

О. Є. Каглян^{1,*}, Д. І. Гудков¹, В. В. Беляєв¹, С. І. Кіреєв²,
Л. П. Юрчук¹, М. О. Меньковська¹

¹ Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна

² Державне спеціалізоване підприємство «Екоцентр»

Державного агентства України з управління зоною відчуження, Чорнобиль, Україна

*Відповідальний автор: alex_kt983@ukr.net

ПОТУЖНІСТЬ ПОГЛИНЕНОЇ ДОЗИ ЗОВНІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ ПРЕДСТАВНИКІВ ІХТІОФАУНИ ОЗЕР У ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ^a

Наведено величини потужності зовнішньої дози опромінення риб з озер чорнобильської зони відчуження станом на 2021 р., а саме: озера Азбучин (4 - 33 мкГр/год), Вершина (3 - 26 мкГр/год), Глибоке (2 - 16 мкГр/год) і Плютовище (0,02 - 0,16 мкГр/год). Найвищу зовнішню дозу опромінення отримують придонні види – лин і карась сріблястий, а найменшу – риби, які водяться переважно у пелагічній зоні водойм. Встановлено, що ¹³⁷Cs формує до 62,8 - 98,7 % поглиненої дози зовнішнього опромінення риб з досліджуваних водойм. Показано, що сучасні рівні потужності поглиненої зовнішньої дози для багатьох досліджених риб озер перевищують скринінгову дозу у 2 мкГр/год і в шести випадках з 22 перевищують безпечний рівень у 10 мкГр/год, рекомендований у рамках проекту Європейської комісії “PROTECT”.

Ключові слова: чорнобильська зона відчуження, радіонуклідне забруднення, риби, зовнішнє опромінення, потужність поглиненої дози, ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs.

A. Ye. Kaglyan^{1,*}, D. I. Gudkov¹, V. V. Belyaev¹, S. I. Kireev²,
L. P. Yurchuk¹, M. O. Men'kovska¹

¹ Institute of Hydrobiology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

² State Specialized Enterprise “Ecocentre”,

State Agency of Ukraine on Exclusion Zone Management, Chornobyl, Ukraine

*Corresponding author: alex_kt983@ukr.net

THE ABSORBED DOSE RATE OF EXTERNAL EXPOSURE TO REPRESENTATIVES OF ICHTHYOFAUNA OF LAKES IN THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE

The limits of the average value of the average annual external radiation dose rate of fishes from four lakes (with different degrees of radionuclide pollution of ichthyofauna representatives) of the Chornobyl Exclusion Zone as of 2021 are given, namely: Azbuchyn Lake (4 - 33 μGy/h), Vershyna Lake (3 - 26 μGy/h), Glyboke Lake (2 - 15 μGy/h) and Plyutovyshche Lake (0.02 - 0.16 μGy/h). Bottom-dwelling fish species such as tench and Prussian carp receive the highest external radiation dose, and rudd and surface fish species receive the lowest. It has been proven that the radionuclide ¹³⁷Cs forms from 62.8 to 98.7 % of the absorbed dose of external irradiation of fishes from the studied water bodies. It is clearly shown that the current levels of the average annual absorbed external dose rate for many of the studied fishes of the lakes exceed the screening dose of 2 μGy/h and in 6 cases out of 22 exceed the safe level of 10 μGy/h recommended by the European Commission project “PROTECT”.

Keywords: Chornobyl Exclusion Zone, Azbuchyn Lake, Vershyna Lake, Hlyboke Lake, Plyutovyshche Lake, fish, absorbed irradiation dose rate, ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. I.I. Kryshev, T.G. Sazykina. Assessment of radiation doses to aquatic organism's in the Chernobyl contaminated area. *Journal of Environmental Radioactivity* 28(1) (1995) 91.
2. D.I. Gudkov et al. Aquatic plants and animals in the Chernobyl exclusion zone: effects of long-term radiation exposure on different levels of biological organization. In: V. Korogodina, C. Mothersill, S. Inge-Vechtomov, C. Seymour (Eds.) *Genetics, Evolution and Radiation* (Springer, Cham, 2016) p. 287.
3. V.V. Belyaev et al. Radiation dose reconstruction for higher aquatic plants and fish in Glyboke Lake during the early phase of the Chernobyl accident. *Journal of Environmental Radioactivity* 263 (2023) 107169.
4. Ye.N. Volkova et al. Radiation dose formation in freshwater fishes at the embryonic stage of their development. *Hydrobiological Journal* 50(1) (2014) 72.
5. О.Є. Каглян та ін. Динаміка питомої активності ⁹⁰Sr та ¹³⁷Cs в представниках іхтіофауни водойм Чорнобильської зони відчуження. *Ядерна фізика та енергетика* 22 (2021) 62. / A.Ye. Kaglyan et al. Dynamics of specific activity of ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs in representatives of ichthyofauna of Chornobyl Exclusion Zone. *Nucl. Phys. At. Energy* 22 (2021) 62. (Ukr)

6. D.I. Gudkov et al. Radionuclides in components of aquatic ecosystems of the Chernobyl accident restriction zone. In: *20 Years After the Chernobyl Accident: Past, Present and Future*. E.B. Burlakova, V.I. Naidich (Eds.) (New York: Nova Science Publishers, Inc., 2006) p. 265.
7. A.E. Kaglyan et al. Levels of radionuclide contamination of fish of Vershyna Lake in the Chornobyl Exclusion Zone. In.: *Energy and Clean Technologies. Proc. of the 22nd Int. Multidisciplinary Scientific GeoConf. (SGEM 2022)*. O. Trofymchuk, B. Rivza (Eds.). Vol. 22, Iss. 4.2, Vienna, Austria, December 6 - 8, 2022 (Vienna, 2022) p. 473.
8. М.І. Кузьменко та ін. *Техногенні радіонукліди у прісноводних екосистемах* (Київ: Наук. думка, 2010) 262 с. / M.I. Kuzmenko et al. *Man-Made Radionuclides in Freshwater Ecosystems* (Kyiv: Naukova Dumka, 2010) 262 p. (Ukr)
9. D.I. Gudkov et al. Radioecological problems of aquatic ecosystems of the Chernobyl exclusion zone. *Biophysics* 55 (2010) 332.
10. O.Ye. Kaglyan et al. Changes in radiation exposure rate of fish of the cooling pond of the Chornobyl NPS and Lake Azbuchyn after water level lowering. *Hydrobiological Journal* 59(2) (2023) 96.
11. R. Bezhenar et al. Modelling of the fate of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the Chornobyl Nuclear Power Plant cooling pond before and after the water level drawdown. *Water* 15(8) (2023) 1504.
12. I. Mironyuk et al. Investigation of the chemical and radiation stability of titanium dioxide with surface arsenate groups during ^{90}Sr adsorption. *Journal of Environmental Radioactivity* 251-252 (2022) 106974.
13. O. Kashparova et al. Clean feed as countermeasure to reduce the ^{90}Sr and ^{137}Cs levels in fish from contaminated lakes. *Journal of Environmental Radioactivity* 258 (2023) 107091.
14. А.Е. Каглян и др. Радионуклиды в аборигенных видах рыб Чернобыльской зоны отчуждения. *Ядерная физика та енергетика* 13(3) (2012) 306. / O.Ye. Kaglyan et al. Radionuclides in the indigenous fish species of the Chernobyl exclusion zone. *Nucl. Phys. At. Energy* 13(3) (2012) 306. (Rus)
15. О.Л. Зарубин и др. Удельная активность ^{137}Cs у рыб Украины. Современное состояние. *Ядерная физика та енергетика* 14(2) (2013) 177. / O.L. Zarubin et al. Specific activity ^{137}Cs at fishes of Ukraine. Current state. *Nucl. Phys. At. Energy* 14(2) (2013) 177. (Rus)
16. A.Ye. Kaglyan et al. Radionuclides in fish of the Chernobyl exclusion zone: species-specificity, seasonality, size- and age-dependent features of accumulation. In: *Radiation and Application in Various Fields of Research. Proc. of the 3rd Int. Conf. G. Ristić (Ed.), Slovenska Plaza, Budva, Montenegro, June 8 - 12, 2015 (Serbia, Niš: Rad Association, 2015) p. 249.*
17. P. Pavlenko et al. Prussian Blue to reduce radiocaesium accumulation in fish in lakes affected by the Chornobyl accident. *Journal of Environmental Radioactivity* 270 (2023) 107282.
18. *Практикум по ветеринарной радиобиологии*. Под ред. А.Д. Белова (Москва: Агропромиздат, 1988) с. 236. / *Practicum on Veterinary Radiobiology*. A.D. Belov (Ed.) (Moskva: Agropromizdat, 1988) p. 236. (Rus)
19. П.Ф. Рокитский. *Биологическая статистика* (Минск: Высшейш. шк., 1973) 320 с. / P.F. Rokitsky. *Biological Statistics* (Minsk: Vyshejschaya Shkola, 1973) 320 p. (Rus)
20. A.Ye. Kaglyan et al. Fish of the Chernobyl exclusion zone: modern levels of radionuclide contamination and radiation doses. *Hydrobiological Journal* 55(5) (2019) 81.
21. ERICA Assessment Tool 1.0. The integrated approach seeks to combine exposure/dose/effect assessment with risk characterization and managerial considerations.
22. Ю.В. Мовчан. *Риби України* (Київ: Золоті ворота, 2011) 420 с. / Yu.V. Movchan. *Fish of Ukraine* (Kyiv: Zoloti Vorota, 2011) 420 p. (Ukr)
23. Ю.В. Мовчан, А.І. Смірнов. Риби. Коропові. У кн.: *Фауна України. У сорока томах*. Том 8, вип. 2, част. 2 (Київ: Наук. думка, 1983) с. 354. / Yu.V. Movchan, A.I. Smirnov. Fishes. Carp. In: *Fauna of Ukraine*. In forty volumes. Vol. 8, iss. 2, part 2 (Kyiv: Naukova Dumka, 1983) p. 354. (Ukr)
24. А.Я. Щербуха. Риби. Окунеподібні. У кн.: *Фауна України. У сорока томах*. Том 8, вип. 4 (Київ: Наук. думка, 1982) с. 384. / A.Ya. Shcherbukha. Fishes. Piscivorous. In: *Fauna of Ukraine*. In forty volumes. Vol. 8, iss. 4 (Kyiv: Naukova Dumka, 1983) p. 384. (Ukr)
25. П.І. Павлов. Риби. Щукові. У кн.: *Фауна України. У сорока томах*. Том 8, вип. 1 (Київ: Наук. думка, 1980) с. 352. / P.I. Pavlov. Fishes. Pike. In: *Fauna of Ukraine*. In forty volumes. Vol. 8, iss. 1 (Kyiv: Naukova Dumka, 1983) p. 384. (Ukr)
26. P. Andersson et al. Protection of the environment from ionising radiation in a regulatory context (protect): proposed numerical benchmark values. *Journal of Environmental Radioactivity* 100 (2009) 1100.
27. *Sources and Effects of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly with Scientific Annexes. Volume II. Effects. Annex E. Effect of ionizing radiation on non-human biota* (New York: United Nations, 2011) p. 221.