



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **85910** (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**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2013 05330</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>25.04.2013</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.12.2013</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.12.2013, Бюл.№ 23</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Григор'єв Олександр Миколайович (UA), Білик Захар Валентинович (UA), Сакун Олександр Валерійович (UA), Маруценко Володимир Васильович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків-2, 61002 (UA)</b></p>
--	---

**(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКУ НА ПОСТІЙНІ ТОЧКОВІ ДЖЕРЕЛА ГАММА-ВИПРОМІНЮВАННЯ В ПРОСТОРИ**

**(57) Реферат:**

Спосіб визначення напрямку на постійні точкові джерела гамма-випромінювання в просторі, в якому визначення напрямку на гамма-джерело проводять за вимірюванням відношення щільностей потоку фотонів, що реєструють детекторами. Детектори розташовують всередині поглиначів заданої геометричної форми, яка визначає відповідну щільність потоку фотонів обернено пропорційно товщині поглиначя, крізь яку проходять фотони, а відношення щільностей потоку фотонів одна до одної дає можливість визначити напрямок на постійні джерела гамма-випромінювання в площині чи просторі за коефіцієнтами пропорційності чи товщиною поглиначя перед детекторами за напрямком розповсюдження гамма-випромінювання, що визначаються за формулою:

$$K_{\Gamma} = j_x/j_y = \exp(-\mu h_x)/\exp(-\mu h_y) \text{ де } j_x, j_y.$$

UA 85910 U



Запропонований спосіб належить до способів неруйнівного контролю та може бути використаний при радіаційному моніторингу для пошуку точкових джерел гамма-випромінювання.

Відомий спосіб дистанційного виявлення радіоактивних об'єктів [1], який полягає в визначенні відстані до джерела радіоактивного випромінювання та визначенні його дозиметричних характеристик за допомогою вимірювання відношення інтенсивностей випускання фотонів на енергетичних лініях радіонукліда, що ослаблені шаром оточуючого середовища.

Суттєвим недоліком цього способу є значний час виявлення радіоактивних об'єктів, невисока точність вимірювання.

Найбільш близьким до запропонованого способу є спосіб динамічного радіаційного контролю [2].

Основа вищезазначеного способу становить безперервна реєстрація іонізуючого випромінювання не менш ніж двома детекторами в процесі переміщення об'єкта контролю та детекторів відносно одного, фіксацію моментів перевищення сигналами детекторів заданого порогу, за якими судять про знаходження джерела в зоні контролю, при цьому в процесі контролю детектори зміщені один відносно одного в напрямку, що є перпендикулярним напрямку відносного переміщення детекторів та об'єкта контролю, а при виявленні джерела визначають максимальні значення амплітуд сигналів детекторів, що відповідають появі джерела в зоні контролю, за винятком середніх значень сигналів, що відповідають навколишньому фону, порівнюють згадані максимальні значення амплітуд сигналів кожного детектора, визначають детектор, якому відповідає сигнал більшої амплітуди, вираховують відношення сигналу більшої амплітуди до сигналу меншої амплітуди, по вказаному відношенню судять про місцезнаходження джерела в зоні контролю та визначають відстань до нього.

Суттєвим недоліком цього способу є необхідність зміщення детекторів один відносно одного в напрямку, що є перпендикулярним напрямку відносного переміщення детекторів та об'єкта контролю, що не дає можливості визначення напрямку в діапазоні кутів від 0° до 360°.

В основу розробки способу визначення напрямку на постійні точкові джерела гамма-випромінювання в просторі поставлена задача створити спосіб, що дозволяє одночасно визначати напрямок на постійні гамма-джерела з похибкою, що обмежується статистичною похибкою реєстрації кількості гамма-квантів.

Для вирішення поставленої задачі пропонується спосіб визначення напрямку на постійні точкові джерела гамма-випромінювання в просторі, в якому визначення напрямку на гамма-джерело проводять за вимірюванням відношення щільностей потоку фотонів, що реєструють детекторами, які розташовують всередині поглиначів заданої геометричної форми, яка визначає відповідну щільність потоку фотонів обернено пропорційно товщині поглиначя, крізь яку проходять фотони, а відношення щільності потоку фотонів одна до одної дає можливість визначити напрямок на постійні джерела гамма-випромінювання в площині чи просторі за коефіцієнтами пропорційності чи товщиною поглиначя перед детекторами за напрямком розповсюдження гамма-випромінювання, що визначаються за формулою:  $K_{\Gamma} = j_x / j_y = \exp(-\mu h_x) / \exp(-\mu h_y)$  де  $j_x, j_y$  - щільність потоку фотонів на детекторі  $x$  та детекторі  $y$ , а  $h_x, h_y$  - товщини поглиначя перед детектором  $x$  та детектором  $y$  при куті між обраною віссю та напрямком на джерело гамма-випромінювання,  $\mu$  - лінійний коефіцієнт ослаблення матеріалу поглиначя,  $K_{\Gamma}$  - коефіцієнт пропорційності.

Розроблений спосіб передбачає ділення щільності потоку фотонів, які надходять до одного детектора, на щільність потоку фотонів, які надходять до іншого, при цьому детектори розташовані в поглиначі. В залежності від форми поглиначів визначається їх необхідна кількість для визначення напрямку на постійні джерела гамма-випромінювання. Щільність потоку фотонів

визначається відповідно до залежності  $j \approx \frac{A}{R^2} \times f_d(E) \times f_n(E) \times e^{-\mu h}$ , де  $A$  - активність джерела  $\gamma$ -

випромінювання;  $R$  - відстань від блока детектування до джерела  $\gamma$ -випромінювання;  $f_d(E)$  - залежність кількості рахунків від енергії гамма-випромінювання для детектора,  $f_n(E)$  - залежність коефіцієнта поглинання гамма-випромінювання від речовини, крізь яку воно проходить,  $\mu$  - лінійний коефіцієнт ослаблення матеріалу поглиначя,  $h$  - товщина поглиначя. З цієї формули випливає, що відношення щільностей потоку фотонів з обох детекторів пропорційно товщинам поглиначя від поверхні до детектора за напрямком розповсюдження гамма-випромінювання та дорівнює коефіцієнту пропорційності  $K_{\Gamma}$ :

$K_{\Gamma} = j_x/j_y = \exp(-\mu h_x)/\exp(-\mu h_y)$ , де  $j_x, j_y$  - щільність потоку фотонів на детекторі  $x$  та детекторі  $y$ , а  $h_x, h_y$  - товщини поглиначи перед детектором  $x$  та детектором  $y$  при куті між обраною віссю та напрямком на джерело гамма-випромінювання.

Аналогічні рівності виконуються для усіх пар детекторів, які використовують, звідки і визначається кут на  $\gamma$ -джерело в залежності від коефіцієнтів пропорційності чи товщини поглиначи  $h$  перед детекторами за напрямком розповсюдження гамма-випромінювання.

Таким чином за рахунок відношення щільностей потоків фотонів, що надходять з детекторів, одна до одної та отриманні відповідних коефіцієнтів пропорційності чи товщини поглиначи перед детекторами за напрямком розповсюдження гамма-випромінювання визначається напрямком на постійні джерела гамма-випромінювання в площині та просторі.

Джерела інформації:

1. Манец А.И., Алимов Н.И., Соловых С.Н., Бойко А.Ю., Григорьев А.А. Способ дистанционного обнаружения радиоактивных объектов: Пат. 2195006 РФ, G01T1/169. - 2000126683/28, Заявл. 23.10.2000; Опубликовано. 20.12.2002.

2. Валуев Н.П., Мойш Ю.В., Никоненков Н.В., Углов В.А., Лысова О.В., Пушкин И.А. Способ динамического радиационного контроля: Пат. 2444029 РФ, G01T1/167. -- 2010120475/28, Заявл. 21.05.2010; Опубликовано. 27.02.2012.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення напрямку на постійні точкові джерела гамма-випромінювання в просторі, в якому визначення напрямку на гамма-джерело проводять за вимірюванням відношення щільностей потоку фотонів, що реєструють детекторами, який **відрізняється** тим, що детектори розташовують всередині поглиначів заданої геометричної форми, яка визначає відповідну щільність потоку фотонів обернено пропорційно товщині поглиначи, крізь яку проходять фотони, а відношення щільностей потоку фотонів одна до одної дає можливість визначити напрямком на постійні джерела гамма-випромінювання в площині чи просторі за коефіцієнтами пропорційності чи товщиною поглиначи перед детекторами за напрямком розповсюдження гамма-випромінювання, що визначаються за формулою:

$K_{\Gamma} = j_x/j_y = \exp(-\mu h_x)/\exp(-\mu h_y)$ , де  $j_x, j_y$  - щільність потоку фотонів на детекторі  $x$  та детекторі  $y$ , а  $h_x, h_y$  - товщини поглиначи перед детектором  $x$  та детектором  $y$  при куті між обраною віссю та напрямком на джерело гамма-випромінювання,  $\mu$  - лінійний коефіцієнт ослаблення матеріалу поглиначи,  $K_{\Gamma}$  - коефіцієнт пропорційності.

---

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

---

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