

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U002609

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 16-07-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ НУБіП України № 1571 від 13.09.2024 р.



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

- Павленко Поліна Максимівна
- Polina M. Pavlenko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 091

Назва наукової спеціальності: Біологія

Галузь / галузі знань: біологія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Біологія

Дата захисту: 27-08-2024

Спеціальність за освітою: Екологія

Місце роботи здобувача: Національний університет біоресурсів і природокористування України

Код за ЄДРПОУ: 00493706

Місцезнаходження: вул. Героїв Оборони, буд. 15, Київ, 03041, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** РСВР 112

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Код за ЄДРПОУ:** 00493706

**Місцезнаходження:** вул. Героїв Оборони, буд. 15, Київ, 03041, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### **IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Код за ЄДРПОУ:** 00493706

**Місцезнаходження:** вул. Героїв Оборони, буд. 15, Київ, 03041, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 34.49.47, 58.01.94.91, 87.15.09.23

**Тема дисертації:**

1. Наукове обґрунтування та розробка заходів щодо зменшення радіоактивного забруднення риби  $^{90}\text{Sr}$  та  $^{137}\text{Cs}$ .
2. Scientific substantiation and development of measures to reduce radioactive contamination of fish by  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$ .

**Реферат:**

1. Дисертація присвячена апробації захисних заходів задля зменшення радіоактивного забруднення прісноводної риби  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  при попередньому науковому обґрунтуванні даних заходів. Зокрема дослідження включали в себе експеримент з відгодівлі риб «чистим» кормом з додаванням у суміш з якої був виготовлений корм спеціальної цезійадсорбуючої сполуки (залізо-гексаціанофератом калію – KF<sub>6</sub>CF) Берлінської лазурі та експеримент з переміщення аборигенної радіоактивно забрудненої риби в чисту воду задля тестування контрзаходу щодо зменшення вмісту  $^{90}\text{Sr}$  в рибі. Вищеперелічені експерименти проводилися безпосередньо в природних умовах Чорнобильської зони відчуження, а саме озерах Глибоке та Старуха. Лабораторні експерименти включали в себе серії акваріумних дослідів з вивчення динаміки

надходження  $^{90}\text{Sr}$  в організм риб за різної температури води та режимів штучної годівлі та експеримент з кулінарної обробки тканин риб з подальшим визначення коефіцієнту переробки. Проведені дослідження з застосуванням корму з додаванням залізо-гексаціанофератом калію (KF<sub>6</sub>CF) показали, що чистий корм без KF<sub>6</sub>CF знижував питому активність  $^{137}\text{Cs}$  у м'язах у  $2,6 \pm 0,3$  раза влітку, завдяки підвищеному приросту маси (у  $2,6 \pm 0,2$  раза) та подальшому біорозведенню. Застосування додаткового чистого корму, що містив 0,1 або 1 % KF<sub>6</sub>CF, призвело до додаткового зниження вмісту  $^{137}\text{Cs}$  у тканинах риб у  $2,7 \pm 0,9$  та  $4,4 \pm 0,3$  раза, відповідно, порівняно з рибами без додаткового чистого корму та з додатковим чистим кормом без KF<sub>6</sub>CF. З урахуванням біорозведення радіологічна ефективність (коефіцієнт зменшення) застосування додаткового чистого корму, що містив 0,1 та 1 % KF<sub>6</sub>CF, для зниження питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у м'язовій тканині риб становила 7–16 та 12–27 разів, відповідно, порівняно з контрольними групами без додаткового чистого корму. На відміну від  $^{137}\text{Cs}$ , додаткова годівля чистим кормом з KF<sub>6</sub>CF не впливала на надходження  $^{90}\text{Sr}$ . Однак, у порівнянні з контролем, накопичення  $^{90}\text{Sr}$  у кістковій тканині риб зростало внаслідок додавання чистого корму, що супроводжувалося збільшенням маси риб і надходженням  $^{90}\text{Sr}$  безпосередньо з води. Результати експерименту з утриманням аборигенних риб з радіоактивно забрудненого озера Глибоке ЧЗВ у «чистій» воді озера Старуха протягом 45 діб показали, що такий контрзахід не призводить до достовірного зниження вмісту  $^{90}\text{Sr}$  як у кістковій, так і в м'язовій тканині риб. Водночас, спостерігається зниження питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у м'язовій тканині лина ( $T_{1/2} = 160 \pm 40$  діб). Тож даний захід визнається неефективним як контрзахід для зменшення забруднення риби радіостронцієм. Однак, можна стверджувати, що очищення риби від радіостронцію шляхом переведення її в «чисту» воду може бути ефективним лише тоді, коли риба зазнала короточасного радіоактивного забруднення, що було підтверджено у лабораторних експериментах. Мінімальна швидкість надходження  $^{90}\text{Sr}$  в кісткову тканину риб ( $\sim 0,055$  доба<sup>-1</sup>) була при найнижчій температурі води 5 °C при мінімальному добовому надходженні з їжею – 0,15 % від маси риби. Максимальна швидкість поглинання  $^{90}\text{Sr}$  кістковою тканиною карася сріблястого становила  $1,5 \pm 0,2$  доба<sup>-1</sup> при температурі  $27 \pm 1$  °C за максимальної годівлі (1,5 %). Це добре узгоджується зі швидкістю надходження  $^{90}\text{Sr}$  у кісткову тканину карася сріблястого в природних умовах Чорнобильської зони відчуження, яка дорівнює 1,4–1,6 доба<sup>-1</sup> при температурі води вище 19 °C і лише 0,08–0,2 доба<sup>-1</sup> в сезон з температурою води нижче 7 °C. Біологічний період напівзменшення питомої активності  $^{90}\text{Sr}$  у кістковій тканині карася сріблястого за температури води  $22 \pm 1$  та  $25 \pm 1$  °C і добовому споживанні корму 0,5 % на масу риби становив  $T_{1/2} = 50$ –160 діб після короточасного забруднення протягом 60 днів, що узгоджується з аналогічними акваріумними експериментами, однак суперечить швидкості виведення  $^{90}\text{Sr}$  з кісткової та м'язової тканини аборигенних риб з природних високо забруднених водойм  $>500$ –1000 діб. Результати досліджень з кулінарної обробки риби показали, що коефіцієнти утримання  $^{90}\text{Sr}$  при варінні кісткової тканини лина для приготування бульйону становили  $0,0066 \pm 0,0024$  після вилову з озера Глибоке та  $0,0014 \pm 0,0005$  після утримання риби протягом 45 діб у «чистій» воді озера Старуха. Хоча спостерігалось незначне зниження переходу  $^{90}\text{Sr}$  з кісток у воду при варінні після попереднього утримання риби в чистій воді, можливо, за рахунок утворення нової «чистої» кісткової тканини, коефіцієнти утримання при переробці статистично достовірно не відрізнялися ( $p > 0,05$ ). Визначені коефіцієнти утримання  $^{90}\text{Sr}$  при варінні бульйону з кісткової тканини лина з озера Глибоке становили менше 0,01 і показали, що існує необхідність перегляду допустимих рівнів вмісту  $^{90}\text{Sr}$  в рибі та рибних продуктах і встановлення таких рівнів тільки для тієї частини риби що споживається.

2. The dissertation is devoted to the testing of measures to reduce radioactive contamination of freshwater fish with  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  with preliminary scientific substantiation of these measures. The research included an experiment on feeding fish with «clean» feed with the addition of a special cesium-adsorbing compound (potassium iron hexacyanoferrate – KF<sub>6</sub>CF) of Prussian blue to the mixture from which the feed was made and an experiment on transferring and keeping native radioactively contaminated fish to clean water to test a countermeasure to reduce the content of  $^{90}\text{Sr}$  in fish. The above mentioned experiments were conducted directly in the natural conditions of the Chernobyl Exclusion Zone, namely in the lakes Glubokoye and Starukha. Laboratory experiments included a series of aquarium experiments to study the dynamics of uptake of  $^{90}\text{Sr}$  into fish organism at different water temperatures and feeding regimes and an experiment involving the culinary

processing of fish tissues with subsequent determination of the processing retention factor. The research performed with the use of feed with the addition of potassium ferrous hexacyanoferrate (KFCF) showed that clean feed without KFCF reduced the activity concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in muscles by  $2.6 \pm 0.3$  times in summer, due to increased weight gain ( $2.6 \pm 0.2$  times) and further biodilution. The use of additional clean feed containing 0.1 or 1 % KFCF resulted in an additional decrease of the  $^{137}\text{Cs}$  content in fish tissues by  $2.7 \pm 0.9$  and  $4.4 \pm 0.3$  times, respectively, compared to fish without additional clean feed and with additional clean feed without KFCF. Taking into account biodilution, the radiological efficiency (reduction factor) of the use of supplemental clean feed containing 0.1 % and 1 % KFCF to reduce the activity concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in fish muscle tissue were 7-16 and 12-27 times, respectively, compared to control groups without supplemental clean feed. In contrast to  $^{137}\text{Cs}$ , additional feeding with clean feed with KFCF did not affect the intake of  $^{90}\text{Sr}$ . However, compared to the control, the accumulation of  $^{90}\text{Sr}$  in fish bone tissue increased due to the addition of clean feed, which was accompanied by an increase in fish weight and  $^{90}\text{Sr}$  uptake directly from water. The results of the experiment when native fish from the radioactively contaminated Lake Glybokoye were kept in the «clean» water of Lake Starukha for 45 days showed that such countermeasure did not lead to a significant decrease in the  $^{90}\text{Sr}$  content in both bone and muscle tissue of fish. At the same time, a decrease in the activity concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in the muscle tissue of tench was observed ( $T_{1/2} = 160 \pm 40$  days). Therefore, this countermeasure was considered ineffective for reduction fish contamination with radiostrontium. However, it can be discussed that purification of fish from radiostrontium by transferring them to «clean» water can be effective only when the fish have been exposed to short-term radioactive contamination, that has been confirmed in laboratory experiments. The minimum uptake rate of  $^{90}\text{Sr}$  into fish bone tissue ( $\sim 0.055$  day $^{-1}$ ) was observed at the lowest water temperature of 5 °C with a minimum daily uptake of 0.15 % of fish weight. The maximum rate of  $^{90}\text{Sr}$  uptake by silver prussian carp bone tissue was  $1.5 \pm 0.2$  day $^{-1}$  at  $27 \pm 1$  °C with maximum feeding (1.5 %). This corresponds well with the rate of  $^{90}\text{Sr}$  uptake into the bone tissue of silver prussian carp in the natural conditions of the ChEZ, which is 1.4–1.6 day $^{-1}$  at water temperatures above 19 °C and only 0.08–0.2 day $^{-1}$  in the season with water temperatures below 7 °C. The biological half-life of  $^{90}\text{Sr}$  activity concentration in the bone tissue of silver prussian carp at water temperatures of  $22 \pm 1$  and  $25 \pm 1$  °C and daily feed consumption of 0.5 % of fish weight was  $T_{1/2} = 50$ –160 days after short-term contamination for 60 days, which is consistent with similar aquarium experiments, but contradicts the rate of  $^{90}\text{Sr}$  removal from bone and muscle tissue of native fish from natural highly contaminated water bodies >500–1000 days. The results of the fish culinary processing experiment showed that the processing retention factor of  $^{90}\text{Sr}$  during cooking of tench bone tissue for broth preparation were  $0.0066 \pm 0.0024$  after catching from Lake Glybokoye and  $0.0014 \pm 0.0005$  after keeping fish for 45 days in the «clean» water of Lake Starukha. Although there was a slight decrease in the transfer of  $^{90}\text{Sr}$  from bone to water during cooking after preliminary keeping fish in clean water, possibly due to the formation of new «clean» bone tissue, the processing retention factor during processing were not statistically significantly different ( $p > 0.05$ ). The determined retention factors of  $^{90}\text{Sr}$  in broth from bone tissue of tench from Lake Glubokoe were less than 0.01 and showed that it is necessary to revise the permissible levels of  $^{90}\text{Sr}$  in fish and fish products and set such levels only for the part of the fish that is consumed.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища

**Підсумки дослідження:** Нове вирішення актуального наукового завдання

**Публікації:**

- Павленко П. М., Кашпарова О. В., Левчук С. Є., Гречанюк М. О., Гудков І. М., Кашпаров В. О. Вплив додаткового «чистого» годування на вміст  $^{90}\text{Sr}$  і  $^{137}\text{Cs}$  в карасях сріблястих (*Carassius gibelio*) у Чорнобильській зоні відчуження. Ядерна фізика та енергетика. 2021. Вип. 22 (3) С. 272–283.
- Kashparova O. V., Levchuk S. E., Khomutinin Yu. V., Pavlenko P. M., Hrechaniuk M. O., Kashparov V. O. The uptake and excretion rate of  $^{137}\text{Cs}$  from the silver Prussian carp (*Carassius gibelio*) at different feeding routine. Nuclear Physics and Atomic Energy. 2022. Vol. 23 (1). P. 57–63.
- Pavlenko P., Kashparova O., Teien H.-C., Salbu B., Eide D. M., Oughton D. H., Hrechaniuk M., Levchuk S., Lazarev N., Kashparov V. Prussian Blue to reduce radiocaesium accumulation in fish in lakes affected by the Chernobyl accident. Journal of Environmental Radioactivity. 2023. Vol. 270. 107282.
- Kashparova O., Teien H.-C., Pavlenko P., Salbu B., Eide D. M., Levchuk S., Jensen K. A., Protsak V., Hrechaniuk M., Kashparov V. Effects of clean feed as countermeasure to reduce the  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  levels in fish from contaminated lakes. Journal of Environmental Radioactivity. 2023. Vol. 258. 107091.
- Pavlenko P., Levchuk S., Yoschenko V., Hrechaniuk M., Wada T., Kashparov V. Testing countermeasures to reduce  $^{90}\text{Sr}$  content in fish products. Journal of Environmental Radioactivity. 2024. Vol. 271. 107316.
- Кашпарова О. В., Павленко П. М., Левчук С. Є., Гудков І. М. Виведення  $^{137}\text{Cs}$  з організму карася сріблястого (*Carassius gibelio*) при різній температурі води у природних умовах Чорнобильської зони відчуження. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2020. Вип. 6 (88). С. 1–12.

**Наукова (науково-технічна) продукція:** методичні рекомендації щодо застосування контрзаходів з метою забезпечення неперевищення гігієнічних нормативів за вмістом  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  в рибі.

**Соціально-економічна спрямованість:** зменшення радіоактивного забруднення прісноводних риб  $^{90}\text{Sr}$  та  $^{137}\text{Cs}$  в лабораторних та природних умовах.

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Планується до впровадження

**Зв'язок з науковими темами:** 0122U001794, 0119U100844

## **VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Лазарев Микола Михайлович
2. Mykola M. Lazarev

**Кваліфікація:** к. б. н., доц., 03.00.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Код за ЄДРПОУ:** 00493706

**Місцезнаходження:** вул. Героїв Оборони, буд. 15, Київ, 03041, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

### Офіційні опоненти

#### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Липська Алла Іванівна
2. Alla I. Lyvska

**Кваліфікація:** д. б. н., старший науковий співробітник, 03.00.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-6858-2201

#### Додаткова інформація:

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут ядерних досліджень Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 23724640

**Місцезнаходження:** проспект Науки, буд. 47, Київ, 03028, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

#### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гудков Дмитро Ігорович
2. Dmytro I. Hudkov

**Кваліфікація:** д. б. н., професор, член-кор., 03.00.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-5304-7414

#### Додаткова інформація:

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут гідробіології Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417029

**Місцезнаходження:** Проспект Володимира Івасюка, буд. 12, Київ, 04210, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

### Рецензенти

#### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ілленко Володимир Віталійович
2. Volodymyr V. Illienko

**Кваліфікація:** к. б. н., н.с., 03.00.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-0058-0442

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Код за ЄДРПОУ:** 00493706

**Місцезнаходження:** вул. Героїв Оборони, буд. 15, Київ, 03041, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Курбатова Інна Миколаївна

2. Inna M. Kurbatova

**Кваліфікація:** д. б. н., професор, 03.00.16

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-7333-7371

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Код за ЄДРПОУ:** 00493706

**Місцезнаходження:** вул. Героїв Оборони, буд. 15, Київ, 03041, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**VIII. Заключні відомості**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

Клепко Алла Володимирівна

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
головуючого на засіданні**

Клепко Алла Володимирівна

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Боярчук Сергій Васильович

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна