

УДК 577.34: 574.55 (281.30)

© 2013

*Клименко М. О., доктор сільськогосподарських наук, професор,
Клименко О. М., кандидат технічних наук,
Петрук А. М., старший викладач*

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ З ОГЛЯДУ НА СУЧАСНІ ЄВРОПЕЙСЬКІ НАПРЯМИ У ПРИРОДООХОРОННІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Рецензент – доктор сільськогосподарських наук, професор П. В. Писаренко

Проаналізовано гідроекологічний моніторинг водних екосистем (водойми-охолоджувача Хмельницької АЕС та озера Білого) з огляду на сучасні європейські напрями у природоохоронній діяльності. Запропоновано стратегію прийняття управлінських рішень щодо покращення екологічного стану цих водних екосистем. Удосконалено систему моніторингових спостережень і комплексних інтегральних оцінок водойм, розташованих у зоні впливу атомної енергетики відповідно до нормативної бази країн ЄС на основі системного підходу та комплексного аналізу екологічного стану цих водойм.

Ключові слова: водна екосистема, гідроекологічний моніторинг, водна рамкова директива, екологічна оцінка, водойми-охолоджувачі, токсиканти.

Постановка проблеми. На сучасному етапі одним із наслідків погіршення екологічної ситуації у гідроекосистемах природного та штучного походження є зростаюче антропогенне навантаження, зокрема якісні й кількісні зміни екологічного стану цих екосистем, збіднення їхнього видового складу та зниження біопродуктивності.

У зв'язку з цим актуальними є дослідження змінюваних у часі гідрофізичних, передусім термодинамічних, гідрохімічних та продукційно-деструкційних процесів, що визначають формування якості води гідроекосистем.

Атомні електростанції (АЕС) розташовані поблизу густонаселених регіонів, зон рекреації та інтенсивного сільськогосподарського виробництва, тому особливого значення набуває оцінювання якості води, паразитологічної ситуації та можливих ризиків у розвитку ключових елементів біоти у водоймах-охолоджувачах і прилеглих акваторіях природних водойм [11].

В енергозабезпеченні народногосподарського комплексу провідну роль відіграють атомні електростанції, на частку яких припадає близько 50 % електроенергії, що виробляється електростанці-

ями України. Одна з найважливіших умов надійної експлуатації АЕС – безперебійне водозабезпечення, джерелами якого слугують ріки, озера, водосховища та водойми-охолодники. Гідроекологічна безпека атомної енергетики – це підтримання такого екологічного стану водойм, який забезпечує оптимальну роботу АЕС, передбачену проектними вимогами. Досягнення гідроекологічної, ядерної безпеки та оптимальної експлуатації техногідроекосистем АЕС без будь-яких негативних впливів на навколишнє природне середовище має ґрунтуватися на розробці та впровадженні методології управління екологічним станом цих гідроекосистем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. У розвитку сучасної гідроекології стає досить помітною тенденція до оцінки стану водних об'єктів не з погляду потреб конкретного водоспоживача, а з погляду збереження структури і функціонування особливостей усєї екосистеми. Існуюча система санітарно-гігієнічного нормування з використанням гранично-допустимих концентрацій (ГДК) уже тривалий час піддається в цілому аргументованій критиці, що зводиться до таких основних претензій:

1) концентрації речовин у воді не відображують токсикологічного навантаження на екосистему, оскільки не враховують процесів акумуляції речовин у біологічних об'єктах та донних відкладах;

2) не враховується специфіка функціонування водних екосистем у різних природно-кліматичних зонах (широтна та вертикальна зональність) та біогеохімічних провінціях (природні геохімічні аномалії з різним рівнем вмісту природних з'єднань), а отже, й їх токсикорезистентність;

3) не враховується різний трофічний статус екосистем, сезонні особливості природних факторів, на тлі котрих проявляється токсичність забруднюючих речовин.

Вказані вище, а також деякі інші недоліки санітарно-гігієнічного нормування не заперечують необхідності оцінки стану водних об'єктів за ГДК, але свідчать про необхідність розробки і використання інших підходів у екологічному нормуванні та водній токсикології [1, 3].

У напрямках досліджень сучасної гідроекології простежується тенденція до оцінки гідроекосистем не з погляду потреб конкретного водокористування, а з погляду збереження структури і функціонування особливостей цих екосистем в умовах теплового, техногенного та хімічного навантаження (рис. 1). Поряд із методами біоіндикації, що дають змогу виявляти наявність токсичних забруднень за змінами видового складу і структури гідробіоценозів, суттєве значення у контролі токсичності забруднених вод набуває комбінований

спосіб, який базується на аналітичному визначенні вмісту окремих токсикантів в органах і тканинах видів-концентраторів [7].

В Україні останнім часом надається досить значна увага проблемі вдосконалення моніторингу стану навколишнього природного середовища та моніторингу трансграничного забруднення водних об'єктів. Водночас існуюча система моніторингу ще не повністю відповідає міжнародним вимогам. Моніторинг навколишнього середовища є важливим інструментом ефективного управління якістю навколишнього природного середовища, своєчасного попередження шкідливого впливу забруднювачів, а також широкого інформування громадськості про стан і тенденції зміни навколишнього природного середовища.

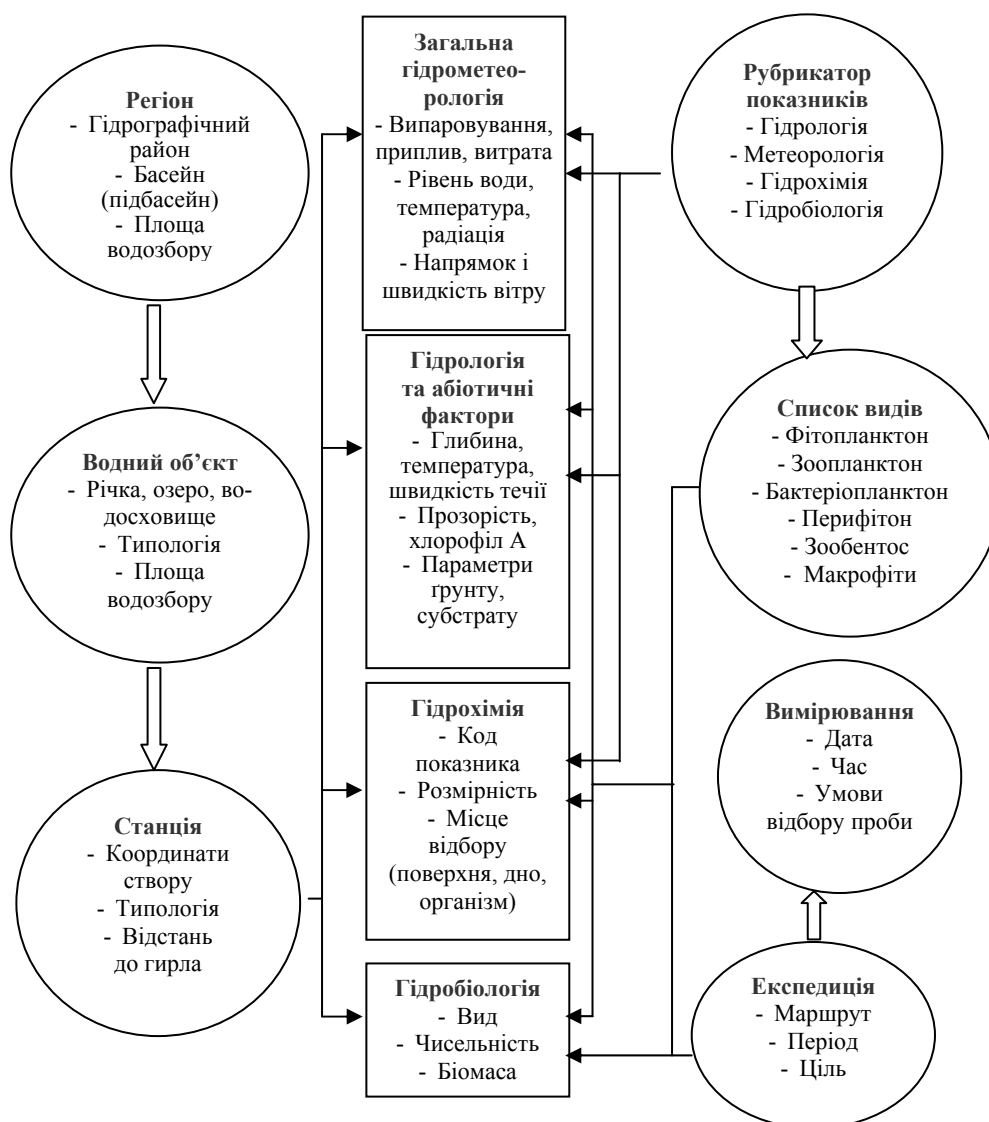


Рис. 1. Структурна блок-схема проведення комплексної екологічної оцінки стану прилеглих до АЕС природних і штучних гідроекосистем

Крім того, сучасна нормативна база оцінки якості поверхневих вод недостатньо інтегрується з нормативною базою передових європейських країн, а в Україні впродовж останніх років у відповідності до постанов уряду здійснюється гармонізація національних природоохоронних нормативних документів із відповідними нормативними документами високорозвинених країн Європи і світу.

Після прийняття Європейським Союзом рамкової водної директиви (WFD) у 2000 році в країнах ЄС розпочалася поетапна розробка та впровадження її положень. В Україні, як і в більшості країн пострадянського простору, система моніторингу водних об'єктів лишилася незмінною з часів СРСР. У багатьох своїх аспектах вона не лише не відповідає вимогам WFD, але і є малопоказовою [2, 7, 12].

Первинні дані про фізико-хімічні і біологічні параметри стану водних ресурсів, одержаних у ході існуючого моніторингу, часто залишаються без належного використання внаслідок відставання методичного забезпечення щодо їх обробки, узагальнення й аналізу відповідно до особливостей зон впливу атомної енергетики. Наукові праці в цьому плані мають несистематичний розрізнений характер. Систематизація й аналіз накопиченого досвіду розробки системи моніторингу й обґрунтування доцільності його застосування в широкому спектрі наукових і практичних робіт з охорони водних об'єктів 30-кілометрової зони атомних електростанцій залишаються наразі актуальним завданням.

Нині системи моніторингу поверхневих вод як у США, так і в країнах ЄС зазнали суттєвих змін. Основа цих змін – перехід від чисто хімічного контролю до біологічного, заснованого на системі біоіндикації. Біологічний контроль – це оцінка стану водних об'єктів із використанням біологічних властивостей та інших прямих вимірювань біоти.

Основною причиною переходу на біологічний контроль є той факт, що суспільства водних організмів відображують сукупний вплив факторів середовища на якість поверхневих вод. Там, де критерії для визначення впливу не існують (наприклад, вплив джерела забруднення поза пунктом спостереження, деградація середовища існування), суспільства можуть бути єдиними практичними засобами оцінки таких впливів. Відома міжнародна практика з контролю за станом суспільств виявляє, що він може бути відносно недорогим, порівняно з хімічним контролем.

У різних країнах існують і різні системи біо-

індикації поверхневих вод, що адаптовані до умов регіону та його специфіки. Нині існують дві системи, що використовуються різними країнами, – це американська система RPB_s (Rapid Bioassessment Protocols) та британська RIVPACS (River Invertebrate Prediction and Classification System).

Більшість положень WFD стосовно ведення моніторингу водних об'єктів засновані на системах RPB_s і RIVPACS. Для забезпечення співставлення результатів стану водних екосистем передбачається обов'язкове визначення таких біологічних показників як склад та чисельність водної флори, склад і чисельність донної безхребетної фауни, склад, чисельність і вікова структура рибної фауни.

Екологічні цілі, що висуваються до поверхневих вод, спрямовані на досягнення:

- 1 – поліпшення якості поверхневих вод;
- 2 – зміну екологічного потенціалу та хімічного складу штучних і сильно змінених водних об'єктів;
- 3 – повну відповідність усім нормам і вимогам, які повинні задовільнити охоронним зонам.

Слід наголосити, що згідно з WFD, країни ЄС повинні досягати «доброї» якості води, а не природної. Там, де такий стан уже існує, його необхідно підтримувати. Якщо водні об'єкти піддаються настільки сильному впливу антропогенного характеру, а їх стан є таким, що досягнення доброго стану неможливе або занадто дороге, можуть бути встановлені менш суворі екологічні цілі на основі визначених критеріїв. Окрім того повинні бути запроваджені всі заходи для недопущення подальшого погіршення стану цих водойм.

Європейська водна рамкова директива тісно пов'язана з європейською системою EUROWATERNET. Система EUROWATERNET – це процес, за допомогою якого країни ЄС отримують інформацію про водні ресурси (їх якість та кількість), необхідну їм для отримання відповідей на запитання споживачів. Фактично EUROWATERNET це система, котра:

- використовує дані з існуючих національних систем моніторингу та інформаційних баз;
- порівнює подібне з подібним;
- має статистично стратифіковану конструкцію, пристосовану для рішення конкретних задач й отримання відповідей на поставлені запитання;
- характеризується заданою потужністю і точністю.

Вимоги EUROWATERNET до систем моніто-

рингу поверхневих вод значно ширші, ніж у WFD. Передусім це стосується кількості станцій спостережень і типів об'єктів спостережень. Зокрема, згідно з EUROWATERNET, як еталонні так і репрезентативні створи повинні охоплювати не лише крупні водні об'єкти, але і річки 3-го і 4-го порядку та невеликі озера.

Мета досліджень: удосконалити систему моніторингу та запропонувати компенсаційні водо- та природоохоронні заходи щодо покращання екологічного стану водних екосистем, розташованих у зоні впливу атомних електростанцій на основі проведених комплексних екологічних досліджень.

Завдання досліджень: проаналізувати результати комплексного екологічного оцінювання стану водних екосистем тридцятикілометрової зони впливу АЕС; встановити тенденцію змін якості поверхневих вод досліджуваних водойм; дослідити і дати токсикологічну та радіологічну оцінку рибопродукції.

Матеріали і методи досліджень. Методики досліджень охоплювали проведення польових, лабораторних, модельних, теоретичних та аналітичних досліджень, а також математичну обробку статистичних рядів експериментальних даних. У ході досліджень використано гідрохімічні, гідробіологічні та іхтіологічні показники.

На основі комплексних екологічних досліджень штучних та природних гідроекосистем різного цільового водокористування, розташованих у тридцятикілометрових зонах впливу атомних електростанцій (на прикладі водойми-охолоджувача Хмельницької АЕС та озера Білого Рівненської області), з'ясовано умови функціонування й формування цих екосистем та удосконалено систему моніторингу; запропоновано компенсаційні водо- та природоохоронні заходи щодо поліпшення екологічного стану водних екосистем, розташованих у зоні впливу атомних електростанцій з огляду на сучасні європейські напрями природоохоронної діяльності [12, 13].

Результати досліджень. Зростаючий антропогенний тиск на водні екосистеми 30-кілометрових зон впливу АЕС суттєво загострило проблему їх охорони та відновлення. До останнього часу якість води цієї групи водойм оцінювалася виключно з позиції споживчого плану, тобто відповідності технологічним вимогам залежно від цільового призначення. У результаті такого підходу відбулося значне перевантаження водних екосистем та зниження їх самоочисної здатності, що призвело до екологічно кризових ситуацій, погіршення і втрати спо-

живчих характеристик води.

Виходячи з цього, виникла гостра необхідність надати об'єктивну оцінку дійсному екологічному стану досліджуваних водних об'єктів, визначити шляхи оптимізації їх господарського використання, запровадити природоохоронні заходи з відновлення їх екологічного стану і збереження якості води.

Головним принципом у водоохоронній діяльності стосовно водойм різного типу є збереження водної екосистеми як цілісної екологічної одиниці організації та функціонування.

З нашого погляду, в структурі управлінських рішень стосовно існуючої водоохоронної діяльності водойм 30-кілометрової зони впливу АЕС мають бути виділені три аспекти: технологічний, біологічний та просторовий (рис. 2).

Технологічний аспект повинен бути пов'язаний з оптимізацією гідрологічного режиму екосистем, тобто слід поліпшити теплообмін поверхневих вод водойми-охолоджувача, зменшити теплове навантаження на водойму-охолоджувач і прилеглі водні об'єкти 30-кілометрової зони впливу Хмельницької атомної електростанції.

Для Білого озера технологічний аспект повинен базуватися в якості контролю за трансформацією прибережної смуги озера, а також трансформацією ґрунтового покриву та прибережної рослинності.

Біологічний аспект передбачає здійснення контролю за перебігом продукційно-деструкційних процесів шляхом використання елементів біомеліорації, що дозволить, з одного боку, досягти біомеліоративного ефекту, а з іншого, – отримати високоякісну рибопродукцію. Прогресуюча евтрофікація водойми-охолоджувача є стимулюючим фактором щодо активізації розвитку певних груп гідробіонтів, особливо макрофітів та фітопланктону. Риби-біомеліоратори, які вселяються у водойму-охолоджувач, не є ефективними споживачами органічної маси, що продукується на різних трофічних рівнях, зумовлюючи утворення тупикових продукційних гілок, за якими відбувається поступове накопичення органіки в межах водної екосистеми, утворення потужних детритних та мулових мас. Внаслідок цього відбувається вторинне автохтонне забруднення акваторії, що призводить до виникнення кризової ситуації.

Просторові аспекти базуються на зменшенні рекреаційного навантаження на водні екосистеми. Крім того, ведеться контроль за радіоактивними забрудненнями у межах 30-кілометрової зони впливу АЕС.



Рис. 2. Стратегія прийняття управлінських рішень щодо водоохоронної діяльності водних екосистем різного цільового призначення 30-кілометрової зони впливу АЕС

Система моніторингу озера Білого повинна передбачати обов'язковий контроль за вмістом радіонуклідів у хижих видів риби.

Висновки:

1. Основні засади системного підходу та комплексного аналізу екологічного стану водних екосистем дають змогу удосконалити чинну систему моніторингу в них та розробляти компенсаційні заходи управління екологічним станом аналогів таких гідроекосистем.

2. Компенсаційні водоохоронні заходи, спрямовані на створення стабільних гідроекосистем, мають бути реалізовані комплексно – за просторовим, технологічним і біологічним аспектами.

3. Реалізація екологічної складової стратегічних рішень уможливить забезпечення оптимального й ефективного функціонування природних та штучних гідроекосистем як за абіотичними параметрами, так й у біомеліоративному та біопродукційному аспектах.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Осадча Н. М.* Адаптація системи моніторингу поверхневих вод державної гідрометеорологічної служби МНС України до положень Водної Рамкової Директиви ЄС / Н. М. Осадча, Н. С. Клебанова, В. І. Осадчий, Ю. Б. Набиванець // *Наук. праці УкрНДГМІ.* – Вип. 257. – К., 2008. – С. 146–161.
 2. *Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС.* Основні терміни та їх визначення: Вид. офіційне. – К. : Твій формат, 2006. – 240 с.
 3. *Емельянова Л. В.* Популяційний моніторинг як основа определения состояния водных экосистем / Л. В. Емельянова // *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* – К. : Ніка-Центр. – 2001. – Т. 2. – С. 616–620.
 4. *Шевчук В. Я.* Екологічне управління / Ю. М. Салткін, Г. О. Білявський – К. : Либідь, 2004. – 432 с.
 5. *Васенко О. Г.* Комплексне планування та управління водними ресурсами / О. Г. Васенко,

Г. А. Верніченко. – К. : Інститут географії НАН України, 2001. – 367 с.
 6. *Пилипенко Ю. В.* Екологічний проект компенсаційних водоохоронних заходів створення стабільних екосистем малих водосховищ різного цільового призначення / Ю. В. Пилипенко. – Херсон : РВВ «Колос», 2007. – 26 с.
 7. *Романенко В. Д.* Основы гидроэкологии / В. Д. Романенко – К. : Генеза, 2005. – 664 с.
 8. *Верніченко А. А.* Классификации поверхностных вод, основывающиеся на оценке их качественного состояния. Комплексные оценки качества поверхностных вод / А. А. Верніченко. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – С. 14–24.
 9. *Жукінський В. М.* Методика встановлення екологічних нормативів якості поверхневих вод для управління станом водних екосистем України / М. В. Жукінський, О. П. Оксіюк, А. А. Верніченко. – Т. 1. – К., 1997. – С. 11–12.

10. Бедункова О. О. Оцінка стану водних екосистем за коефіцієнтами накопичення та акумуляції токсичних речовин / О. О. Бедункова, А. М. Петрук // ВІСНИК Національного університету водного господарства та природокористування. – Рівне, 2012. – Вип. № 2 (58) (с/г науки). – С. 67–74.
11. Тимченко В. М. Экологическая гидрология водоемов Украины / В. М. Тимченко – К. : Наук. думка, 2006. – 384 с.
12. Клименко О. М. Екологічна оцінка якості води озера Білого Рівненської області / О. М. Клименко, А. М. Петрук // ВІСНИК Національного університету водного господарства та природокористування. – Вип. № 2 (54) (с/г науки). – Рівне, 2011. – С. 103–111.
13. Клименко О. М. Біоіндикаційна оцінка токсичності водного середовища на основі моделювання гранично допустимих концентрацій іонів сульфату міді / О. М. Клименко, А. М. Петрук // Матеріали III Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю Ecology, 2011. – 36. наук. праць. – Т. 1 [секція 1–3] / [Вінницький національний технічний університет]. – Вінниця, 2011. – С. 196–201.
14. Романенко В. Д. Гідроекологічна безпека атомної енергетики в Україні / В. Д. Романенко, М. И. Кузьменко, С. А. Афанасьев. – Вісник НАН України, № 6. – К, 2012. – С. 41–51.
16. Humic substances in soil, sediment and water. Ed. by G. R. Aiken et al. John Wiley, New York, 1985. – 692 p.
17. McKnight D. Chemical and biological processes controlling the response of a freshwater ecosystem to copper stress: 1a field study of the CuSO₄ treatment of Mill Pond Reservoir, Burlington, Massachusetts // Limnol and Oceanogr, 1981. – 25. – 3. – P. 518–531.