



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01T 1/185 (2020.05)

(21)(22) Заявка: 2020120206, 18.06.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.06.2020

Дата регистрации:
13.01.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.06.2020

(45) Опубликовано: 13.01.2021 Бюл. № 2

Адрес для переписки:

115409, Москва, Каширское ш., 31, НИЯУ
МИФИ ОУИС УНИ, Бейгул Г.В.

(72) Автор(ы):

Власик Константин Федорович (RU),
Грачев Виктор Михайлович (RU),
Дмитренко Валерий Васильевич (RU),
Улин Сергей Евгеньевич (RU),
Утешев Зияэтдин Мухамедович (RU),
Чернышева Ирина Вячеславовна (RU),
Шустов Александр Евгеньевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Национальный
исследовательский ядерный университет
МИФИ" (НИЯУ МИФИ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2264674 С2, 20.11.2005. CN
209373134 U, 10.09.2019. CN 101644688 B,
20.07.2011. RU 2351953 С1, 10.04.2009. RU 109300
U1, 10.10.2011. US 6486468 B1, 26.11.2002.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области измерительной техники, а именно к устройствам, регистрирующим и определяющим энергию гамма-излучения, и может использоваться в прикладных и фундаментальных исследованиях, ядерной физике, для радиационного экологического контроля территорий, космофизике и ядерной медицине.

Устройство содержит импульсную цилиндрическую ионизационную камеру с экранирующей сеткой, источник высоковольтного питания, зарядочувствительный усилитель. Ионизационная камера наполнена сжатым ксеноном с добавкой водорода. Для устранения

микрофонного эффекта в устройстве на выходе зарядочувствительного усилителя установлен модуль цифровой электроники на основе программируемой логической интегральной схемы для анализа амплитуды и длительности фронта электрических импульсов, режекции наложений, вычисления и вычитания базовой линии.

Технический результат: улучшение энергетического разрешения в 1,5 раза для энергии гамма-квантов 662 кэВ, устранение влияния микрофонного эффекта и сохранение спектрометрических характеристик устройства при виброакустических воздействиях до 90 дБ.

Область техники, к которой относится полезная модель

Полезная модель относится к области измерительной техники, а именно к устройствам, регистрирующим и определяющим энергию гамма-излучения, и может быть использована в прикладных и фундаментальных ядерно-физических исследованиях, ядерной физике, для радиационного экологического контроля территорий, космофизике и ядерной медицине.

Уровень техники

Известно цифровое устройство DSPEC для обработки электрических сигналов германиевого гамма-спектрометра (статья D.T. Vo, P.A. Russo, and T.E. Sampson «Comparisons Between Digital Gamma-Ray Spectrometer (DSPEC) and Standard Nuclear Instrumentation Methods (NIM) Systems» Los Alamos National Lab., NM (United States) 1998). В статье проведено сравнение устройства DSPEC со стандартными средствами аналоговой обработки сигнала на основе модулей NIM. Цифровое устройство DSPEC позволяет контролировать усиление сигнала, восстанавливать базовую линию, а также формировать из входного импульса необходимый по форме (прямоугольный, трапециевидный, треугольный) сигнал. В статье показано, что новое устройство позволяет достичь сопоставимого результата в сравнении с аналоговой обработкой. Недостатком данного устройства является отсутствие алгоритмов подавления микрофонного эффекта для детекторов с механическими системами охлаждения, которые создают виброакустическое воздействие, ухудшающее энергетическое разрешение.

Известно устройство, в котором используется адаптивная фильтрация для устранения микрофонного эффекта в детекторах для регистрации излучений. (Статья Sergio Zimmermann «Active microphonic noise cancellation in radiation detectors» Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, Vol.729, 2013, 404-409 и статья Victoria Moeller-Chan, Thomas Hasenohr, Thorsten Stezelberger, Marcos Turqueti, Sergio Zimmermann «Microphonic Noise Cancellation in Radiation Detectors Using Real-Time Adaptive Modeling» Proceedings 14th IEEE-NPSS Real Time Conference, Nara, 2014, 1-4). Устройство использует сенсор для измерения механических воздействий и адаптивный алгоритм для оценки вклада в электрический сигнал детектора. Затем на основе этой оценки проводится вычитание микрофонного шума из основного сигнала для устранения негативного эффекта. Авторами разработана электроника на основе программируемой логической интегральной схемы для выполнения алгоритма в реальном времени. В результате работы устройства энергетическое разрешение германиевого полупроводникового детектора удалось улучшить с 2,45 кэВ до 2,12 кэВ на линии 1,33 МэВ гамма-источника ^{60}Co . Недостатком данного устройства является необходимость использования дополнительного сенсора для измерения вибраций и оценки вклада микрофонного эффекта.

Известно устройство с активной демпфирующей системой для подавления микрофонного эффекта. (William Johnson, Rose Long, Mark Nelson, and David Mascarenas «Embedded Active Vibration Cancellation of a Piston-Driven Cryocooler for Nuclear Spectroscopy Applications») Proceedings of the 30th IMAC, A Conference on Structural Dynamics, 2012, 377-384). Авторы разработали активную систему демпфирования с использованием поглотителя вибраций и противовеса, которая управляется микроконтроллером, получающим сигнал на основе анализа результатов измерений акселерометра, расположенного рядом с детектором. Недостатком устройства является наличие громоздкой конструкции для компенсации микрофонного эффекта и необходимость применять дополнительный сенсор-акселерометр для измерения вибраций.

Наиболее близким к заявленной полезной модели устройством и принятым в качестве

прототипа является устройство для регистрации гамма-нейтронного излучения (патент РФ на изобретение RU 2264674 С2, опубликован 08.09.2003), представляющее собой импульсную цилиндрическую ионизационную камеру с экранирующей сеткой, зарядочувствительным усилителем и блоком высоковольтного питания. Ионизационная камера наполнена сверхчистым ксеноном при давлении (40-50) атм., что соответствует плотности ксенона (0,3-0,6) г/см³, с добавлением водорода в количестве (0,2-0,3) % от общего содержания ксенона.

Недостатком данного устройства является наличие микрофонного эффекта, который при больших виброакустических воздействиях приводит к ухудшению энергетического разрешения.

Раскрытие сущности полезной модели

Технический результат полезной модели заключается в улучшении энергетического разрешения устройства, устранении влияния микрофонного эффекта и сохранении спектрометрических характеристик при виброакустических воздействиях до 90 дБ.

Указанный технический результат достигается за счет того, что устройство для регистрации гамма-излучения, содержащее импульсную цилиндрическую ионизационную камеру с экранирующей сеткой, заполненную в качестве рабочего вещества сверхчистым ксеноном при давлении 40-50 атм. с добавлением водорода в количестве 0,2-0,3% от общего содержания ксенона, источник высоковольтного питания, зарядочувствительный усилитель, включает в себя модуль цифровой электроники на основе программируемой логической интегральной схемы для анализа амплитуды и длительности фронта электрических импульсов, режекции наложений, вычисления и вычитания базовой линии.

Краткое описание чертежей

На Фиг. 1 показана блок-схема устройства для регистрации гамма-излучения.

Цифрами на Фиг. 1 обозначены:

- 1 - импульсная цилиндрическая ионизационная камера с экранирующей сеткой;
- 2 - источник высоковольтного питания;
- 3 - зарядочувствительный усилитель;
- 4 - модуль цифровой электроники.

На Фиг. 2 представлен график зависимости энергетического разрешения от энергии гамма-квантов для 1 - устройства с цифровой обработкой импульсов и для 2 - устройства с аналоговой обработкой импульсов.

Энергетическое разрешение устройства при наличии цифровой обработки импульсов улучшается в 1,5 раза для энергии гамма-квантов 661,7 кэВ.

На Фиг. 3 представлен график зависимости энергетического разрешения для энергии гамма-квантов 1332 кэВ от уровня акустической нагрузки для 1 - устройства с цифровой обработкой импульсов и для 2 - устройства с аналоговой обработкой импульсов.

Цифровая обработка электрических импульсов позволяет устройству работать при виброакустических воздействиях до 90 дБ без ухудшения энергетического разрешения.

Осуществление полезной модели

Ниже приведен пример конкретной реализации полезной модели.

Как показано на Фиг. 1, устройство для регистрации гамма-излучения содержит импульсную цилиндрическую ионизационную камеру с экранирующей сеткой 1, наполненную сжатым ксеноном плотностью 0,3 г/см³ с добавкой 0,3% водорода для увеличения скорости дрейфа электронов. Электрическое поле внутри ионизационной камеры 1 создается подачей на нее высокого напряжения с источника высоковольтного питания 2. Сигнал с выхода ионизационной камеры 1 поступает на вход

зарядочувствительного усилителя 3. Выход зарядочувствительного усилителя 3 соединен с входом модуля цифровой электроники 4.

Устройство работает следующим образом.

Электроны, образовавшиеся в ионизационной камере 1 при взаимодействии гамма-квантов с рабочим веществом ксеноном, под действием электрического поля дрейфуют к аноду, на котором формируется электрический заряд, величина которого пропорциональна энергии зарегистрированного гамма-кванта. Индуцируемый на аноде заряд создает импульс тока, поступающий на зарядочувствительный усилитель 3. Усиленный сигнал с выхода зарядочувствительного усилителя 3 поступает на вход модуля цифровой электроники 4 на основе программируемой логической интегральной схемы, которая осуществляет обработку электрических импульсов в режиме реального времени.

Для устранения микрофонного эффекта модуль цифровой электроники 4 выполняет следующую последовательность действий:

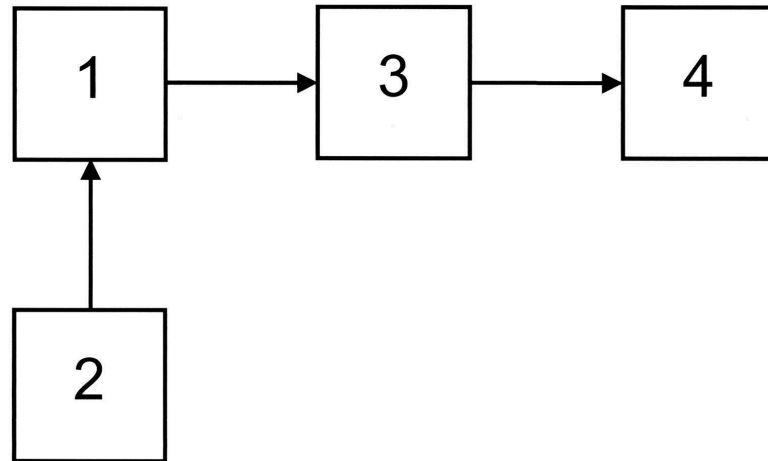
- оцифровка и запоминание импульса;
- режекция наложенных импульсов;
- вычисление и вычитание базовой линии;
- анализ длительности фронта импульса;
- интегрирование импульса и накопление полученной информации;
- вычисление мертвого времени устройства. В результате цифровой обработки электрических импульсов устраняется влияние микрофонного эффекта, энергетическое разрешение устройства улучшается в 1,5 раза для энергии гамма-квантов 661,7 кэВ. Как показано на Фиг. 2, энергетическое разрешение устройства с аналоговой обработкой импульсов составляет 2,5%, а устройства с цифровой обработкой импульсов - 1,7% для энергии гамма-квантов 661,7 кэВ.

Фиг. 3 демонстрирует, что устройство для регистрации гамма-излучения с цифровой обработкой электрических импульсов может работать в условиях виброакустических воздействий до 90 дБ без ухудшения спектрометрических характеристик. Энергетическое разрешение устройства с аналоговой обработкой импульсов резко ухудшается уже при уровне акустической нагрузки 65 дБ для энергии гамма-квантов 1332 кэВ.

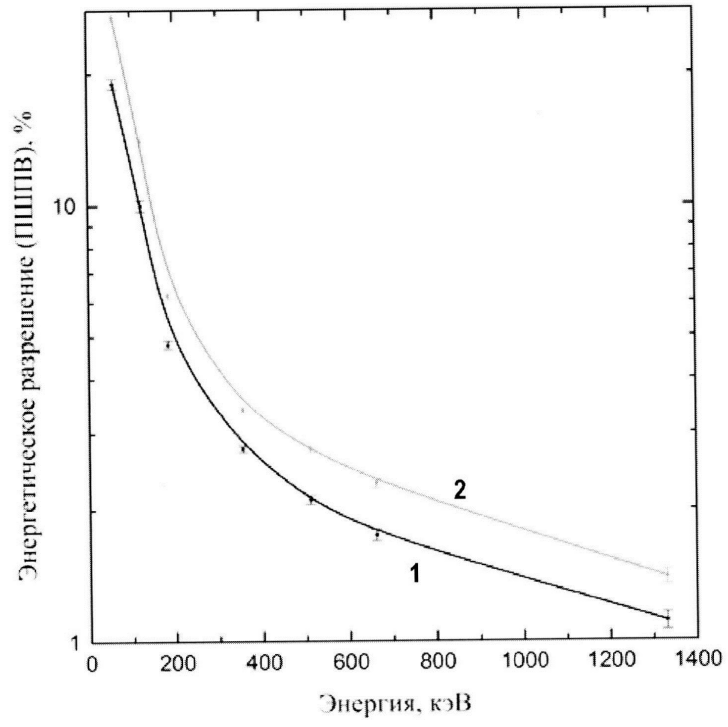
Таким образом, предложенная полезная модель позволяет улучшить энергетическое разрешение устройства в 1,5 раза для энергии гамма-квантов 662 кэВ, устранить влияние микрофонного эффекта и проводить измерения при виброакустических воздействиях до 90 дБ без ухудшения спектрометрических характеристик устройства.

(57) Формула полезной модели

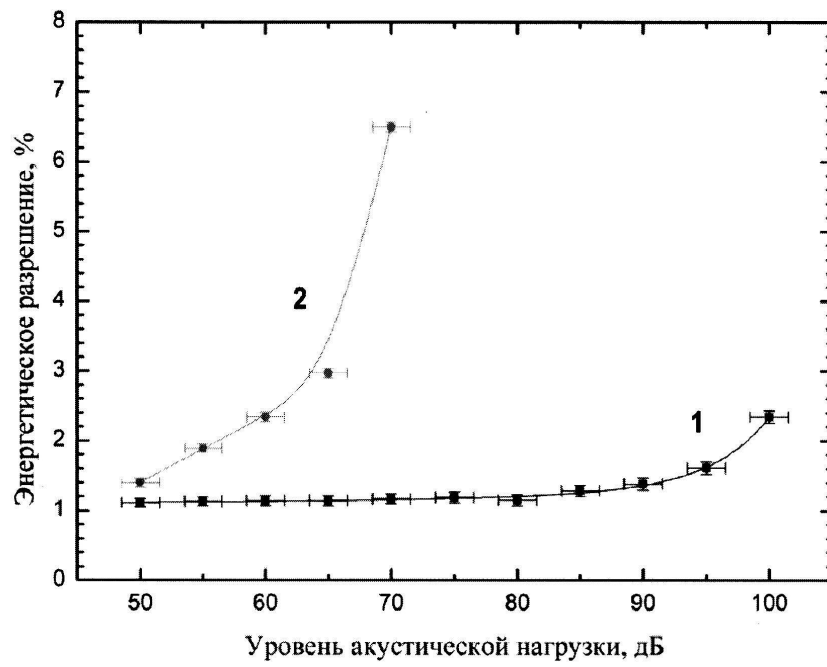
Устройство для регистрации гамма-излучения, включающее импульсную цилиндрическую ионизационную камеру с экранирующей сеткой, заполненную в качестве рабочего вещества сверхчистым ксеноном при давлении 40-50 атм с добавлением водорода в количестве 0,2-0,3% от общего содержания ксенона, источник высоковольтного питания, зарядочувствительный усилитель, отличающееся тем, что на выходе зарядочувствительного усилителя установлен модуль цифровой электроники на основе программируемой логической интегральной схемы для анализа амплитуды и длительности фронта электрических импульсов, режекции наложений, вычисления и вычитания базовой линии.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3