



УКРАЇНА

(19) UA (11) 36712 (13) A

(51) 6 G01T1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ДЖЕРЕЛ РАДІОАКТИВНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В СТРУКТУРАХ ТКАНИН  
ГОЛОВНОГО МОЗКУ

(21) 2000010516

(22) 31.01.2000

(24) 16.04.2001

(33) UA

(46) 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001 р.

(72) Марцинкевич Олександр Олександрович, Ма-  
рцинкевич Олександр Вікторович(73) МАРЦИНКЕВИЧ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРО-  
ВИЧ

(57) Спосіб визначення джерел радіоактивного випромінювання в структурах тканин головного мозку при якому дослідний зразок структур тканин медіобазального відділу головного мозку розміщують у захисній камері із свинцевим екраном на торцевій поверхні холодопроводу не менше однієї години, германій-літєвий детектор випромінювання у складі холодопроводу гама-спектрометричного комплексу апаратури охолоджують до температури рідкого азоту.

Галузь техніки.

Винахід відноситься до медицини, зокрема, до способу визначення радіонуклідів, інкорпорованих у тканинах головного мозку осіб, які при житті мали контакт з радіацією з ризиком проникнення радіонуклідів в їх організм, а також може бути використаний у медичній радіології, в радіометрії, в радіаційній гігієні, в судово-медичній експертизі, в наукових дослідженнях тощо [1 -13].

Рівень техніки.

Відомі різні способи дослідження рівня радіоактивного зараження різних об'єктів зовнішнього середовища. У 1929 році за допомогою іонізаційної камери Штундта вперше проведена оцінка вмісту радію в організмі людини [1]. У 1957 році за допомогою установки з рідким та кристалічним сцинтилятором і металевим захистом по спектру випромінювання визначено вміст в організмі різних інкорпорованих радіонуклідів [1].

У сучасній практиці широко застосовується лічильник випромінювання людини СВИЧ-МЗ "Скинер"(далі-ЛВЛ) [5, 8], який використовує в якості детектора гама-випромінювання напівпро-відниковий сцинтилятор натрій-йод (далі-НПДС). Детектор фіксує, а апаратура ЛВЛ підсилює, вимірює рівні енергій джерел радіоактивного випромінювання, що інкорпоровані в організмі людини. В структурі детектора фіксуються електричні імпульси та світлові спалахи, що виникають внаслідок дії гама-випромінювання зовнішніх джерел. Чутливий елемент НПДС функціонує при нормальних температурах навколишнього середовища.

При використанні НПДС розміром 150x100 мм мінімальна енергія і активність гама-випромінювання радіонуклідів повинна бути не нижче 0,4-1,5

Мев і 5-15 нКю відповідно. Ідентифікація різних видів радіоізоотопів визначається шляхом порівняння спектру їх радіоактивного випромінювання із спектром гама-випромінювання еталонних речовин (К-40, Радію-226) протягом 3-5 хвилин.

За допомогою багатоканального аналізатора, що також входить в склад апаратури ЛВЛ, електричні сигнали підсилюються, вимірюються і аналізуються (сортується за рівнями енергій та ідентифікуються за спектрами гама-випромінювання). Число імпульсів в різних енергетичних інтервалах пропорційно залежить від інтенсивності гама-випромінювання. Кожний окремий пік спектру відповідає конкретному виду радіоізоотопу, а амплітуда піку визначає рівень його активності.

При обробці сигналу з ЛВЛ застосовується метод амплітудної селекції імпульсів, який дозволяє нейтралізувати вплив розсіяного (фонового) випромінювання, що може надходити не від об'єкту дослідження. Чутливість ЛВЛ пропорційно залежить від розміру вікна амплітудного селектора.

Детектор гама-випромінювання ЛВЛ виявляє тільки високоактивні радіонукліди при високому рівні їх концентрації і, як правило, в паренхіматозних (щільних за структурою) органах живої людини, доступних для інструментального дослідження, наприклад: у печінці, у щитовидній залозі тощо. В структурах тканин головного мозку за допомогою детектора гама-випромінювання ЛВЛ інкорпоровані високоактивні радіонукліди не виявлялися. Виявленню низькоактивних радіонуклідів в структурах тканин головного мозку осіб, які мали контакт з радіацією з ризиком інкорпорації радіонуклідів, заважали: недостатній рівень чутливості датчиків і апаратури, що використовували зазначені вище

(19) UA (11) 36712 (13) A

методи; несприятливі умови дослідження головного мозку людини внаслідок: специфічної анатомо-топографічної локалізації головного мозку в черепній коробці; глибокого розміщення структур тканин медіобазального відділу головного мозку, критичних до накопичення радіонуклідів; неможливості виключення радіаційного впливу інших частин голови та шиї; а також хибне переконання фахівців у тому, що головний мозок не відноситься до критичних груп органів, які їх накопичують [10].

Мета винаходу полягає в забезпеченні умов для визначення критичних структур тканин головного мозку з низьким рівнем концентрації та питомої активності інкорпорованих радіонуклідів, їх локалізації (виключення небажаного побічного впливу гама-випромінювання сусідніх органів), для визначення якісних і кількісних показників інкорпорованих радіонуклідів, а саме: проведення аналізу спектрів гама-випромінювання; визначення ізотопного складу; визначення концентрації радіонуклідів; визначення рівнів їх енергії та активності тощо з метою подальшого аналізу впливу параметрів гама-випромінювання на організм при житті людини [2, 3, 11].

Прототипу зазначеного способу не виявлено.

Суть винаходу.

Розкриття задачі. В основу винаходу поставлено задачу розробки способу визначення радіонуклідів з низьким енергетичним рівнем гама-випромінювання, низьким ступенем їх концентрації і активності в структурах тканин головного мозку шляхом використання високочутливого детектора, спеціальної захисної камери у складі гама-спектрометричного комплексу апаратури для виявлення, ідентифікації та аналізу параметрів гама-випромінювання радіонуклідів у осіб, які при житті зазнали впливу радіації з ризиком ендогенної інкорпорації радіонуклідів.

Зазначення технічного результату. В результаті застосування способу, при якому дослідний зразок структур тканин медіобазального відділу головного мозку розміщують у захисній камері із свинцевим екраном на торцевій поверхні кришки холодопроводу не менше однієї години, а германій-літєвий детектор гама-випромінювання у складі холодопроводу гама-спектрометричного комплексу апаратури охолоджують до температури рідкого азоту, у дослідному зразку виявляють радіонукліди з низьким рівнем концентрації та активності, проводять аналіз спектрів гама-випромінювання радіоізотопів та ізотопний склад радіонуклідів, визначають їх концентрацію, рівень енергії та активності.

Ілюстративні матеріали.

На фігурі представлена блок-схема гама-спектрометричного комплексу апаратури. Відомості, що підтверджують можливість здійснення винаходу

Поставлена вище задача реалізується за допомогою гама-спектрометричного комплексу апаратури СЕГ 7Э-ОЭ функціональна схема якого зображена на фігурі. Зазначений комплекс апаратури використовується для визначення ізотопного складу гама-випромінюючих радіонуклідів, інкорпорованих в твердих, рідких і газоаерозольних середовищах і вимірювання їх питомої активності [11-13].

Робота гама-спектрометричного комплексу апаратури ґрунтується на реєстрації гама-квантів від дослідного зразка (1) за допомогою напівпровідникового детектора (2) (далі-НПДВ), розміщеного в свинцевій камері (3) блоку дослідження (4) при цьому амплітуда імпульсів, що виникає на виході НПДВ, пропорційна величині енергії зареєстрованих в ньому гама-квантів. Імпульси від НПДВ падають на вхід попередніх підсилювачів(5), а потім лінійних підсилювачів (6). Попередні підсилювачі і лінійні підсилювачі здійснюють перетворення струмового імпульсу детектору в імпульс напруги, підсилюють і формують його. Далі імпульси напруги перетворюються багатоканальним амплітудно-цифровим перетворювачем імпульсів (АЦП) (7) в цифрову форму. АЦП розподіляє імпульси в залежності від їх амплітуди за окремими каналами і проводить підрахунок їх кількості по кожному каналу. Сформований спектр зчитується з аналізатора і піддається обробці за допомогою пакету програм, призначених для прецензійної обробки гама-спектрів на IBM-сумісних комп'ютерах(8). Високовольтний і низьковольтний блоки живлення здійснюють електроживлення апаратури (9).

Висока чутливість апаратури комплексу досягається шляхом використання напівпровідникового германій-літєвого детектора випромінювання при робочих температурах чутливого шару детектора близьких до температури рідкого азоту 77К при атмосферному тиску навколишнього середовища. Робоча температура детектора досягається шляхом транспортування рідкого азоту із ємності Д'юара (10) через опущений в неї холодопровід (11). До детектору гама-випромінювання через високовольтний роз'єм кріпиться попередній підсилювач, який з'єднується з лінійним підсилювачем гама-спектрометричного комплексу апаратури.

Дослідний зразок структур медіобазальних тканин головного мозку масою приблизно 0,4-0,6 кг розміщується у спеціальній радіаційно-захисній камері, виготовленій з свинцевих кілець, на торцевій поверхні корпусу холодопроводу, в конструкції якого розміщено НПДВ. Внутрішня поверхня захисної камери облицьована міддю для зниження вкладу характеристичного випромінювання свинцю.

У складі гама-спектрометричного комплексу апаратури в якості напівпровідникового датчика гама-випромінювання використовується високочутливий германій-літєвий дифузійно-дрейфовий коаксіальний детектор типу ДГДК-80В-3, попередній підсилювач - ПУ-Г-1К-2, багатоканальний амплітудний перетворювач імпульсів (АЦП) - АИ 1024-95-М17. Робота гама-спектрометричного комплексу апаратури забезпечується спеціальною комп'ютерною програмою Baltator (версія 3.02), а його електроживлення -низьковольтним (тип БНН-01) та високовольтним (тип БНН-05) блоками живлення.

Етапність дослідження визначається попереднім налаштуванням апаратури на спектр випромінювання певного виду радіоізотопу, інкорпорація якого прогнозується в дослідному зразку. Крім цього проводиться також калібровка і градування спектрометра по рівню енергії і спектру випромінювання еталонних джерел, що є в наборі гама-

спектрометричного комплексу апаратури (Ce-139, Cs-137, Co-60), а також корегується рівень підсилення лінійного підсилювача по першому каналу аналізатора, який має відповідати  $\approx 0,45 \text{ KeV}$  енергії гама-кванту [11].

Застосування зазначеного способу дослідження дозволяє досягти достатній рівень енергетичного розрізнення джерел гама-випромінювання, їх ідентифікацію, підрахунок кількісних параметрів гама-випромінювання та проведення їх комплексного спектрального аналізу при застосуванні спеціального програмного забезпечення [13]. Енергетична розрізненість та чутливість НПДВ при зазначеному вище рівні його кріостатування становить до  $10 \text{ пКю/кг}$ . Концентрація радіонуклідів, інкорпорованих в дослідному зразку головного мозку має складати не менше  $1\text{-}5 \text{ Бк/кг}$  [12].

Експериментальне встановлено, що для отримання достовірних результатів дослідження гама-спектрометрія джерел радіоактивного випромінювання, накопичених у дослідному зразку головного мозку, має здійснюватися не менше однієї години.

Вибір структур тканин медіобазального відділу головного мозку в якості дослідного зразка визначається відомою специфікою їх зв'язків з іншими органами, життєво важливими функціями, закріпленими за ними, і залежності цих функцій від дії радіоактивного гама-випромінювання [2, 3].

Результати досліджень. Спосіб дослідження та результати проведеної гама-спектрометрії тканин головного мозку померлих людей на визначення вмісту радіоізоотопу цезію-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) публічно захищені у 1999 році [2, 3].

З метою встановлення наявності в структурах головного мозку ендogenous накопичення радіоізоотопу  $^{137}\text{Cs}$  проведена радіоспектрометрія тканин головного мозку померлих ліквідаторів і неліквідаторів (44 випадки) без попередньої їх концентрації (спалювання, висушування). Весь дослідний матеріал структур головного мозку був розділений на чотири групи за групами осіб, які при житті мали контакт з дією радіації з ризиком ендogenous інкорпорації радіонуклідів, а саме: група тканин мозку ліквідаторів, які проживали на радіаційній території (15 проб); ліквідаторів, які проживали на відносно екологічно чистій території (10 проб); жителів (неліквідаторів), які проживали на радіаційній території (9 проб); жителів (неліквідаторів), які проживали на відносно чистій території (10 проб).

В табл. 1 та табл. 2 приведені результати гама-спектрометрії тканин головного мозку померлих ліквідаторів і неліквідаторів, які жили і працювали на різних територіях. Контрольними були показники гама-спектрометрії тканин головного мозку померлих неліквідаторів, що жили та працювали на відносно чистих територіях. В таблиці 1 приведені показники гама-спектрометрії тканин головного мозку померлих ліквідаторів і неліквідаторів із радіаційне забруднених територій, а в табл. 2 - померлих ліквідаторів і неліквідаторів, які проживали і працювали на відносно радіаційно чистих територіях [2, 3].

Встановлено, що біологічний ефект внутрішнього опромінення тканин залежить від концентрації радіонукліду, який потрапив в організм, характеру його розподілу та активності.

В описі використана термінологія і визначення, які приведені в джерелах інформації [14-18].

Таблиця 1

Показники гама-спектрометрії тканин головного мозку померлих ліквідаторів і неліквідаторів із радіаційно забруднених територій

| Прізвище    | Вік | Категорія території |               | Питома активність цезію-137 у медіобазальних структурах тканин головного мозку, пКю/кг |
|-------------|-----|---------------------|---------------|--|
| Ліквідатори |     | Проживання          | Робота        |  |
| 1.К.        | 45  | IV                  | IV            | 200  |
| 2.В.        | 35  |                     |               | 400  |
| 3.К.        | 39  |                     |               | 500  |
| 4.Р.        | 41  |                     |               | 600  |
| 5.У.        | 56  | Відносно чиста      | 30-ти км зона | 2400   |
| 6.П.        | 46  |                     |               | 934  |
| 7.М.        | 61  |                     |               | 800  |
| 8.И.        | 45  |                     |               | 800  |
| 9.К.        | 52  |                     |               | 700  |
| 10.У.       | 58  |                     |               | 600  |
| 11.П.       | 39  |                     |               | 600  |
| 12.Ч.       | 36  | 30-ти км зона       |               | 400  |
| 13.С.       | 56  |                     |               | 400  |
| 14.С.       | 59  |                     |               | 400  |
| 15.Б.       | 39  |                     |               | 300  |

Продовження таблиці 1

| Неліквідатор |    |    |    |     |
|--------------|----|----|----|-----|
| 1.В.         | 48 | IV | IV | 400 |
| 2.О.         | 72 |    |    | 200 |
| 3.П.         | 22 |    |    | 150 |
| 4.П.         | 70 |    |    | 130 |
| 5.К.         | 23 |    |    | 110 |
| 6.Д.         | 49 |    |    | 110 |
| 7.Д.         | 29 |    |    | 100 |
| 8.К.         | 54 |    |    | 100 |
| 9.Р.         | 32 |    |    | 100 |

Таблиця 2

Показники гама-спектрометрії тканин головного мозку померлих ліквідаторів і неліквідаторів, які проживали і працювали на відносно радіаційно чистих територіях

| Прізвище      | Вік | Категорія території проживання і роботи | Питома активність цезію-137 у медіобазальних структурах тканин головного мозку, пКю/кг |
|---------------|-----|---|--|
| Ліквідатори   |     |   |  |
| 1.П.          | 42  | Відносно чиста                          | 100  |
| 2.А.          | 37  | -----                                   | 400  |
| 3.С.          | 41  | -----                                   | 500  |
| 4.С.          | 28  | -----                                   | 110  |
| 5.Ч.          | 47  | -----                                   | 200  |
| 6.П.          | 52  | -----                                   | 400  |
| 7.П.          | 52  | -----                                   | 200  |
| 8.С.          | 35  | -----                                   | 400  |
| 9.Л.          | 48  | -----                                   | 300  |
| 10.Б.         | 42  | -----                                   | 500  |
| Неліквідатори |     |   |  |
| 1.Д.          | 59  | Відносно чиста                          | <10  |
| 2.Н.          | 59  | -----                                   | <10  |
| 3.Д.          | 31  | -----                                   | <10  |
| 4.В.          | 48  | -----                                   | <10  |
| 5.Х.          | 38  | -----                                   | <10  |

## Джерела інформації.

1. Петровский Б.В. Радиометрия // БМЭ. - 3-е изд. М.: изд. "Советская энциклопедия", 1983. - Т. 21. - С. 1415-1416.

2. Марцинкевич О.О. Автореферат дисертації "Пізнні неврологічні наслідки опромінення у ліквідаторів аварії на ЧАЕС". - Київ, 1999 рік. - С. 19.

3. Марцинкевич О.О. Дисертація "Пізнні неврологічні наслідки опромінення у ліквідаторів аварії на ЧАЕС" на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук за спеціальністю 14.01.15-нервові хвороби. - Київська медична академія післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика МОЗ України, Київ, 1999.

4. Ковальський О.В., Лазар А.П., Людвинський Ю.С., Максимчук О.Ю., Чижик В.М. Радіаційна медицина. - Київ. "Здоров'я", 1993. - 213 с.

5. Милько В.И., Лазарь А.Ф., Назимок Н.Ф. Медицинская радиология. - Киев: Изд. "Вища школа", 1980. - 274 с.

6. Радионуклидная диагностика // Под редакцией Ф.М. Ляса. - Москва: "Медицина", 1983. - 302 с.

7. Мащенко Н.П., Мурашко В.А. Радиационное воздействие и радиационная защита населения

при ядерных авариях на атомных электро-станциях. - Киев: "Вища школа", 1992. - 110 с.

8. Техническое описание и инструкция по эксплуатации "Специализированный программно-аппаратный комплекс спектрометрии внутреннего излучения человека СВЧ-МЗ "Скриннер".

9. Винницький О.Р. Післярадіаційна енцефалопатія. Експериментальні дослідження та клінічні спостереження // Під ред. Ромоданова А.П. - К.: УНДІ нейрохірургії. 1993. - С. 100-115.

10. Балабуха В.С., Фрадкин Р.Е. Накопление радиоактивных элементов в организме и их выведение. - М.: Медгиз, 1958. - 182 с.

11. Инструкция по эксплуатации гамаспектрометрического комплекса СЕГ 7Э-ОЭ от 18.05.1999 года. Система обеспечения качества. Радиационная защита. Инв. № 262 Чернобыльская АЭС.

12. Методика измерения удельных активностей радионуклидов с использованием полупроводниковых гама-спектрометров от 27.12.1990 г. НПО "ВНИИФТРИ", Обнинский ИАТЭ, стр.3, 6, 40.

13. ЕЛ. Панов. Практическая гамаспектрометрия на атомных электростанциях. - М.: Энергоатом издат, 1990. - 200 с., стр. 35, 43.

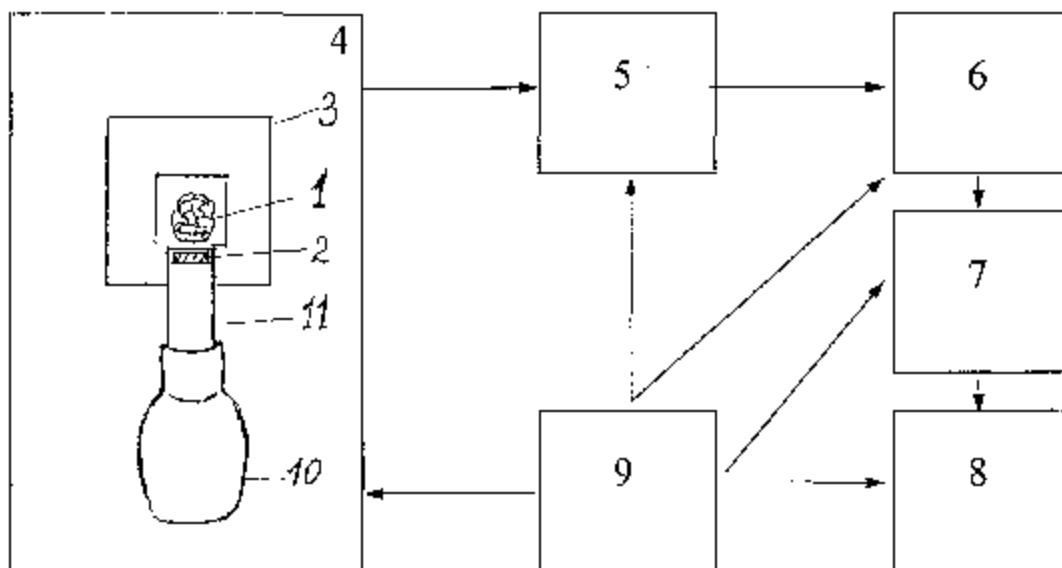
14. Чертов А.Г. и др. Задачник по физике. Изд. 3-е, испр. Доп. Учебное пособие для вузов. М.: "Высшая школа". - 1973. - 512 стр. с илл.

15. Яворський Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов. Издание шестое, исправленное. - М.: "Наука", 1974. - 942 с.

16. Хімія: Посібник для вступників до вузів / Сухан В.В. та ін. - К.: Либідь, 1993. - 408с.

17. Химия. Справочное руководство // Перевод с немецкого под редакцией Ф.Г. Гаврюнченко и др. - Л.: "Химия". - 1975. - 574 с.

18. Базакуца В.А. Международная система единиц // Под общей редакцией проф. Г.Д. Бурдуна. Изд. четвертое, переработанное и дополненное. - Харьков, 1973.



Фіг.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 р. Формат 60х84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
(044) 268-25-22