

Висновки

Згідно результатів досліджень 15 озер (2004–2006 рр.), розташованих в межах м. Києва, з використанням кількісних характеристик та показників біорізноманіття бентосних та фітофільних угруповань здійснено оцінку екологічного стану та зроблена спроба визначення „референтних характеристик водних об'єктів” [2]. Недостатня кількість і якість даних про сучасний стан біоти озер м. Києва поки не дозволяють здійснити повну оцінку їх екологічного статусу. Однак, для більшості досліджених водних об'єктів за структурними показниками макрофауни він визначається категорією „задовільний”. При цьому констатуємо відсутність водойм з „відмінним” і „дуже поганим” екологічним статусом. Оцінка за макрофауною дозволила визначити ставки № 13 і №14, а також оз. Солячне, як водойми з „поганим”, оз. Берізка та став №15 з „задовільним” та „добрим” відповідно екологічним станом. Лише став №15 за станом угруповань макрозооперифітону характеризується як „задовільний”.

1. *Арсан О.М.* Гідроекологічні проблеми водойм Києва / О.М. Арсан, М.С. Щепець, Ю.М. Ситник // *Наук. зап. Терноп. держ. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер.: Біологія. Спецвипуск: Гідроекологія.* – 2001. – № 3 (14). – С. 22–23.
2. *Биоиндикация* экологического состояния водоемов в черте г. Киева / В.Д. Романенко, А.В. Ляшенко, С.А. Афанасьев [и др.] // *Гидробиол. журн.* – 2010. – Т. 46, № 2. – С. 3–24.
3. *Оценка* состояния водных объектов Украины по гидробиологическим показателям: бентос, перифитон и зоофитос / О.П. Окснюк, Л.Н. Зимбалевская, А.А. Протасов [и др.] // *Гидробиол. журн.* – 1994. – Т. 30, № 4. – С. 31–35.

Ю.М. Воликов

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

МАКРОЗООПЕРИФИТОН НЕКОТОРЫХ РАЗНОТИПНЫХ ВОДОЕМОВ Г. КИЕВА

Исследованы экологические сообщества макрозооперифитона пяти разнотипных водоемов г. Киева. Определены биоразнообразие и количественные характеристики этих сообществ. Выполнена сапробиологическая оценка качества воды с использованием разных методов.

Ключевые слова: макрозооперифитон, биоразнообразие, экологическое состояние

Yu.M. Volikov

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

MAKROZOOPERIPHYTON OF FIVE DIFFERENT WATER BODIES IN KYIV

The ecological communities of makrozooperiphyton of five different water bodies in Kyiv were investigated. The biodiversity and quantitative characteristics of these communities were identified. The saprobiological assessment of the water quality using different methods was carried out.

Key words: makrozooperiphyton, biodiversity, ecological state

УДК (577.34:597) (28)(477)

О.М. ВОЛКОВА, В.В. БЕЛЯЄВ, О.Л. ЗАРУБІН, В.А. КОСТЮК, О.О. ПАРХОМЕНКО, С.П. ПРИШЛЯК

Институт гідробіології НАН України

пр-т Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210, Україна

Институт ядерних досліджень НАН України

пр-т Науки, 47, Київ 03680, Україна

ФОРМУВАННЯ ДОЗОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА РИБ ВОДОЙМИ-ОХОЛОДЖУВАЧА ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС

Вивчали формування поглинутої дози опромінення для риб водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС. Враховували особливості міграційної поведінки риб та просторовий розподіл радіонуклідів на площі дна. Встановлено, що середня поглинена за рік доза опромінення риб різних видів складала від 31 мГр/рік до 125 мГр/рік.

Ключові слова: риби, поглинута доза, водойма-охолоджувач, ^{137}Cs

Вплив іонізуючого випромінювання на природні біологічні системи є важливою проблемою радіобіології. Нині значна увага приділяється розробці регулюючих нормативів для захисту навколишнього середовища від ефектів хронічного опромінення, зокрема, сформульована кількісна шкала співвідношень “потужність дози – ефекти” для риб північних і помірних широт [7]. У природних екосистемах в багатьох випадках складно визначити чітку залежність “доза – ефект”. Особливо це актуально для прісноводних водойм, де виникає ряд проблем з визначенням дозових навантажень на організми рухливих форм гідробіонтів. Насамперед, це стосується представників іхтіофауни, оскільки риби різних видів відрізняються за характером вертикального розподілу у водних масах, поведінкою під час нагулу і міграцій.

Метою роботи була оцінка впливу міграційної поведінки риб різних видів водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС (ВО) на формування поглиненої дози опромінення.

Матеріал і методи досліджень

У роботі використані літературні [6, 7, 9] і власні дані про вміст радіонуклідів у водних масах, донних відкладах і статевозрілих особинах промислових видів риб ВО за період 2001–2004 рр. Об'єктами досліджень були: плітка звичайна – *Rutilus rutilus* L.; плоскирка – *Blicca bjoerkna* L.; лящ звичайний – *Abramis brama* L.; карась сріблястий – *Carassius auratus gibelio* (Bloch.), товстолоб звичайний, білий – *Hypophthalmichthys molitrix* Valenciennes; сом звичайний – *Silurus glanis* L.; щука звичайна – *Esox lucius* L.; судак звичайний – *Stizostedion lucioperca* L.; окунь річковий – *Perca fluviatilis fluviatilis* L. Особливості поведінки риб визначали згідно [1, 4, 5]. Дозові навантаження від інкорпорованих ^{90}Sr та ^{137}Cs розраховували згідно [2]. Для розрахунку дозових навантажень на організм риб від зовнішнього опромінення використовувалися дозові коефіцієнти [8], враховуючи тільки гамма-випромінювання радіонуклідів. Дозу внутрішнього опромінення визначали, виходячи з середньорічного вмісту радіонуклідів в організмі риб, зовнішнього опромінення від води – з середньорічної концентрації радіонуклідів у воді.

Результати досліджень та їх обговорення

Радіонукліди, що надійшли до ВО, розподілилися по площі дна нерівномірно, тому дозу опромінення риб від донних відкладів можна розрахувати за формулою:

$$D = \sum \sum g_k P_i t_{ki}, \quad k=1, l; i = 1, n, \quad (1)$$

де: P_i – потужність дози на поверхні донних відкладів різних ділянок водойми, мкГр/доба; g_k – виправлення на геометричні умови опромінення риб, що враховує і поглинання в шарі води (геометричний фактор); t_{ki} – час знаходження риб в зоні впливу донних відкладів на різних ділянках при геометричному факторі g_k , доба; l – кількість періодів з різними значеннями g_k ; n – кількість ділянок водойми з різною потужністю дози опромінення на поверхні донних відкладів.

У випадку, коли поширену стратифікацію радіонуклідного забруднення донних відкладів можна представити в наближенні нескінченної геометрії, потужність дози на поверхні донних відкладів розраховується за формулою [3]:

$$P = 0,5 \sum C_{\text{sed}(i)} K_{d(i)(\gamma)}, \quad i = 1, n, \quad (2)$$

де: $C_{\text{sed}(i)}$ – концентрація i – радіонукліда в донних відкладах, Бк/кг природної вологості; $K_{d(i)(\gamma)}$ – дозовий коефіцієнт i – радіонукліда, (Гр/сут)/(Бк/кг).

Отже, величина поглиненої дози залежить від міграційної поведінки риб, що обумовлює геометричний фактор (g_k) та від часу опромінення за певних умов (t_k). Ми обмежилися найбільш тривалими за часом періодами річного життєвого циклу риб – нагулу та зимівлі, а також врахували вплив несприятливих метеорологічних факторів (штормів, злив, вітру тощо.), на які реагують риби. Крім того, визначили чотири умовних рівні розташування риб відносно донних відкладів: 1-й – занурення у донні відклади; 2-й – знаходження на поверхні донних відкладів; 3-й – на відстані близько 50 см від дна; 4-й – на відстані більше, ніж 50 см від дна. Нині дозу опромінення риб від дна формує ^{137}Cs , тому величину (g_k) розраховували саме для цього радіонукліда на підставі [3]. Для занурених у донні відклади риб доза опромінення відповідає дозі, що створюється гамма-випромінюванням в об'ємі донних відкладів. На поверхні донних відкладів геометричний коефіцієнт, прийнятий рівним 0,5, на 3-ому рівні – 0,05, на 4-ому – 0.

Для уніфікації розрахунків види риб можна згрупувати у 8 тимчасових угруповань (табл. 1).

Видовий склад тимчасових екологічних угруповань риб

Рівні	Період нагулу	Період несприятливих умов	Період зимівлі
1	×	×	В(1): карась
2	А(2): карась, лящ, плоскирка, плітка, сом	Б(2): карась, щука, лящ, плітка, сом, окунь, товстолоб, судак	В(2): лящ, плоскирка, плітка, сом
3	А(3): щука, окунь	×	В(3): щука, окунь
4	А(4): товстолоб, судак	×	В(4): товстолоб, судак

Примітки: – × для обраних референтних видів угруповання не утвориться; А(і), Б(і), В(і) – екологічні угруповання.

Виходячи з особливостей поведінки риб упродовж року, розрахували час перебування кожного з розглянутих видів у складі окремих угруповань. Це дозволило з урахуванням параметрів (g_k) та (t_k) вивести коефіцієнти вертикального розподілу (K_v) (табл. 2).

Таблиця 2

Коефіцієнти вертикального розподілу (K_v) для риб ВО

Види риб	Періоди		
	А	Б	В
Карась	0,14	0,15	0,66
Сом	0,29	0,20	0,33
Лящ, плітка, плоскирка	0,14	0,15	0,33
Окунь, щука	0,02	0,2	0,03
Судак, товстолоб	0,00	0,15	0,00

У більшості водойм найбільше забруднені ^{137}Cs донні відклади глибоководних ділянок, тобто зимувальних ям і акваторій, в яких риби знаходяться під час несприятливих метеорологічних умов. Отже, формула (1) з урахуванням формули (2) і (K_v) набуде вигляду:

$$D = 0,5K_{\text{DOS}} [C_a K_{v(A)} + C_b K_{v(B)} + C_v K_{v(V)}] 365 \quad (3)$$

Шитома активність ^{137}Cs донних відкладів ВО в місяцях нагулу більшості бентосоїдних видів риб 2–40 (в розрахунках прийнято 20 кБк/кг природної вологості). Для глибоководних ділянок, в яких риби знаходяться під час несприятливих метеорологічних умов та зимують, середній вміст ^{137}Cs становив 100 кБк/кг [9]. Отже, потужність дози опромінення риб ВО від донних відкладів складала 20–120 мГр/рік, від інкорпорованих радіонуклідів 4–14 мГр/рік (рис.). Серед досліджених нами видів риб найбільші річні дози характерні для карася, який взимку занурюється у донні відклади, а найменші – для риб, які ведуть переважно пелагічний спосіб життя – судака і товстолоба.

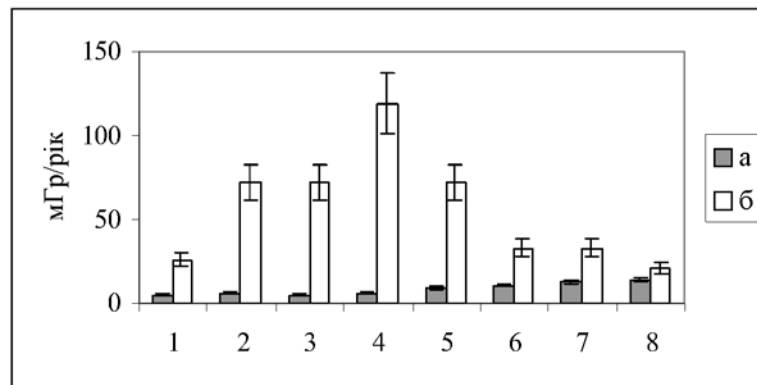


Рис. Потужність дози опромінення риб ВО інкорпорованих радіонуклідів (а) та від донних відкладів (б): 1 – товстолоб; 2 – плоскирка; 3 – плітка; 4 – карась; 5 – сом; 6 – щука; 7 – окунь; 8 – судак

Середньорічний вміст ^{137}Cs у водних масах у 2002–2008 р. не перевищував 3 Бк/л [5], а доза опромінення риб від води не перевищувала 9 мкГр/рік.

Висновки

Внесок водних мас у середню сумарну дозу опромінення риб ВО був меншим, ніж 0,1 %, інкорпорованих радіонуклідів – від 5% у карася до 40% у судака. Поглинена за рік доза опромінення риб більш ніж на 50% визначалася донними відкладами. При цьому особливості харчового поведіння і просторового розподілу статевозрілих особин риб у товщі води можуть обумовлюють розходження величин поглиненої за рік дози у 5–6 разів.

1. *Біологічне* різноманіття України. Дніпропетровська область. Круглороті (*Cyclostomata*). Риби (*Pisces*) // За ред. О.С. Шахомова. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2008. – 304 с.
2. *Гродзинский Д. М.* Методика применения радиоактивных изотопов в биологии / Гродзинский Д.М. – К.: Изд-во УАСХН, 1962. – 171 с.
3. *Защита* от ионизирующих излучений: В 2 т. Т.1. Физические основы защиты от излучений / Под ред. Н.Г. Гусева. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 512 с.
4. *Изменчивость* рыб пресноводных экосистем / Под ред. Б.В. Кошелева, Ю.С. Решетникова. – М.: Наука, 1979. – 218 с.
5. *Крышев А.И.* Динамическое моделирование переноса радионуклидов в гидробиоценозах и оценка последствий радиоактивного загрязнения для биоты и человека : автореф. дис. ... докт. биол. наук / А.И. Крышев // НПО «Тайфун». – Обнинск, 2008. – 50 с.
6. *Никольский Г.В.* Экология рыб / Г.В. Никольский. – М.: Высш. школа, 1979. – 368 с.
7. *Радіаційний стан* території зони відчуження у 2008 році / С.І. Кірсєв, Б.О. Годун, Т.І. Нікітіна [та ін.] // Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 2009. – № 1 (33). – С. 3–23.
8. *Савинский А. К.* Спектры ЛПЭ и коэффициент качества инкорпорированных радионуклидов: Справочник / А. К. Савинский, В.И. Попов, В.А. Кулямин. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 144 с.
9. *Nasvit O.* Radioecological Situation in the Cooling Pond of Chornobyl NPP / O. Nasvit // Recent Research Activities about the Chernobyl NPP Accident in Belarus, Ukraine and Russia. – Research Reactor Institute, Kyoto University. – 2002. – P. 74–85

О.М. Волкова, В.В. Беляев, О.Л. Зарубин, В.А. Костюк, О.О. Пархоменко, С.П. Пришляк

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

Институт ядерных исследований НАН Украины, Киев

ФОРМИРОВАНИЕ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК НА РЫБ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Изучали формирование поглощенной дозы излучения для рыб водоема-охладителя Чернобыльской АЭС. Учитывали особенности миграционного поведения рыб и пространственное распределение радионуклидов по площади дна. Установлено, что средняя поглощенная за год доза облучения рыб разных видов составляет от 31 мГр/год до 125 мГр/год.

Ключевые слова: рыбы, поглощенная доза, водоем-охладитель, ¹³⁷Cs

О.М. Volkova, V.V. Belyaev, O.L.Zarubin, V.A. Kostyuk, O.O. Parkhomenko, S.P. Prishlyak

Institute hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

Institute nuclear researches of NAS of Ukraine, Kyiv

FORMING of DOSE LOADINGS ON FISHERY of RESERVOIR-COOLER of CHORNOBYL

The formation of absorbed dose for fish from the cooling pond of the Chernobyl NPP was studied. The distinct migratory behavior of fish and the spatial distribution of radionuclides in bottom area was considered. The average value absorbed radiation dose for different species of fish ranged from 31 to 125 mGy/year.

Key words: fishery, eaten up dose, reservoir-cooler, ¹³⁷Cs