

ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОСИСТЕМ

УДК 574.64:504.064

А. В. ГРИЦЕНКО, д-р геогр. наук, проф.

*Український науково-дослідний інститут екологічних проблем,
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*

О. М. КРАЙНЮКОВ, канд. геогр. наук, доц.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

НОРМУВАННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД ЗА РІВНЯМИ ТОКСИЧНОСТІ ПРИ ЇХ СКИДАННІ У ВОДНІ ОБ'ЄКТИ

При розробці гранично допустимих скидів речовин у водні об'єкти із зворотними водами до переліку фактичних і затверджених показників властивостей зворотних вод, поряд з іншими, включено показник рівня токсичності, який визначається методом біотестування. Розглянуто порядок визначення фактичних, встановлення або коригування гранично допустимих рівнів токсичності зворотних вод, що скидаються в водні об'єкти. Експериментальні дані щодо наявності або відсутності токсичних властивостей зворотних вод отримують за допомогою методики визначення гострої летальної токсичності води на ракоподібних церіодафіях. Нормативною вимогою до зворотних вод при скиданні їх у водні об'єкти є відсутність гострої летальної токсичності для тест-об'єктів.

Ключові слова: водні об'єкти, зворотні води, біотестування, токсичність, контрольний створ, розбавлення

Гриценко А. В., Крайнюков А. Н. НОРМИРОВАНИЕ ВОЗВРАТНЫХ ВОД ПО УРОВНЯМ ТОКСИЧНОСТИ ПРИ ИХ СБРОСЕ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

При разработке предельно допустимых сбросов веществ в водные объекты с возвратными водами в перечень фактических и утвержденных показателей свойств возвратных вод, наряду с другими, включен показатель уровня их токсичности, который определяется методом биотестирования. Рассмотрен порядок определения фактических, установления или корректировки предельно допустимых уровней токсичности возвратных вод, которые сбрасываются в водные объекты. Экспериментальные данные относительно наличия или отсутствия токсических свойств возвратных вод получают с помощью методики определения острой летальной токсичности воды на ракообразных цериодафиях. Нормативным требованием к возвратным водам на сбросе их в водные объекты является отсутствие острой летальной токсичности для тест-объектов.

Ключевые слова: водные объекты, возвратные воды, биотестирование, токсичность, контрольный створ, разбавление

Grytsenko A. V., Krainiukov A. N. REGULATION RETURN WATER ON TOXIC LEVELS DURING THEIR INTERCEPTION INTO WATER BODIES

In developing the substance interception maximum permissible into water bodies with return waters to the list of actual and approved indicators of return water quality was included the indicator of their toxicity level, determining by biotesting method. It considered the process of determining actual toxic levels maximum permissible by return waters, their assessment and correction, which intercept into water bodies. For presence or lack of toxic properties of return water the experimental data is obtained by determination of acute lethal toxicity on Ceriodaphnia crustaceans. Regulatory requirement to return waters to interception into water bodies is the lack of acute lethal toxicity for test-objects.

Key words: water bodies, return waters, biotesting, toxicity, control range, dilution

ВСТУП

Постановка проблеми. Одним із основних напрямів водоохоронної діяльності в Україні є державний контроль за станом

водних об'єктів з метою забезпечення дотримання водокористувачами вимог природоохоронного законодавства. Як відзначається у Національній доповіді про стан

@ Гриценко А. В., Крайнюков О. М., 2012

навколишнього природного середовища в Україні [1] практично всі поверхневі водні об'єкти протягом останніх 10 років інтенсивно забруднюються через надходження зворотних вод. Зокрема, у 2010 році у водні об'єкти скинуто 7817 млн. м³ зворотних вод (на 436 млн. м³ більше порівняно з 2009р.), із них забруднених - 1744 млн. м³, у тому числі забруднених без очистки – 311 млн. м³. Основним джерелом забруднення поверхневих вод є скид промислових зворотних вод, зокрема, підприємствами чорної металургії скинуто 526 млн. м³, вугільної промисловості – 311 млн. м³, житлово-комунальної галузі – 711 млн. м³, сільського господарства 74 млн. м³ зворотних вод.

Найбільші об'єми скидів зворотних вод здійснено в водні об'єкти басейнів Дніпра – 714 млн. м³ та Сіверського Дінця – 180 млн. м³. Середньорічні концентрації основних забруднюючих речовин у воді водних об'єктів зазначених басейнів перевищували ГДК, а за деякими інгредієнтами були на рівні високого забруднення, наприклад, впродовж 2010 року спостерігалось перевищення ГДК у воді р. Дніпро сполук міді у 10 – 47, цинку у 10 – 30, хрому шестивалентного у 2 – 12 разів; у воді р. Сів. Донець азоту нітратного у 10 – 51, міді у 31 – 48, марганцю у 11 – 43 разів. Всього в басейні Дніпра було зафіксовано 72,7% (від загальної кількості проб) випадків сильного забруднення води важкими металами.

Як видно із наведеного переліку практично всі забруднюючі речовини, що скидаються у водні об'єкти із зворотними водами, відносяться до специфічних сполук токсичної дії, наявність яких у воді може призводити до порушення функціонування біотичної складової водної екосистеми, і як наслі-

док, пригнічення самоочисної спроможності води та погіршення її якості.

Стан питання. Згідно зі статтею 38 Водного кодексу України у галузі використання і охорони вод встановлюються нормативи гранично допустимого скидання (ГДС) забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами. При розробленні ГДС до фактичних і затверджених показників властивостей зворотних вод у всіх випадках їх скидання у водні об'єкти, поряд з іншими, включено показник рівня токсичності [2,3].

Наявність або відсутність токсичних властивостей води визначають методом біотестування, який виконується в експериментальних умовах і дозволяє в інтегральній формі оцінити сукупний токсичний ефект всіх розчинених у воді хімічних речовин з урахуванням різних проявів їх взаємодії (синергізму, антагонізму, адитивності).

Відповідно до вимог міжвідомчого нормативного документу [4], рекомендується порядок контролю відповідності якості поверхневих і зворотних вод встановленим нормативам гранично допустимих рівнів їх токсичності. Для зворотних вод на скиді у водні об'єкти в зоні їх основного розбавлення з водою водоприймача з метою попередження створення гостролетальних умов для водних організмів встановлено норматив – відсутність гострої летальної токсичності. Оскільки наявність або відсутність токсичності води характеризує її біологічну повноцінність, тобто здатність забезпечити умови нормального функціонування водних організмів, їх відтворювальну функцію впродовж ряду поколінь, нормативом гранично допустимого рівня токсичності поверхневих вод є відсутність хронічної токсичності.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Гранично допустимий рівень токсичності (ГДРТ) зворотної води – це максимальний рівень її токсичності, допустимий для скидання у водний об'єкт. ГДРТ є поточним нормативом токсичних властивостей зворотної води.

Встановлення ГДРТ і підготовка матеріалів до ГДС для конкретного підприємства – водокористувача виконується за спеціальною програмою, яка включає: відбір проб зворотних вод на скиді у водний об'єкт з такою періодичністю, щоб урахувати коливання їх складу і властивостей, а також інші

специфічні особливості відповідного виробництва; проведення біотестування зворотних вод для визначення їх гострої летальної токсичності за допомогою методики біотестування з використанням в якості тест-об'єкта ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg [5,6].

Методика ґрунтується на встановленні різниці між кількістю загиблих церіодафній у зворотній воді, та їх кількістю у воді, яка не містить токсичних речовин – контрольній воді. Критерієм гострої летальної токсичності є загибель 50% церіодафній і більше у

зворотній воді порівняно з контрольною водою за 48 годин. Біотестуванню підлягають проба зворотної води без розбавлення, ряд її розбавлень і контрольна вода. Наприкінці біотестування підраховують живих і розраховують відсоток загиблих церіодафній у зворотній воді, її розбавленнях та у контрольній воді.

За результатами підрахунку кількості живих церіодафній у зворотній воді, кожному її розбавленні та у контрольній воді визначають середні арифметичні, які використовують для розрахунку кількості загиблих церіодафній у зворотній воді та її розбавленнях відносно контрольної води за формулою:

$$A = \frac{\bar{X}_k - \bar{X}_{36}}{\bar{X}_k} * 100 \quad (1)$$

де A – кількість загиблих церіодафній у зворотній воді відносно контрольної води, %;

\bar{X}_k – середнє арифметичне кількості живих церіодафній у контрольній воді, екземпляри;

\bar{X}_{36} – середнє арифметичне кількості живих церіодафній у зворотній воді та у кожному її розбавленні, екземпляри.

На підставі величини A для нерозбавленої проби (кратність розбавлення дорівнює 1,0) роблять висновок про наявність або відсутність гострої летальної токсичності води. Вважають, що гостра летальна токсичність води виявляється, якщо $A \geq 50$ %.

За результатами розрахунку загиблих церіодафній (у відсотках) у кожному розбавленні порівняно з контролем здійснюють кількісну оцінку токсичності кожної проби води. Для цього методом лінійної регресії визначають середнє летальне розбавлення проби за 48 год. біотестування - LP_{50} . Якщо проба води не виявляє гострої летальної токсичності, тобто в нерозбавленій пробі кількість загиблих церіодафній становила менше 50 %, значення LP_{50} приймають рівним 0,50.

Розрахунок фактичного рівня токсичності (ФРТ) та встановлення гранично допустимого рівня токсичності (ГДРТ) зворотних вод здійснюють за методиками, що наведені в нормативних документах [2,7].

Для кожної проби води, що аналізується на токсичність, розраховують кратність розбавлення (N), за якої забезпечується вижи-

ваність церіодафній на рівні близько 100%. Для цього використовують формулу:

$$N = k \cdot LP_{50}, \quad (2)$$

де: k – коефіцієнт, урахування якого забезпечує виживаність церіодафній близько 100 %, його значення дорівнює 2;

LP_{50} – експериментально встановлена кратність середнього летального розбавлення проби зворотної води.

У випадку, коли проба зворотної води не виявила гострої летальної токсичності без розбавлення, тобто LP_{50} було рівним 0,50, згідно з формулою (2), значення N такої проби дорівнює 1,00.

Отримані значення N використовують для розрахунку необхідної кратності розбавлення окремих проб зворотних вод (НКРП), що характеризує ступінь розбавлення зворотної води водою водного об'єкту. Необхідну кратність розбавлення зворотної води для однієї проби (НКРП) розраховують за формулою

$$НКРП = N / n \quad (3)$$

де n – кратність розбавлення зворотної води у контрольному створі водного об'єкта.

При розрахунку НКРП відповідно до [2] значення n приймається не більшим ніж 10 (тобто $n \leq 10$), що забезпечує запобігання скиду зворотних вод з високими показниками рівня токсичності, незалежно від спроможності до розбавлення водного об'єкта.

Остаточне значення необхідної кратності розбавлення (НКР) обчислюється як середнє арифметичне ряду значень окремих проб зворотних вод (НКРП).

Результат обчислення НКР дорівнює фактичному рівню токсичності (ФРТ).

ФРТ характеризує значення кратності розбавлення зворотної води (у разі токсичності), за якої забезпечується безпека для біоценозу водного об'єкту. При цьому значення ФРТ може бути менше 1 (це свідчить про наявність запасу асимілюючої спроможності водного об'єкту); дорівнювати 1 (якість зворотної води відповідає встановленому нормативу токсичності), або бути більше 1 (кратність розбавлення зворотної води в контрольному створі менша за отриману в експерименті).

Рівні токсичності зворотних вод оцінюють за класифікацією, наведеною у табл. 1.

Встановлення гранично допустимого рівня токсичності (ГДРТ) здійснюється таким

чином: якщо фактичний рівень токсичності зворотної води менше або дорівнює одиниці, то гранично допустимий рівень токсичності встановлюється відповідно значенню фактичного рівня токсичності; у випадку, коли фактичний рівень токсичності більше одиниці, гранично допустимий рівень токсичності повинен дорівнювати одиниці, тобто зворотна вода на скиді у водний об'єкт, відповідно до нормативу [4] не повинна чинити гостру летальну токсичну дію на тест-об'єкти.

Значення ФРТ, ГДРТ та їх якісні показники – класи токсичності – заносяться у відповідну форму документу 2, додатку 2 Інструкції [2].

У випадках, коли в процесі розробки ГДС не було встановлено нормативів ГДРТ, а при біотестуванні води з контрольного створу водного об'єкту її якість не відповідає нормативу за токсикологічним показником – чинить хронічну токсичну дію на тест-об'єкти, використовується процедура коригування встановлених величин ГДС.

Таблиця 1

Класифікація зворотних вод за рівнями токсичності

| Клас токсичності води | Ступінь токсичності | Фактичний рівень токсичності |
|-----------------------|----------------------|------------------------------|
| I | нетоксична | 0,1-1,0 |
| II | слаботоксична | 1,1-3,0 |
| III | середньо токсична | 3,1-5,0 |
| IV | високотоксична | 5,1-10,0 |
| V | надзвичайно токсична | більше 10,0 |

Для цього застосовують методику визначення хронічної токсичності води [8]. Визначають мінімальну кратність розбавлення зворотної води на скиді у водний об'єкт, за якої не проявляється хронічна токсична дія на тест-об'єкти, і порівнюють її з розрахунковою кратністю загального розбавлення зворотних вод у контрольному створі. В якості контрольної і тієї, що розбавляє, використовують воду водного об'єкту, відібрану поза зоною впливу зворотної води, яка підлягає біотестуванню.

Якщо розрахункова кратність n загального розбавлення зворотної води в контрольному створі менша, ніж необхідна кратність n_r розбавлення зворотної води, визначена при біотестуванні, і не може бути збільшена за рахунок зміни конструкції або місця розташування випуску, величину ГДС коригують у бік зменшення.

У зв'язку з тим, що за допомогою методу біотестування визначають загальну токсичність зворотної води, яка обумовлена наявністю в ній суміші речовин і важко встановити яка саме речовина викликає токсичність, коригування величини ГДС здійснюють за рахунок зменшення існуючої витрати зворотних вод q до величини q^{\max} , що забезпечує виконання умови

$$n > n_r \quad (4)$$

При цьому скоректовану величину ГДС для кожної речовини визначають за формулою (5)

$$ГДС' = q^{\max}/q * ГДС \quad (5)$$

Для випуску зворотних вод у водотік величина витрати зворотних вод істотно впливає тільки на основне розбавлення, яке розраховують за формулою (6)*

$$n_i = \frac{(q + \gamma Q)}{q} \quad (6)$$

* – для розрахунків використано формули, які наведено в [9]

де q – витрата зворотних вод, м³/с;

γ – коефіцієнт змішення, що показує, яка частина річкової витрати змішується зі зворотною водою в максимально забрудненому струмені даного створу;

Q – витрата води в річці м³/с.

При цьому максимальну витрату зворотних вод q^{\max} , що задовольняє умові (4), визначають з рішення рівняння

$$\frac{1 + p_m}{1 + p_m \exp(-a^3 \sqrt{p_m})} = \frac{n_r}{n} \quad (7)$$

$$\text{де } p_m = Q/q^{\max}; \quad a = \varphi \xi_3 \sqrt{\frac{Dl}{Q}};$$

Q – розрахункова витрата водотоку, м³/с;
 φ – коефіцієнт звивистості (відношення відстані від випуску до контрольного створу по фарватеру до відстані по прямій);

ξ – коефіцієнт, залежний від місця випуску зворотних вод (при випуску біля берега $\xi = 1$, при випуску в стержень річки $\xi = 1,5$);
 l – відстань від випуску до контрольного створу по фарватеру, м;

D – коефіцієнт турбулентної дифузії, який обчислюється за формулами (8), (9)

$$D = \frac{g v H}{37 n_{ш} C^2} \quad (8)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с²;

v – середня швидкість течії річкового потоку, м/с;

H – середня глибина потоку, м;

$n_{ш}$ – коефіцієнт шорсткості ложа річки;

C – коефіцієнт Шезі, м^{1/2}/с.

Для визначення умов розбавлення в зимовий період, коли водний об'єкт покритий льодом, коефіцієнт турбулентної дифузії обчислюється за формулою (9)

$$D = \frac{g v R_{np}}{37 n_{np} C_{np}^2} \quad (9)$$

де R_{np} , n_{np} , C_{np} – приведені значення гідравлічного радіуса, коефіцієнта шорсткості і коефіцієнта Шезі.

Для випуску зворотних вод у водойму величина витрати зворотних вод впливає тільки на початкове розбавлення, що визначається за формулами (10), (11)

при випуску зворотних вод в мілководдя (біля берега) або у верхню третину глибини

$$n_n = \frac{(q + 0,00215 \omega H_{cp}^2)}{(q + 0,000215 \omega H_{cp}^2)} \quad (10)$$

де ω – швидкість вітру над водою, м/с;

при випуску зворотних вод в нижню третину глибини

$$n_n = \frac{(q + 0,00158 \omega H_{cp}^2)}{(q + 0,000079 \omega H_{cp}^2)} \quad (11)$$

При цьому максимальну витрату зворотних вод q^{\max} , що задовольняє умові (4), визначають таким чином:

при випуску в мілководдя або у верхню третину глибини

$$q^{\max} = 0,00215 v H_{cp}^2 \frac{n_0 - 0,1 n_{\tau}}{n_{\tau} - n_0} \quad (12)$$

при випуску в нижню третину глибини

$$q^{\max} = 0,00158 v H_{cp}^2 \frac{n_0 - 0,05 n_{\tau}}{n_{\tau} - n_0} \quad (13)$$

де v – швидкість вітру над водою в місці випуску зворотних вод, м/с;

H_{cp} – середня глибина водного об'єкту поблизу випуску, м;

n_0 – кратність основного розбавлення, що визначається за формулами (14), (15)

при випуску зворотних вод в мілководдя або верхню третину глибини

$$n_0 = 1 + 0,412 \left(\frac{l}{\Delta x} \right)^{\frac{0,627 + 0,0002}{\Delta x}} \quad (14)$$

де $\Delta x = 6,53 H_{cp}^{1,17}$;

при випуску зворотних вод в нижню третину глибини

$$n_0 = 1,85 + 2,32 \left(\frac{l}{\Delta x} \right)^{\frac{0,41 + 0,0064}{\Delta x}} \quad (15)$$

де $\Delta x = 4,41 H_{cp}^{1,17}$;

У випадках, коли можливо встановити, яка саме речовина викликала токсичну дію, коригування величини ГДС по цій речовині з обов'язковим подальшим біотестуванням здійснюється за рахунок зменшення концентрації відповідної речовини в зворотних водах. Мінімальне значення параметра k , що показує в скільки разів необхідно зменшити концентрацію речовини в зворотних водах, визначають за формулою (16).

$$k^{\min} = \frac{k^{\max}}{1 + \frac{n}{n_{\tau}} (k^{\max} - 1)} \quad (16)$$

де $k^{\max} = \frac{C_{ГДС}}{C_{\phi}}$; $C_{ГДС}$ – концентрація

речовини в зворотних водах при існуючому ГДС, г/м³. При цьому скоректовану величину ГДС визначають згідно з формулою (17)

$$ГДС' = \frac{ГДС}{k^{\min}} \quad (17)$$

Якщо визначене з умови (15) значення k^{\min} технічно не може бути реалізовано, вибирають його досяжне значення і здійснюють подальше коригування ГДС за рахунок зменшення існуючої витрати зворотних вод,

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Встановлення гранично допустимого рівня токсичності зворотних вод на прикладі камене-дробильного заводу (КДЗ) «Віта» (сmt. Клесів, Сарненський район, Рівенська область). З метою встановлення ГДРТ зворотних вод КДЗ «Віта», які скидаються у р. Льва з об'ємом витрат 41,2 тис. м³/рік, у різні пори року (лютий та березень 2012р.) було відібрано 6 проб зворотних вод із зумпфа кар'єру родовища «Купчина» на скиді у р. Льва.

Результати біотестування зворотних вод показали, що у лютому всі 3 проби води чинили гостру летальну токсичну дію на церіодафній, значення кратності середнього летального розбавлення (LP_{50}) складало 2,09; 2,19; 2,09 відповідно. Кратність розбавлення (N) для кожної із проб води, за якої забезпе-

чується виживаність церіодафній близько 100% (формула 2), дорівнювала значенню 4,18; 4,38; 4,18 відповідно. Проби води, які було відібрано у березні, за результатами біотестування не виявили токсичних властивостей.

$$n_{\tau}^k = \frac{C_{ГДС} - kC_{\phi} * n_{\tau}}{C_{ГДС} - C_{\phi}} \cdot \frac{n_{\tau}}{K}$$

чується виживаність церіодафній близько 100% (формула 2), дорівнювала значенню 4,18; 4,38; 4,18 відповідно. Проби води, які було відібрано у березні, за результатами біотестування не виявили токсичних властивостей.

За даними підприємства кратність розбавлення зворотних вод у контрольному створі р. Льва складає 41,6. Для розрахунку НКРП, відповідно до [2], значення кратності розбавлення зворотних вод водою водного об'єкту приймається рівним 10.

Розрахунок необхідної кратності розбавлення окремих проб зворотних вод (НКРП), що характеризує відношення витрати зворотних вод до коефіцієнта їх розбавлення водою р. Льва, надано у таблиці 2.

Таблиця 2

Розрахунок НКРП окремих проб зворотних вод

| Номер проби | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------|-------|------|------|------|------|------|
| N | 4,18 | 4,38 | 4,18 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| n | 10,00 | | | | | |
| НКРД | 0,42 | 0,44 | 0,42 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |

Таблиця 3

Показники токсичності

| Затвержені рівні та класи токсичності | Фактичний рівень токсичності (ФРТ) | Гранично допустимий рівень токсичності (ГДРТ) | Кратність розбавлення в контрольному створі |
|---------------------------------------|------------------------------------|---|---|
| Необхідна кратність розбавлення (НКР) | 0,26 | 0,26 | 41,6 |
| Клас | 1 | 1 | |

Остаточне значення необхідної кратності розбавлення (НКР) дорівнює середньому арифметичному ряду значень НКРП, тобто 0,26.

Відповідно до [2] фактичний рівень токсичності (ФРТ) зворотних вод дорівнює значенню НКР, тобто (0,26). У випадку, коли ФРТ зворотної води менше або дорівнює одиниці, згідно з класифікацією (табл. 1)

такі зворотні води є нетоксичними і відносяться до 1 класу токсичності. ГДРТ встановлюється відповідно значенню ФРТ.

Згідно з «Інструкцією...» [2], гранично допустимий рівень токсичності зворотних вод КДЗ «Віта» на скиді в р. Льва встанов-

люється рівним (0,26), зворотні води нетоксичні, 1 клас токсичності.

Значення ФРТ, ГДРТ та їх якісні показники заносяться у відповідну форму документу 2, додатку 2 Інструкції [2] (табл.3).

ВИСНОВКИ

Задовільний екологічний стан поверхневих вод і якість води, що відповідає вимогам для конкретних видів водокористування, забезпечуються шляхом встановлення та дотримання нормативів гранично допустимого скиду у водні об'єкти зворотних вод за показниками їх складу і властивостей.

Важливим показником властивостей зворотних вод є рівень токсичності, що визначається методом біотестування і характеризує їх небезпеку для водних організмів, нормальне функціонування яких забезпечує самочисну спроможність води водних об'єктів.

Нормативною вимогою до якості зворотних вод на скиді у водний об'єкт є відсутність гострої летальної токсичності для тест-об'єктів – представників біотичної складової водної екосистеми.

З метою обмеження надходження у водні об'єкти зворотних вод, до складу яких входять специфічні хімічні речовини токсичної дії, визначають фактичні та встановлюють гранично допустимі рівні токсичності зворотних вод при їх скиданні у водні об'єкти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2010 році.
2. Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти зі зворотними водами. Затверджено наказом Міністра охорони навколишнього природного середовища України від 15.12.94 № 116. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 22.12.94 за № 313/523.
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 11.09.96 № 1100 "Про порядок розроблення і затвердження нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин та перелік забруднюючих речовин, скидання яких нормується".
4. Методика визначення рівнів токсичності поверхневих і зворотних вод для контролю відповідності їх якості встановленим нормативним вимогам. Затв. наказом Мінекобезпеки України від 31.01.2000 № 27.
5. КНД 211.1.4.055-97. Методика визначення гострої летальної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg. Затв. наказом Мінприроди України від 21.05.97 № 68
6. ДСТУ 4173-2003. Якість води. Визначання гострої летальної токсичності на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 6341:1996, MOD).
7. КНД 211.1.4.046-95. Біотестування та визначення рівнів гострої летальної токсичності зворотних вод, які відводяться у водні об'єкти. Методика. Затв. наказом Мінекобезпеки України від 30.05.95 № 47.
8. КНД 211.1.4.056-97. Методика визначення хронічної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg. Затв. наказом Мінприроди України від 21.05.97 № 68.
9. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика. Под общей ред. В.Н. Самохина. Из. 2-е пер. и доп. – М.: Стройиздат. 1981. – 84с.

Надійшла до редколегії 20.03.2012