



**В. Ю. Агеец<sup>1</sup>, О. Д. Апсолихова<sup>1</sup>, Т. И. Попиначенко<sup>1</sup>,  
М. И. Панасюк<sup>1</sup>, М. А. Тиханский<sup>2</sup>, А. К. Свечникова<sup>2</sup>, Е. В. Катович<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси,  
Минск, Республика Беларусь*

*<sup>2</sup>Государственное предприятие «Белорусская атомная электростанция»,  
Островец, Республика Беларусь*

## **ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ СТРОНЦИЯ-90 И ЦЕЗИЯ-137 РЫБАМИ РЕКИ ВИЛИЯ**

**Аннотация** Проведены исследования накопления техногенных радионуклидов стронция-90 ( $\text{Sr}^{90}$ ) и цезия-137 ( $\text{Cs}^{137}$ ) в некоторых видах рыб р. Вилия, на участках мест забора и сброса воды Бел АЭС. Исследована активность накопления  $\text{Sr}^{90}$  и  $\text{Cs}^{137}$  в организме рыб с разным типом питания. Анализ результатов радиологических исследований 2023 г. показал, что содержание радионуклидов в рыбах р. Вилия не превышает допустимые нормы и как пищевой продукт она безопасна для человека. Работа представляет собой важный этап в мониторинге экологической безопасности водоемов, прилегающих к объектам атомной энергетики. Учитывая актуальность вопросов радиационной защиты и контроля состояния окружающей среды, особое внимание было уделено оценке возможного воздействия Бел АЭС на гидробионты. Полученные данные позволяют судить о степени накопления радионуклидов в трофических уровнях экосистемы, а также дают представление об эффективности природных механизмов самоочищения водной среды. Дополнительно, результаты исследования могут быть использованы в дальнейших экологических оценках и разработке рекомендаций по устойчивому использованию водных ресурсов. Таким образом, проведенный анализ способствует формированию целостной картины радиационного фона в исследуемом районе и может служить основой для принятия управленческих решений в области охраны окружающей среды.

**Ключевые слова:** техногенные радионуклиды, стронций, цезий, ихтиофаги, бентофаги, эврифаги, р. Вилия



Uladzimir Yu. Aheyets<sup>1</sup>, Olga D. Apsolikhova<sup>1</sup>, Taisia I. Popinachenko<sup>1</sup>,  
Maria I. Panasyuk<sup>1</sup>, Maxim A. Tikhansky<sup>2</sup>, Anna K. Svechnikova<sup>2</sup>, Ekaterina V.  
Katovich<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Belarusian Nuclear Power Plant, Ostrovets district, Grodno region, Republic of Belarus*

## ASSESSMENT OF ACCUMULATION OF TECHNOGENIC RADIONUCLIDES STRONTIUM-90 AND CAESIUM-137 BY FISH OF THE VILIA RIVER

**Abstract.** Studies have been conducted on the accumulation of technogenic radionuclides strontium-90 ( $\text{Sr}^{90}$ ) and caesium-137 ( $\text{Cs}^{137}$ ) in some fish species of the Vilja River, at sites of water intake and discharge sites of the Belarusian NPP. The activity of accumulation of  $\text{Sr}^{90}$  and  $\text{Cs}^{137}$  in the body of fish with different types of nutrition has been studied. An analysis of the results of radiological studies in 2023 showed that the content of radionuclides in the fish of the Vilja River does not exceed acceptable standards and as a food product it is safe for humans. This work represents an important stage in monitoring the environmental safety of reservoirs adjacent to nuclear power facilities. Taking into account the urgency of radiation protection and environmental control issues, special attention was paid to assessing the possible impact of the Belarusian NPP on aquatic organisms. The data obtained allow us to assess the degree of accumulation of radionuclides in the trophic levels of the ecosystem, and also give an idea of the effectiveness of natural mechanisms of self-purification of the aquatic environment. Additionally, the results of the study can be used in further environmental assessments and the development of recommendations for the sustainable use of water resources. Thus, the conducted analysis contributes to the formation of a holistic picture of the radiation background in the studied area and can serve as a basis for making managerial decisions in the field of environmental protection.

**Keywords:** technogenic radionuclides, strontium, caesium, ichthyophages, benthophages, euryphages, r. Vilja

**Введение.** С вводом в эксплуатацию Белорусской атомной станции (далее — Бел АЭС) в зоне воздействия результатов ее хозяйственной деятельности осуществляется постоянный радиационно-экологический мониторинг за состоянием водной экосистемы.



Биодоступность техногенных радионуклидов, поступающих в водоемы в результате работы предприятий атомной промышленности, одна из ключевых проблем водной экологии. Наиболее достоверным индикатором биодоступности радионуклидов является их накопление водной биотой и перенос в трофических цепях [1].

Радионуклиды, находящиеся в водоемах, делятся по происхождению на естественные (природные, существовавшие в природе изначально) и искусственные (техногенные). Наибольший вклад в формирование доз от радионуклидов техногенного происхождения вносят изотопы стронция ( $\text{Sr}^{90}$ ) и цезия ( $\text{Cs}^{137}$ ) за счет бета- и гамма-излучения. В связи с тем, что данные радионуклиды являются близкими аналогами физиологически важных элементов — кальция и калия, а также имеют длительный период полураспада ( $\text{Sr}^{90}$  — 28,79 лет,  $\text{Cs}^{137}$  — 30,16 лет) они способны легко включаться в биологический круговорот и, мигрируя по пищевым цепям, попадать в организм человека [2, 3]. Кормовые организмы могут накапливать радионуклиды до высоких концентраций, превышающих их содержание в воде в сотни раз. Поэтому активность  $\text{Sr}^{90}$  и  $\text{Cs}^{137}$  в организме рыб может быть значительной даже при минимальном загрязнении воды радиоактивными веществами [4–6].

Изучение накопления техногенных радионуклидов рыбами, являющимися объектами рыболовства и входящими в рацион питания местного населения, представляет большой интерес. В научной литературе описывается как взаимосвязь эффективности трофического накопления радионуклидов рыбами [6–9], так и ее отсутствие [10], поэтому изучение накопления техногенных радионуклидов рыбами в зависимости от типа их питания не теряет своей актуальности.

**Материалы и методика.** Объектом исследований явилась рыба на участке протекания р. Вилия в Островецком районе Гродненской области в пределах двух створов: выше места забора технологической воды для АЭС (участок протяженности от н. п. Маркуны до н.п. Малые Свирыянки) и ниже места сброса воды (участок у н. п. Мужилы) (рис. 1). Исследованиям подвергалась рыба, отловленная в р. Вилия в летне-осенний период 2023 г. Видовой состав был представлен бентофагами (линь, лещ), эврифагами (язь, плотва) и ихтиофагами (щука, окунь, голавль). Выловленная

рыба в количестве по 2 кг каждого вида из четырех мест отлова в снулом виде направлялась для дальнейших исследований на наличие радионуклидов в лабораторию радиационного контроля окружающей среды цеха радиационной безопасности государственного предприятия «Белорусская АЭС».

Определение содержания  $\text{Cs}^{137}$  в образцах проходило согласно аттестованной методике измерений удельной активности гамма-излучающих радионуклидов в счетных образцах с применением полупроводниковых гамма-спектрометров [11], определение  $\text{Sr}^{90}$  — согласно методике измерений удельной активности  $\text{Sr}^{90}$  на радиометрических установках с подготовкой проб радиохимическим методом [12–13].

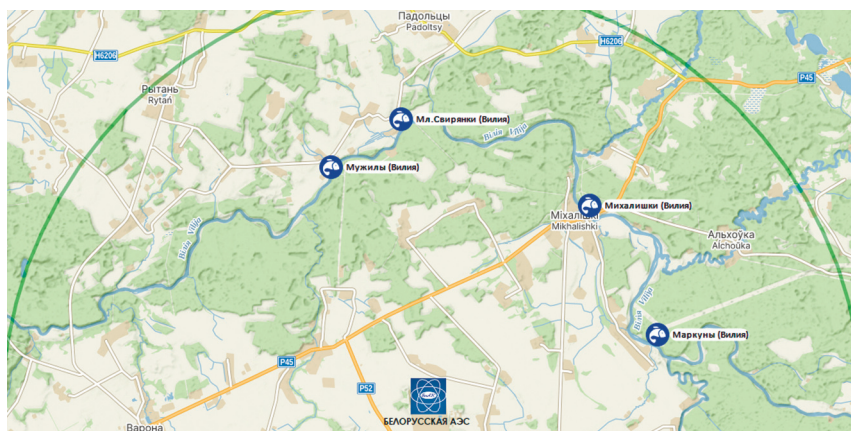


Рис. 1. Места отлова рыб на р. Вилия  
Fig. 1. Fishing spots on the Vilia River

**Результаты исследований.** По массе в контрольных ловах первое место занимал язь и четвертое по численности. Всего язь был представлен особями четырех возрастных групп (6–9). Минимальная длина тела язя в уловах была равна 32,0 см, максимальная — 41,0 см; масса соответственно 613 и 1330 г. Второе место как по массе, так и по численности в уловах занимал линь и был представлен особями четырех возрастных групп (5–9). Минимальная длина тела линя была равна 26,0 см, максимальная — 37,0 см; масса соответственно 410 и 1250 г. Лещ в уловах по массе и численности занимал третье место и был представлен пятью возраст-



ными группами (от 3 до 8). Минимальная длина тела выловленного леща была равна 21,0 см, максимальная — 40,0 см; масса соответственно 150 и 1475 г. Щука в уловах занимала четвертое место по массе, а по численности — первое и была представлена особями в возрасте 1–2 года. Длина тела выловленных щук была равна от 45,0 до 57,0 см, средняя масса 192 г. Голавль по массе в улове занимал пятое место, а по численности — последнее. В контрольных уловах был представлен двумя возрастными группами семи и восьми лет. Длина тела выловленных голавлей была равна от 43,0 до 47,0 см, масса 1200–1440 г. Окунь по массе в улове занимал предпоследнее место и был представлен особями четырех возрастных групп (3–6). Минимальная длина тела окуня была равна 15,0 см, максимальная — 31,0 см; масса соответственно 65,5 и 445 г. Плотва в улове была представлена особями трех возрастных групп (3–8). Минимальная длина тела плотвы была равна 19,0 см, максимальная — 31,0 см; масса соответственно 80 и 692 г.

Таким образом, в видовом составе контрольных уловов р. Виляя присутствовали следующие группы рыб в зависимости от типа их питания: бентофаги: линь, лещ; эврифаги: язь, плотва; ихтиофаги: щука, окунь, голавль.

В результате исследований накопление  $Sr^{90}$  и  $Cs^{137}$  отмечено у рыб, выловленных с двух контрольных створов с разной степенью активности (табл. 1).

**Таблица 1. Активность накопления  $Sr^{90}$  и  $Cs^{137}$  в пунктах отбора проб**  
**Table 1. Accumulation activity of  $Sr^{90}$  and  $Cs^{137}$  at sampling points**

Вид рыбы	Пункт отбора проб, р. Виляя	Дата отбора	Активность нуклида $Sr^{90}$ , Бк/кг	Активность нуклида $Cs^{137}$ , Бк/кг
Линь	Маркуны	31.08.2023	9,00E-02	отс.
Язь			1,70E-01	отс.
Окунь			7,10E-01	отс.
Плотва			–	отс.
Щука			–	отс.
Лещ			–	отс.
Окунь	Михалишки	07.09.2023	1,20E-01	отс.
Щука			7,90E-01	2,749E+00
Лещ			2,90E-01	отс.



Окончание табл. 1

Вид рыбы	Пункт отбора проб, р. Вилия	Дата отбора	Активность нуклида $Sr^{90}$ , Бк/кг	Активность нуклида $Cs^{137}$ , Бк/кг
Окунь	Малые Свиранки	15.11.2023	–	1,003 E +00
Голавль			–	1,748E+00
Плотва			–	2,894E+00
Лещ			–	отс.
Щука			–	1,426E+00
Линь	Мужилы	29.09.2023	9,00E-02	отс.
Окунь			6,10E-01	отс.
Плотва			1,20E-01	2,576E+00
Щука			1,20E-01	2,866E+00

На основании данных табл. 1 представлена диаграмма, отражающая средний уровень накопления радионуклидов в рыбах в зависимости от типа их питания (рис. 2).

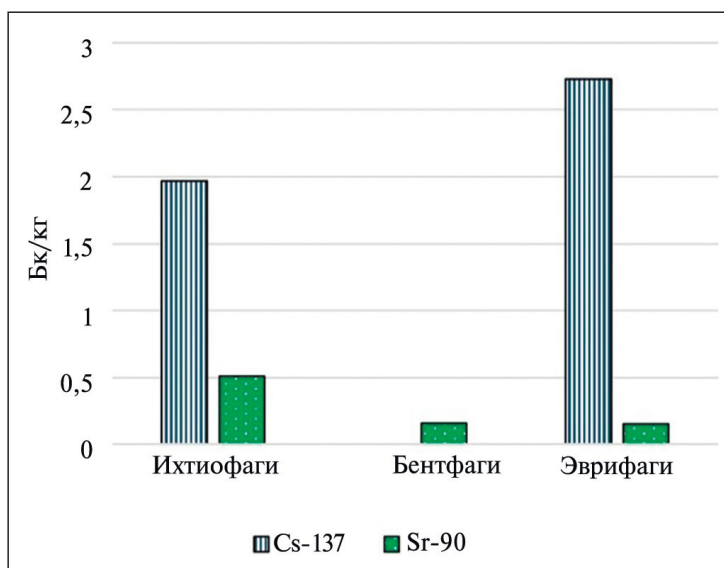


Рис. 2. Накопление  $Cs^{137}$  и  $Sr^{90}$  в организме рыб с разным типом питания  
Fig. 2. Accumulation of  $Cs^{137}$  and  $Sr^{90}$  in the body of fish with different types of nutrition

Как видно из рис. 2 среднее накопление  $Cs^{137}$  у всех видов рыб превышало среднее накопление  $Sr^{90}$ , при этом максимальное на-



копление  $Cs^{137}$  наблюдалось у эврифагов (2,73 Бк/кг, несколько ниже у ихтиофагов (1,97 Бк/кг) размах варьирования составил 1,20–2,86 Бк/кг, у бентофагов  $Cs^{137}$  не зафиксирован.

Среднее значение накопления  $Sr^{90}$  максимально наблюдалось у ихтиофагов (0,51 Бк/кг), размах варьирования 0,10–0,80 Бк/кг. Различия средней активности  $Sr^{90}$  в организме рыб бентофагов (0,16 Бк/кг), размах варьирования 0,09–0,30 Бк/кг и эврифагов (0,15 Бк/кг), размах варьирования 0,10–0,20 Бк/кг незначительны (рис. 2).

По видам рыб максимальные накопления  $Sr^{90}$  отмечены у щуки (0,8 Бк/кг), представленной в основном неполовозрелыми особями, и окуня (0,6 Бк/кг), минимальные – у линя (0,09 Бк/кг) (рис. 3). Максимальные накопления  $Cs^{137}$  отмечены плотвы (2,894 Бк/кг), минимальные – у окуня (1,204 Бк/кг) (рис. 4). Исследования показали, что у леща, линя, язя накопление  $Cs^{137}$  не обнаружено (табл. 1).

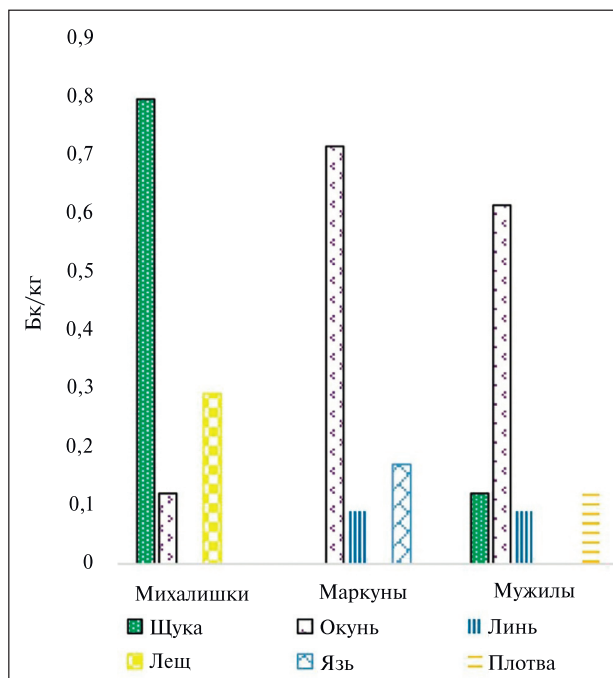


Рис. 3. Накопление  $Sr^{90}$  в пунктах отбора проб

Fig. 3. Accumulation of  $Sr^{90}$  in sampling points

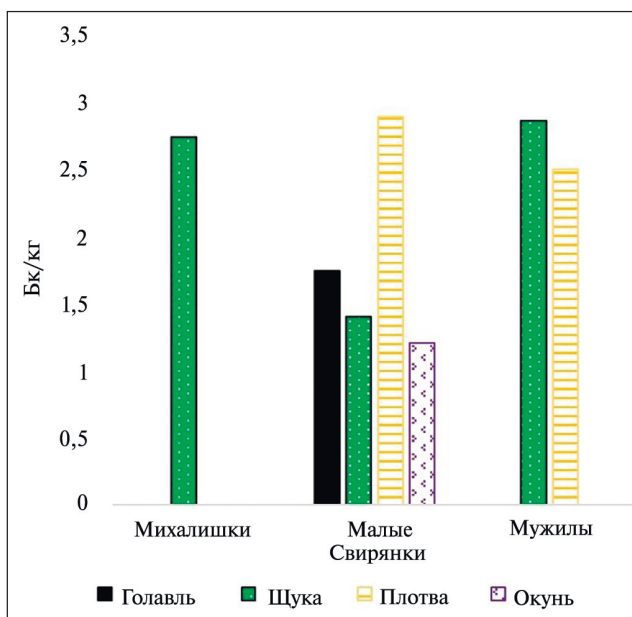


Рис. 4. Накопление  $Cs^{137}$  в пунктах отбора проб

Fig. 4. Accumulation of  $Cs^{137}$  at sampling points

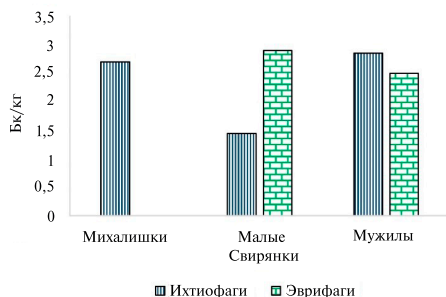
Согласно литературным данным, уровень накопления радионуклидов зависит не только от типа питания, но и от возраста рыб. Например, накопление  $Cs^{137}$  в мышцах у мелких ювенильных щук, вблизи радиоактивных сбросов р. Енисей, оказалось выше, чем у крупной половозрелой рыбы. Наиболее высокие величины удельной активности  $Cs^{137}$  зарегистрированы в мышцах и телах рыб массой до 530 г и возрастом до 5 лет. Повышенное содержание техногенных радионуклидов в тканях неполовозрелых щук объясняется авторами более интенсивным питанием молодых рыб, по сравнению с особями старшего возраста [5].

Максимальные накопления  $Cs^{137}$  отмечены у плотвы (2,894 Бк/кг) на станции Малые Свиранки. Максимальные накопления  $Cs^{137}$  отмечены у ихтиофагов станции Мужилы и Михалишки (табл. 1, рис. 5а). Следует отметить, что у рыб станции Маркуны накопление  $Cs^{137}$  не зафиксировано. Эти данные в наших исследованиях могут подтверждать предположение, что накопление  $Cs^{137}$  в организмах рыб не зависит от типа питания.

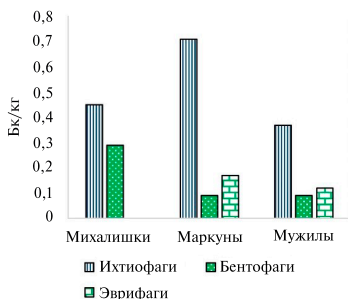




а

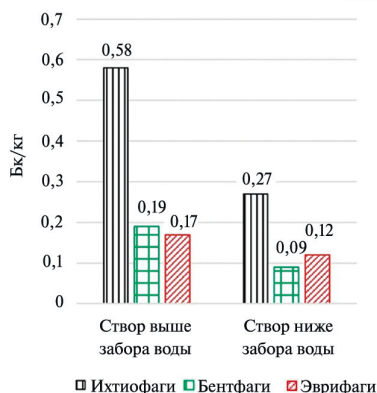


б

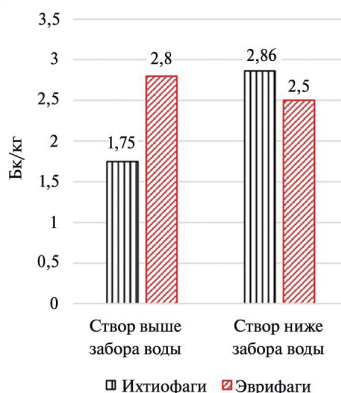
Рис. 5. Накопление  $Cs^{137}$  (а) и  $Sr^{90}$  (б) в пунктах отбора пробFig. 5. Accumulation of  $Cs^{137}$  (a) and  $Sr^{90}$  (b) at sampling points

Максимальное накопление среднего значения  $Sr^{90}$  отмечается у ихтиофагов во всех пунктах исследований, минимальное у бентофагов (рис. 5б). Следует отметить, что в створе выше забора воды (Маркуны, Михалишки) среднее накопления  $Sr^{90}$  у всех рыб выше, чем в створе ниже сброса воды (Мужилы) (рис. 5б, 6а). В створе ниже сброса воды среднее накопление  $Cs^{137}$  несколько у ихтиофагов максимально (рис. 6б).

а



б

Рис. 6. Накопление  $Sr^{90}$  (а) и  $Cs^{137}$  (б) в створах выше забора воды и ниже сброса водыFig. 6. Accumulation of  $Sr^{90}$  (a) and  $Cs^{137}$  (b) in the openings above the water intake and below the water discharge



**Закключение.** Установлено, что изотопы цезия и стронция, конкретно  $\text{Sr}^{90}$  и  $\text{Cs}^{137}$ , содержатся в различных видах рыб, обитающих в реке Вилия. Тем не менее уровень их концентрации в исследованных образцах рыб не превышает установленные допустимые нормы: для стронция это значение составляет 100 Бк/кг, а для цезия — 130 Бк/кг. В связи с этими данными можно сделать вывод, что данная рыба безопасна для употребления в пищу и ее можно есть без каких-либо ограничений.

В участках, расположенных выше забора воды и ниже места, где осуществляется сброс воды от Белорусской атомной электростанции, наблюдалось незначительное различие в среднем накоплении радионуклида  $\text{Cs}^{137}$ . В то же время, средний уровень накопления  $\text{Sr}^{90}$  в рыбах, представляющих все исследуемые трофические группы, оказался значительно ниже в створе, который находится ниже сброса воды.

Предположения о связи интенсивности накопления техногенных радионуклидов с типом питания рыб в наших исследованиях не нашли четкого подтверждения. Это связано с тем, что по уровню накопления радионуклида  $\text{Cs}^{137}$  в организме рыб не наблюдалось однозначного превосходства рыб с каким-либо одним типом питания; как эврифаги, так и ихтиофаги демонстрировали накопления  $\text{Cs}^{137}$ . При этом, у бентофагов, которые обычно питаются донными организмами, накопление  $\text{Cs}^{137}$  не было зафиксировано.

На станции отбора проб р. Вилия — Маркуны не выявилось признаков накопления  $\text{Cs}^{137}$  у всех видов рыб, которые были там отловлены. В противоположность накоплению  $\text{Cs}^{137}$ , в ходе исследования выявилось, что максимальное накопление радионуклида  $\text{Sr}^{90}$  наблюдалось исключительно у ихтиофагов, которые были выловлены на обоих контрольных створах. Напротив, наименьшие уровни накопления  $\text{Sr}^{90}$  были зарегистрированы у бентофагов.

#### Список использованных источников

1. Mathews, T. Trophic transfer of seven trace metals in a four-step marine food chain / T. Mathews, N. S. Fisher // Marine Ecology Progress Series. — 2008. — Vol. 367. — P. 23–33.



2. Василенко, И. Я. Стронций радиоактивный / И. Я. Василенко, О. И. Василенко // Энергия: экономика, техника, экология. — 2002. — № 4. — С. 26–32.
3. Федорова, Г. В. О радиоактивном загрязнении рыб / Г. В. Федорова // Рыбное хозяйство. — 1962. — № 3. — С. 15–19.
4. Зотина, Т. А. Размерная зависимость накопления радиоцезия ( $Cs^{137}$ ) в мышцах и телах щуки (*Esox lucius*) р. Енисей / Т. А. Зотина, Е. А. Трофимова, Д. В. Дементьев // Радиационная биология. Радиозэкология. — 2019. — Т. 59, № 3. — С. 321–328.
5. Кайгородов, Р. В. Распределение техногенных радионуклидов  $Cs^{137}$  и  $Sr^{90}$  в компонентах водных экосистем Тюменской области / Р. В. Кайгородов // Успехи современного естествознания. — 2021. — № 11. — С. 64–69.
6. Рябов, И. Н. Радиозэкология рыб водоемов в зоне влияния аварии на Чернобыльской АЭС : по материалам экспедиц. исслед. / И. Н. Рябов. — М. : Т-во науч. изд. КМК, 2004. — 215 с.
7. Динамика содержания и распределение основных дозообразующих радионуклидов у рыб зоны отчуждения чернобыльской АЭС / Д. И. Гудков, А. Е. Каглян, А. Б. Назаров, В. Г. Кленус // Гидробиологический журнал. — 2008. — Т. 44, № 3. — С. 95–113.
8. Оценка накопления  $Cs^{137}$  рыбой пресноводного водоема: результаты исследований в Щекинском водохранилище / Н. В. Кузьменкова, Л. Е. Ефимова, М. М. Иванов [и др.] // Радиационная биология. Радиозэкология. — 2020. — Т. 60, № 4. — С. 418–425.
9. Шарипова, О. А. Накопление радионуклидов в организмах рыб озера Балхаш / О. А. Шарипова // Гидрометеорология и экология. — 2012. — № 3. — С. 136–141.
10. Методика измерений ФР.1.38.2016.24604. Методика измерений активности (удельной активности) гамма-излучающих радионуклидов в счетных образцах с применением гамма-спектрометра Canberra с программным обеспечением Genie-2000 по количественному анализу гамма-спектров : опубл. 24.03.2014 / ООО «НТЦ «РАДЭК». — URL: <https://oei.by/mvi/view?id=3946621> (дата обращения: 13.05.2025).
11. Радиационный контроль. Подготовка проб для определения стронция-90 радиохимическим методом = Радіаційний контроль. Підготовка проб для визначення стронцію-90 радіохімічними методами : СТБ-1059-98. — Введ. 01.07.98. — Мн. : Госстандарт, 1998. — 25 с.
12. Методика измерений МВИ МН 4283-2012. Методика выполнения активностей  $Sr^{90}$ ,  $Cs^{137}$  на радиометрических малофоновых установках



типа УМФ-2000, УМФ-1500, УМФ-1500М в счетных образцах пищевых продуктов, сельскохозяйственном сырье и кормах, полученных методом радиохимического анализа : опубл. 28.04.2015 / Бел. гос. ветеринар. центр. — URL: <https://oei.by/mvi/view?id=3946032> (дата обращения: 13.05.2025).

## Reference

1. Mathews T., Fisher N. S. Trophic transfer of seven trace metals in a four-step marine food chain. *Marine Ecology Progress Series*, 2008, vol. 367, pp. 23–33.
2. Vasilenko I. Y., Vasilenko O. I. Strontium is radioactive. *Energiya: ekonomika, tekhnika, ekologiya* = *Energy: economics, technology, ecology*, 2002, no. 4, pp. 26–32 (in Russian).
3. Fedorova G. V. About radioactive contamination of fish. *Rybnoe hozyajstvo* = *Fish industry*, 1962, no. 3, pp. 15–19 (in Russian).
4. Zotina T. A., Trofimova E. A., Dement'ev D. V. The size dependence of radicesium ( $Cs^{137}$ ) accumulation in the muscles and bodies of pike (*Esox lucius*) of the Yenisei River. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* = *Radiation biology. Radioecology*, 2019, vol. 59, no. 3, pp. 321–328 (in Russian).
5. Kajgorodov R. V. Distribution of technogenic radionuclides  $Cs^{137}$  and  $Sr^{90}$  in the components of aquatic ecosystems of the Tyumen region. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* = *Advances in current natural sciences*, 2021, no. 11, pp. 64–69 (in Russian).
6. Ryabov I. N. *Radioekologiya ryb vodoemov v zone vliyaniya avarii na Chernobyl'skoi AEHS: po materialam ehkspeditsionnykh issledovaniy* [Radioecology of fish in reservoirs in the zone of influence of the Chernobyl nuclear power plant accident : based on the materials of expeditionary research]. Moscow, KMC sci. Publ., 2004. 215 p. (in Russian).
7. Gudkov D. I., Kaglyan A. E., Nazarov A. B., Klenus V. G. Dynamics of the content and distribution of the main dose-forming radionuclides in fish of the Chernobyl exclusion zone. *Gidrobiologicheskii zhurnal* = *Hydrobiological Journal*, 2008, vol. 44, no. 3, pp. 95–113 (in Russian).
8. Kuz'menkova N. V., Efimova L. E., Ivanov M. M., Rozhkova A. K., Vada T., Nanba K., Golosov V. N. Assessment of  $Cs^{137}$  accumulation by freshwater fish: research results in Shchekino reservoir. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* = *Radiation biology. Radioecology*, 2020, vol. 60, no. 4, pp. 418–425 (in Russian).
9. Sharipova O. A. Accumulation of radionuclides in fish organisms of Lake Balkhash. *Gidrometeorologiya i ehkologiya* = *Hydrometeorology and ecology*, 2012, no. 3, pp. 136–141 (in Russian).



10. *FR.1.38.2016.24604. Metodika izmerenii aktivnosti (udel'noi aktivnosti) gamma-izluchayushchikh radionuklidov v schetnykh obraztsakh s primeneniem gamma-spektrometra Canberra s programmnyy obespecheniem Genie-2000 po kolichestvennomu analizu gamma-spektrov* [Measurement procedure 1.38.2016.24604. A method for measuring the activity (specific activity) of gamma-emitting radionuclides in counting samples using a Canberra gamma spectrometer with Genie-2000 software for quantitative analysis of gamma spectra]. Available at: <https://oei.by/mvi/view?id=3946621> (accessed: 13.05.2025) (in Russian).
11. *STB-1059-98. Radiatsionnyi kontrol'. Podgotovka prob dlya opredeleniya strontsiya-90 radiokhimicheskim metodom* [State Standard 1059-98. Radiation monitoring. Sample preparation for the determination of strontium-90 by radiochemical method]. Minsk, Gosstandart Publ., 1998. 25 p. (in Russian).
12. *MVI MN 4283-2012. Metodika vypolneniya aktivnostei  $Sr^{90}$ ,  $Cs^{137}$  na radiometricheskikh malofonovykh ustanovkakh tipa UMF-2000, UMF-1500, UMF-1500M v scheinykh obraztsakh pishchevykh produktov, sel'skokhozyaistvennom syr'e i kormakh, poluchennykh metodom radiokhimicheskogo analiza* [Measurement procedure 4283-2012. The methodology of performing  $Sr^{90}$ ,  $Cs^{137}$  activities on radiometric low-frequency installations such as UMF-2000, UMF-1500, UMF-1500M in calculated food samples, agricultural raw materials and feed obtained by radiochemical analysis]. Available at: <https://oei.by/mvi/view?id=3946032> (accessed: 13.05.2025) (in Russian).

### Сведения об авторах

*Агеец Владимир Юльянович* — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

*Апсолохова Ольга Дмитриевна* — кандидат биологических наук, заведующий лабораторией лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

*Попиначенко Таисия Ивановна* — научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

*Панасюк Мария Игоревна* — младший научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства,



Национальная академия наук Республики Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: maria.panasiuk.99@gmail.com

*Тиханский Максим Александрович* – начальник Лаборатории радиационного контроля окружающей среды цеха радиационной безопасности Государственного предприятия «Белорусская АЭС», Островец, Беларусь (231220, Гродненская область, Островецкий р-н, Ворнянский с/с, 2/7). E-mail: tihanskiy.ma@belaes.by

*Свечникова Анна Казимировна* – инженер по радиологическим и спектрометрическим измерениям I-й категории, Государственное предприятие «Белорусская атомная электростанция», Островец, Беларусь (231220, Гродненская область, Островецкий р-н, Ворнянский с/с, 2/7). E-mail: tihanskiy.ma@belaes.by

*Катович Екатерина Витальевна* – инженер по радиологическим и спектрометрическим измерениям II-й категории, Государственное предприятие «Белорусская атомная электростанция», Островец, Беларусь (231220, Гродненская область, Островецкий р-н, Ворнянский с/с, 2/7). E-mail: tihanskiy.ma@belaes.by

### Information about authors

*Uladzimir Yu. Aheyets* – D.Sc. (Agriculture), Professor, director, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

*Olga D. Apsolikhova* – Ph.D. (Biology), Head of Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

*Taisia I. Popinachenko* – Researcher, Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com

*Maria I. Panasyuk* – Junior Researcher, Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: maria.panasiuk.99@gmail.com

*Maxim A. Tikhansky* – Head of the Laboratory of Radiation Control of the Environment of the Radiation Safety Workshop RUE “Belarusian Nuclear Power Plant”, Ostrovets district, Republic of Belarus (231220, Grodno region, Ostrovetsky district, Vorniansky village Council, 2/7). E-mail: tihanskiy.ma@belaes.by

*Anna K. Svechnikova* – Engineer for radiological and spectrometric measurements of the 1st category, RUE “Belarusian Nuclear Power Plant”, Ostrovets district, Republic of Belarus (231220, Grodno region, Ostrovetsky district, Vorniansky village Council, 2/7). E-mail: lablakeirh@gmail.com



*Ekaterina V. Katovich* – Engineer for radiological and spectrometric measurements of the II-th category, RUE “Belarusian Nuclear Power Plant”, Ostrovets district, Republic of Belarus (231220, Grodno region, Ostrovetsky district, Vorniansky village Council, 2/7). E-mail: lablakeirh@gmail.com

УДК 639.3.053.7

Поступила в редакцию 04.08.2025  
Received 04.08.2025

**В. Г. Костоусов<sup>1</sup>, О. Д. Апсолихова<sup>1</sup>, В. И. Лишко<sup>1</sup>, В. А. Ласица<sup>1</sup>,  
А. А. Углянец<sup>2</sup>, С. А. Латушкин<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси,  
Минск, Республика Беларусь*

*<sup>2</sup>Государственное природоохранное учреждение «Национальный парк  
«Нарочанский», к.п. Нарочь, Республика Беларусь*

## **РЫБНЫЕ РЕСУРСЫ МАЛЫХ ОЗЕР НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ» И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЦЕЛЯХ ПЛАТНОГО ЛЮБИТЕЛЬСКОГО РЫБОЛОВСТВА**

**Аннотация.** Рассмотрено современное состояние рыбных ресурсов ряда малых озер Национального парка «Нарочанский» при организации на них платного любительского рыболовства. Анализируемые озера по рыбохозяйственной классификации отнесены к трем группам (категориям): лещево-щучье-плотвичной (2), окунево-плотвичной (8) и карасево-линейной (2). Показано, что состав ихтиофауны малых озер несколько уже, нежели в целом по парку и представлен 18 видами рыб, из которых 15 представляют аборигенную ихтиофауну, 3 – хозяйственные вселенцы. Последние либо используются в целях зарыбления отдельных водоемов, либо проникают по водным связям из более крупных зарыбляемых озер. Величины промысловых запасов могут колебаться в зависимости от приложенной интенсивности рыболовства и объемов проведенного зарыбления, но в целом остаются в пределах потенциальных величин, определенных для соответствующих групп водоемов данного региона. Изучены рыболовная нагрузка для каждого из озер, состав