



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2012138155/28, 07.09.2012**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
07.09.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **07.09.2012**(45) Опубликовано: **27.01.2014** Бюл. № 3(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **SU 513563 A1, 10.04.2000. RU 2207550 C2, 27.06.2003. SU 1220556 A1, 15.04.1988. US 6175118 B1, 16.01.2001.**

Адрес для переписки:

**117638, Москва, ул. Сивашская, 6, корп.1,
кв.191, И.И. Петрову**

(72) Автор(ы):

Микеров Виталий Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное унитарное
предприятие "Всероссийский научно-
исследовательский институт автоматики им.
Н.Л. Духова" (RU)****(54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к метрологии излучений, а именно к способу измерения интенсивности радиационного излучения, и может быть использовано в мониторинговых и радиографических сцинтилляционных детекторах рентгеновского и гамма-излучений, а также быстрых нейтронов. Техническим результатом изобретения является измерение вклада фонового излучения в сигнал детектора, повышение точности измерений, обеспечение измерений в сложных радиационных условиях, уменьшение ограничений на размеры детектирующего элемента. Технический результат достигается тем, что для измерения интенсивности излучения источника измеряют пространственное распределение полного сигнала $I_{\text{полн}}(x)$ вдоль направления распространения первичного излучения, нормируют методом наименьших квадратов измеренное и теоретическое распределения до совпадения их значений на начальном участке,

находят пространственное распределение фонового сигнала из условия:

$$I_{\text{фон}}(x) = I_{\text{полн}}(x) - I_{\text{теор}}(x),$$

а пространственное распределение полезного сигнала находят как разность между распределениями полного и фонового сигналов, где:

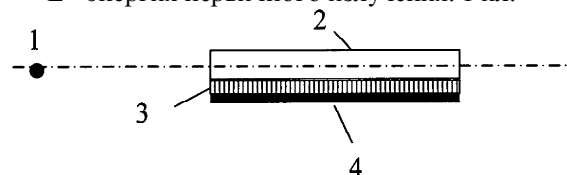
$I_{\text{теор}}(x) = A \cdot \exp[-\mu(E) \cdot x]$ - теоретическое распределение полезного сигнала вдоль направления распространения первичного излучения,

$I_{\text{полн}}(x)$ - пространственное распределение полного сигнала,

$\mu(E)$ - коэффициент линейного ослабления первичного излучения в веществе сцинтиллятора,

x - направление первичного излучения,

E - энергия первичного излучения. 1 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2012138155/28, 07.09.2012**

(24) Effective date for property rights:
07.09.2012

Priority:

(22) Date of filing: **07.09.2012**

(45) Date of publication: **27.01.2014 Bull. 3**

Mail address:

**117638, Moskva, ul. Sivashskaja, 6, korp.1,
kv.191, I.I. Petrovu**

(72) Inventor(s):

Mikerov Vitalij Ivanovich (RU)

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriyatje "Vserossijskij nauchno-
issledovatel'skij institut avtomatiki im. N.L.
Dukhova" (RU)**

(54) **METHOD OF MEASURING RADIATION INTENSITY**

(57) Abstract:

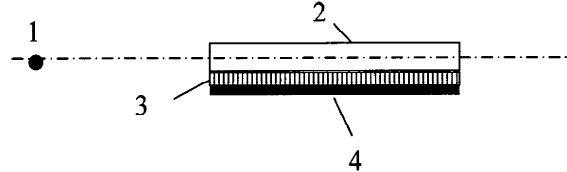
FIELD: physics.

SUBSTANCE: radiation intensity of a source is measured by measuring spatial distribution of a full signal $I_f(x)$ along the direction of propagation of primary radiation, normalising, via a least-square method, the measured and theoretical distribution until values thereof match at the initial section, determining spatial distribution of the background signal from the equation: $I_{fon}(x) = I_f(x) - I_{theor}(x)$, and determining spatial distribution of the useful signal as the difference between distribution of the full signal and the background signal, where: $I_{theor}(x) = A \cdot \exp[-\mu(E) \cdot x]$ is the theoretical distribution of the useful signal along the direction of propagation of primary radiation, $I_f(x)$ is the spatial

distribution of the full signal, $\mu(E)$ is a coefficient of linear attenuation of primary radiation in the scintillator material, x is the direction of primary radiation, E is the energy of primary radiation.

EFFECT: measuring the input of background radiation in the signal of the detector, high measurement accuracy, enabling measurement in difficult radiation conditions, reducing limitations on dimensions of the detecting element.

1 dwg



RU 2 505 841 C1

RU 2 505 841 C1

Изобретение относится к метрологии излучений, а именно к способу измерения интенсивности радиационного излучения, и может быть использовано в мониторинговых и радиографических сцинтилляционных детекторах рентгеновского и гамма-излучений, а также быстрых нейтронов.

5 Известно устройство для измерения интенсивности излучения с автоматическим вычитанием фона, содержащее последовательно соединенные детектор излучения и формирователь импульсов соответственно основного и компенсационного каналов, разностный вычислительный блок, интегратор с информационным входом и с
10 выводом обнуления, выходы которого являются выходами устройства, и распределитель импульсов, подключенный входами к выходам формирователей импульсов соответственно основного и компенсационного каналов и выходами к суммирующему и вычитающему входам вычислительного блока, выход которого соединен с информационным входом интегратора, в который введены регистр
15 коэффициента преобразования и элемент ИЛИ, а разностный вычислительный блок выполнен в виде реверсивного счетчика с D-входами установки кода и с S-входом предустановки, подключенными соответственно к выходам регистра установки коэффициента преобразования и к выходу элемента ИЛИ, входы которого соединены
20 соответственно с информационным входом и выводом обнуления интегратора (Патент Российской Федерации №1431515, МПК: G01T 1/17, 1995 г.) - Аналог.

Известен способ измерения параметров нейтронного излучения, основанный на замедлении нейтронов с последующей их регистрацией детекторами тепловых
25 нейтронов, в котором с помощью цилиндрического замедлителя и серии детекторов тепловых нейтронов, расположенных на различной глубине вдоль его оси, измеряют распределение замедлившихся нейтронов по глубине замедления при одностороннем облучении замедлителя вначале моноэнергетическими нейтронами различных энергий в диапазоне от тепловых до 14-18 МэВ, а затем нейтронным пучком, параметры
30 которого подлежат определению, и далее по совокупности полученных распределений определяют параметры нейтронного излучения (Авторское свидетельство СССР №513563, МПК: G01T 3/00, 1984 г.) - Прототип.

При регистрации излучения в сигнал детектора помимо первичного излучения вносит вклад излучение, возникающее из-за рассеяния первичного излучения в
35 окружающих детектор предметах, в просвечиваемом образце (в случае радиографии) и в самом детекторе.

Так, в радиографическом детекторе быстрых 14 МэВ нейтронов с пластмассовым сцинтиллятором оптимальной, с точки зрения обеспечения максимальной
40 эффективности регистрации, протяженности вдоль направления нейтронного пучка (около 10 см) вклад от рассеянных в сцинтилляторе нейтронов может достигать 50%.

Вклад фонового излучения, связанного с окружающей средой зависит от условий измерения. Его учет является сложной задачей.

45 Техническим результатом изобретения является измерение вклада фонового излучения в сигнал детектора, повышение точности измерений, обеспечение измерений интенсивности источника излучения в сложных радиационных условиях, уменьшение ограничений на размеры детектирующего элемента, упрощение технической реализации.

50 Технический результат достигается тем, что в способе измерения интенсивности излучения, основанном на измерении распределения сигнала по глубине при одностороннем облучении, для измерения интенсивности источника излучения с помощью сцинтиллятора, протяженного вдоль направления первичного пучка, на

боковой поверхности которого расположен позиционно-чувствительный фотоприемник, снабженный матричным коллиматором, измеряют пространственное распределение полного сигнала $I_{\text{полн}}(x)$ вдоль направления распространения первичного излучения, нормируют методом наименьших квадратов измеренное и теоретическое распределения до совпадения их значений на начальном участке, находят пространственное распределение фонового сигнала из условия:

$$I_{\text{фон}}(x) = I_{\text{полн}}(x) - I_{\text{теор}}(x),$$

а пространственное распределение полезного сигнала находят как разность между распределениями полного и фонового сигналов, где:

$I_{\text{теор}}(x) = A \cdot \exp[-\mu(E) \cdot x]$ - теоретическое распределение полезного сигнала вдоль направления распространения первичного излучения,

$I_{\text{полн}}(x)$ - пространственное распределение полного сигнала,

$\mu(E)$ - коэффициент линейного ослабления первичного излучения в веществе сцинтиллятора,

x - направление первичного излучения,

E - энергия первичного излучения.

Сущность изобретения поясняется чертежом на примере детектора со сцинтилляционным детектирующим элементом, где: 1 - источник моноэнергетического излучения, 2 - сцинтиллятор, 3 - матричный коллиматор, 4 - позиционно-чувствительный фотоприемник.

Источник моноэнергетического излучения 1 и сцинтиллятор 2 расположены на достаточно большом расстоянии, чтобы на сцинтиллятор 2 падал направленный пучок излучения.

Первичное излучение источника моноэнергетического излучения 1, попадающее в сцинтиллятор 2, взаимодействует с ним, образуя сцинтилляционные фотоны, распространяющиеся изотропно во все стороны. В результате взаимодействия излучения со сцинтиллятором 2 интенсивность первичного излучения и вызываемого им сцинтилляционного сигнала падает по мере удаления от торцевой поверхности сцинтиллятора 2, обращенной к источнику моноэнергетического излучения 1, по экспоненциальному закону с известной константой спада, определяемой видом и энергией излучения, а также материалом сцинтиллятора 2.

Рассеянное и/или фоновое излучение отличаются от излучения источника энергией, направлением распространения или типом. Вследствие чего спад вызываемого ими сцинтилляционного сигнала происходит не экспоненциально и обычно значительно быстрее по сравнению с сигналом от первичного излучения.

Сцинтилляционные фотоны, вызванные рассеянным и/или фоновым излучением, распространяются также изотропно во все стороны, в том числе, и через боковую поверхность сцинтиллятора 2 на позиционно-чувствительный фотоприемник 4. Фотоны, выходящие через боковые поверхности сцинтиллятора 2 в направлении, близком к перпендикулярному, несут информацию о пространственном распределении полного сигнала состоящего из полезного сигнала и сигнала, вызванного рассеянным и/или фоновым излучением. Пространственное распределение полного сигнала вдоль направления распространения первичного излучения $I_{\text{полн}}(x)$ измеряют с помощью позиционно-чувствительного фотоприемника 4, снабженного матричным коллиматором 3 с непрозрачными для света стенками. Матричный коллиматор 3 обеспечивает избирательную по углу регистрацию сцинтилляционных фотонов, в телесном угле с осью, перпендикулярной направлению распространения первичного излучения и обеспечивает тем самым измерение пространственного

распределения сцинтилляционного сигнала. Величина телесного угла определяет пространственное разрешение позиционно-чувствительного фотоприемника 4. Пространственное разрешение можно регулировать, в частности за счет изменения отношения поперечного размера матричного коллиматора 3 к его длине. В простейшем случае в качестве матричного коллиматора 3 служит волоконно-оптическая шайба.

Пространственное распределение сигнала, вызванного рассеянным и/или фоновым излучением, $I_{\text{фон}}(x)$, определяют вычитанием из пространственного распределения полного сигнала $I_{\text{полн}}(x)$, измеряемого позиционно-чувствительным фотоприемником 4, теоретического (экспоненциально спадающего) предварительно рассчитанного распределения полезного сигнала:

$$I_{\text{фон}}(x) = I_{\text{полн}}(x) - I_{\text{теор}}(x)$$

Для этого оба распределения совмещают (нормируют) таким образом, чтобы их значения совпадали по методу наименьших квадратов на начальном участке, где можно пренебречь вкладом от рассеянного и/или фонового излучения, а также вкладом шумового сигнала фотоприемника. Сигнал, вызванный рассеянным и/или фоновым излучением $I_{\text{фон}}(x)$, и полный сигнал $I_{\text{полн}}(x)$, интегрируют по всей длине позиционно-чувствительного фотоприемника 4.

Интегральное значение фонового сигнала определяется выражением:

$$S_{\text{фон}} = \sum I_{\text{фон}}(x_i)$$

где x_i - i -й пиксель позиционно-чувствительного фотоприемника, Интегральное значение полного сигнала определяется выражением:

$$S_{\text{полн}} = \sum I_{\text{полн}}(x_i)$$

Значение полезного сигнала детектора S находят как разность между интегральными значениями полного сигнала и сигнала, вызванного рассеянным и/или фоновым излучением:

$$S_{\text{полн}} = \sum I_{\text{полн}}(x_i) - S_{\text{фон}} = \sum I_{\text{полн}}(x_i) - \sum I_{\text{фон}}(x_i)$$

Вычитание сигнала, обусловленного рассеянным и/или фоновым излучением, обеспечивает уменьшение влияния этих излучений на измеряемую интенсивность монохроматического излучения, повышает точность измерения полезного сигнала, обеспечивает проведение измерений в условиях высокого уровня фоновых излучений, уменьшает ограничения на поперечные размеры сцинтиллятора 2, которые обычно накладываются для уменьшения вклада рассеянного в сцинтилляторе 2 излучения, упрощает техническую реализацию измерений.

Формула изобретения

Способ измерения интенсивности излучения, основанный на измерении распределения сигнала по глубине при одностороннем облучении, отличающийся тем, что для измерения интенсивности излучения источника с помощью сцинтиллятора, протяженного вдоль направления первичного пучка, на боковой поверхности которого расположен позиционно-чувствительный фотоприемник, снабженный матричным коллиматором, измеряют пространственное распределение полного сигнала $I_{\text{полн}}(x)$ вдоль направления распространения первичного излучения, нормируют методом наименьших квадратов измеренное и теоретическое распределения до совпадения их значений на начальном участке, находят пространственное распределение фонового сигнала из условия

$$I_{\text{фон}}(x) = I_{\text{полн}}(x) - I_{\text{теор}}(x),$$

а пространственное распределение полезного сигнала находят как разность между

распределениями полного и фонового сигналов, где:

$I_{\text{теор}}(x) = A \cdot \exp[-\mu(E) \cdot x]$ - теоретическое распределение полезного сигнала вдоль направления распространения первичного излучения;

5 $I_{\text{полн}}(x)$ - пространственное распределение полного сигнала;

$\mu(E)$ - коэффициент линейного ослабления первичного излучения в веществе сцинтиллятора;

x - направление первичного излучения;

E - энергия первичного излучения.

10

15

20

25

30

35

40

45

50