



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **122884** (13) **C2**

(51) МПК

**G01T 1/169** (2006.01)

**G01T 1/16** (2006.01)

**G01N 33/12** (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

<p>(21) Номер заявки: <b>а 2019 01376</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>11.02.2019</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>14.01.2021</b></p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: <b>25.08.2020, Бюл.№ 16</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>13.01.2021, Бюл.№ 2</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Каглян Олександр Євгенійович (UA), Гудков Дмитро Ігорович (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>ІНСТИТУТ ГІДРОБІОЛОГІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ,</b> просп. Героїв Сталінграда, 12, м. Київ, 04210 (UA)</p> <p>(74) Представник: <b>Казаква Олена Сергіївна</b></p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 83038 U, 27.08.2013 UA 106547 C2, 10.09.2014 UA 107604 C2, 26.01.2015 КАГЛЯН О.Є. Радионуклиды в аборигенных видах рыб Чернобыльской зоны отчуждения / Каглян О.Є., Гудков Д.І., Кленус В.Т. та ін. // Ядерна фізика та енергетика, 2012. - Т. 13, № 3. -С. 306-315 LEREBOURS A. Impact of environmental radiation on the health and reproductive status of fish from Chernobyl / Lerebours A., Gudkov D., Nagorskaya L, Kaglyan A., Rizewski V., Leshchenko A., Bailey E., Bakir A., Ovsyanikova S., Laptev G., Smith J. // Environmental Science &amp; Technology-2018.- 52 (16).- P. 9442-9450 БЕЛЯЕВ В.В., ВОЛКОВА Е.Н. Механизмы формирования сезонных вариаций содержания <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs в пресноводных рыбах / Беляев В. В., Волкова Е. Н. // Гидробиол. журн., 2013, Т.49, № 3, -С. 89-98</p>
--	--

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОЇ АКТИВНОСТІ <sup>90</sup>Sr У ПРЕДСТАВНИКІВ ІХТІОЦЕНОЗУ ПРІСНОВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ЗА ЙОГО ВМІСТОМ У КРАСНОПІРЦІ ЗВИЧАЙНИЙ (SCARDINIUS ERYTHROPTHALMUS L.)

(57) Реферат:

Винахід належить до способу визначення рівнів радіонуклідного забруднення, а саме <sup>90</sup>Sr, представників різних видів риб у водоймах Українського Полісся, а саме: карася сріблястого (*Carassius gibelio* Bloch), карася звичайного (*Carassius carassius* L.), лина звичайного (*Tinea tinea* L.), плітки звичайної (*Rutilus rutilus* L.), щуки звичайної (*Esox luceus* L.) та окуня звичайного (*Perca fluviatilis* L.) за вмістом радіонукліду <sup>90</sup>Sr в краснопірці звичайній (*Scardinius*

UA 122884 C2

*erythrophthalmus* L.), та їх відповідності допустимим рівням, згідно з діючими в Україні нормативами вмісту радіонуклідів у продуктах харчування.

Винахід належить до радіаційної екології, радіаційної гігієни, гідробіології та іхтіології, а саме до способу визначення рівнів радіонуклідного забруднення представників наступних видів риб у водоймах Українського Полісся: карася сріблястого (*Carassius gibelio* Bloch), карася звичайного (*Carassius carassius* L.), лина звичайного (*Tinea tinea* L.), плітки звичайної (*Rutilus rutilus* L.), щуки звичайної (*Esox lucius* L.) і окуня звичайного (*Perca fluviatilis* L.) за вмістом радіонукліду  $^{90}\text{Sr}$  в краснопірці звичайній (*Scardinius erythrophthalmus* L.), а також їх відповідності допустимим рівням, згідно з діючими в Україні нормативами вмісту радіонуклідів у продуктах харчування.

Внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС водойми українського Полісся, особливо в межах Чорнобильської зони відчуження, зазнали інтенсивного радіонуклідного забруднення. Одним з головних радіонуклідів, які мають санітарно-гігієнічне значення при споживанні риби людиною в даному регіоні є  $^{90}\text{Sr}$ , що накопичується переважно у кальцієвмісних органах та тканинах риби - голові, лусці, плавцях. Вміст  $^{90}\text{Sr}$  у перерахованих органах та тканинах риб становить близько 80-90 % від загального вмісту радіонукліду в організмі риби. Важливо зазначити, що накопичення  $^{90}\text{Sr}$  "мирними" видами риб відбувається інтенсивніше, аніж хижими. Формули та графіки визначення питомої активності  $^{90}\text{Sr}$  у хижих і "мирних" видах риб суттєво відрізняються. Таким чином, якщо питома активність радіонукліду у "мирних" видах, які є найбільшими масовими видами і частіше за хижих трапляються в уловах (зокрема краснопірки звичайної), у водоймі не перевищує допустимі рівні, згідно з нормами радіаційної безпеки для рибної продукції, це може свідчити про відповідність вказаним критеріям для хижих видів риб.

Аналіз власних і літературних даних щодо розподілу радіонуклідів по органах і тканинах різних видів риб свідчить про наступне: (1)  $^{90}\text{Sr}$  накопичується переважно в неїстівній частині риб, а саме: голові (24-50 %), лусці (10-56 %), кістках (15-23 %) та плавцях (13-27 %). В м'язових тканинах вміст  $^{90}\text{Sr}$  становить 0,4-1,0 %. (2) Існує видова специфічність накопичення  $^{90}\text{Sr}$  рибою, а також достовірний кореляційний зв'язок рівнів накопичення  $^{90}\text{Sr}$  між різними представниками прісноводного іхтіоценозу.

Дані про забруднення представників іхтіофауни  $^{90}\text{Sr}$  у водоймах України наведені в публікаціях:

1. Беляев В. В., Волкова Е. Н. Механизмы формирования сезонных вариаций содержания  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в пресноводных рыбах // Гидробиол. журн., Т.49, № 3, 2013.-С. 89-98.

2. Гудков Д. И., Каглян А.Е., Киреев СИ., Назаров А. Б., Кленус В, Г. Основные дозообразующие радионуклиды в рыбе зоны отчуждения Чернобыльской АЭС // Радиационная биология. Радиозология. - 2008. - 48, №1. С.48-58.

3. Каглян А.Е. Радионуклиды в ихтиофауне верхнего участка Киевского водохранилища // Гидробиол. журн. - 2007. - 43, №5. - С. 93-109.

4. Каглян О.С, Гудков Д. I., Клену с ВТ. та ін. Радионуклиды в аборигенных видах рыб Чернобыльской зоны отчуждения // Ядерна фізика та енергетика - 2012. – Т. 13, №3. - С. 306-315 (прототип).

5. Gudkov D.,Kireev S.,Nazarov A., Kaglyan A., Shevtsova N.,Pomortseva N. The results of the complex Radioecological and radiobiological monitoring of aquatic ecosystems within the Chernobyl exclusion zone // European nuclear conference(ENC 2012): Book of abstract, Manchester (United Kingdom), 9-12 December 2012. - Manchester (United Kingdom),2012. P.46.

6. Lerebours A., Gudkov D., Nagorskaya L, Kaglyan A., Rizewski V., Leshchenko A., Bailey E., Bakir A., Ovsyanikova S., Laptev G., Smith J. Impact of environmental radiation on the health and reproductive status of fish from Chernobyl // Environmental Science & Technology-2018.-52 (16).- P. 9442-9450.

Недоліком наведених публікацій є необхідність визначення питомої активності радіонукліду в усіх окремих представниках кожного досліджуваного виду риб, що є достатньо складним, тривалим та затратним процесом, при якому існує необхідність відбору, обробки та вимірювання значної кількості іхтіологічного матеріалу, а також призводить до загибелі всіх досліджуваних особин риб.

Задача винаходу спрямована на спрощення способу, скорочення часу та здешевлення процедури визначення питомої активності радіонукліду на основі аналізу достовірної вибірки лише одного виду - краснопірки звичайної (*Scardinius erythrophthalmus* L.), а не всіх видів іхтіоценозу водойми. При цьому відсутня необхідність відбору представників інших видів риб, що певним чином дозволяє зберегти різноманіття іхтіофауни водойм за рахунок вилову та аналізу вибірки (15-20 особин) одного з найбільш численних видів.

Суть способу полягає у тому, що виловлюють 15-20 особин, різного розміру та ваги, одного з найбільш масового виду риб, яким є краснопірка звичайна (*Scardinius erythrophthalmus* L.) у прісноводній водоймі, далі визначають радіохімічним методом питому активність  $^{90}\text{Sr}$  у кожній виловленій рибі (підсумувавши визначені питомі активності радіонукліду у краснопірці, ділимо

суму на кількість вимірів та визначаємо середню питому активність  $^{90}\text{Sr}$  у краснопірці звичайній). Маючи середню питому активність  $^{90}\text{Sr}$  у краснопірці досліджуваної водойми, на основі розроблених авторами формул (коефіцієнтів) та графіків, визначається вміст  $^{90}\text{Sr}$  для інших типових представників іхтіоценозу водойм, до яких зазвичай належать карась сріблястий (5) (*Carassius gibelio* Bloch), карась звичайний (*Carassius carassius* L.), плітка звичайна (*Rutilus rutilus* L.), лин звичайний (*Tinea tinea* L.), щука звичайна (*Esox lucius* L.) та окунь звичайний (*Perca fluviatilis* L.).

Дослідження проводили на рибах водойм Київського Полісся, зокрема, у Чорнобильській зоні відчуження та за її межами, а також у Київському водосховищі впродовж 2012-2018 рр., як у середньо, так і в інтенсивно забруднених радіонуклідами водоймах. Основу вибірок становили риби водойм лівобережної та правобережної заплави р. Прип'ять в межах Чорнобильської зони відчуження. Графіки лінійної залежності аналізованих параметрів побудовані з використанням результатів понад 2200 вимірів питомої активності риб та достовірністю апроксимації 0,99. Оскільки накопичення радіонукліду у карася сріблястого та золотого у водоймах відбувається з 15 однаковою інтенсивністю, то і формула розрахунку питомої активності радіонукліду для цих двох видів була однаковою.

На основі даних питомої активності  $^{90}\text{Sr}$  у краснопірці звичайній та за допомогою розроблених графіків або відповідних формул (коефіцієнтів) розраховується питома активність  $^{90}\text{Sr}$  для представників інших видів риб у досліджуваній водоймі, яка для вищенаведених видів 20 риб становитиме:

- 1) у плітці звичайній:  $y=0,815x+29,108$ ;
- 2) у карасі сріблястому і звичайному:  $y=1,0571x+61,305$ ;
- 3) у лині звичайному:  $y=0,5728x+32,174$ ;
- 4) в окуні звичайному:  $y=0,6442x-20,365$ ;
- 5) у щуці звичайній:  $y=0,3978x+1,0521$ ,

де у всіх формулах  $x$  - питома активність  $^{90}\text{Sr}$  у краснопірці звичайній в Бк/кг сирової маси.

Отже, визначивши за доступними стандартними методиками питому активність  $^{90}\text{Sr}$  у представника одного з найбільш поширених і масових видів риб у водоймах, а саме у краснопірці звичайній (*Scardinius erythrophthalmus* L.) за наведеними формулами (коефіцієнтами) або графіками, можна з високим ступенем достовірності визначити питому активність радіонукліду в таких видах риб як карась сріблястий (*Carassius gibelio* Bloch) і карась звичайний (*Carassius carassius* L.), лин звичайний (*Tinea tinea* L.) плітка звичайна (*Rutilus rutilus* L.), щука звичайна (*Esox lucius* L.) та окунь звичайний (*Perca fluviatilis* L.). Даний метод найбільш придатний для забруднених радіонуклідами водойм Полісся.

Перевага методу полягає в тому, що для визначення питомої активності  $^{90}\text{Sr}$  у головних представників іхтіоценозу, які мають промислове значення, використовуються лише 15-20 особин одного з найбільш масових видів - краснопірки звичайної (*Scardinius erythrophthalmus* L.), що дозволяє уникнути вилову решти менш численних видів та, певним чином, зберегти різноманіття рибного населення водойми. Крім того, значно спрощується та здешевлюється спосіб визначення за рахунок істотного зменшення кількості аналізів і вимірювань, а також 40 виникає суттєва економія часу, реактивів і трудовитрат на виконання досліджень.

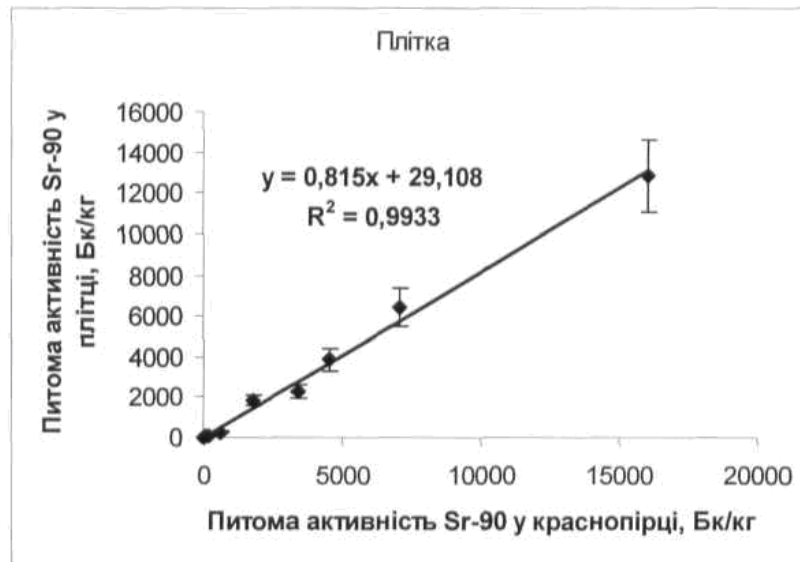
Графіки (Фіг. 1-5) до "Способу визначення питомої активності  $^{90}\text{Sr}$  у представників іхтіофауни прісних водойм за його вмістом у краснопірці звичайній (*Scardinius erythrophthalmus* L.)", де на фіг. 1 представлений розрахунок питомої активності  $^{90}\text{Sr}$  у плітці звичайній, на фіг. 2 - розрахунок питомої активності  $^{90}\text{Sr}$  у карасі сріблястому і карасі звичайному (накопичування радіонукліду у двох видів у водоймі відбувається з однаковою інтенсивністю), на фіг. 3 - розрахунок питомої активності  $^{90}\text{Sr}$  у лині звичайному, на фіг. 4 - розрахунок питомої активності  $^{90}\text{Sr}$  у окуні звичайному, на фіг. 5 - розрахунок питомої активності  $^{90}\text{Sr}$  у щуці звичайній.

## 50 ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

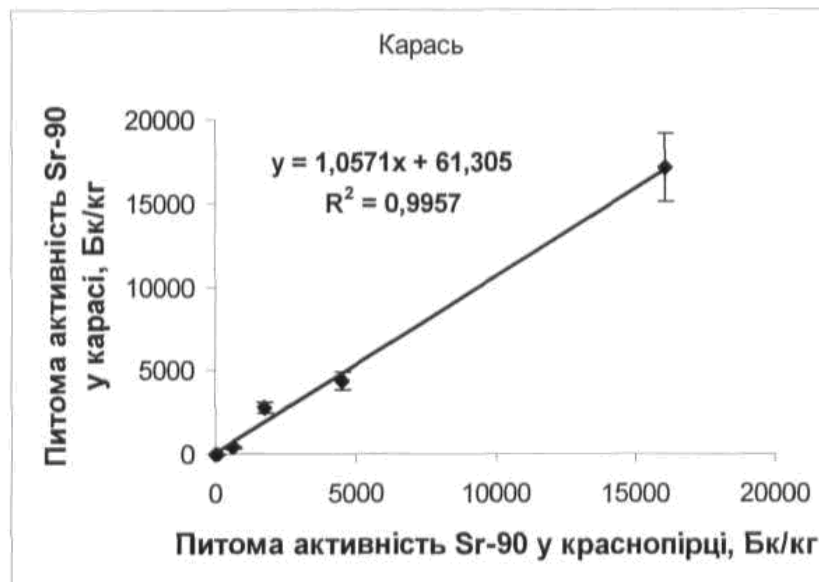
Спосіб визначення радіохімічним методом питомої активності  $^{90}\text{Sr}$  у представників іхтіоценозу прісноводних екосистем за його вмістом у краснопірці звичайній (*Scardinius erythrophthalmus* L.), який **відрізняється** тим, що виловлюють 15-20 особин краснопірки звичайної (*Scardinius erythrophthalmus* L.) різного розміру та ваги у прісноводній водоймі, визначають питому активність  $^{90}\text{Sr}$  в кожній особині краснопірки звичайної, додають всі одержані значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  та ділять на кількість вимірів, далі одержану середню питому активність  $^{90}\text{Sr}$  у краснопірці звичайній вводять в формулу або графік та розраховують питому активність  $^{90}\text{Sr}$  для інших типових представників іхтіоценозу водойм, до яких зазвичай належать карась сріблястий (*Carassius gibelio* Bloch), карась звичайний (*Carassius carassius* L.), плітка звичайна 60

(*Rutilus rutilus* L.), лин звичайний (*Tinea tinea* L.), щука звичайна (*Esox lucius* L.) та окунь звичайний (*Perca fluviatilis* L.), за формулами:

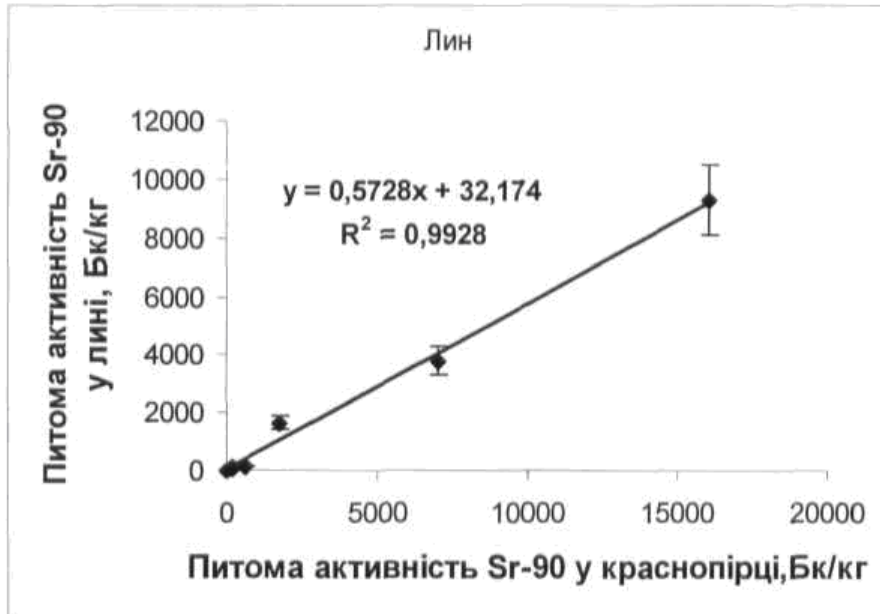
- 1) у плітці звичайній:  $y=0,815x+29,108$ ;  
 2) у карасі сріблястому і карасі звичайному (накопичення радіонукліду у двох видів у водоймі відбувається з однаковою інтенсивністю):  $y=1,0571x+61,305$ ;  
 3) у лині звичайному:  $y=0,5728x+32,174$ ;  
 4) в окуні звичайному:  $y=0,6442x-20,365$ ;  
 5) у щуці звичайній:  $y=0,3978x+1,0521$ ,  
 де у всіх формулах  $x$  - це питома активність  $^{90}\text{Sr}$  у краснопірці звичайній в Бк/кг сирової ваги.



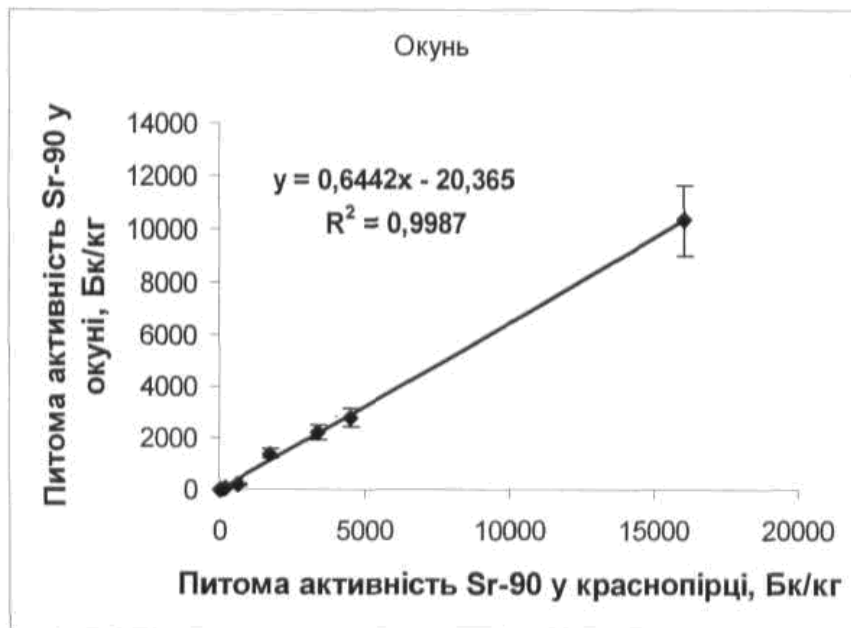
Фіг. 1



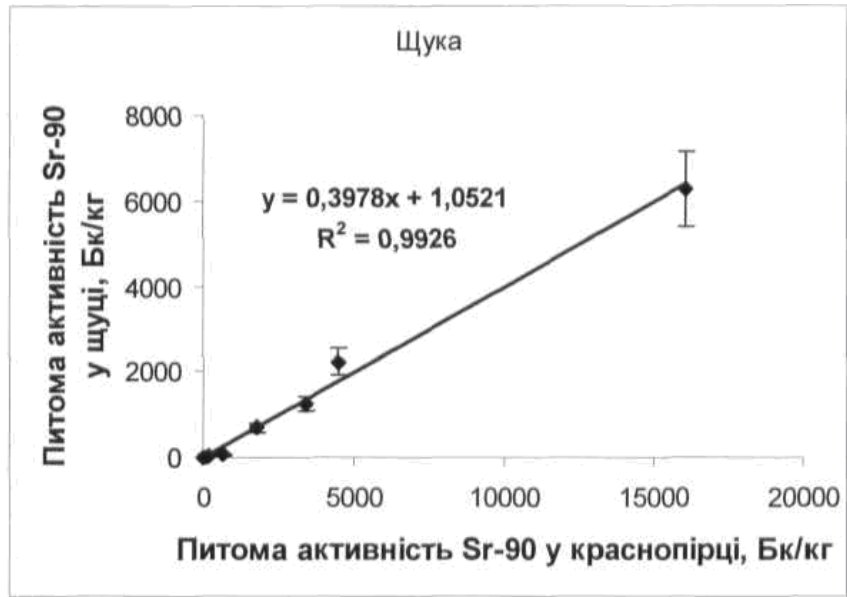
Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4



Фіг. 5