

УДК [591.524.12 : 602.64] (574.63)

**Пашкова О.В.**

*Інститут гідробіології НАН України, м. Київ*

## **ЗООПЛАНКТОН У СИСТЕМІ БІОІНДИКАЦІЇ ОРГАНІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ (ОГЛЯД)**

*Ключові слова:* зоопланктон, біоіндикація, органічне забруднення, індекс сапробності, метрика

**Вступ.** Мета біологічної індикації як методу моніторингу та одного з напрямків контролю за якістю природних вод – отримати адекватну інформацію про характер і ступінь антропогенного забруднення водних екосистем на основі структурних і функціональних характеристик популяцій і угруповань водних організмів. Перевага біологічних методів контролю полягає в тому, що за їх допомогою можна отримати результуючу оцінку екологічного стану водойми в умовах інтегрованого впливу всієї сукупності зовнішніх факторів без численних лабораторних аналізів води та ґрунту [7, 9, 32].

**Отримані результати.** Добре відома останнім часом Водна Рамкова Директива 2000/60/ЕС також наголошує на необхідності комплексної стандартизованої оцінки стану поверхневих водних об'єктів, тобто такої, яка базується на результатах дослідження не тільки гідроморфологічних і фізико-хімічних, але і біологічних елементів якості, інакше кажучи, як абіотичних, так і біотичних факторів середовища [27].

Першим кроком в цьому напрямку був біологічний аналіз якості води за допомогою методу видів-індикаторів, які вважаються приуроченими до певних концентрацій забруднюючих речовин. Найкраще розробленою є система оцінки ступеня сапробності, тобто забруднення води органічними речовинами, для чого розраховуються відповідні індекси. Найуживанішими з них є індекси сапробності Зелінки–Марвана, Кольквітца–Марсона та Пантле–Бук. В свій час вони застосовувались дуже широко, хоча вже з самого початку було відомо, що вони дають тільки «грубу оцінку» і можуть слугувати лише допоміжним засобом [15]. Це зрозуміло, оскільки видовий склад угруповань формується в умовах впливу величезної кількості факторів, а не залежить лише від вмісту органіки.

Особливо неточними та непоказовими завжди вважались індекси сапробності за зоопланктоном [16, 34]. Основною причиною цього є те, що, згідно з загальноприйнятими списками видів-індикаторів, більшість зоопланктонів вважається приуроченою до бета-мезосапробної зони і нібито

лише деякі з них надають перевагу водам більш низької або високої сапробності. Насправді ж більшість з них є еврибіонтами з широкою екологічною валентністю. Тому досить часто результати аналізу якості води за індексами сапробності зоопланктону є дещо завищеними, порівняно з отриманими іншими методами.

Щоб зовсім не відмовлятися від цього методу, було зроблено декілька більш-менш вдалих спроб вдосконалити його. Наприклад, для індексу Пантле–Бук запропоновано самостійно визначати індикаторну значимість (індивідуальну сапробність) видів-індикаторів (що є досить трудомістким) конкретно для певного фізико-географічного регіону або кліматичної зони та певного типу водойм, оскільки західноєвропейські списки підходять не для всіх місцевостей [3]. Крім того, замість суб'єктивного показника відносної частоти зустрічання в цьому індексі можна застосовувати цілком об'єктивну величину фактичної чисельності виду [7]. Нарешті, існує спрощений варіант цього індексу, коли беруться індивідуальні сапробності тільки перших двох (або навіть одного) видів-домінантів, оскільки тільки наймасовіші види реально діагностують якість води, в той час як врахування малочисельних і одинично представлених видів тільки «змазує» загальну картину [6]. Також останнім часом створений український варіант списку індикаторних видів гідробіонтів [20]. Все це дало можливість включити індекс сапробності за зоопланктоном у відому «Методику» [28].

В зв'язку з недосконалістю методу видів-індикаторів майже паралельно з ним з'явився ще один, який виходить з поняття угруповання-індикатора та ґрунтується на результатах всебічного дослідження складу та структури рослинних і тваринних угруповань. Цей біологічний метод індикації виявився набагато успішнішим за попередній, що зробило його надзвичайно популярним і поширеним, особливо останнім часом. Основними напрямками роботи в цій сфері весь цей час був пошук нових кращих підходів і найбільш інформативних і репрезентативних гідробіологічних критеріїв (показників).

Метою роботи було на основі опрацювання низки вітчизняних і зарубіжних літературних джерел, присвячених дослідженню водойм різного типу (зокрема, малих і великих озер, річок і водосховищ України, Росії, Білорусії та країн Балтії), а також власного досвіду висвітлити сучасний стан знань про місце зоопланктону в системі біоіндикації органічного забруднення природних вод.

Як відомо, в якості біоіндикатора може бути використане біотичне угруповання, яке має такі характерні риси, як:

- високе таксономічне та екологічне різноманіття,
- легкість у визначенні таксономічної приналежності,
- наявність достатніх відомостей про екологію,
- велика численність,
- широке розповсюдження,
- функціональна важливість,
- тісний зв'язок з факторами середовища.

У процесі біоіндикації водні об'єкти або їхні ділянки оцінюються та класифікуються на основі порівняння між собою їхніх метрик. Метрика – це характеристика біоти (її компоненту – конкретного угруповання), яка змінюється певним передбачуваним чином зі збільшенням антропогенного навантаження на водойму. В якості метрик можуть застосовуватись будь-які абсолютні та відносні показники, які задовольняють дві основні вимоги – мати низьку варіабельність в межах норми та високу екологічну точність реакції на зміну факторів середовища (чутливість до порушень). Зокрема, величина коефіцієнту варіації для метрик на конкретній станції протягом певного періоду повинна бути мінімальною, в той час як для кількох порівнюваних станцій з різним рівнем забруднення (в один і той же момент) – максимальною. Дуже важливим при цьому є визначення порогового (критичного) значення метрики, після досягнення якого можна говорити про погіршення екологічних умов [29].

При проведенні біоіндикації недостатньо отримати репрезентативні матеріали, слід також правильно їх інтерпретувати. Для цього треба вміти відрізнити природні явища та перебудови в популяціях, ценозах і біоценозах від трансформацій, які відбуваються в них в результаті антропогенної дії. Розмежування природної та антропогенної складових (норми та патології) в динаміці різних компонентів біоти неможливе без знання діапазону їхньої власної мінливості, який визначається, по-перше, варіюванням безлічі абіотичних і біотичних факторів зовнішнього середовища (зокрема, кліматичних умов), що впливають на них, а по-друге – складними внутрішньоценотичними процесами [12, 21, 32].

Протягом певного часу рядом дослідників використання зоопланктону, що є «рухливим у рухливому», в якості індикаторного угруповання для діагностики забруднень вважалось безперспективним, на відміну від пов'язаних з субстратом «сидячих» зообентосу та зооперифітону [2]. Завдяки цій негативній думці у Водній Рамочній Директиві зоопланктон взагалі не задіяний.

Інші ж вважають, що таке відношення до зоопланктону є вкрай несправедливим. Так, якщо в неглибоких швидкоплинних водотоках (гірських річках), в яких зоопланктон дуже бідний, а водна маса внаслідок перемішування є майже однорідною від поверхні до дна, його значення як біоіндикатора невелике (на відміну від бентосу та перифітону), то у великих, глибоких з повільною течією або стоячих водоймах (рівнинних річках, водосховищах і озерах) без нього просто не обійтись. Це пояснюється тим, що в таких водоймах водна товща стратифікована і скласти уявлення про якість її поверхневих і серединних шарів можна тільки за багатим зоопланктоном, що населяє ці місцеперебування, тому що за бентосом можна судити тільки про придонні шари, де часто складається несприятливий газовий режим і накопичуються забруднюючі речовини [7, 15].

Тому для ефективного використання зоопланктону в біоіндикації потрібно добре знати всі особливості та тонкощі цього підходу. Так, непогані результати дає застосування параметрів цього угруповання в просторовому

аспекті, тобто при одночасних спостереженнях на різних водоймах або їхніх частинах. Разом з тим, якщо в стоячих водоймах зоопланктон достатньо чутливий до дії різноманітних забруднювачів, то в проточних його реакція набагато слабкіша [21, 35]. Наприклад, в мезотрофних, мезо-евтрофних і евтрофних Шацьких озерах результати визначення якості вод за допомогою структурних характеристик зоопланктону повністю співпали з оцінкою, яка була здійснена за рядом інших гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних показників. В той же час на станціях Канівського водосховища в районі Бортницької станції аерації (де очищуються промислово-комунальні стоки м. Києва), що розрізняються за ступенем антропогенного забруднення, зоопланктон засвідчив про майже однакову якість води вище, проти та нижче скидів. За іншими ж показниками вода в місці скидів, порівняно з місцем вище них, погіршилась на кілька розрядів [21].

Набагато складнішим є використання індикаторних можливостей зоопланктону в часовому аспекті, тобто при порівнянні сучасного стану водойми з її станом у минулому. Це пояснюється тим, що характеристикам цього угруповання властиві суттєві коливання не тільки з року в рік, але часто і на протязі одного сезону, причому у водоймах будь-якого типу [2, 23].

У відповідь на підвищення рівня трофності та сапробності водойми, тобто на збільшення концентрації органічних речовин і біогенних елементів, в структурній організації зоопланктону настає цілий ряд якісних і кількісних змін. Оскільки органічна речовина в своїх різних формах є одним з найголовніших ресурсів водних екосистем – об'єктом харчування – для всіх гетеротрофних організмів і багатьох автотрофних і міксотрофних, які в свою чергу є поживою для перших [9], то з підвищенням вмісту органічних речовин збільшується загальна кількість видів зоопланктону, його кількісний розвиток, а також розміри статевозрілих особин (табл.).

Перший з цих показників деякими дослідниками не вважається достатньо інформативним, що обумовлене тим, що дуже часто загальні списки видів є неповними через недостатню вивченість зоопланктону тої чи іншої водойми та через те, що до цих списків включають таксони різного рангу (від родів до типів), якщо їхніх представників важко визначити до виду [1].

На думку більшості вітчизняних і зарубіжних вчених, найбільш адекватними та репрезентативними гідробіологічними індикаторними критеріями є загальні чисельність і біомаса зоопланктону, які з підвищенням рівня трофо-сапробності водного об'єкту збільшуються в певній пропорції. Наприклад, на основі багатого фактичного матеріалу встановлені конкретні межі коливань кількості зоопланктону в різнотипних прісних водоймах України, які складають в чистих водах  $<5-50$  тис. екз/м<sup>3</sup> і  $<0,3-1,0$  г/м<sup>3</sup>, в забруднених –  $51-1000$  і  $1,1-20,0$ , в брудних –  $1001->2500$  тис. екз/м<sup>3</sup> і  $20,1->30,0$  г/м<sup>3</sup> (19). В озерах Росії зареєстровані такі величини літніх середніх біомас: в оліготрофних –  $<0,5-1,0$ , в мезотрофних –  $1,0-4,0$ , в евтрофних  $4,0-16,0$ , в гіперевтрофних –  $>16,0$  г/м<sup>3</sup> [2].

Таблиця. Метрики зоопланктону в біоіндикації евтрофікації та літературні посилання

№	Метрики	Реакція на евтрофікацію	Посилання
1	Загальна кількість видів	Спочатку збільшення, потім зменшення	[9, 21, 22, 33]
2	Кількість видів-індикаторів евтрофних вод (зокрема, серед домінантів)	Збільшення	[8, 14, 17, 18, 21, 24, 30, 40]
3	1-й коефіцієнт трофії <i>E/O</i>	Збільшення	[1, 2, 5, 13, 17, 41]
4	2-й коефіцієнт трофії <i>E</i>	Збільшення	
5	Кількість домінуючих видів	Зменшення	[1, 2, 4, 5, 8, 13, 26, 35]
6	Частки перших домінантів в біомасі	Збільшення	
7	Кількість видів роду <i>Brachionus</i> / <i>Trichocerca</i>	Збільшення	[2]
8	Кількісний розвиток	Збільшення	[1, 2, 4, 5, 9, 10, 11, 14, 17, 19, 21, 22, 24, 26, 30, 31, 33, 35, 37, 40, 45]
9	<i>Rotatoria</i> / загальна кількість	Збільшення	[1, 2, 5, 8, 10, 11, 13, 21, 22, 24, 31, 36, 37, 38, 40, 43]
10	<i>Cladocera</i> / загальна кількість	Збільшення	
11	<i>Copepoda</i> / загальна кількість	Зменшення	
12	<i>Crustacea</i> / <i>Rotatoria</i>	Зменшення	[1, 2, 4, 5, 8, 11, 13, 21, 24, 36, 39, 40, 43, 44]
13	<i>Cladocera</i> / <i>Copepoda</i>	Збільшення	
14	<i>Calanoida</i> / <i>Cyclopoida</i>	Зменшення	
15	Хижі / мирні	Зменшення	[1, 2, 14, 24]
16	Середня індивідуальна маса	Зменшення	[1, 2, 8, 11, 13, 14, 18, 39, 42]
17	Розміри статевозрілих особин	Збільшення	
18	Літня / зимова біомаса	Збільшення	[1, 2, 24]
19	Індекс Шенона	Спочатку збільшення, потім зменшення	[1, 2, 9, 18, 25, 33]

Критерієм рівня трофності водного об'єкту також може слугувати інформаційне різноманіття (індекс Шенона). Але якщо залежність кількісних показників від величини органічного забруднення є прямолінійною, то у випадку індексу Шенона вона криволінійна (унімодальна) з одним максимумом, що припадає на середні класи трофії, та двома мінімумами – на нижчих і вищих класах [25].

З підвищенням трофності відбувається спрощення структури зоопланктону, що проявляється в тому, що кількість домінуючих видів зменшується, а частки перших домінантів в загальній біомасі збільшуються, тобто угруповання з поліміксного, або мезоміксного стає олігоміксним (аж до домінування одного виду в екстремальних екологічних умовах – в гіперевтрофних, ацидних і полігумозних водоймах [1]).

З підвищенням вмісту органічних речовин у воді як в угрупованні в цілому, так і в домінуючому комплексі збільшується кількість видів – індикаторів евтрофних вод, а разом з цим збільшуються і 1-й і 2-й коефіцієнти трофії відповідно від 0,5 до 5,0 і від 0,2 до 4,0 [1]. Перший з них – *E/O*, де *E* –

кількість евтрофних і *O* –оліготрофних видів. Другий – *E* розраховується за формулою  $Rot. \times (x + 1) / (Cl. + Cop.) \times (y + 1)$ , де *Rot.*, *Cl.* і *Cop.* – кількість видів ротаторій, кладоцер і копепод, *x* – кількість мезо-евтрофних, *y* – оліго-мезотрофних видів.

Також збільшується відношення кількості видів роду *Brachionus*, які є індикаторами бета-, бета-альфа- та альфа-мезосапробної зон, до олігосапробних і оліго-бета-мезосапробних видів роду *Trichocerca* [20].

З підвищенням трофо-сапробності водного об'єкту в зоопланктоні змінюються процентні співвідношення таксономічних і трофічних груп. В загальній величині чисельності та біомаси збільшуються частки коловерток і гіллястовусих, для яких покращуються умови харчування, оскільки переважна більшість з них за способом живлення є фільтраторами, збирачами та вертикаторами. В той же час відсоток веслоногих, що є активними захоплювачами, зменшується. Також зменшуються відношення кількості крустацей до ротаторій (з 27-ми до 8-ми) і каляноїд до циклопід, а відношення кладоцер до копепод – збільшується. Слідом за цими змінами зменшується співвідношення представників третього та другого трофічних рівнів – хижих і мирних консументів – від 38/1 до 20/1 [1].

В зв'язку зі збільшенням відносної кількості дрібнорозмірних коловерток і молоді ракоподібних у забруднених органікою водоймах зменшується середня індивідуальна маса зоопланктонів, яку отримують діленням загальної біомаси на загальну чисельність угруповання. Так, в озерах Росії та Білорусії зафіксоване зменшення відповідно від 0,018 до 0,006 [1] і від 0,025 до 0,005 мг/м<sup>3</sup> [11].

В залежності від трофічного рівня змінюється хід сезонної динаміки зоопланктону, яка обумовлюється строками та типами розмноження масових видів. В чистих водах, де домінують веслоногі ракоподібні зі статевим розмноженням і довгим життєвим циклом, кількісні показники протягом вегетаційного періоду мають два літніх «піки», в забруднених же водах, де переважають партеногенетичні короткоциклові коловертки та гіллястовусі, кількість «піків» може бути великою, але спільний результуючий літній «пік» – тільки один [1].

Важливим і інформативним показником процесу евтрофікації може слугувати також відношення літньої середньої біомаси зоопланктону до зимової, яке для оліготрофних водойм складає 4, для мезотрофних – 13, для евтрофних – 112, тобто діапазон внутрішньорічних змін біомаси при переході на наступний трофічний рівень збільшується на порядок [1].

**Висновки.** Таким чином, з врахуванням ряду особливостей зоопланктон може успішно використовуватись в якості індикаторного угруповання для оцінки органічного забруднення природних вод для вирішення багатьох теоретичних і прикладних проблем гідробіології – типізації водойм, діагностичного моніторингу та екологічного прогнозування [1].

### Список літератури

1. Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов: Автореф. дис. на соис. уч. степени д-ра биол. наук / И.Н. Андроникова. – Л., 1989. – 39 с.
2. Андроникова И.Н. Оценка информативности показателей зоопланктона как биоиндикатора в мониторинге озерных экосистем / И.Н. Андроникова // Сб. мат. Междунар. конф. «Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем». – СПб.: ЛЕМА, 2007. – С. 212–216.
3. Экологическая индикация качества вод малых рек / [Г.П. Андрушайтис, П.А. Цимдинь, Э.А. Пареле, Л.В. Дакш] // Тр. II Сов.-англ. семинара «Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям» (Уиндермир, Англия, 24–27 апр. 1979 г.). – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – С. 59–65.
4. Галковская Г.А. Межпопуляционные отношения и проблема устойчивости планктонных сообществ / Г.А. Галковская // Гидробиол. журн. – 1995. – Т. 31, № 4. – С. 3–10.
5. Деревенская О.Ю. Сообщества зоопланктона озер при их загрязнении и восстановлении / О.Ю. Деревенская, Н.М. Мингазова // Там же. – 1998. – Т. 34, № 4. – С. 50–55.
6. Дзюбан Н.А. Упрощенное определение степени сапробности воды по зоопланктону / Н.А. Дзюбан // Там же. – 1982. – 18, № 3. – С. 70–71.
7. Дзюбан Н.А. О гидробиологическом контроле качества воды по зоопланктону / Н.А. Дзюбан, С.П. Кузнецова // Тр. Всесоюз. конф. «Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям» (Москва, 1–3 нояб. 1978 г.). – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – С. 160–166.
8. Думнич Н.В. Изменение зоопланктона крупных озер Вологодской области за двадцатилетний период / Н.В. Думнич, Н.Л. Болотова // Материалы VII съезда Гидробиол. о-ва РАН (Казань, 14–20 окт. 1996 г.): в 2-х тт. – Казань: Полиграф, 1996. – Т. 2. – С. 18–20.
9. Егоров Ю.Е. Теория экологической ниши и проблемы биоиндикации водных экосистем / Ю.Е. Егоров // Там же. – Т. 1. – С. 56–59.
10. Крупа Е.Г. Зоопланктон как индикатор органического и токсического загрязнения (на примере водоемов Казахстана) / Е.Г. Крупа // Тез. докл. Междунар. конф. «Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем» (С.-Петербург, Россия, 23–27 окт. 2006 г.). – СПб., 2006. – С. 80.
11. Крючкова Н.М. Структура сообществ зоопланктона в водоемах разного типа / Н.М. Крючкова // Продукционно-гидробиологические исследования водных экосистем (Тр. ЗИН АН СССР, Т. 165). – Л.: Наука, 1987. – С. 184–198.
12. Лазарева В.И. Динамика структуры и обилия зоопланктона Рыбинского водохранилища как индикатор флуктуаций климата и антропогенного пресса в бассейне Верхней Волги / В.И. Лазарева // Сб. материалов Междунар. конф. «Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем». – СПб.: ЛЕМА, 2007. – С. 240–244.
13. Лобуничева Е.В. Изменение зоопланктона малых озер Лозско-Азатской группы как индикатор их евтрофирования / Е.В. Лобуничева // Междунар. конф. «Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем»: Тез. докл. (С.-Петербург, Россия, 23–27 окт. 2006 г.). – СПб., 2006. – С. 93.
14. Макарецва Е.С. Оценка общей стабильности зоопланктонного сообщества и его отдельных показателей при антропогенном евтрофировании водоемов / Е.С. Макарецва // Гидробиол. журн. – 1986. – Т. 22, № 5. – С. 33–37.
15. Макрушин А.В. Возможности и роль биологического анализа в оценке степени загрязнения водоемов / А.В. Макрушин // Там же. – 1974. – Т. 10, № 2. – С. 98–104.
16. Макрушин А.В. Сравнительная оценка методов Пантле и Бука в модификации Сладчека и Зелинки и Марвана для определения степени загрязнения по зоопланктону / А.В. Макрушин, Л.А. Кутикова // Методы биологического анализа пресных вод. – Л., 1976. – С. 90–94.
17. Мязметс А.Х. Изменения зоопланктона / А.Х. Мязметс // Антропогенное воздействие на малые озера. – Л.: Наука, 1980. – С. 54–64.
18. Науменко Е.Н. Многолетняя динамика структуры сообщества и индексов видового разнообразия зоопланктона Вислинского залива Балтийского моря / Е.Н. Науменко // Материалы VII съезда Гидробиол. о-ва РАН (Казань, 14–20 окт. 1996 г.). – Казань: Полиграф, 1996. – Т. 1. – С. 133–135.
19. Оценка состояния водных объектов Украины по гидробиологическим показателям. 1. Планктон / [О.П. Оксуюк, Г.А. Жданова, С.Л. Гусынская, Т.В. Головка] // Гидробиол. журн. – 1994. – Т. 30, № 3. – С. 26–31.
20. Олексив И.Т. Показатели качества природных вод с

екологічних позицій / И.Т. Олексив. – Львов : Свит, 1992. – 232 с. **21.** Пашкова О.В. Зоопланктон як біоіндикатор антропогенного забруднення у водоймах різного типу / О.В. Пашкова // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2009а. – Т. 17. – С. 162–167. **22.** Пашкова О.В. Особливості розвитку пелагічного зоопланктону в Шацьких озерах різного рівня трофії / О.В. Пашкова // Наук. вісник Волин. нац. ун-ту. Біол. науки. – 2009б. – № 2. – С. 109–113. **23.** Пашкова О.В. Зоопланктон пелагиали Каневского водохранилища и особенности его пространственно-временного распределения / О.В. Пашкова // Гидробиол. журн. – 2007. – Т. 43, № 1. – С. 3–23. **24.** Петрович П.Г. Зависимость количественного развития зоопланктона от степени трофности озер Нарочь, Мясстро и Баторин / П.Г. Петрович // Докл. XVII науч. конф. по изуч. внутр. водоемов Прибалтики «Лимнология Северо-Запада СССР»: – Таллин, 1973. – Ч. III [П–Я]. – С. 15–18. **25.** Протасов А.А. Использование показателей биоразнообразия для оценки состояния водных объектов и качества воды / А.А. Протасов, Т. Е. Павлюк // Гидробиол. журн. – 2004. – Т. 40, № 6. – С. 3–17. **26.** Rogozin A.G. Особенности структурной организации зоопланктонного сообщества в озерах разного трофического статуса. Видовые популяции / А.Г. Rogozin // Экология. – 2000. – № 6. – С. 438–443. **27.** Романенко В.Д. Актуальные проблемы и достижения украинской гидроэкологии в области экологической оценки состояния поверхностных водных объектов / В. Д. Романенко, В. Н. Жукинський // Гидробиол. журн. – 2003. – Т. 39, № 1. – С. 3–20. **28.** Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіук [та ін.] – К.: Символ-Т, 1998. – 28 с. **29.** Семенченко В.П. Принципы и системы биоиндикации текущих вод / В.П. Семенченко. – Минск : Орех, 2004. – 124 с. **30.** Столбунова В.Н. Итоги многолетних исследований пелагических зоопланктоценозов Иваньковского и Угличского водохранилищ / В.Н. Столбунова // Материалы VII съезда Гидробиол. о-ва РАН (Казань, 14–20 окт. 1996 г.). – Казань : Полиграф, 1996. – Т. 1. – С. 216–217. **31.** Особенности евтрофирования Онежского озера / Т. М. Тимакова, И. Г. Вислянская, Т. П. Куликова [и др.] // Там же. – Т. 2. – С. 92–94. **32.** Трифонова И.С. Роль биоиндикации в лимнологическом мониторинге / И.С. Трифонова // Тез. докл. Междунар. конф. «Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем» (С.-Петербург, Россия, 23–27 окт. 2006 г.). – СПб., 2006. – С. 153. **33.** Комплексные критерии оценки качества вод малых рек Латвийской ССР / П. А. Цимдинь, А. Г. Мелберга, М. Н. Матисоне [и др.] // Комплексные оценки качества поверхностных вод. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – С. 120–122. **34.** Чуйков Ю.С. Задачи и принципы биологического анализа степени загрязнения водоемов / Ю.С. Чуйков // Гидробиол. журн. – 1975. – Т. 11, № 5. – С. 111–118. **35.** Яковлев В.А. Динамика сообществ пресноводного зообентоса и зоопланктона Субарктики в условиях различных антропогенных нагрузок / В.А. Яковлев // Материалы VII съезда Гидробиол. о-ва РАН (Казань, 14–20 окт. 1996 г.). – Казань: Полиграф, 1996. – Т. 1. – С. 93–96. **36.** Allan J.D. Life history patterns in zooplankton / J.D. Allan // Am. Nature. – 1976. – N 110. – P. 165–176. **37.** Blancher E.C. Zooplankton–trophic state relationship in some north and central Florida lakes / E.C. Blancher // Hydrobiologia. – 1984. – Vol. 109, N 3. – P. 251–263. **38.** Brooks J.L. Eutrophication and changes in the composition of zooplankton / J.L. Brooks // Eutrophication: Causes, Consequences, Correctives. – Washington, D. C.: Nat. Acad. Sci., 1969. – P. 236–255. **39.** Gannon J.E. Effects of eutrophication and fish predation on recent changes zooplankton crustacean species composition in Lake Michigan / J.E. Gannon // Trans. Amer. Microsc. Soc. – 1972. – Vol. 91, N 1. – P. 82–84. **40.** Gannon J.E. Zooplankton (especially Crustaceans and Rotifers) as indicators of water quality / J.E. Gannon, R.S. Stemberger // Ibid. – 1978. – Vol. 97, N 1. – P. 16–35. **41.** Hakkari L. On the productivity and ecology of zooplankton and its role as food for fish in some lakes in Central Finland / L. Hakkari // Biol. Res. Rept. University Jyväskylä. – 1978. – N 4. – P. 3–87. **42.** Jumppanen K. Cultural eutrophication of lakes and fish production / K. Jumppanen // Acqua e aria. – 1975. – N 8. – P. 627–629. **43.** McNaught D.C. A hypothesis to explain the succession from calanoids to cladocerans during eutrophication / D.C. McNaught // Verh. Int. Ver. theoret. und angew. Limnol. – Stuttgart, 1975. – Bd. 19, T. 1. – S. 724–730. **44.** Patalas K. Crustacean plankton and the eutrophication of



St. Lawrence Great Lakes / K. Patalas // J. Fish. Res. Board of Canada. – 1972. – Vol. 29, N 10. – P. 1451–1462. **45.** Patalas K. Crustacean plankton and the eutrophication of lakes in the Okanagan Valley, British Columbia / K. Patalas, A. Salki // Ibid. – 1973. – Vol. 30, N 4. – P. 519–542.

**Зоопланктон в системі біоіндикації органічного забруднення водних екосистем (Огляд)**

**Пашкова О.В.**

*На основі аналізу вітчизняних і зарубіжних літературних джерел з дослідження водойм різного типу (зокрема, України, Росії, Білорусії та країн Балтії) висвітлено сучасний стан знань про місце зоопланктону в біоіндикації органічного забруднення природних вод.*

**Ключові слова:** зоопланктон, біоіндикація, органічне забруднення, індекс сапробності, метрика.

**Зоопланктон в системе биоиндикации органического загрязнения водных экосистем (Обзор)**

**Пашкова О.В.**

*На основе анализа отечественных и зарубежных литературных источников по исследованию водоемов разного типа (в частности, Украины, России, Белоруссии и стран Балтии) освещено современное состояние знаний о месте зоопланктона в биоиндикации органического загрязнения природных вод.*

**Ключевые слова:** зоопланктон, биоиндикация, органическое загрязнение, индекс сапробности, метрика.

**Zooplankton in the system of bioindication of water ecosystems organic pollution (Review)**

**Pashkova O.V.**

*On the base of analysis of home and foreign literary sources on the research of different types of water-bodies (in particular, of Ukraine, Russia, Byelorussia and countries of Baltia) the modern state of knowledges about the place of zooplankton in bioindication of natural waters organic pollution has been elucidated.*

**Keywords:** zooplankton, bioindication, organic pollution, saprobity index, metrics.

**Надійшла до редколегії 10.02.12**