрешение и технический световыход. На рис. 3 приведен интерфейс программы спектрометрического стенда.

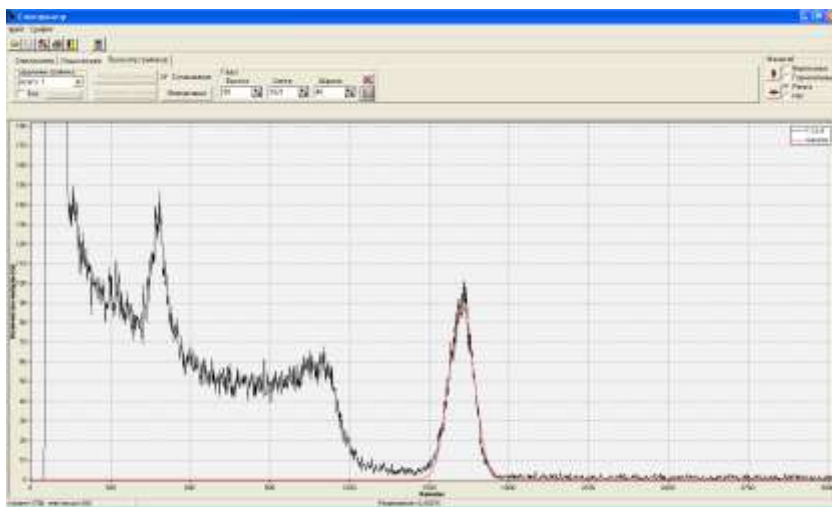


Рис.3 – Интерфейс программы спектрометрического стенда

Результаты исследований. Методика измерения сцинтилляционных характеристик на разработанном спектрометрическом стенде (см. рис. 4) следующая.

Крышку корпуса (1) отделяют от основы корпуса (2), к которой она крепится при помощи накидной гайки (3). Фотодиоды с требуемыми размерами фотоприемной площадки (10×10 или 5×5мм) устанавливают в разъем для фотодиода (4). При помощи вазелинового масла устанавливают сцинтиллятор на фотоприемную площадку PIN фотодиода. На торец сцинтиллятора кладут изотоп требуемого излучения из набора гамма-источников образцовых спектрометрических (ОСГИ) (ГОСТ 8.315-78) (5) на расстоянии 1÷12 см (в зависимости от типа изотопа) от края сцинтиллятора. Затем крышку корпуса (1) закрепляют на основе корпуса (2) при помощи накидной гайки (3) и включают питание. На экране монитора устанавливают требуемые параметры измерений сцинтилляционных характеристик.

Программное обеспечение позволяет выводить результаты измерений на экран монитора. При необходимости результаты измерений можно распечатать. На рис. 5 приведены амплитудные спектры детектора, полученные на спектрометрическом стенде.

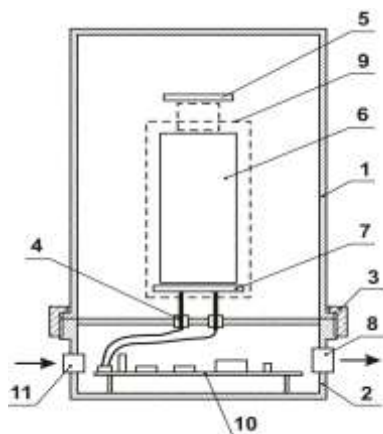


Рис. 4 – Схематическое изображение измерительной камеры:
 1 – крышка корпуса; 2 – основание; 3 – накидная гайка; 4 – разъем для фотодиода; 5 – изотоп; 6 – сцинтилятор; 7 – PIN ФД; 8 – выходной разъем; 9 – детектор СЦ-PIN ФД;
 10 – электронная плата предусилителя; 11 – разъем для питания камеры.

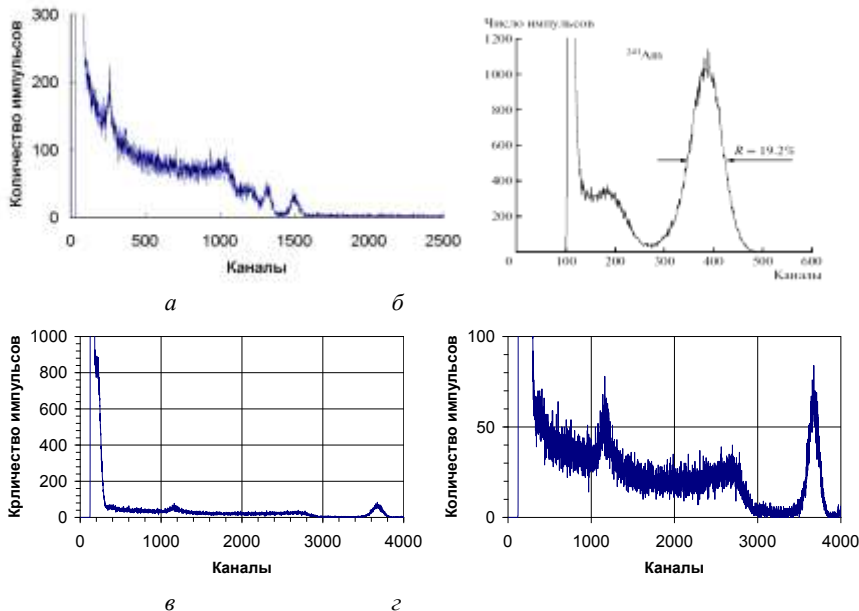


Рис. 5 – Амплитудные спектры детектора CsJ(Tl)+PINФД, полученные на спектрометрическом стенде при регистрации γ -квантов с энергией: а – 59,6 КэВ от источника ^{241}Am ; б – 1,33 МэВ от источника ^{60}Co ; в – 662 КэВ от источника ^{137}Cs и г – его фрагмента.

Важным звеном для получения хороших результатов (500 электронов в полосе 10 кГц) является зарядочувствительный усилитель. В стенде использован специально разработанный малошумящий усилитель с отобранным по шуму полевым транзистором типа КПЗ41А. Для уменьшения шума в усилителе исключен резистор обратной связи, а емкость конденсатора обратной связи менее 0,08пФ. Частота единичного усиления порядка 800 МГц позволяет работать с р-і-п диодами емкостью до 50 пФ со временем формирования от 1 мкс. Масштабирующий усилитель имеет четыре фиксированных коэффициента усиления – 1, 2, 4, 10. Пиковый детектор может обработать сигналы с передним фронтом от 1 мкс до 100 мкс.

Выводы. Таким образом, разработанный спектрометрический стенд для измерения сцинтилляционных характеристик сцинтилляторов и детекторов на основе системы СЦ–ФД стал важным звеном при создании спектрометрических высокочувствительных детекторов нового поколения и позволяет получать и анализировать амплитудные спектры от гамма -изотопов на уровне сегодняшних технических требований.

Список литературы: 1. В.П. Семиноженко, В.Д. Рыжиков, В.М. Свищ, Приборы радиационного контроля нового поколения на основе сцинтилляционных монокристаллов, Функциональные материалы для науки и техники, Харьков, Институт монокристаллов. - 2001. - С. 527-556. 2. Кудин А.М., Бороденко Ю.А., Гринев Б.В., Дибенко А.В., Дудник А.В., Заславский Б.Г., Valtonen E., Eronen T., Peltonen J., Lehti J., Kettunen H., Virtanen A., Huovelin J. Сцинтилляционные сборки «CsI:TI – фотодиод» для регистрации гамма-квантов и протонов // ПТЭ. – 2010. - № 1. - С. 45-51.

Bibliography (transliterated): 1. V.P. Seminozhenko, V.D. Ryzhikov, V.M. Svishh, Pribory radiacionnogo kontrolja novogo pokolenija na osnove scintilljacionnyh monokristallov, Funkcional'nye materialy dlja nauki i tehniky, Har'kov, Institut monokristallov. - 2001. - S. 527-556. 2. Kudin A.M., Borozenko Ju.A., Grinev B.V., Dibenko A.V., Dudnik A.V., Zaslavs'kij B.G., Valtonen E., Eronen T., Peltonen J., Lehti J., Kettunen H., Virtanen A., Huovelin J. Scintilljacionnye sborki «CsI:TI – fotodiod» dlja registracii gamma-kvantov i protonov // PTJe. – 2010. - № 1. - S. 45-51.

Поступила (received) 14.02.2014

С.Ю. ЛЕОНОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ "ХПИ"

ПРИМЕНЕНИЕ K -ЗНАЧНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СИГНАЛОВ В ПРОВОДНИКАХ С ПОТЕРЯМИ

Рассматривается использование K -значного дифференциального исчисления для анализа распространения сигналов по линиям связи с учетом потерь в линиях. Результаты такого моделирования позволяют более точно исследовать работоспособность быстродействующих вычислительных устройств. Моделирование проведено в системе на основе K -значного дифференциального исчисления.

Ключевые слова: K -значное дифференциальное исчисление, распространение сигналов, линии связи, моделирование, работоспособность быстродействующих вычислительных устройств.

Постановка задачи и анализ литературы. В настоящее время при проектировании вычислительных устройств повышенного быстродействия на элементах с высокой степенью интеграции большое внимание необходимо уделять исследованию распространения сигналов по соединительным проводникам. Это связано с тем, что в таких устройствах время распространения сигналов от элемента к элементу соизмеримо со временем задержки в активных элементах. При применении для проектирования существующих систем двоичного моделирования, таких как OrCAD [1] или PCAD [2], такой анализ выполнить не представляется возможным, поскольку в данном случае речь идет об изменениях в амплитуде сигналов в соединительных цепях значительно меньших, чем амплитуда логического сигнала. Применение же для этих целей аналогового моделирования в системах типа MicroCAP [3] неприемлемо из-за больших временных затрат.

В этом плане наиболее подходящим для исследования правильности работы проектируемых вычислительных устройств с учетом распространения сигналов в проводниках является моделирование на основе K -значного дифференциального исчисления [4, 5]. При таком моделировании описание устройств выполняется с помощью K -значных дифференциальных уравнений с ограничениями. Решение этих уравнений совместно с K -значными дифференциальными уравнениями, описывающими логику работы составляющих устройство элементов, позволит более точно исследовать работоспособность таких проектируемых устройств и оценить возможные сбои.

Цель работы – разработать метод моделирования распространения сигналов в длинных линиях на основе K -значного дифференциального исчисления.

© С.Ю. Леонов, 2014