

Chernonivtsy region. *Biodiversity. Ecology. Adaptation. Evolution*: IV International Young Scientists Conference : materials. 2009. P. 48–49.

3. Murshed H. Fundamentals of radiation oncology: physical, biological, and clinical aspects. 3rd ed. 2019. P. 57–87. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814128-1.00003-9>

4. Turkyilmaz, A., Sevik, H., Isinkaralar, K. et al. Use of tree rings as a bioindicator to observe atmospheric heavy metal deposition. *Environ Sci Pollut Res*. 2019. № 26. P. 5122–5130. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3962-2>

УДК 504.5:628.3:519.6.338

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ЗАБРУДНЕННЯ ВОД ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Гуменюк Г. Б.¹, Гарматій Н. М.²

¹Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

²Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

E-mail: gumenjuk@chem-bio.com.ua

Важкі метали, що переносяться водою, становлять значну загрозу як для навколишнього середовища, так і для здоров'я населення. Вкрай важливо вирішити проблему забруднення різних водойм цими небезпечними речовинами через їхню стійку природу та відсутність біорозкладності.

У роботі зібрано і узагальнено інформацію про вміст важких металів у воді річки Саксагань, яка протікає через м. Кривий Ріг та визначено рівень забрудненості ставів, утворених від р. Саксагань у м. Кривий Ріг.

Важливим напрямом є також зменшення антропогенного навантаження шляхом контролю промислових і шахтних стоків. Для інтегральної оцінки якості води застосовано індекс WQI (Water Quality Index), розрахований методом зваженого середнього [1].

Значення WQI визначали на основі узагальнення комплексу гідрохімічних показників з урахуванням їх відповідності гранично допустимим концентраціям (ГДК) для водойм

рибогосподарського призначення. Інтерпретацію отриманих результатів здійснювали за стандартною шкалою класифікації якості води, що широко використовується для методу зваженого середнього. Відповідно до цієї шкали виділяють такі класи якості: відмінна – ≤ 50 ; добра – 51–100; задовільна – 101–200; погана – 201–300; дуже погана – > 300 .

Основними забруднювачами поверхневих вод є важкі метали (нікель, кобальт, свинець), концентрації яких перевищують гранично допустимі значення. Для зниження їх вмісту доцільно застосовувати комплекс заходів, зокрема іонообмінні та сорбційні методи очищення, хімічне осадження металів, а також аерацію води для видалення заліза і марганцю.

В час військової інтервенції російського агресора іде значне забруднення екологічної системи регіонів України важкими металами та іншими шкідливими елементами як для життєзабезпечення рослинного, тваринного світу так і якості життя людей.

Актуальним завданням науковців є дослідити чинники, як екологічного, технологічного так і соціально-економічного характеру, які здатні покращити якість водних ресурсів України. Для таких досліджень краще використовувати теорії нечітких множин та нейромодельовання, яка дозволяє аналізувати вхідні параметри моделювання не тільки кількісні але і якісні, такі наприклад як: екологічна освіта населення (бережливе ставлення до води); інформування про цінність чистих водних ресурсів; залучення громад до моніторингу (громадські ініціативи); запобігання несанкціонованим скидам.

Пропонуємо розроблену нами модель на основі нечітких множин, з подальшою реалізацією моделі в програмному середовищі MATLAB, яке дозволяє апроксимувати нейрозв'язки між вхідними, проміжними і кінцевими параметрами моделі. У таблиці 1 представимо пропоновані параметри моделі.

Таблиця 1.

Терми для лінгвістичної оцінки відібраних чинників та діапазони їх зміни

Змінна	Назва змінної	Діапазон зміни	Терми (рівень впливу чинника)
y1	Заходи технічні:	0-100%	низький(0-30)(Н)

ДО 40-РІЧЧЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ

	-збереження природного стану водойм; -встановлення санітарно-захисних зон постійний моніторинг металів; -недопущення скиду шахтних і промислових вод		середній (-50-75) (C) високий(75-100) (B)
y2	Заходи соціальні: екологічна освіта населення (бережливе ставлення до води; інформування про цінність чистих водних ресурсів залучення громад до моніторингу (громадські ініціативи) запобігання несанкціонованим скидам.	0-100%	низький(0-30)(H) середній (-50-75) (C) високий(75-100) (B)
y3	Економічні:	0-100%	низький(0-30)(H)
	-рівень державного фінансування, державних програм на відновлення екологічної ситуації а регіоні; гранти європейських фінансових інституцій для громад;		середній (-50-75) (C) високий(75-100) (B)

ДО 40-РІЧЧЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ

	рівень залученості громадських організацій по захисту довкілля у місцевому самоврядуванні.		
F-	Рівень якості водних ресурсів в регіоні	0-100%	низький(0-30)(Н) середній (-50-75) (С) високий(75-100) (В)

Вхідні та вихідний параметр при реалізації в програмному середовищі Matlab будуть представлені в трапецевидній формі., як на рисунку 1.

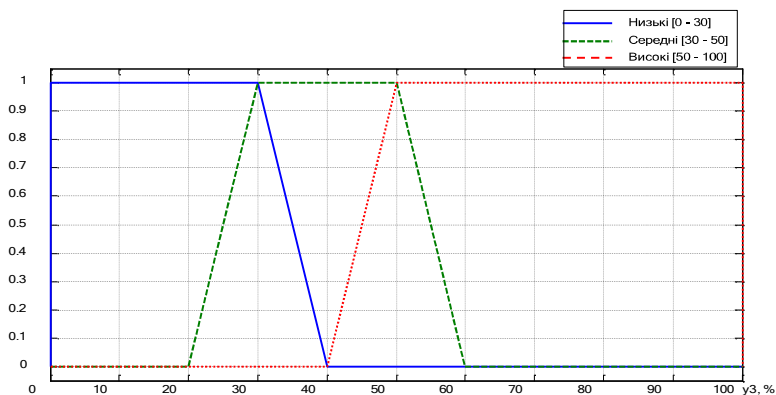


Рис.1. Трапецевидне представлення моделі на основі нечітких множин модуля fuzzy logic програмного середовища з елементами нейромодельовання Matlab.

Розроблена нами модель на основі нечітких множин дозволяє врахувати рівень покращення водних ресурсів в регіонах не тільки технічні чинники, але і соціальні та економічні, що є надзвичайно актуальним для вирішення цих завдань. Моделі на основі нечітких множин та нейромодельовання мають властивість «самонавчатись» та є можливість адаптувати під конкретні параметри наприклад водойми і регіону.

Список літератури:

1. Ali, S. Y.; Sunar, S.; Saha, P.; Mukherjee, P.; Saha, S.; Dutta, S. Drinking Water Quality Assessment of River Ganga in West Bengal, India through Integrated Statistical and GIS Techniques. *Water Sci. Technol.* 2021, 84 (10–11), 2997–3017. URL: <https://doi.org/10.2166/wst.2021.293>

2. Halyna B. Humeniuk/ Complex Assessment and Forecasting of Chemical Pollution of Small Rivers by EcoNomic and Mathematical Modelling Methods. B., Khomenchuk V. O., Harmatiy N. M., Chen I. B. *Journ. Geol. Geograph. Geology*, 30(3), 460–469. 2021. 460-469. URL: [geology-dnu.dp.ua doi: 10.15421/112142](https://doi.org/10.15421/112142)

УДК 574.64:597:539.16(477.41)

**АДАПТАЦІЯ РИБ В УМОВАХ ХРОНІЧНОГО
РАДІАЦІЙНОГО ОПРОМІНЕННЯ У ВОДОЙМАХ
ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ (НА ПРИКЛАДІ
ПЛІТКИ *Rutilus rutilus* L.)**

**Гупало О. О., Гудков Д. І., Беляєв В. В, Пришляк С. П.,
Каглян О. Є.**

Інститут гідробіології НАН України

E-mail: al.gupalo@gmail.com

Біорізноманіття тварин в кризових умовах (техногенні аварії, наслідки військових дій, зміни клімату) зазнає значних змін, проявом яких є зменшення чисельності або зникнення і заміна одних видів іншими, зміна ареалів поширення тощо. В такому сенсі Чорнобильська зона відчуження (ЧЗВ) є зручним полігоном для вивчення тривалого впливу радіаційного навантаження на живі організми та їхньої стратегії адаптації, серед яких риби є достатньо зручним об'єктом. Знаходячись впродовж багатьох поколінь у забруднених радіонуклідами водоймах, риби отримують підвищені дози опромінення, що відбивається на різних рівнях організації біологічних систем. Наразі існують нечисленні дослідження щодо ефектів хронічної дії іонізуючого випромінювання для риб ЧЗВ на клітинному, тканинному і організменному рівнях [2, 4, 5 та ін.]. Проте майже не висвітленим залишається питання щодо впливу хронічного радіонуклідного забруднення на популяційні характеристики риб з огляду їх пристосувального характеру [3].