



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **85493** (13) **U**  
(51) МПК (2013.01)  
**G01T 1/16** (2006.01)  
**G01T 1/167** (2006.01)  
**G01T 1/169** (2006.01)  
**G21J 5/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

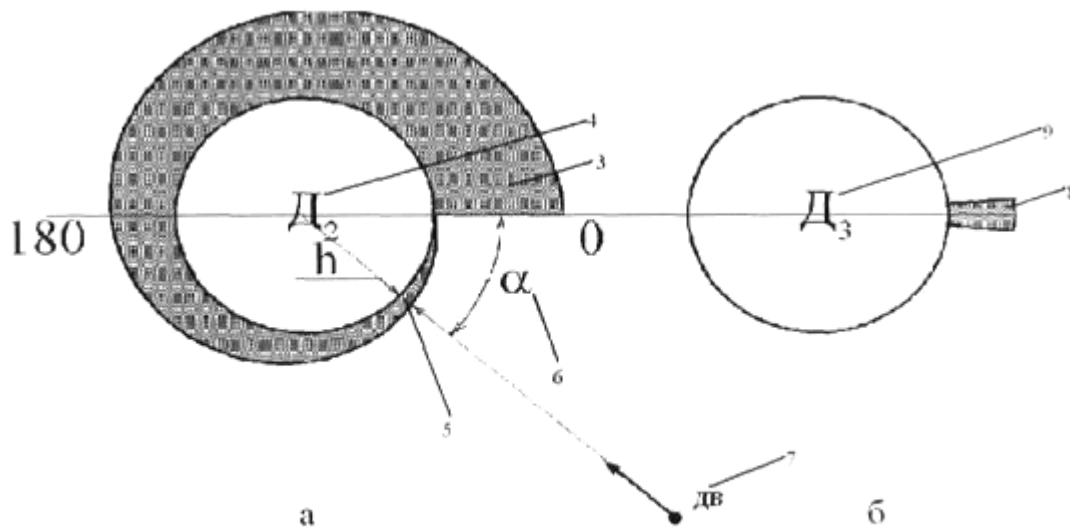
## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2013 05331</b>	(72) Винахідник(и): <b>Григор'єв Олександр Миколайович (UA), Білик Захар Валентинович (UA), Саун Олександр Валерійович (UA), Маруценко Володимир Васильович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>25.04.2013</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.11.2013</b>	(73) Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків-2, 61002 (UA)</b>
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.11.2013, Бюл.№ 22</b>	

## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКУ В ПРОСТОРІ НА ТОЧКОВІ ПОСТІЙНІ ТА ІМПУЛЬСНІ ДЖЕРЕЛА ГАММА-ВИПРОМІНЮВАННЯ

### (57) Реферат:

Пристрій для визначення напрямку в просторі на точкові постійні та імпульсні джерела гамма-випромінювання має блок електроніки, блок детектування, що включає поглиначі та детектори. Детектори розташовані всередині поглиначів асиметричної та симетричної форми, а блок електроніки виконаний у вигляді багатоканальних аналізаторів імпульсів для вимірювання амплітуди гамма-імпульсу.



Фіг. 2

UA 85493 U



Запропонована корисна модель належить до пристроїв неруйнівного контролю та може бути використана в радіаційному моніторингу місцевості для пошуку точкових джерел гамма-випромінювання та веденні спостереження за імпульсними джерелами на стаціонарних та рухомих постах.

5 Відомий пристрій для пошуку та вимірювання двох кутових координат фотонних джерел, який складається з блока детектування, що включає захисний екран, кільцевий багатоелементний детектор, що розташований на боковій поверхні екрана, та електронний перетворювач, що з'єднаний з елементами детектора, та блок електроніки, що з'єднаний з виходами перетворювача. Пристрій також включає принаймні ще один багатоелементний  
10 детектор. Захисний екран виконаний у вигляді сфери з ортогональними один до одного кільцевими пазами, в яких розміщені детектори [1].

Суттєвим недоліком даного пристрою є відносно низька здатність по виявленню двох кутових координат фотонних джерел, що пов'язано з малою площиною пазів у порівнянні з площиною всієї сфери, а також неможливість визначення напрямку на імпульсні точкові  
15 джерела.

Найбільш близьким до запропонованого пристрою є пристрій зі сферичною зоною огляду для пошуку фотонних джерел у тілесному куті  $4\pi$  стерадіан, який складається з блока детектування, що включає захисний екран у формі шару та багатоелементний детектор, електронний перетворювач, що з'єднаний з елементами детектора та блок електроніки, що  
20 з'єднаний з електронним перетворювачем. Детектуючі елементи розташовані по ребрах правильного багатогранника, що утворені платами електронних перетворювачів, всередині якого розміщується захисний екран [2].

Суттєвим недоліком даного пристрою є залежність кутової роздільності від кількості детектуючих елементів та плат електронних перетворювачів, а також неможливість визначити  
25 напрямку на імпульсні точкові джерела.

В основу корисної моделі поставлено задачу створити пристрій для визначення напрямку в просторі на точкові постійні та імпульсні джерела гамма-випромінювання.

Для вирішення поставленої задачі пропонується пристрій для визначення напрямку в просторі на точкові постійні та імпульсні джерела гамма-випромінювання, який має блок електроніки, блок детектування, що включає поглиначі та детектори, які розташовані всередині поглиначів асиметричної та симетричної форми, а блок електроніки виконаний у вигляді багатоканальних аналізаторів імпульсів для вимірювання амплітуд гамма-імпульсу.  
30

На фіг. 1 зображено: 1 - поглинач у вигляді коаксіального циліндра; 2 - детектор  $D_1$ , що розташований в геометричному центрі поглинача 1.

35 На фіг. 2а зображено: 3 - переріз асиметричного поглинача; 4 - детектор  $D_2$ , що розташований в геометричному центрі внутрішнього циліндра поглинача 3; 5 - товщина поглинача  $h$ , що залежить від напрямку на джерело іонізуючого випромінювання; 6 - кут  $\alpha$ , який визначається як кут між напрямком на джерело іонізуючого випромінювання та межею асиметричного поглинача між мінімальною та максимальною товщиною, яка визначає кут  $\alpha=0$ ; 7 - джерело іонізуючого випромінювання (ДВ).  
40

На фіг. 2б зображено: 8 - секторний поглинач в межах декількох градусів, 9 - детектор  $D_3$ , що розташований за секторним поглиначем, якщо джерело іонізуючого випромінювання розташоване під кутом  $\alpha=0$ .

45 На фіг. 3 зображено: 10 - асиметричний півкульовий поглинач, 11 - детектор  $D_4$ , що розташований в центрі основи асиметричного півкульового поглинача.

Пристрій для визначення напрямку в просторі на точкові постійні та імпульсні джерела гамма-випромінювання складається з блоку електроніки; поглинач у вигляді коаксіального циліндру 1 (фіг. 1), в якому розташований детектор  $D_1$  2 (фіг. 1); асиметричного поглинача 3 (фіг. 2а), в геометричному центрі якого розташований детектор  $D_2$  4 (фіг. 2а), товщина 5 (фіг. 2а) рівномірно змінюється в залежності від кута  $\alpha$  6 (фіг. 2а), що визначає напрямку на джерело випромінювання 7 (фіг. 2а); секторного поглинача 8 (фіг. 2б) з детектором  $D_3$  9 (фіг. 2б); асиметричного півкульового поглинача 10 (фіг. 3), в центрі основи якого розташований детектор  $D_4$  11 (фіг. 3).  
50

Даний пристрій працює наступним чином. Для визначення напрямку на джерело гамма-випромінювання детекторами вимірюються щільності потоку фотонів, які проходять крізь блок детектування у вигляді поглиначів різної товщини та геометричної форми (фіг. 1, фіг. 2а, фіг. 2б, фіг. 3), що розташовані один над одним, щоб не затінювати один одного від джерела гамма-випромінювання, а асиметричний півкульовий поглинач розташований зверху. Сигнал, що вимірюється детектором, надходить в блок електроніки, який включає аналізатори імпульсів, схему вимірювання, контролер, USB-контролер, з якого дані надходять на ПЕОМ.  
60

Пристрій синхронно вимірює сигнали, що надходять від одного точкового джерела гамма-випромінювання 7 (фіг. 2а), які реєструються детекторами, що поміщені у поглиначі. Товщина другого - 3 (фіг. 2а) та четвертого - 10 (фіг. 3) поглиначів залежить від напрямку на джерело, першого - 1 (фіг. 1) - не залежить і має постійний коефіцієнт ослаблення  $K_1$ , третій - 8 (фіг. 2б) з

коефіцієнтом ослаблення  $K_3=K_1$  являє собою сектор для напрямку між мінімальною та максимальною товщиною другого поглиначів 3 (фіг. 2а). Для другого поглиначів 3 (фіг. 2а) коефіцієнт ослаблення  $K_2$  змінюється від мінімального значення до максимального в діапазоні кутів від 0 до  $2\pi$  радіан, а товщина поглиначів рівномірно збільшується від мінімальної до

$$h = c + b \cdot \frac{\alpha}{360^\circ}$$

максимальної відповідно до формули

відповідає напрямку на джерело гамма-випромінювання,  $c$  - задана константа, що визначає мінімальну товщину поглиначів;  $b$  - задана константа, що визначає максимальну товщину поглиначів;  $\alpha$  - кут  $\theta$  (фіг. 2а), що відповідає напрямку на джерело гамма-випромінювання у діапазоні від  $0^\circ$  до  $360^\circ$ . Четвертий поглинач 10 (фіг. 3) являє собою з внутрішнього боку порожнисту півсферу з коефіцієнтом ослаблення  $K_4$ , що збільшується з мінімального значення до максимального в напрямку від вертикальної осі до основи, а поглинач складається з геометричної форми: одна - внутрішня поверхня кулі, а інша - рівномірно змінюється в напрямку від вертикальної осі до основи від мінімального до максимального розміру відповідно до залежності  $h=b \cdot \alpha / 90^\circ$ , де  $h$  - товщина поглиначів,  $b$  - константа, що задана максимальною товщиною поглиначів,  $\alpha$  - кут в просторі від 0 до 90 градусів.

При діленні кількості імпульсів, що надходить з другого - 4 (фіг. 2а) (або четвертого - 11 (фіг. 3)) детектора на кількість імпульсів, що надходить з першого - 2 (фіг. 1) детектора скорочуються невідомі нам постійні величини такі як енергія фотонів, відстань від точки вимірювання до джерела випромінювання та його інтенсивність, а отримане значення визначається тільки товщиною поглиначів у напрямку джерела. При цьому товщина  $h_1$  коаксіального поглиначів відома і є сталою величиною, а  $h_2$  та  $h_4$  визначається згідно рівностей

$$K_{\Gamma_1} = j_2 / j_1 = \exp(-\mu h_2) / \exp(-\mu h_1), \quad K_{\Gamma_2} = j_4 / j_1 = \exp(-\mu h_2) / \exp(-\mu h_1)$$

і визначене значення відповідає напрямку на джерело  $\gamma$ -випромінювання; кількість імпульсів  $j_1, j_2, j_4$  визначається кількістю  $\gamma$ -квантів, зареєстрованих першим 2 (фіг. 1), другим 4 (фіг. 2а) та четвертим 11 (фіг. 3) детекторами,  $\mu$ -лінійний коефіцієнт ослаблення матеріалу поглиначів, а  $K_{\Gamma_1}, K_{\Gamma_2}$  - коефіцієнти пропорційності. Третій детектор 9 (фіг. 2б) з секторним поглиначем призначений для ліквідації невизначеності напрямку близько кута  $\alpha=0$  між мінімальною та максимальною товщиною поглиначів 3 (фіг. 2а) і можливими іншими кутами в діапазоні від  $0^\circ$  до  $360^\circ$  та визначає цей напрямок згідно рівності

$$K_{\Gamma_3} = \frac{j_3}{j_1} = \frac{K_1}{K_3} = 1$$

де  $j_3$  - кількість  $\gamma$ -квантів, зареєстрованих детектором 9 (фіг. 2б), а  $K_{\Gamma_3}$  - коефіцієнт пропорційності.

Для визначення напрямку на імпульсне джерело випромінювання використовують показання значень амплітуди гамма-імпульсу на багатоканальних аналізаторах імпульсів, де амплітуди імпульсу пропорційні кількості гамма-квантів, зареєстрованих детекторами. При дії імпульсного гамма-випромінювання на детекторах багатоканальних аналізаторів імпульсів фіксують по одному імпульсу з характерною для кожного детектора амплітудою, яка буде визначатись товщиною поглиначів на шляху  $\gamma$ -випромінювання. За відношенням цих амплітуд імпульсу визначається товщина  $h_2$  та  $h_4$  за наведеною вище формулою для коефіцієнтів пропорційності  $K_{\Gamma_1}, K_{\Gamma_2}$  і відповідно напрямком на імпульсне гамма-джерело.

Таким чином, застосування блоків детектування з детекторами, що розташовані всередині заданих поглиначів та багатоканальних аналізаторів імпульсів для вимірювання амплітуди гамма-імпульсу дає можливість визначати напрямок в просторі на гамма-джерела, включаючи імпульсні. Застосування чотирьох вищезазначених заданих поглиначів дає змогу вимірювати дві кутові координати - вертикальну та горизонтальну.

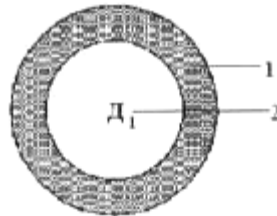
Джерела інформації:

1. Л.В. Володина, В.П. Демченков, М.С. Ольков, Р.С. Клочко, В.Н. Попов, Е.А. Шелепков. Устройство для поиска и измерения двух угловых координат фотонных источников: Пат. 2192656 РФ, G01T1/29.-2001102994/28; Заявл. 31.01.2001; Оpubл. 10.11.2002.

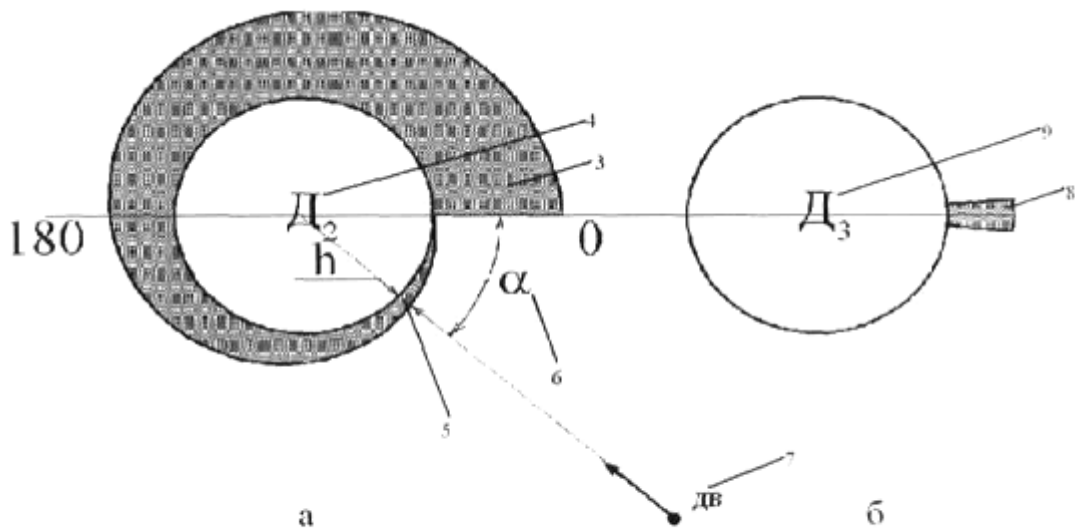
2. А.Н. Власенко, В.П. Демченков, О.Е. Лапин, А.Ф. Первишко. Устройство со сферической зоной обзора для поиска фотонных источников: Пат. 2386146 РФ, G01T1/16-2008150&Ш28; Заявл. 22.12.2008; Оpubл. 10.04.2010.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

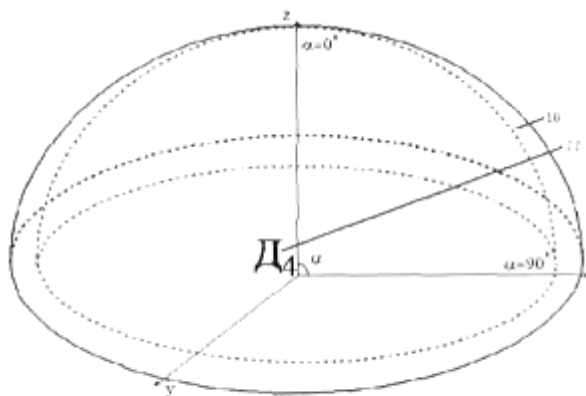
5 Пристрій для визначення напрямку в просторі на точкові постійні та імпульсні джерела гамма-випромінювання, який має блок електроніки, блок детектування, що включає поглиначі та детектори, який **відрізняється** тим, що детектори розташовані всередині поглиначів асиметричної та симетричної форми, а блок електроніки виконаний у вигляді багатоканальних аналізаторів імпульсів для вимірювання амплітуди гамма-імпульсу.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

---

Комп'ютерна верстка І. Мироненко

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601