



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **85911** (13) **U**
(51) МПК
G01T 1/16 (2006.01)
G01T 1/167 (2006.01)
G01T 1/169 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

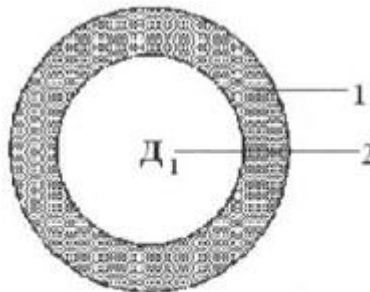
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 05334	(72) Винахідник(и): Григор'єв Олександр Миколайович (UA), Білик Захар Валентинович (UA), Сакун Олександр Валерійович (UA), Маруценко Володимир Васильович (UA)
(22) Дата подання заявки: 25.04.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.12.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.12.2013, Бюл.№ 23	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків-2, 61002 (UA)

(54) ПРЕЦИЗИЙНИЙ СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКУ НА ТОЧКОВЕ ГАММА-ДЖЕРЕЛО

(57) Реферат:

Прецизійний спосіб визначення напрямку на точкове гамма-джерело, в якому вимірюють відношення щільності потоку фотонів, які є ослабленим матеріалом поглинач та реєструються детекторами. Кожний з детекторів, які розташовані всередині поглиначів заданої геометричної форми, визначає відповідну щільність потоку фотонів обернено пропорційно товщині поглинач, крізь яку проходять фотони, а відношення щільності потоку фотонів одна до одної визначає напрямок на постійні джерела гамма-випромінювання в площині за коефіцієнтами пропорційності чи товщиною поглинач перед детекторами за напрямком розповсюдження гамма-випромінювання, після чого проводять прецизійне визначення напрямку на джерело гамма-випромінювання, для якого послідовно асиметричний поглинач повертають межею між мінімальною та максимальною товщиною поглинач на джерело гамма-випромінювання, де значення коефіцієнта пропорційності змінюється від максимального до мінімального в діапазоні кутів $0^\circ \pm 1^\circ$.



Фіг. 1

UA 85911 U

Запропонований спосіб належить до способів радіаційного моніторингу для пошуку точкових джерел гамма-випромінювання та ліквідації наслідків радіаційного забруднення території.

Відомий спосіб пошуку та визначення координат гамма-випромінювання, в якому для реєстрації випромінювання використовується декілька детекторів, що розташовані на платформі мобільного робота, при цьому для визначення кількості та місцезнаходження фрагментів у радіаційному забрудненні поверхні, що виявляється, за допомогою гамма-візора отримують суміщену картину відео- та гамма-зображень області, що досліджується та містить джерела випромінювання [1].

Суттєвим недоліком цього способу є неможливість за одне вимірювання визначати напрямок на джерела гамма-випромінювання в діапазоні кутів 2π радіан до моменту потрапляння джерел гамма-випромінювання в поле зору гамма-візора, який визначає їх координати з точністю не більше 1 градусу.

Найбільш близьким до запропонованого способу є метод векторного складання для прискореного пошуку джерел гамма-випромінювання [2].

Оснovo вище зазначеного методу складає реєстрація гамма-випромінювання багатомодульними детектуючими пристроями, які являють собою модулі-детектори, що розташовані ззовні навколо поглинаючого циліндричного екрана, знаходження різниці зареєстрованих відліків модулів, що розташовані один навпроти іншого за екраном поглиначем, та визначення напрямку градієнта щільності потоку гамма-випромінювання відносно знайденої різниці зареєстрованих відліків модулів.

Суттєвим недоліком цього методу є необхідність для знаходження напрямку градієнта щільності потоку гамма-випромінювання визначення енергії гамма-квантів.

В основу корисної моделі поставлено задачу створити прецизійний спосіб визначення напрямку на точкове гамма-джерело, який дозволив би мати похибку, що обмежується декількома сотими градуса.

Для вирішення поставленої задачі пропонується прецизійний спосіб визначення напрямку на точкове гамма-джерело, в якому вимірюють відношення щільностей потоку фотонів, які є ослабленими матеріалом поглинача та реєструються детекторами, при цьому кожний з детекторів, які розташовані всередині поглиначів заданої геометричної форми, визначає відповідну щільність потоку фотонів обернено пропорційно товщині поглинача, крізь яку проходять фотони, а відношення щільності потоку фотонів одна до одної визначає напрямок на постійні джерела гамма-випромінювання в площині за коефіцієнтами пропорційності чи товщиною поглинача перед детекторами за напрямком розповсюдження гамма-випромінювання, після чого проводять прецизійне визначення напрямку на джерело гамма-випромінювання, для якого послідовно асиметричний поглинач повертається межею між мінімальною та максимальною товщиною поглинача на джерело гамма-випромінювання, де значення коефіцієнта пропорційності змінюється від максимального до мінімального в діапазоні кутів $0^\circ \pm 1^\circ$.

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

На фіг. 2а зображено: 3 - переріз асиметричного поглинача; 4 - детектор D_2 , що розташований в геометричному центрі внутрішнього циліндру поглинача 3; 5 - товщина поглинача h , що залежить від напрямку на джерело іонізуючого випромінювання; 6 - кут α , 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).

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 $\alpha=0$.

Прецизійний спосіб визначення напрямку на точкове гамма-джерело базується на використанні наступних поглиначів: поглинача у вигляді коаксіального циліндра 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 α 6 (фіг. 2а), що визначає напрямок на джерело випромінювання 7 (фіг. 2а); секторного поглинача 8 (фіг. 2б) з детектором D_3 9 (фіг. 2б).

Розроблений спосіб передбачає синхронне вимірювання трьома детекторами, що розташовані в поглиначих, відповідно трьох щільностей потоку фотонів, які проходять крізь блок детектування у вигляді трьох поглиначів різної товщини та геометричної форми (фіг. 1, фіг. 2а, фіг. 2б), що розташовані один над одним, щоб не затінювати один одного від одного точкового джерела гамма-випромінювання. Щільність потоку фотонів визначається відповідно до

залежності: $j \approx \frac{A}{R^2} \times f_d(E) \times f_n(E) \times \exp(-\mu h)$, де A - активність джерела γ -випромінювання; R -

відстань від блока детектування до джерела γ -випромінювання; $f_d(E)$ - залежність кількості рахунків від енергії гамма-випромінювання для детектора, $f_n(E)$ - залежність коефіцієнта поглинання гамма-випромінювання від речовин, крізь яку воно проходить, μ - лінійний

5 коефіцієнт ослаблення матеріалу поглиначя, h - товщина поглиначя. При діленні отриманих з детекторів щільностей потоку фотонів одна на одну визначають відповідні коефіцієнти пропорційності та товщини поглиначів перед детекторами відповідно до формули:

$K_{\Pi} = j_x / j_y = \exp(-\mu h_x) / \exp(-\mu h_y)$, де j_x, j_y - щільність потоку фотонів на детекторі x та детекторі

10 y , а h_x, h_y - товщини поглиначя перед детектором x та детектором y при куті між вибраною віссю та напрямком на джерело гамма-випромінювання, μ - лінійний коефіцієнт ослаблення матеріалу поглиначя. Різниця в щільностях потоку фотонів, що надходять від точкового джерела гамма-випромінювання 7 (фіг. 2а), забезпечується формою поглиначів. Товщина другого - 3 (фіг. 2а) поглиначя 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

15 сектор для напрямку між мінімальною та максимальною товщиною другого поглиначя 3 (фіг. 2а). Для другого поглиначя 3 (фіг. 2а) коефіцієнт ослаблення K_2 змінюється від мінімального значення до максимального в діапазоні кутів від 0 до 2π радіан, а товщина поглиначя рівномірно збільшується від мінімальної до максимальної відповідно до формули

$h = c + b \cdot \frac{\alpha}{360^\circ}$, де h - товщина поглиначя 5 (фіг. 2а), що відповідає напрямку на джерело гамма-

20 випромінювання, c - задана константа, що визначає мінімальну товщину поглиначя; b - задана константа, що визначає максимальну товщину поглиначя; α - кут θ (фіг. 2а), що відповідає напрямку на джерело гамма-випромінювання у діапазоні від 0° до 360° .

При діленні кількості імпульсів, що надходять з другого - 4 (фіг. 2а) детектора на кількість імпульсів, що надходить з першого - 2 (фіг. 1) детектора скорочуються невідомі нам постійні

25 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 поглиначя відома і є сталою величиною, а h_2 визначається згідно з рівністю $K_{\Pi_1} = j_2 / j_1 = \exp(-\mu h_2) / \exp(-\mu h_1)$ і визначене

30 значення відповідає напрямку на джерело γ -випромінювання; кількість імпульсів j_1, j_2 визначається кількістю γ -квантів, зареєстрованих першим 2 (фіг. 1) та другим 4 (фіг. 2а) детекторами, μ - лінійний коефіцієнт ослаблення матеріалу поглиначя, а K_{Π_1} - коефіцієнт пропорційності. Знаючи коефіцієнт пропорційності K_{Π_1} і коефіцієнт ослаблення першого екрана

K_1 , знаходиться коефіцієнт ослаблення другого екрана K_2 згідно з залежністю $K_{\Pi_1} = \frac{j_2}{j_1} = \frac{K_1}{K_2}$,

35 який залежить від напрямку на джерело гамма-випромінювання, тобто кут між вибраним напрямком і напрямком на джерело проникаючого випромінювання $\alpha=f(K_2)$. Третій детектор 9 (фіг. 2б) з секторним поглиначем призначений для ліквідації невизначеності напрямку близько кута $\alpha=0$ між мінімальною та максимальною товщиною поглиначя 3 (фіг. 2а) і можливими іншими кутами в діапазоні від 0° до 360° та визначає цей напрямок згідно з рівністю

$K_{\Pi_2} = \frac{j_3}{j_1} = \frac{K_1}{K_3}$, де j_3 - кількість γ -квантів, зареєстрованих детектором 9 (фіг. 2б), а K_{Π_2} -

40 коефіцієнт пропорційності. Як детектори використовують детектори з телуриду кадмію.

Таким чином за визначеною товщиною асиметричного поглиначя визначається напрямок на джерело гамма-випромінювання залежно від кута між вибраною віссю та напрямком на джерело, оскільки товщина одного з поглиначів задана, а іншого постійна. Для прецизійного

45 визначення кута необхідно повернути асиметричний поглинач до кута 0° від раніше визначеного кута. Завдяки різкій зміні коефіцієнта пропорційності від мінімального значення до максимального, яка спостерігається в області кутів між мінімальною та максимальною товщиною похибка зменшується приблизно в 180 разів пропорційно зменшенню кутового діапазону вимірювання від 360° до 2° .

Джерела інформації:

50 1. О.Е. Лапин, А.Н. Власенко, В.П. Демченков, А.Ф. Первишко. Способ поиска и определения координат источников гамма-излучения: Пат. 2471205 РФ, G01T1/169. - 2011100561/28, Заявл. 11.01.2011; Опубл. 27.12.2012.

2. Лэй Вин. Многомодульные детектирующие устройства для ускоренного поиска непротяженных источников гамма-излучения и их локализации: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук / МИФИ – Москва, 2010. - 124 с.

5

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

10

15

Прецизійний спосіб визначення напрямку на точкове гамма-джерело, в якому вимірюють відношення щільності потоку фотонів, які є ослабленим матеріалом поглинача та реєструються детекторами, який **відрізняється** тим, що кожний з детекторів, які розташовані всередині поглиначів заданої геометричної форми, визначає відповідну щільність потоку фотонів обернено пропорційно товщині поглинача, крізь яку проходять фотони, а відношення щільності потоку фотонів одна до одної визначає напрямок на постійні джерела гамма-випромінювання в площині за коефіцієнтами пропорційності чи товщиною поглинача перед детекторами за напрямком розповсюдження гамма-випромінювання, після чого проводять прецизійне визначення напрямку на джерело гамма-випромінювання, для якого послідовно асиметричний поглинач повертають межею між мінімальною та максимальною товщиною поглинача на джерело гамма-випромінювання, де значення коефіцієнта пропорційності змінюється від максимального до мінімального в діапазоні кутів $0^\circ \pm 1^\circ$.

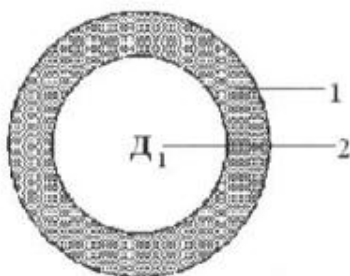


Fig. 1

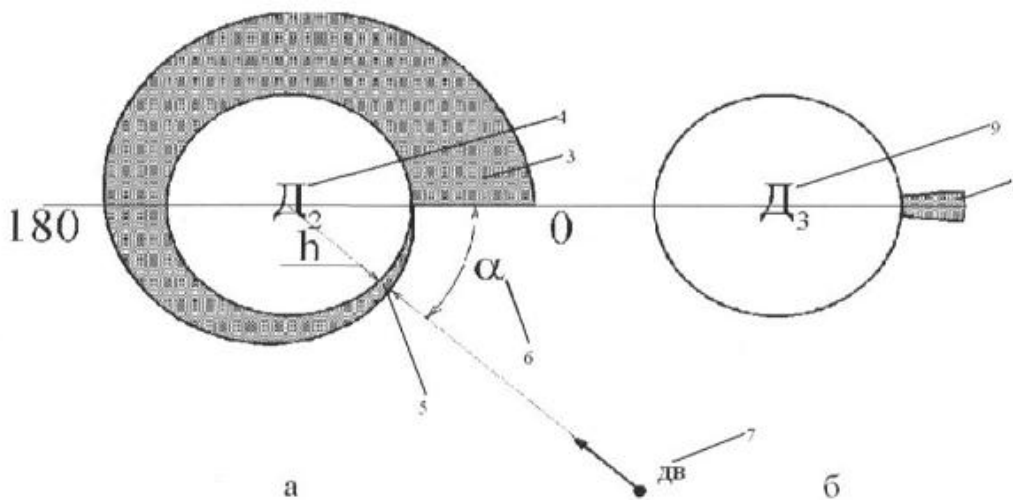


Fig. 2

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

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