

УДК 504.455 (477-25) (045)

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ КАСКАДІВ ГОЛОСІЇВСЬКИХ СТАВКІВ

Г. М. Франчук, М. О. Краець

Національний авіаційний університет

E-mail: maria050690@ukr.net

Проведено екологічне оцінювання стану Голосіївських водойм. На основі літературних джерел охарактеризовано стан і різноманіття вищої водної рослинності водойм, іхтіофауни, фітопланктону і безхребетних. За отриманими експериментальними даними проведено оцінювання якості вод Горіховатського каскаду. Дідорівський і Китаївський оцінено на основі літературних даних. У результаті цих досліджень оцінено екологічний стан усіх трьох каскадів Голосіївських ставків.

Ключові слова: екологічний стан, вищі водяні рослини, фітопланктон, макрофауна, іхтіофауна, гідрохімічний аналіз, якість води, вищі водяні рослини, біоплато, Горіховатський, Дідорівський, Китаївський каскади ставків.

The ecological estimation of the state of the Goloseyevsky reservoirs is conducted. On the basis of literary sources the state and variety of higher water vegetation of reservoirs, fish fauna, water-plants, invertebrates. And on the basis of own experimental data the estimation of quality of waters of Orekhovatskogo of cascade is conducted. Didorovsky and Kitaevsky is appraised from literary data. As a result of these all researches the ecological state of all three cascades of the Goloseyevsky ponds is appraised.

Keywords: ecological condition, the highest water plants, phytoplankton, macrofauna, fish fauna, hydrochemical analysis, quality of the water, the highest water plants, bioplateau, Gorikhovatsky, Didorivsky, Kitayevsky cascades of ponds.

Вступ

Однією із неповторних окрас столиці України є Голосіївський ліс, на території якого знаходиться мережа струмків і ставків. Водойми Голосіївського лісу, які утворені внаслідок загачування річкових або струмкових долин, можна віднести до трьох основних груп.

Це, перш за все, Горіховатські ставки (на р. Горіховатка), Дідорівські ставки (на Дідорівському струмку) та Китаївські ставки (на Китаївському струмку). Зазначені водойми належать до типу дренажних або декоративно-рекреаційних.

Постановка проблеми

Незаперечним є той факт, що водні об'єкти, які знаходяться на території міста Києва, зазнають надмірного антропогенного впливу. Поверхнево-схиловий стік з території міської забудови, автошляхів, різноманітні смітники, а також рекреаційні зони з пересиченням відпочивальників сприяють потраплянню в озера значної кількості хімічних сполук.

Національний природний парк «Голосіївський» повністю знаходиться в межах міста Києва.

Голосіївські ставки зазнають посиленого евтрофування, у зв'язку із скидами забруднювальних речовин. Отже, на сьогодні існує нагальна необхідність оцінки їх екологічного стану.

Об'єкт дослідження — оцінка екологічного стану каскадів Голосіївських ставків.

Предмет дослідження — екологічний стан каскадів Голосіївських ставків.

Аналіз досліджень і публікацій

Голосіївські ставки характеризуються складним хімічним складом води, клас якого змінюється від гідрокarbonатно-кальцієвого до гідрокarbonатно-магнієвого.

У складі водної рослинності Голосіївських ставків виявлено сім співтовариств, занесених до Зеленої книги України, і одне співтовариство є регіонально-рідкісним (*Utricularieta vulgaris* — пузирчатка звичайна). У флорі два види охороняються згідно з Бернською конвенцією і занесені до Червоної книги України (*Trapa natans* L. — водяний горіх плаваючий, *Salvinia natans*, (L.) All — сальвінія плаваюча), деякі види знаходяться на межі поширення.

Найбільше поширення водні макрофіти мають у ставках з найменшими антропогенними навантаженнями, на ставках, які активно використовуються в рекреаційних цілях (човнова станція — Дідорівський ставок № 4, безпосереднє розташування біля житлового масиву — ставок біля масиву Мишоловка — Китаївський № 3), водна рослинність займає невеликі площі і розміщується по краях ставків, характеризується одноманітністю, бідним видовим складом, відсутністю рідкісних видів.

У водоймищах Голосіївського лісу переважають співтовариства рдестів, широко представлені *Potamogeton pectinatus* L. — рдест гребінчатий, *P. berchtoldii* Fieb. — рдест маленький, *P. trichoides* Cham. et Schlecht. — рдест волосоподібний, *P. crispus* L. — рдест курчавий,

P. perfoliatus L. — рдест простромленолистий, рідше трапляються ценози *Potamogeton natans* L. — рдест плаваючий (водяна капуста). Серед занурених видів найбільш поширені співтовариства *Ceratophyllum demersum* L. — роголисник занурений (темно-зелений), зрідка зустрічаються співтовариства *Ceratophyllum submersum* L. — роголичник напівзанурений (світло-зелений).

Відмічені і співтовариства *Elodea canadensis* Michx — елодея канадська. Характерними для всіх ставків є співтовариства, утворені прикріпленими видами, з плаваючим на поверхні води листям — це співтовариства водяного горіха плаваючого (*Trapa natans* L.).

Найбільші площі ці співтовариства займають у ставках Горіховатського каскаду. Серед вільноплаваючих видів трапляються співтовариства *Lemna trisulca* L. — ряска тричасткова, *L. minor* L. — ряска мала, і *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid — ряска багатокоренева [1].

Основу видового багатства фітопланктону водойм Голосіївського парку складають *Chlorophyta* — зелені водорості (44,4 % загальної кількості зареєстрованих видів), *Bacillariophyta* (19,1 %), *Cyanoprocaryota* (10,7 %) — синьо-зелені водорості і *Euglenophyta* (9,9 %) — евгленові водорості.

Максимальна кількість видів фітопланктону зареєстровано у ставках Дідорівського каскаду — 162 види, в Горіховатських ставках — 153 види, а в Китаївських — 101 вид.

Імовірно, що низька різноманітність планктонних водоростей Горіховатських і Китаївських ставків пов'язана з їх надмірним забрудненням, підтвердженням цьому слугує наявність у них криптонад. Водночас дінофітові водорості, як відомо, здебільшого мешкають у чистій воді. І саме Дідорівські ставки виявилися більш сприятливими для їх розвитку [2].

У складі сучасної іхтіофауни якісно і кількісно домінують непромислові види, фітофіли і зоопланктофаг. Найчисленнішою є верхівка звичайна. Для регуляції чисельності верхівки доцільно вселення у водойму судака звичайного, що буде сприяти поліпшенню умов природного відтворення промислових видів риб та збільшення їх іхтіомаси.

Практично повна відсутність у водоймі бентофагів свідчить про те, що ця харчова ніша повністю вільна.

Для часткового її використання можливо вселення у водойму плотви звичайної [3].

Щодо безхребетних цікавим є те, що чисельність зоофітосу гранично висока, тоді як чисельність зообентосу — нижча за середній рівень, що вказує на нерозвиненість донної фауни [4].

Екологічна якість води за вмістом розчинних у воді радіонуклідів належить до «дуже чистої» та «чистої».

Вміст радіонуклідів у донних відкладах залежить від типу ґрунту, що їх утворює. Мінімальний вміст спостерігається в пісках, а максимальний — у мулах. Вміст радіонуклідів у рибі значно нижчий допустимих рівнів [5].

Цілі

Мета роботи — незалежне оцінювання екологічного стану каскадів Голосіївських ставків за окремими показниками по кожному ставку.

У зв'язку з необхідністю вирішення проблеми значної евтрофікації Голосіївських ставків постають такі завдання:

- розкрити різні складові екологічного стану Голосіївських ставків (особливості прибережної і водної рослинності, стан іхтіофауни, фітопланктону і безхребетних, радіоекологічну ситуацію);
- взяти проби з кожного ставка в обраному каскаді;
- визначити окремі параметри якості води;
- на основі досліджень і літературних даних провести оцінювання екологічного стану Голосіївських ставків.

Оцінка екологічного стану Горіховатського каскаду за гідрохімічними показниками

Дослідження проводилися по каскаду Горіховатських ставків у вересні 2012 р. Вимірювалися такі показники, як концентрація нітритного, нітратного і амонійного азоту, фосфору фосфатів, БСК₅, ХСК, рН, хлоридів і сульфатів (табл. 1).

Таблиця 1

Гідрохімічні показники по каскаду Горіховатських ставків

	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
N/NH ₄ , мг/л	0,2	0,24	0,3	0,35
N/NO ₃ , мг/л	0,09	0,1	0,15	0,3
N/NO ₂ , мг/л	0,01	0,02	0,03	<0,01
P/PO ₄ , мг/л	0,3	0,2	0,35	0,4
рН	7,4	7,6	7,8	7,8
ХСК	22,0	24,0	30,0	35,0
БСК ₅	10,0	8,0	10,0	10,0
Cl ⁻ , мг/л	34,5	36,4	36,5	39,5
SO ₄ ²⁻ , мг/л	17,5	17,5	18,0	18,0

На основі порівняння даних якості води Горіховатських ставків та відповідних нормативів значення показників якості води [6] проводимо класифікацію води за відповідними категоріями. (табл. 2).

Таблиця 2

Класифікація води Горіховатських ставків за категоріями

	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
N/NH ₄ , мг/л	3	3	3	4
N/NO ₃ , мг/л	1	1	1	2
N/NO ₂ , мг/л	4	4	5	3
P/PO ₄ , мг/л	6	5	7	7
pH	1	2	2	2
XСК	3	3	4	5
БСК ₅	6	6	6	6
СГ, мг/л	3	3	3	3
SO ₄ ²⁻ , мг/л	1	1	1	1

Після порівняння з ГДК виявилось, що на момент збору проб ГДК було перевищено за концентрацією нітритного азоту в Горіховатському ставку № 3 (0,03, що перевищує рибогосподарське ГДК), а у ставку № 2 дорівнює ГДК р.г. (рис. 1).

Нітрити (NO₂⁻) є проміжним продуктом біохімічного окиснення аміаку або відновлення

нітратів. Їх наявність у водоймах свідчить про фекальне забруднення вод.

Концентрація БСК₅ коливається від 8 до 10 мгО₂/л, що значно перевищує ГДК. За екологічною класифікацією це IV клас 6 категорія (брудні) (рис. 2).

Хоч і не перевищуючи ГДК України, фосфати перевищують ГДК Білорусії і Росії (рис. 3). За екологічною класифікацією є основним забрудником таких водойм: Горіховатський ставок № 1 відноситься до IV класу 6 категорії (брудні), № 2 — III класу 5 категорії (помірно забруднені), а № 3 і № 4 — до V класу 7 категорії (дуже брудні).

Причина забруднення — застосування синтетичних мийних засобів. Потрапляючи у водойми, фосфати сприяють розмноженню синьо-зелених водоростей, які руйнують екосистему водойм і сприяють їхньому цвітінню і, як наслідок, погіршенню кисневого режиму ставків.

Отже, вода Горіховатських ставків потребує очищення, в першу чергу, від фосфатів. За критеріями забруднення компонентами сольового складу Горіховатський каскад відноситься до II класу 2 категорії: дуже добрі (за станом) і чисті (за ступенем чистоти).

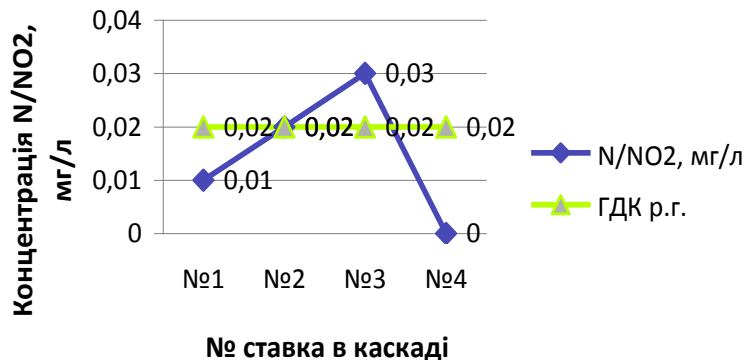


Рис. 1. Порівняння концентрацій нітритного азоту в Горіховатських ставках з ГДК рибогосподарським

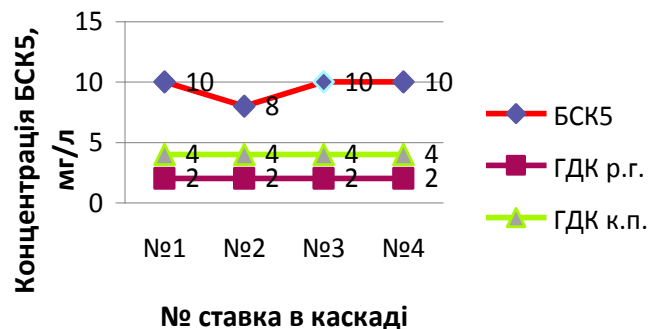


Рис. 2. Порівняння концентрацій БСК₅ у Горіховатських ставках з ГДК рибогосподарським і культурно-побутовим

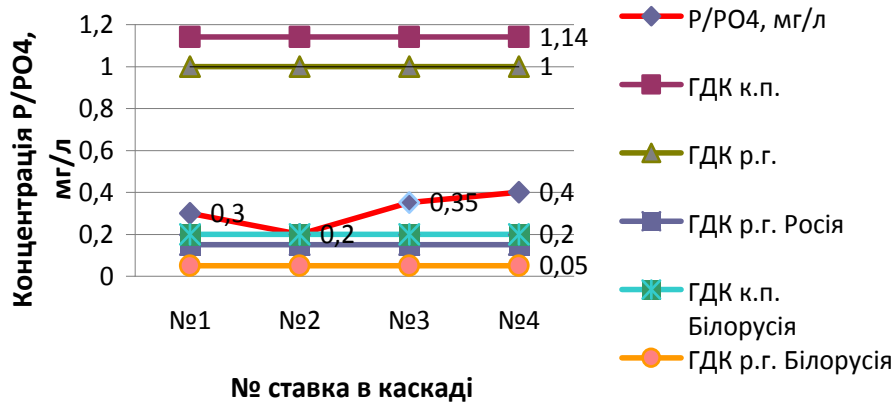


Рис. 3. Порівняння концентрацій фосфатів у Горіховатських ставках з ГДК рибогосподарським і культурно-побутовим

Далі оцінюємо якість води за середнім значенням блокового індексу (за трофо-сапробіологічними показниками). Розраховується як середнє значення трьох складових: сольової (Ia), токсикологічної (Ic), трофо-сапробіологічної (Iв).

Складові розраховуються за формулою:

$$I_b = (\sum F_{i_{\text{факт}}} / F_{i_{\text{опт}}}) / n,$$

де $F_{i_{\text{факт}}}$ — фактичні значення трофо-сапробіологічних характеристик (БСК₅, NH₄⁺ тощо); $F_{i_{\text{опт}}}$ — оптимальні значення трофо-сапробіологічних характеристик, беруться за I класом якості води.

Отже, вода Горіховатських ставків № 1 і № 2 належить до II класу 3 категорії: добра (за станом) та досить чиста (за ступенем чистоти), а Горіховатських ставків № 3 і № 4 — до III класу 4 категорії: задовільна (за станом) та слабкозабруднена (за ступенем чистоти).

Оцінка екологічного стану Голосіївських озер за гідрохімічними показниками протягом року

За показниками, отриманими на основі даних з літературних джерел, залежно від пори року (З — зима, В — весна, Л — літо, О — осінь) була визначена якість вод Голосіївських ставків згідно з методикою визначення якості вод [6].

Ставки Горіховатського каскаду відносяться: №1 до II класу 3 категорії: добрий (за станом) та досить чистий (за ступенем чистоти), а всі інші (№ 2, № 3, № 4) до III класу 4 категорії: задовільні (за станом) та слабкозабруднені (за ступенем чистоти), що практично збігається з експериментальними даними (табл. 3).

Ставки Китаївського каскаду № 1 і № 4 належать до II класу 3 категорії: добрі (за станом) та досить чисті (за ступенем чистоти), а № 2 і № 3 до II класу 2 категорії: дуже добрі (за станом) і чисті (за ступенем чистоти).

У цьому каскаді спостерігається підвищений уміст фосфатів у ставках № 1 і №4 протягом року, а в № 2 і № 3 — взимку (табл. 4).

Ставки Дідорівського каскаду належать до II класу 3 категорії: добрі (за станом) та досить чисті (за ступенем чистоти). Зимою у всіх ставках Дідорівського каскаду спостерігається підвищений уміст нітратів, що найімовірніше пов'язано з відсутністю біологічної активності вищих водних рослин і мінералізацією відмерлих решток гідробіонтів.

Водночас весною спостерігається підвищений уміст фосфатів (особливо Дідорівський ставок № 4) (табл. 5)

Таблиця 3

Класифікація води Горіховатських ставків за категоріями

	№ 1				№ 2				№ 3				№ 4			
	З	В	Л	О	З	В	Л	О	З	В	Л	О	З	В	Л	О
N/NH ₄ , мг/л	3	2	2	2	5	2	3	2	2	2	2	2	3	2	4	2
N/NO ₂ , мг/л	4	4	4	1	5	4	4	4	5	5	4	5	6	5	5	5
N/NO ₃ , мг/л	3	1	1	1	4	1	1	2	5	4	1	3	5	4	1	4
P/PO ₄ , мг/л	5	4	6	5	4	5	6	5	4	3	5	4	5	4	5	5

Таблиця 4

Класифікація води Китаївських ставків за категоріями

	№ 1				№ 2				№ 3				№ 4			
	З	В	Л	О	З	В	Л	О	З	В	Л	О	З	В	Л	О
N/NH ₄ , мг/л	2	1	1	2	2	1	1	1	3	2	1	1	3	1	1	1
N/NO ₂ , мг/л	3	2	3	4	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3
N/NO ₃ , мг/л	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
P/PO ₄ , мг/л	4	4	6	5	4	4	2	1	5	5	3	4	5	5	5	5

Таблиця 5

Класифікація води Дідорівських ставків за категоріями

	№ 1				№ 2				№ 3				№ 4			
	З	В	Л	О	З	В	Л	О	З	В	Л	О	З	В	Л	О
N/NH ₄ , мг/л	2	–	3	–	1	2	2	–	2	–	2	–	2	3	2	–
N/NO ₂ , мг/л	3	–	3	–	4	3	2	–	3	–	3	–	4	5	3	–
N/NO ₃ , мг/л	6	–	1	–	5	3	1	–	6	–	3	–	5	3	1	–
P/PO ₄ , мг/л	4	–	3	–	3	5	3	–	3	–	3	–	3	7	3	–

Отже, показники по Горіховатському каскаду є найгіршими серед усіх трьох каскадів Голосіївського лісу. Тут спостерігається забруднення взимку та підвищений вміст фосфору фосфатами протягом року.

Перспективи впровадження біоплато для покращення стану Голосіївських ставків

Пропонується для Голосіївських ставків створити (біля дамби) руслове і частково берегове біоплато.

Дослідженнями було оцінено здатність трьох видів вищих водних рослин (комиш, очерет та рогоз) видаляти із забруднених вод азот і знижувати БСК. При середній концентрації амонію у стоках 24,7 мг/л, після очищення з використанням вищих водних рослин (ВВР) його концентрація становила, мг/л: для комишу — 1,4, очерету — 5,3, рогозу — 17,7.

Ефективність зниження БСК також була вище в комишу й очерету. Експериментально встановлено, що ступінь очищення води від фосфору та азоту відповідно становить 98 і 92,9 %, при цьому БСК та ХСК зменшилось на 98,6 і 91 %.

Також встановлено, що ВВР (очерет звичайний, рогоз широколистий, рогоз вузьколистий, лепеха болотяна) як в експериментальних, так і в промислових умовах здатні ефективно пригнічувати інфекційність патогенних бактерій і окремих представників вірусів з родини *Picornaviridae* [7].

Детальніше спроектуємо біоплато для Горіховатських ставків, оскільки їх екологічний стан найгірший. Біля дамби знаходиться необхідна глибина (1–1,5 м) та є постійна течія. Площа біоплато — 10 % від площі ставка (від 0,07 до 0,22 га по різних ставках, усього 0,5 га = 5000 м²). Необхідне обслуговування — два рази на рік.

Розрахунок економії використання біоплато порівняно з використанням біопрепаратів

Витрати на будівництво біоплато —
80 грн/м² · 5000 м² = 400 000 грн.

Витрати на обслуговування —
1000 грн/рік · 1 споруда = 4000 грн/рік.

Отже, витрати за п'ять років —
400 000 грн + 18 000 грн = 418 000 грн.

Порівняємо з найдешевшим аналогічним варіантом — біопрепарат «Понд-Трит», який випускається в рідкій і гранульованій формах.

У рідкій формі — 18 000 грн/упаковка (3,8 л розрахована на площу до 4 га) і гранульована — 227 грн/упаковка (240 г).

Для початкового очищення використовуємо рідку форму. У разі необхідності повторити. Отже, на 5 га необхідно мінімум дві упаковки — 32 000 грн.

Норми внесення 0,12 г/м² — два рази на місяць. 0,12 г/м² · 50 000 м² · 2 = 12 000 г/місяць = 50 упаковок (по 240 г). Ціна 50 упаковок — 50 · 227 грн = 11 350 грн.

Отже, витрати на обслуговування —
11 350 грн + 1150 грн = 12 500 грн.

Тоді витрати за перший рік —
 $32\ 000 \text{ грн} + 12\ 500 \text{ грн} \cdot 10 = 157\ 000 \text{ грн}$.

За наступні роки —
 $12\ 500 \cdot 12 = 150\ 000 \text{ грн/рік}$.

Отже, за п'ять років —
 $157\ 000 + 150\ 000 \cdot 4 = 757\ 000 \text{ грн}$.

Різниця між витратами на біоплато і використанням біопрепаратів становить 339000 грн. Термін окупності біоплато — 2,5 роки.

Економічна ефективність очевидна: так витрати за п'ять років на біоплато становлять 418 000 грн, а при використанні біопрепаратів — 757 000 грн. Різниця — 339 000 грн.

Термін окупності біоплато — 2,5 роки.

Висновки

1. Практично повна відсутність у водоймах бентофагів (як представників іхтіофауни, так і нижчих за середню чисельність донних безхребетних) свідчить про те, що ця харчова ніша повністю вільна. Для хоча б часткового її використання можливо вселення у водойму плотви звичайної.

2. Підвищене ХСК і БСК₅ свідчить про порушення кисневого режиму водойм. Найяскравішим свідченням цього є випадки масової загибелі риби весною. До порушення кисневого режиму призводить цвітіння водойм (на фоні цвітіння швидко розмножуються аеробні бактерії, для життєдіяльності яких необхідний кисень). Це може зумовити зниження вмісту розчиненого кисню, створити гіпоксичні умови і загибель окремих видів гідробіонтів, для полегшення умов існування гідробіонтів взимку необхідним є прорубування ополонки.

3. За біоіндикацією фітопланктону Дідорівські ставки є чистішими, оскільки Дідорівські ставки виявилися більш сприятливими для їх розвитку динофітових водоростей, які здебільшого мешкають у чистій воді. Водночас низька різноманітність планктонних водоростей Горіховатських і Китаївських ставків пов'язана з їх надмірним забрудненням, підтвердженням цьому слугує наявність у них криптомонад. Отже, для Горіховатських і Китаївських ставків необхідним є більш ретельний контроль скидів.

4. В усіх ставках НПП «Голосіївський» періодично реєструються підвищені вмісти деяких забруднювальних речовин (фосфати і нітрити у Горіховатському каскаді, нітрати у Дідорівському, фосфатів у Китаївському каскаді). Для комплексного вирішення проблеми пропонується впровадження біоплато по усіх ставках. Але в першу чергу, це повинні бути ставки з найгіршим екологічним станом, а саме: весь каскад Горіховатських ставків, Дідорівський ставок № 4, Китаївські № 1 і № 4.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Іванова І. Ю.* Высшая водная растительность водоёмов г. Киева / *И. Ю. Иванова, Г. В. Харченко, П. Д. Клоченко* // Гидробиологический журнал. — 2007. — Т. 43, № 1. — С. 38—58.

2. *Клоченко П. Д.* Особенности видового состава фитопланктона водоёмов национального природного парка «Голосеевский» / *П. Д. Клоченко, П. М. Царенко, И. Ю. Иванова* // Гидробиологический журнал. — 2010. — Т. 46, № 1. — С. 36—46.

3. *Кундієв В. А.* Іхтіофауна водойм міської зони Києва / *В. А. Кундієв, Ю. М. Ситник* // Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології. Тези I Міжнародної іхтіологічної науково-практичної конференції. — 18–21 вересня 2008 р., м. Канів, 2008. — С. 98–100.

4. *Арсан О. М.* Еколого-фауністичний огляд безхребетних урбанізованих ландшафтів м. Києва / *О. М. Арсан, Ю. М. Ситник* // Екологічний стан київських водойм. — К. : Фітосоціоцентр, 2010. — С. 25–93.

5. *Кленус В. Г.* Радіоекологічна ситуація у водоймах м. Києва на початку ХХІ століття. Екологічний стан київських водойм / *В. Г. Кленус, О. С. Каглян, Ю. М. Ситник, В. В. Беляєв*. — К. : Фітосоціоцентр, 2010. — С. 174–202.

6. *Методика* встановлення екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / *В. Д. Романенко, В. М. Жукінський, О. П. Оксіюк* [та ін.]. — К. : Мінекоресурсів України, 2001. — 48 с.

7. *Диренко А. А.* Использование высших водных растений в практике очистки сточных вод и поверхностного стока / *А. А. Диренко, Е. М. Коцарь* // СОК (сантехніка, опалення, кондиціонування). — 2006. — № 4. — С. 12–15.

Стаття надійшла до редакції 20.12.12.