

УДК 504.5(477.73)
III 96

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕВТРОФІКАЦІЇ НА ВТОРИННЕ ЗАБРУДНЕННЯ БУЗЬКОГО ЛИМАНУ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

О. О. Шумілова, студентка;

Г. Г. Трохименко, канд. біол. наук, доц.

Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв

Анотація. На підставі власних досліджень та даних постів моніторингу вивчено вплив евтрофікації на вторинне забруднення Бугського лиману важкими металами. Виявлено кореляційні залежності між проявами явища евтрофікації та коливанням вмісту важких металів. Досліджено вплив даних явищ на стан гідробіонтів. На підставі отриманих результатів запропоновано механізм та способи подолання негативного впливу досліджуваних процесів забруднення на стан поверхневих водних об'єктів.

Ключові слова: евтрофікація, важкі метали, вторинне забруднення, Бугський лиман, гідробіонти.

Аннотация. На основании собственных исследований и данных постов мониторинга изучено влияние эвтрофикации на вторичное загрязнение Бугского лимана тяжелыми металлами. Выявлены корреляционные зависимости между проявлениями явления эвтрофикации и колебаниями содержания тяжелых металлов. Исследовано влияние данных явлений на состояние гидробионтов. На основании полученных результатов предложены механизм и способы преодоления негативного влияния изучаемых процессов загрязнения на состояние поверхностных водных объектов.

Ключевые слова: эвтрофикация, тяжелые металлы, вторичное загрязнение, Бугский лиман, гидробионты.

Abstract. On the research basis and monitoring data the eutrophication impact on repeated pollution of Bug estuary with heavy metals has been examined. Correlation dependences between eutrophication and variation of heavy metals content have been determined. On the basis of received data the recommendations for preventing negative impact of pollution processes on surface water objects in future have been developed.

Keywords: eutrophication, heavy metals, repeated pollution, Bug estuary, hydrobionts.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

На сьогодні для багатьох регіонів гостро постають проблеми забруднення водних об'єктів важкими металами, а також впливу на міграцію та трансформацію їх сполук комплексу природних й антропогенних процесів. Не є виключенням у цьому аспекті й південь України. Поверхневі води даних територій мають яскраво виражену тенденцію до прояву явища евтрофікації, що, як відомо з літературних джерел, може впливати на вторинне забруднення водойм важкими металами. Ураховуючи прогресуючі темпи евтрофікаційних процесів, вивчення взаємозв'язку евтрофікації та вмісту важких металів у водоймах є особливо актуальним. Дане дослідження пов'язане як з фундаментальною задачею, так і з прикладною. По-перше, це дасть можливість зрозуміти процеси формування складу води та процеси, що відбуваються у водному середовищі; по-друге, дозволить визначити та спрогнозувати рівень забрудненості водних об'єктів важкими металами.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Протягом останніх років евтрофікація стає проблемою все більшої кількості країн світу. За даними обсерваторії Землі NASA, яка у 2010 році опублікувала карту мертвих зон Світового океану, на планеті

нараховується 762 регіони, що гостро відчувають на собі негативний вплив евтрофікації та гіпоксії [9].

Загалом під терміном «евтрофікація» (від грецького *eutrophia* — «добре харчування») розуміють зміну фізичних, хімічних та біологічних властивостей водного об'єкта внаслідок довготривалого надходження поживних речовин з оточуючих територій [1]. Процес полягає у збагаченні водойм біогенними елементами, що супроводжується підвищенням їх продуктивності. До біогенних елементів, що саме і спричиняють евтрофікацію, належать, насамперед, азот, фосфор та кремній у різних сполуках. Вважається, що надмірна евтрофікація водойм починається при вмісті у воді азоту концентрацією 0,2...0,3 мг/л, фосфору — 0,01...0,02 мг/л.

Наслідками процесу евтрофікації на екосистемному рівні є зміна хімічного режиму акваторії, виникнення дефіциту кисню (гіпоксії) або повне його зникнення у придонних шарах води, різке погіршення умов існування гідробіонтів, порушення збалансованості продукційно-деструкційних процесів, стійкості, трофічної структури та динаміки функціонування екосистеми. Але крім безпосереднього впливу евтрофікація може спричиняти і деякі вторинні процеси у водоймі. Так, евтрофікація інтенсифікує розвиток відновних процесів у донних відкладеннях, що може сприяти вторинному забрудненню

водойми важкими металами — речовинами, що належать до пріоритетних забруднювачів природних вод, чинять негативний вплив на компоненти екосистем і, що найбільш небезпечно, мають здатність до біологічної та геохімічної акумуляції [3, 6].

Важкі метали, що різноманітними шляхами потрапляють у водний об'єкт унаслідок гідролізу, сорбції, десорбції, комплексоутворення й біопоглинання, переходять з водної фази в твердий скелет зависей і донних відкладень, осаджуються у вигляді важкорозчинних сполук та знову переходять у водний розчин при зміні фізико-хімічних умов, перш за все окисно-відновних і кислотно-лужних, а також унаслідок життєдіяльності бентосу.

Евтрофікація характеризується бурхливим розвитком рослинності у поверхневому шарі води, що зумовлено занадто великим надходженням до водойми біогенних компонентів. Відмерлі організми, опускаючись на дно та розкладаючись, у свою чергу, сприяють розвитку відновних процесів у верхньому шарі донних відкладень, що, на думку певних науковців, може супроводжуватися активною ремобілізацією важких металів з твердої фази донних відкладень спочатку в поровий розчин, а потім і в придонні води [4, 6].

При евтрофікації відбуваються окиснення органічної речовини, а також відновлення та розчинення гідроксидів металів. Зміни в донних відкладеннях при евтрофікації для гідроксиду заліза можна записати у вигляді наступної схеми [7]:



Таким чином, евтрофікація є суттєвим показником, що впливає на вторинне забруднення водойм таками токсикантами, як важкі метали.

МЕТА РОБОТИ — на підставі власних досліджень та даних постів моніторингу поверхневих вод оцінити вплив явища евтрофікації на вторинне забруднення важкими металами Бузького лиману.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Для дослідження залежності вмісту важких металів та прояву явища евтрофікації було обрано Бузький лиман, оскільки для даного водного об'єкта характерний найбільший вплив джерел техногенного забруднення серед водойм Миколаївської області. Безпосередньо на березі лиману розташовані кораблебудівні й кораблеремонтні підприємства та інші промислові установи. Сюди ж скидаються стічні води міста і підприємств, які знаходяться вздовж узбережжя. Наслідком забруднення великою кількістю різноманітних джерел є виникнення негативної екологічної ситуації, яка склалася відносно водних ресурсів Бузького лиману. Води лиману характеризуються високим рівнем трофосапробності, а також значною кратністю перевищення гранично-допустимих концентрацій (ГДК) гідрохімічних показників, зокрема й важких металів [10]. Так,

відповідно до результатів аналізів хіміко-аналітичного контролю, наведених у Національній доповіді про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області в 2010 році, кількість випадків перевищення ГДК для заліза загального складала 98%, міді — 37%, цинку — 8% від загальної кількості відібраних проб [8]. При цьому слід урахувати, що Бузький лиман виконує також рекреаційну функцію, а отже, потребує проведення систематичного контролю за вмістом важких металів у воді та донних відкладеннях як можливих вторинних забруднювачів.

Період спостережень охоплює 2010 рік. Для проведення аналізу використані результати власних досліджень, а також дані, надані такими суб'єктами моніторингу, як Державна екологічна інспекція, Державна рибоохоронна інспекція у Миколаївській області, Миколаївський обласний центр з гідрометеорології, Миколаївське регіональне управління водних ресурсів та Державна екологічна інспекція з охорони довкілля північно-західного регіону Чорного моря.

Для оцінки взаємозв'язку між процесами евтрофікації та забруднення поверхневих вод Бузького лиману важкими металами досліджувалися показники якості вод, проби яких відбиралися щомісяця протягом 2010 р. Кореляційна залежність визначалася між наступними показниками:

БСК₅—вміст фосфатів;

вміст фосфатів—концентрація важких металів (Fe, Cu, Zn).

Були проаналізовані проби 11 контрольних пунктів, що знаходяться поблизу основних джерел забруднення водойми. Схема відбору проб поверхневих вод в акваторії Бузького лиману наведена на рис. 1.

Кореляційні залежності між обраними показниками перевищень ГДК у пробах води, відібраних у даних точках, наведені у табл. 1.

Відповідно до даних табл. 1 побудовано графік кореляційних залежностей (рис. 2).

З вищенаведеного графіка можна побачити, що вміст фосфатів та значення БСК знаходяться у прямій кореляційній залежності, що цілком відповідає загальним теоретичним уявленням про взаємозв'язок цих показників як індикаторів органічних забруднень водного об'єкта.

Між вмістом у воді фосфатів та концентрацією заліза загального прослідковується пряма кореляційна залежність із травня по вересень. Це можливо пояснити переходом металу з донних відкладень за рахунок розчинення оксигідрату заліза (III) у відновних умовах і відповідно важких металів, попередньо сорбованих на ньому. Теоретично попередити цей процес можна завдяки аерації придонних шарів води, що дозволить зменшити надходження важких металів з донних відкладень.

Взаємозв'язок між вмістом фосфатів та Cu має суттєві відмінності у порівнянні з аналогічною

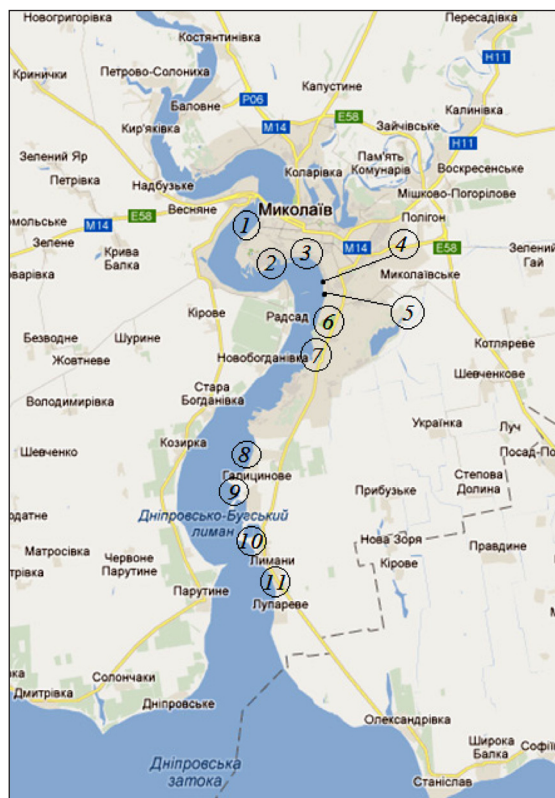


Рис. 1. Схема відбору проб поверхневих вод в акваторії Бузького лиману (цифрами позначені місця розташування точок відбору): 1 — Миколаїв, біля Варварівського мосту; 2 — м. Миколаїв, район Миколаївського морського торговельного порту (13-й причал); 3 — м. Миколаїв, вище скиду ДАХК «Чорноморський суднобудівний завод»; 4 — м. Миколаїв, вище скиду ДП НВКГ «Зоря»–«Машпроект»; 5 — м. Миколаїв, нижче скиду ДП НВКГ «Зоря»–«Машпроект»; 6 — м. Миколаїв, вище скиду ПАТ «Ваден Ярds Океан»; 7 — м. Миколаїв, нижче скиду ПАТ «Ваден Ярds Океан»; 8 — с. Галицинівка, вище скиду МКП «Миколаївводоканал»; 9 — с. Галицинівка, нижче скиду МКП «Миколаївводоканал»; 10 — с. Лимани, вище ТОВ «Миколаївський глиноземний завод»; 11 — с. Лимани, нижче ТОВ «Миколаївський глиноземний завод»

Таблиця 1. Кореляційні залежності між показниками перевищень величин ГДК фосфатів, БСК, Fe та Cu*

Вид кореляційної залежності	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
БСК–фосфати	0,12	0,08	0,09	0,21	0,43	0,32	0,31	0,45	0,21	0,19	0,14	0,25
Фосфати–Fe	0,12	0,29	0,23	0,37	0,51	0,38	0,77	0,83	0,52	0,36	0,34	0,21
Фосфати–Cu	0,44	0,13	–0,37	–0,61	–0,52	0,31	0,64	0,80	0,73	0,65	0,72	0,54

*Кореляційну залежність між вмістом фосфатів та концентрацією Zn установити неможливо, оскільки присутність Zn у відібраних пробах води виявлено лише у травні, липні та жовтні.

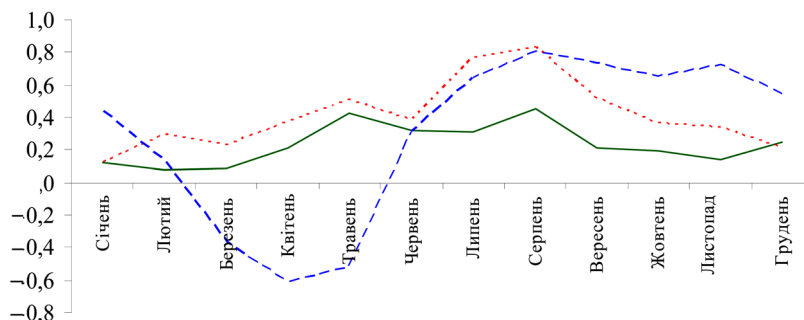


Рис. 2. Кореляційна залежність вмісту фосфатів та значень БСК: — БСК–фосфати; — фосфати–Fe; — — — — фосфати–Cu

кореляційною залежністю «фосфати–Fe». Так, у березні–травні дані показники обернено пропорційні, а у липні–листопаді виявлена яскрава прямо пропорційна залежність. Таку сезонну зміну (у весняний період) можна пояснити тим, що саме в цей час збільшується надходження важких металів та органічних речовин з поверхневим стоком, талими водами тощо, які у холодний період року мають більшу «вимиваючу» здатність.

Неможливість виявити кореляцію для цинку можна пояснити нерівномірністю його надходження у Бузький лиман від певного виду джерел.

Загалом виявлені кореляційні залежності свідчать про значний, але нерівнозначний вплив явища евтрофікації на вторинне забруднення водойми важкими металами. Дана залежність може бути або прямо пропорційною протягом усього року (як для заліза загального), або і оберненою в залежності від сезону року (як для міді). Найбільш яскраво кореляція проявляється у літні місяці, що також підтверджує роль евтрофікації як причини вторинного забруднення водойм.

Виходячи з отриманих результатів постає необхідність дослідження впливу евтрофікації та забруднення важкими металами на стан гідробіонтів Бузького лиману.

Оцінку впливу проведемо для серпня 2010 р., оскільки саме в цей період у Бузькому лимані відбулася масштабна екологічна катастрофа — масовий замор риби та інших водних живих ресурсів [12].

У досліджуваній період замори спостерігалися по всій території Бузького лиману, найбільші спалахи були зареєстровані з 8 по 18 серпня у чотирьох точках, дані про які наведено у табл. 2.

Масовий замор водних організмів пов'язують з дією низки факторів — як природних, так і антропогенних. Екстремальне підвищення температур (середньомісячна температура води у лимані була на 4°С вищою за норму) в комплексі з надходженням у водойму великої кількості органічних та неорганічних речовин з прилеглих територій сприяло розвитку явища евтрофікації. Як наслідок, у водному об'єкті відбулося зниження кількості розчиненого кисню (середньомісячний показник склав 4,4 мг/дм³ при нормативі не менше 6 мг/дм³), що стало однією з головних причин загибелі гідробіонтів.

Для оцінки впливу процесу евтрофікації та вмісту важких металів на гідробіонтів були проаналізовані дані відбору проб води у місцях замору. Було встановлено,

що у всіх точках відбору перевищені встановлені значення ГДК для водойм рибогосподарського призначення за всіма показниками. Відповідно були побудовані діаграми з позначенням кратності перевищення значень ГДК для фосфатів, заліза загального та міді (рис. 3).

Отримані дані дозволяють прослідкувати прямий взаємозв'язок між кількістю загиблої риби та вмістом у воді фосфатів, Fe та Cu. Фосфати є головним джерелом евтрофікації водойм, що відповідно призводить до зниження кількості розчиненого кисню. Перевищення ГДК сполук важких металів викликає різке скорочення газообміну у риб (унаслідок згортання слизових виділень зябер і протоплазми живих клітин) та уповільнення їх росту, а також негативно відбивається на розвитку ембріонів. При цьому ступінь впливу на організми пропорційний величині підвищення температури.

Замор у Миколаївській області спричинив значні негативні екологічні та економічні наслідки для регіону, що підтверджує необхідність контролю за антропогенними чинниками даного явища, зокрема за джерелами надходження у водойму органічних речовин.

Отже, на сьогодні актуальною є задача попередження надходження забруднюючих речовин у водні об'єкти, зокрема зі стічними водами, та модернізації правового механізму регулювання стану водних екосистем. У разі цілеспрямованого використання це дозволить знизити й прояв явища евтрофікації, що є безпосереднім наслідком надходження у водойми органічних речовин стічних вод.

Основна ідея існуючого законодавства щодо нормування скидів від стаціонарних випусків, закладена в правові норми [2, 5, 11], зводиться до визначення маси забруднюючих речовин у стічних водах, максимально допустимої до відведення в даному пункті водного об'єкта в одиницю часу з метою забезпечення норм якості води в контрольному пункті (створі) — місці водного об'єкта, в якому мають дотримуватися встановлених норм якості води, виходячи з його цільового використання.

Сьогодні більшість очисних споруд не забезпечує виконання даних норм. А спроби виконання встановлених вимог призводять до необґрунтованого та доволі значного завищення вартості будівництва й експлуатаційних витрат і відповідно значного збільшення собівартості та тарифів на послуги

Таблиця 2. Зафіксовані факти замору риби у Бузькому лимані у серпні 2010 р.

№ з/п	Дата	Місце знаходження	Кількість загиблої риби (бичка), т
1	08.08.10	Район пляжу «Стрілка» (місце впадіння у Бузький лиман р. Південний Буг)	0,77
2	08.08.10	Район Варварівського мосту	0,23
3	10.08.10	Мікрорайон «Жовтневе»	0,78
4	18.08.10	Район між селищами Мала Корениха та Радсад	1,75

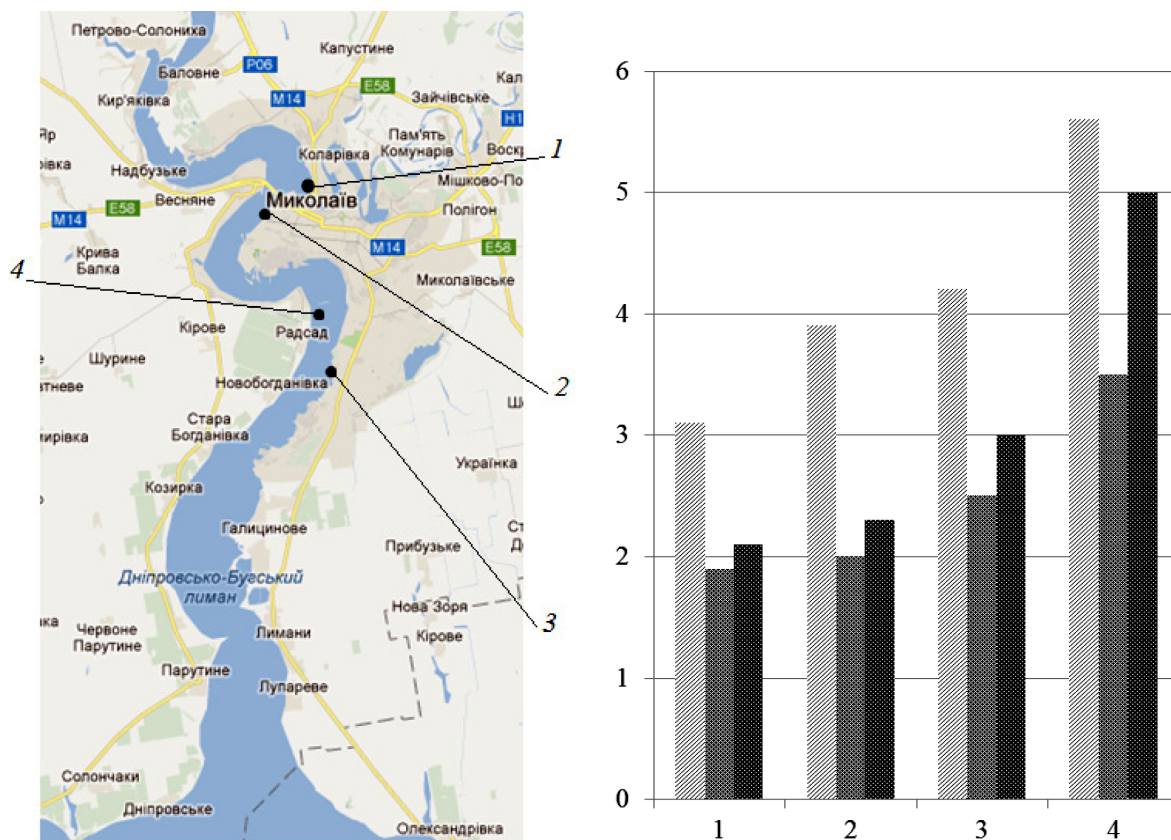


Рис. 3. Кратність перевищення значень гранично-допустимої концентрації гідрохімічних показників у місцях забору живих ресурсів у Бузькому лимані, зафіксованих у серпні 2010 р.: 1 — район пляжу «Стрілка»; 2 — район Варварівського мосту; 3 — мікрорайон «Жовтневе»; 4 — район між селищами Мала Корениха та Радсад; ▨ — фосфати; ■ — Fe; ■ — Cu

водовідведення. При цьому практично ніколи повною мірою не досягається поставлена мета.

Багато спеціалістів, що працюють із чинною методикою розробки гранично-допустимих скидів (ГДС), пропонує різноманітні зміни в ній або ж дещо інші варіанти системи нормування. Так, висловлюється думка про збільшення величин існуючих ГДС, що дозволить виконати дані нормативи при застосуванні найкращих (доступних) технологій очищення стічних вод: наприклад таких, як типові технологічні схеми з використанням аеротенків та біофільтрів. Позитивно має відобразитися це і на роботі підприємств водопровідно-каналізаційного господарства та їх абонентах: до цих підприємств не будуть застосовуватися жорсткі санкції, прагнучи компенсувати які, вони встановлюють більш жорсткі нормативи прийому стічних вод до своїх систем.

Представники іншої сторони дискусії висловлюють думку, що збільшення значень ГДС проблеми нормування та економіки водокористувачів не вирішить [3]. Такий висновок зроблено на підставі аналізу розрахункової формули 1.2.1 Інструкції [2] для визначення допустимої концентрації забруднюючої речовини

$$C_{\text{ГДС}} = n(C_{\text{ГДК}} - C_{\text{ф}}) + C_{\text{ф}} \text{ г/м}^3,$$

де n — кратність загального розбавлення стічних вод у водотоці; $C_{\text{ГДК}}$ — ГДК забруднюючої речовини у воді водотоку, г/м^3 ; $C_{\text{ф}}$ — фонові концентрації забруднюючої речовини у водотоці, г/м^3 .

З вищенаведеної формули бачимо, що до основних показників, що впливають на збільшення $C_{\text{ГДС}}$, належать:

а) величина n , яка характеризує відношення витрати води водного об'єкта Q до витрат стічної рідини g , тобто Q/g ;

б) різниця між $C_{\text{ГДК}}$ та $C_{\text{ф}}$, тобто ступінь забрудненості водного об'єкта або його природна характеристика по відношенню до величини $C_{\text{ГДК}}$.

Отже, можна стверджувати, що обмеженням на скид є не стільки якість стічних вод, які відводяться до водного об'єкта, скільки якість самого водного об'єкта, що приймає стоки, його гідрологічні та гідрохімічні характеристики (витрати й фонові концентрації).

Відповідно до законодавства нормативи ГДС є основою для екологічних платежів за скид стічних вод. Оплата здійснюється, як правило, за 15–25 інгредієнтів у залежності від місцевих природних факторів. Але у структурі екологічних платежів за скиди основний їх обсяг (до 90%) приходить лише на 5–7 інгредієнтів: зважені речовини,

БСК, залізо, іони амонію, фосфат-іон, феноли, нафтопродукти. Це ще раз підтверджує те, що законодавче збільшення нормативів ГДК за цими показниками тільки в окремих випадках може дати певний ефект, щодо зокрема спрощення їх досягнення та відповідно зниження понаднормативних платежів. Для решти речовин ефект від зміни ГДК буде несуттєвим.

Отже, можна зробити висновок, що на сьогодні в Україні має місце конфлікт інтересів між водокористувачами, структурами контролюючих органів та іншими органами державної влади в галузі охорони навколишнього середовища. Це свідчить про необхідність реформування системи нормування, яке повинно враховувати баланс інтересів населення, навколишнього середовища, водоканалів, бюджетів усіх рівнів, а також технологічні можливості та міжнародні стандарти.

В основу державної та галузевої політики щодо нормування слід покласти наступні принципи:

розробку економічних механізмів охорони водних об'єктів здійснювати на підставі бюджетної, податкової та тарифної політики в рамках інвестиційних програм і програм комплексного розвитку;

планування зниження негативного впливу на водні об'єкти необхідно здійснювати з урахуванням технологічних можливостей споруд водоочистки, рівня розвитку національної техніки та інновацій, економічних і соціальних факторів, а також міжнародного досвіду в галузі природокористування.

Таким чином, на нашу думку, найкращим правовим механізмом попередження евтрофікації та відповідно забруднення водойм важкими металами стане більш жорсткий контроль за речовинами, специфічними для певного типу стічних вод, та їх локальною очисткою

на підприємствах. Крім того, склад стічних вод повинен нормуватися лише за основними показниками в залежності від потужності очисних споруд та екологічного стану водойм.

ВИСНОВКИ

1. Проведено оцінку впливу евтрофікаційних процесів на забруднення Бузького лиману важкими металами. Дослідження здійснювалося для Fe, Cu, Zn. У результаті визначено, що між вмістом у воді фосфатів та концентрацією заліза загального прослідковується пряма кореляційна залежність із травня по вересень. Кореляція між вмістом у воді фосфатів та міді обернено пропорційна у період з березня по травень; у липні–листопаді виявлена прямо пропорційна залежність. Між вмістом фосфатів та цинку кореляцію виявити не вдалося.

2. Визначено роль і значення евтрофікації та забруднення важкими металами в явищі замору водних живих ресурсів Бузького лиману в серпні 2010 року. Дані, отримані в ході дослідження, дозволяють прослідкувати прямий взаємозв'язок між кількістю загиблої риби та вмістом у воді фосфатів і важких металів, що свідчить про безпосередню роль процесу евтрофікації у виникненні заморних явищ.

3. Запропоновано шляхи модернізації механізму попередження евтрофікації водойм та зменшення вмісту важких металів. На підставі аналізу існуючої економіко-правової системи регулювання нормування скидів обґрунтовано необхідність реформування системи нормування, яке повинно враховувати баланс інтересів населення та навколишнього середовища, а також технологічні можливості й міжнародні стандарти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Багоцкий, С. В. Эвтрофирование водоемов и изменение спектра органических веществ, участвующих в биотическом круговороте [Текст] / С. В. Багоцкий, В. А. Вавилин // Водные ресурсы. — М. : МГУ, 1989. — № 2. — С. 108–120.
- [2] Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично-допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти зі зворотними водами [Текст] : [затв. Мін-вом охорони навколишнього природного середовища України 15.12.94]. — К. : Знання, 1996.
- [3] Лернер, А. Д. О нормировании сбросов сточных вод, ПДК и экологических платежах [Текст] / А. Д. Лернер, А. Д. Инчагов // Ежемесячный науч.-техн. и произв. журн. «Водоснабжение и санитарная техника». — М. : Наука, 2011. — № 7. — С. 40–44.
- [4] Линник, П. Н. Донные отложения водоемов как потенциальный источник вторичного загрязнения водной среды соединениями тяжелых металлов [Текст] / П. Н. Линник // Гидробиологический журнал. — 1999. — Т. 35, № 2. — С. 97–109.
- [5] Липатникова, О. А. Оценка влияние эвтрофикации на вторичное загрязнение водоема тяжелыми металлами (на примере Иваньковского водохранилища) [Текст] / О. А. Липатникова, Д. В. Гричук // Актуальные проблемы экологии и природопользования : сб. науч. тр. — М. : РУДН, 2011. — № 13, Ч. 2. — 412 с.
- [6] Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів [Текст] : [затв. Мін-вом охорони навколишнього природного середовища України 20.07.09]. — К. : Знання, 2009.

- [7] **Мизандронцев, И. Б.** Химические процессы в донных отложениях водоемов [Текст] / И. Б. Мизандронцев. — Новосибирск : Наука, 1990. — 176 с.
- [8] Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області в 2010 році [Текст]. — Миколаїв, 2008. — 195 с.
- [9] Прикладная экобиотехнология [Текст] : учеб. пособие : в 2 т. / А. Е. Кузнецов [и др.]. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. — Т. 2. — 485 с.
- [10] **Смирнов, В. Н.** Показатели состояния поверхностных вод Бутского лимана [Текст] / В. Н. Смирнов, Т. Н. Кравцова // Сб. науч. тр. Института геохимии окружающей среды. — К. : Наука, 2007. — № 14. — С. 130–135.
- [11] **Україна. Закони.** Водний кодекс України [Текст] : [держ. закон : прийнятий Верховною Радою на підставі постанови 3530-17 14 лип. 2011]. — К. : Просвіта, 2011.
- [12] **Шумілова, О. О.** Дослідження причин та наслідків масового замору риби у Миколаївській області у серпні 2010 р. [Електронний ресурс] / О. О. Шумілова, Г. Г. Трохименко // Електронне видання «Вісник Національного університету кораблебудування». — Миколаїв : НУК, 2010. — № 5. — Режим доступу: <http://ev.nuos.edu.ua>.

© О. О. Шумілова, Г. Г. Трохименко

Надійшла до редколегії 11.01.2012

Статтю рекомендує до друку член редколегії Вісника НУК
д-р техн. наук, проф. *М. І. Радченко*

Статтю розміщено у Віснику НУК № 1, 2012