

ЗАГАЛЬНА ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК 556.114:556.5(28)

В.П. ГАНДЗЮРА, д. б. н., проф., проф.,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
вул. Володимирська, 60, Київ, 01033, Україна,
e-mail: gandzyura@gmail.com
ORCID 0000-0001-9192-7423

С.О. АФАНАСЬЄВ, д. б. н., проф., чл.-кор. НАНУ, директор,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: safanasyev@ukr.net
ORCID 0000-0002-5247-3542

О.О. БЄДУНКОВА, д. б. н., доц., проф.,
Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, Рівне, 33028, Україна
e-mail: bedunkovaolga@gmail.com
ORCID 0000-0003-4356-4124

КОНЦЕПЦІЯ ЗДОРОВ'Я ГІДРОЕКОСИСТЕМ (ОГЛЯД)

Проведено ґрунтовний аналіз розуміння поняття «здоров'я гідроекосистем» з позицій сучасних підходів до оцінок стану природних водойм. Проаналізовано термін «здоров'я гідроекосистем» у світових програмах моніторингу та нормативно-правових документах з огляду офіційного окреслення поняття для управління водними ресурсами. Відстежено еволюцію ведення наукових досліджень у розрізі концепції здоров'я гідроекосистем та пошуку індикаторів для його діагностики. Всебічний теоретичний аналіз наявної в науковій літературі інформації дозволив авторам уперше сформулювати визначення «здоров'я гідроекосистем», яке включає всі його аспекти.

Ключові слова: здоров'я гідроекосистем, антропогенне навантаження, токсичність, забруднення, моніторинг, стійкість, збурюючий чинник.

Світові наукові підходи до управління водними екосистемами неспинно продовжують вдосконалення наявних та пошук нових ефективних програм моніторингу, стимулюють розвиток нових об'єктивних підходів до біологічної оцінки стану гідроекосистем [1]. Відомими прикладами є сучасні методи дистанційного зондування з синхронною оцінкою якості водного середовища за допомогою локальних датчиків, що дозволяє проводити масштабний аналіз динаміки різноманітних параметрів гідроекосистем [43, 58]. Незважаючи на вдосконалення технологій, загальний концептуальний підхід в оцінюванні якості (стану, стійкості,

Ц и т у в а н н я: Гандзюра В.П., Афанасьєв С.О., Бедункова О.О. Концепція здоров'я гідроекосистем (огляд). *Гідробіол. журн.* 2022. Т. 58, № 6. С. 3—20.

ISSN 0375-8990. Гідробіологічний журнал. 2022. 58(6)

3

пружності і т. ін.) гідроекосистем зводиться до розуміння структури, функціонування, ступеня порушень та здатності гідроекосистем протистояти зовнішнім впливам, що по суті, подібно з діагностикою стану здоров'я живих організмів.

Мета даної роботи — розглянути можливість та необхідність застосування концепції здоров'я гідроекосистем як у фундаментальному аспекті, так і при моніторингу вод.

Становлення терміну «здоров'я екосистем»

Для інтегральних оцінок наслідків забруднення навколишнього середовища в науковій літературі останніми роками активно використовується поняття «ecosystem health» — здоров'я екосистем. На відміну від звичних підходів, які зводяться до понять «екологічний стан», «екологічний статус», «екологічний потенціал» «токсобність екосистеми», «трансформація екосистеми» тощо [13], в рамках концепції здоров'я екосистем обґрунтовуються кількісно змінні інформативні критерії порушень у біологічних системах, а також інтегральні кількісні значення дози впливу, які відображають наслідки комплексного забруднення (хімічного, гідрофізичного теплового, біологічного тощо) і ті умови середовища, на фоні котрих діють забруднюючі елементи і сполуки [31, 34, 41, 50, 52].

Для діагностики та прогнозування значну увагу приділяють оцінці екологічних ризиків [6, 36].

При цьому більшість авторів використовує поняття «екологічний стан» [5, 35, 63], а не «здоров'я» гідроекосистем. Фундаментальні праці з оцінки екологічного стану за структурою біоти річок здійснено в Інституті гідробіології НАН У [2], проаналізовано проблеми і розвиток досліджень екологічного стану гідроекосистем України в аспекті імплементації директив ЄС в галузі довкілля [3, 4, 62].

Історія походження терміну «здоров'я екосистем» пов'язана із важливістю питання раціонального обмеження антропогенних впливів на екосистеми, що у світовій практиці бере початок від концепції критичних навантажень, затвердженої на робочій нараді ООН у 1998 р. [56]. Попри те, що величини «критичного навантаження» мають різні трактування в окремих дослідників, методологічний підхід до їх визначення зводиться до виявлення двох основних інтегральних складових у стані екосистеми: фактору антропогенного навантаження на навколишнє середовище та відгуку, що визначає функціональну стійкість, продуктивність та різноманіття біотичних елементів [28, 30, 33, 47], а також враховують рівень гомеостазу гідробіонтів, риб зокрема [8].

Поряд з даним підходом необхідно також розглянути багатосекторальний підхід. Сторони, що беруть участь у використанні результатів оцінки «якості вод»: вчені, державні службовці і споживачі та інші зацікавлені сторони розмовляють різними мовами, функціонують у відповідь на різні системи фінансування/винагороди і працюють на різних шкалах часу. Усвідомлення масштабів цих проблем призвело до розвитку комплексних підходів, здатних впоратися з цими різноманітними вимогами і при

цьому забезпечити реалістичні управлінські рішення. Таким інструментом, наприклад, є структура DPSIR (Drivers-Pressures-State-Impact-Responses), що дозволяє описати екологічні проблеми шляхом визначення взаємовідносин між антропогенною діяльністю та навколишнім середовищем. В цьому відношенні можна інтегрувати різноманітні типи індикаторів, відкриваючи можливість врахування не лише екологічних, а і соціально-економічних наслідків, що з'являються внаслідок змін у стані гідроекосистем [59].

В аспекті структури DPSIR концепція здоров'я екосистем може розглядатися як результуюча всіх її компонентів.

Наводимо найпоширеніші визначення та вислови різних авторів про те, що таке «здоров'я» екосистем:

— «екологічна система здорова ... якщо вона стабільна та стійка, тобто якщо вона активна та здатна підтримувати свою організацію, автономна впродовж часу та стійка до стресу» [48];

— «здорова екосистема — це така екосистема траєкторія, яка у напрямку до клімаксу відносно безперешкодна та чия структура гомеостатична до впливів. Це дозволяє їй повертатися назад, до більш ранніх сукцесійних стадій» [66];

— «здоров'я екосистеми означає її процвітаючий стан та життєздатність» [49];

— «здорова екосистема — екосистема, яка є життєздатною та пружною, підтримуючи екологічну структуру та функціонування протягом часу» [60];

— «здоров'я екосистеми це стенографія її добрих умов» [48];

— «здоров'я екосистеми» це інтегрована відповідь на питання про стан наземних чи водних середовищ під впливом різного роду екологічних факторів, за реакціями рослинних чи тваринних організмів, яка може бути екстрапольована на людину [25];

— «здоров'я екосистеми» це її властивість зберігати свою структуру, а також демонструвати здатність до відновлення системи після пертурбацій» [44];

— «здоров'я екосистеми» це функціональний резерв екосистеми в умовах зростання ентропії [39].

Варто відзначити, що, незважаючи на простоту та інформативність терміну, його сприйняття буває і скептичним: «... здоров'я екосистеми — це метафора, а не властивість, що спостерігається» [65].

Відомо, що при помірних техногенних впливах у екосистемах включаються компенсаційні механізми, а в їхніх популяціях з'являється деякий середній, генетично обумовлений рівень гомеостазу та інтенсивності відтворення. І лише в тому випадку, коли антропогенний тиск виводить екосистему за межі природної мінливості, відбувається порушення динамічної стабілізації популяційних зв'язків, змінюється генетичний склад та пригнічується найбільш генералізована властивість популяцій — процес відтворення. Так, Клименко М.О. [27] означає властивість до відновлення екосистем терміном «стійкість», а непорушність передачі

енергії по її ланцюгам терміном «стабільність». Мінливість екосистеми вчений розглядає як «біфуркаційні зміни», які на фоні впливу дестабілізуючого чинника намагаються повернути систему до її вихідного стану. Аналогічні принципи застосовуються і при оцінках антропогенних змін природних водних об'єктів.

Основні принципи та зміст терміну «здоров'я гідроекосистем»

Цілком очевидно, що для об'єктивних оцінок екологічного стану водойм, потрібні знання діапазонів природної мінливості як окремих груп організмів, так і біоценозів у цілому. В свою чергу, складність та багатомірність біотичних процесів, які мають місце у антропогенно трансформованих водоймах, не могли не вплинути на розвиток гідроекологічної термінології.

Згідно концепції критичних навантажень, найбільш інформативну базу для розуміння наслідків забруднень водойм з позицій «ecosystem health», та обґрунтування критеріїв їх оцінки надає відстеження цілісної картини змін на всіх рівнях організації біоти гідроекосистем (рис. 1).

Зазначені на рисунку блоки свідчать про необхідність виконання достатньо масштабних у теоретичному практичному плані досліджень. Саме тому, для адекватного відображення дози впливу на біосистеми сумарної, синергетичної або антагоністичної дії всіх факторів прямої та опосередкованої дії, необхідно оперувати стислим терміном передачі цієї різносторонньої інформації. В якості такого терміну, цілком логічним є використання поняття «ecosystem health» для означення інтегральної характеристики стану, стійкості та стабільності гідроекосистем.

Позиції концепції «здоров'я гідроекосистем» у світових та вітчизняних програмах моніторингу та управління водними ресурсами

Натепер існують два основні підходи, в рамках яких функціонують безліч методик які використовуються різними країнами при веденні моніторингу водних об'єктів. Це критеріальний підхід що орієнтований на деякі встановлені критерії (наприклад ГДК) недопущення перевищення яких є метою управління водними ресурсами, та екосистемний інтегрований підхід «Ecosystem approach in integrated water management» завдання якого підтримувати рівень антропогенного навантаження «не шкідливий» для екосистеми [56]. В рамках цього підходу, встановлюється що відсутність чи мінімальне антропогенне навантаження забезпечує природний, чи еталонний стан екосистеми, до якого треба прагнути шляхом управлінських рішень та заходів спрямованих як на мінімізацію, так і на компенсацію антропогенних тисків. Екосистема в такому стані не потребує заходів з оздоровлення, тобто більшістю дослідників, водних менеджерів та споживачів інтуїтивно сприймається як «здорова». Основним методом цього підходу є компаративна оцінка тобто порівняння набору актуальних значень біотичних та абіотичних дескрипторів з їх еталонними (референційними) значеннями. На цьому підході базуються, напри-

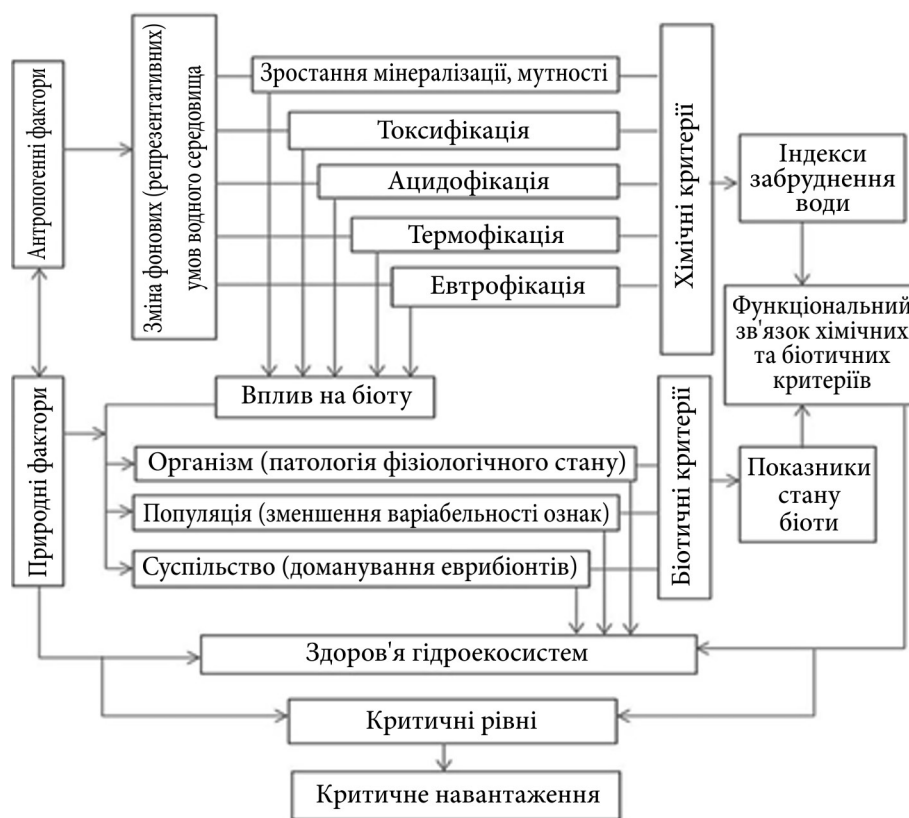


Рис. 1. Блок-схема змісту терміну «здоров'я гідроекосистем» [31]

лад американська система RBP (Rapid Bioassessment Protocols) британська RIVPACS (River Invertebrate Prediction and Classification System) розроблена в Україні RQBA (River quality & Biodiversity Assessment) та багато інших. Екологічні цілі, що висувуються до поверхневих вод цими програмами, спрямовані на досягнення «доброї» якості води чи «доброго» екологічного стану і саме на цей підхід спираються основні положення Водної Рамкової Директиви ЄС (ВРД).

Безпосередньо, ВРД забезпечує керівництво ведення оцінки, екологічного стану/потенціалу де основним інструментом виступає стан біоти а фізико-хімічні показники враховуються з огляду на важливість їх для біоти та хімічного стану, де основним інструментом виступає рівень вмісту у воді понад 45 пріоритетних забруднювачів, критичні концентрації яких а також їх список підлягають оновленню. При цьому, керівні принципи ВРД не висувують жорстких вимог до вибору біологічних індикаторів в межах окреслених блоків визначених для різних типів водних об'єктів: склад, розповсюдження та біомаса фітопланктону; склад і достатність фітобентосу, склад і достатність іншої водної флори, склад і достатність фауни донних безхребетних, склад, достатність і вікова структу-

ра рибної фауни. Оскільки угруповання водних організмів можуть значно відрізнятися як у різних регіонах, так і у різних типах гідроекосистем, ВРД не надає рекомендацій щодо вибору тих чи інших біотичних індексів які використовуються в практиці санітарно-гідробіологічних досліджень при оцінці якості вод чи екологічного стану, тим більше відсутні рекомендації щодо конкретних видів-індикаторів. Натомість, документ забезпечує настановами щодо аналітичних процедур, які повинні бути використані для моніторингу і оцінки екологічного стану вод з урахуванням регіональних особливостей гідроекосистем.

Деякі системи моніторингу та управління водними ресурсами передбачають більш широкі підходи, які включають оцінку хімічного забруднення донних відкладів, зміни витрат потоку води внаслідок зарегулювання стоку, наявності осушених та перезволожених (заболочених) ділянок, врахування змін у структурі землекористування на водозборі тощо. Біологічна складова при цьому виступає як основний носій інформації про будь-які загрози гідроекосистемам (фізичні, хімічні, біотичні). А поєднання фізико-хімічних та біологічних оцінок передбачає отримання впевненості у об'єктивності діагностики здоров'я гідроекосистем та з'ясування причин його порушення.

Такі системи моніторингу як Environmental Monitoring and Assessment Program (EMAP, 1992), Mid-Atlantic Highlands Assessment (MAHA, 1997), Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality (ANZECC and ARMCANZ, 2000), Environment Canada та ін. активно використовують саме термін «здоров'я гідроекосистем» при тривалій дії забруднень води токсичного характеру. Їх програми спостережень включають різні критерії оцінки здоров'я водойм, які структуруються за рівнями біологічної систематизації гідробіонтів: зміни на молекулярно-клітинному рівні; індивідуальні патології; перебудови у популяціях; реорганізація суспільств тощо. При цьому передбачається, що зазначені критерії відображують причинно-наслідкові зв'язки гідроекосистеми за сумісної дії природних та антропогенних факторів.

Наприклад, Керівництво ведення оцінки якості природних вод NRCC (National Research Council of Canada) окреслює три можливі цілі оцінки:

1) оцінка здоров'я гідроекосистеми, що передбачає ефективне (з огляду витрат) визначення масштабів проблеми, яку створюють наявні на водозборі землекористувачі, або дифузні джерела скидів стічних вод. Інструментом скринінгу проблем виступає швидка біологічна оцінка (RBA), наприклад дистанційне зондування, характеристики стану угруповань макрозообентосу тощо;

2) рання діагностика гострих та хронічних змін гідроекосистеми для прогнозування або попередження негативних екологічних ефектів, які створюють наявні точкові джерела забруднень поверхневих вод. Це можуть бути ситуації, коли терміновий хіміко-аналітичний аналіз виявляється достатньо затратним, або ж, коли сама ціль управління тісно пов'язана з превентивним принципом Національної Стратегії екологічно

стійкого розвитку. В таких випадках оцінюються рівні токсичності компонентів гідроекосистеми з використанням біологічних індикаторів різних систематичних груп, як у «гарячих» точках, так і в зонах розбавлення забруднень поверхневими водами;

3) біорізноманіття, яке вважається базовим питанням при оцінках екологічних змін водних об'єктів та відповідає положенням «Конвенції про біологічну різноманітність», прийняту в Ріо-де-Жанейро 5 червня 1992 р., а також прийнятого в рамках Конвенції «Картахенський протокол з біобезпеки». Як правило, такі дослідження входять до програм, що мають національний масштаб та призначені для оцінок всього градієнту екологічних змін. У регіональному масштабі оцінка біорізноманіття зводиться до виявлення організмів-індикаторів, за якими оцінюють ефекти забруднень.

В Україні напрямок впровадження міжнародних екологічних вимог був окреслений Постановою Кабінету Міністрів України від 19.06.1997 р. № 224 «Про заходи щодо поетапного впровадження в Україні вимог директив Європейського Союзу, санітарних, екологічних, ветеринарних, фітосанітарних норм та міжнародних і європейських стандартів». Того ж року набула чинності «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями», розроблена фахівцями ІГБ НАН України, УкрНДІЕП Мінекоресурсів України та УНДІВЕП, згідно «Водного кодексу України» щодо розробки нормативних документів у галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів та зазначеної постанови КМУ, за підтримки гранту, наданого урядом Канади через Міжнародний Центр Досліджень і Розвитку (IDRC). «Методика ...» була погоджена з Держкомгідрометом та Держводгоспом України і довгий час була робочим міжвідомчим нормативним документом, який визначав основні принципи оцінки стану поверхневих вод.

Завдання поступово гармонізувати державну систему моніторингу водних ресурсів відповідно до міжнародних зобов'язань було передбачено і «Концепцією Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства на період до 2020 року», де на період 2016—2020 рр. планувалося «розробити та впровадити нормативи щодо визначення якості води з урахуванням рекомендацій Європейського Союзу».

Останнім часом в Україні іде активна розробка нормативних документів, які мають регламентувати впровадження системи моніторингу водних об'єктів відповідно міжнародних принципів.

Так, 19 вересня 2018 р. вийшла Постанова Кабінету Міністрів України № 578 «Про порядок здійснення державного моніторингу вод», яка набула чинності з 01 січня 2019 р. І хоч в документі термін «здоров'я» зустрічається тільки стосовно окремих водних організмів, а не всієї гідроекосистеми, першим із трьох напрямків ведення державного моніторингу масивів поверхневих вод тут зазначено саме діагностичний моніторинг з пріоритетністю встановлення гідробіологічних параметрів. Зокрема, для річок передбачена оцінка кількісних та якісних характеристик фітопланктону (не менше ніж двічі на рік), мікрофітобентосу, судинних рослин

та донних макробезхребетних. Щоправда, відповідні підходи мають певні особливості для річок різних розмірних категорій, хоч функціональний розмір екосистем вже давно ігнорується в оцінках річкових гідроекосистем [38, 40, 42]. До діагностичного моніторингу озер Постанова вводить додаткові гідробіологічні показники — кількісний та якісний склад популяцій риб (не менше одного разу на рік).

Виконання Угоди про асоціацію з ЄС та надання 23 червня 2022 р. Україні статусу кандидата на вступ до ЄС, у сфері якості води та управління водними ресурсами, передбачає запровадження європейських стандартів та норм. Останні, як відомо, не розглядають природні водойми тільки під кутом їх придатності для забезпечення сучасного рівня суспільного виробництва [23], але явно тяжіють до «водогосподарських одиниць» управління, виокремлюючи так звані «водні тіла», які не є тожданими гідроекосистемі, зі своїми межами та екосистемними функціями.

З іншого боку, в Україні також не існує єдиного рішення, реалізація якого може надати вичерпну характеристику стану гідроекосистеми [4]. Найвні на державному рівні підходи спрямовані на визначення екологічного та хімічного статусів в першу чергу водогосподарських одиниць — «масивів поверхневих вод» — аналогів європейських «водних тіл». До того ж, недосконалість системи державного моніторингу, скорочення її програми та закритість результатів не дозволяють об'єктивно оцінити стан гідроекосистем.

Попри те, що термін «здоров'я гідроекосистем» не знаходить наразі використання в українських нормативно-правових водоохоронних документах, можна стверджувати, що певні концептуальні підходи цього принципу вже закладені [24].

Наукові обґрунтування терміну «здоров'я гідроекосистем»

Аналіз доступних нам літературних даних, що висвітлюють подібні наукові підходи, дозволяє виокремити елементи становлення терміну «здоров'я гідроекосистем», які, повною мірою передають його зміст:

1) виявлення несприятливих процесів у водному середовищі (як безпосередніх, так і опосередкованих) та обґрунтування хімічних критеріїв якості води (комплексна факторизація впливу з врахуванням сумарної, синергетичної або антагоністичної дії всіх компонентів);

2) діагностика стану екосистеми та обґрунтування найбільш інформативних біологічних критеріїв, які об'єктивно відображують стан екосистеми (числових значень, що розмежовують «норму і патологію» та визначають поріг незворотних змін);

3) визначення критичних рівнів багатфакторного забруднення вод на підставі доза-ефектних залежностей між якістю водного середовища (за хімічними критеріями) та станом організмів, популяцій та спільнот (за біологічними критеріями).

Ключовим питанням тут є обґрунтування критеріїв оцінки наслідків антропогенних впливів, засноване на пізнанні закономірностей антропо-

генної мінливості біологічних систем, стійкості та механізмів адаптації; визначення «норми і патології» організмів або якісно нових станів угруповань гідробіонтів.

Так, за визначенням науковців США [64] термін «здоров'я гідроекосистем» означає ступінь подібності репрезентативної водойми з еталонною водоймою того ж типу, особливо в аспектах біологічного різноманіття та екологічного функціонування.

Індійські науковці [37] визначають здоров'я гідроекосистем як синтез основних процесів екосистеми водного потоку, характеристика кожного з яких надає уяву про чутливість до дії стресових факторів.

Китайські дослідники розуміють здоров'я гідроекосистем як баланс між антропогенною діяльністю людини та повноцінним функціонуванням водного об'єкту [57]. Подібне означення надає і британський вчений [61], який визначає термін як здатність системи обробляти свої ресурси, вплив на неї багатства видів, а також стійкість системи до зовнішніх впливів.

Аналіз наукових праць вчених пострадянського простору дозволяє окреслити кілька визначень терміну. Так, Т.І. Моїсеєнко, детально проаналізувавши вплив, що чинить кожний окремий фактор на функціонування водойм різних типів, доходить висновку, що «здоров'я гідроекосистеми» — це її збалансоване функціонування за умов пролонгованого впливу слабких доз забруднення та незадовільної якості води [31]. Поняття «здоров'я гідроекосистем» розглядається також як узагальнюючий показник ступеня екологічної сприятливості водойм [13, с. 177], або ж як стійкість гідроекосистем завдяки їх адаптаційній здатності до стресових умов та забезпечення утилізації речовин, що надходять до водойм ззовні [32]. Звертає увагу також і поняття «стійкий розвиток гідроекосистем», в рамках якого розглядається здатність системи підтримувати природне біорізноманіття, структуру та функціонування водних угруповань на фоні збереження якості води [13, с. 69, 51].

Українські наукові праці, що використовують даний термін, поки що небагаточисленні. О.О. Бедункова пропонує використовувати як показник здоров'я гідроекосистеми флюктууючу асиметрію представників біоти [7], показники цитогенетичних порушень риб [8, 9], які окреслює як показники гомеостазу організмів і популяцій [10].

Вітчизняні автори, здебільшого, користуються звичними поняттями та критеріями оцінок стану гідроекосистем. Дехто вважає основним критерієм класи якості поверхневих вод, встановлені за набором гідрохімічних показників, що зводяться до кількісних параметрів оцінки. Інші обмежуються методами біоіндикації або біотестування, які дають якісну характеристику екологічного стану водойм за сумою ознак порушень в підсистемах. Достатньо велику кількість робіт присвячено вивченню видового різноманіття гідробіонтів різних таксономічних груп, де основними критеріями оцінки стану водойм є їх трофність або сапробність. І лише окремі автори акцентують увагу на необхідності інтегральних підходів, які б могли повною мірою надати уявлення про стійкість і ста-

більність гідроекосистем та виявити невідомі фактори середовища, які впливають на їхню біотичну складову [12, 22, 29, 30].

Існує думка, що при дослідженнях гідроекосистем вкрай важливо розрізнити їх нормальний та патологічний стани [11, 53], з якими тісно пов'язана проблема оцінки якості середовища існування гідробіонтів. У таких підходах детально з'ясовано вплив забруднення гідроекосистем на їхню біопродуктивність [14], запропонована оцінка стану гідроекосистем і якості середовища за змінами ентропії системи [15]. Окреслені проблеми оцінки стану гідроекосистем [16, 17] та запропоновані кількісні критерії оцінки стану гідроекосистем та якості середовища існування [18, 19], зокрема, речовинно-енергетичні та інформаційні показники [20]. Запропоновано кількісні підходи до оцінки негативних впливів на гідроекосистему та якість середовища [21], які уможливають кількісну оцінку негативних впливів будь-якої природи (хімічної, фізичної, біотичної тощо).

Отже, хоч термін «здоров'я гідроекосистем» є відносно новим у науці, його суть відображує базові інтегральні складові у функціонуванні екосистем: рівень антропогенного навантаження та відгук, що визначає гомеостаз, продуктивність та різноманіття біотичних елементів.

Сучасні аспекти діагностики здоров'я гідроекосистем

У цілому, підходи, які співставляють умови навколишнього середовища з впливом антропогенної діяльності, щоб одержати інформацію для збалансованого використання та управління водними ресурсами, в якості визначальних характеристик при оцінках стану гідроекосистем передбачають:

- тип гідроекосистеми;
- охоронний статус водного об'єкту;
- цілі проведення оцінки;
- характер стресора чи тиску;
- зосередження чи локалізація негативного чинника/стрессора /тиску.

Для звітності процедури оцінок, їх критерії підлягають індексації за шкалою, яка передбачає градацію екологічного стану водного об'єкту та рівні впливу існуючих ефектів. Саме індекси приймаються до уваги зацікавленими сторонами, що дозволяє приймати відповідні управлінські рішення з попередження негативних чинників чи усунення їх наслідків. Крім того, індекси можуть використовуватись для порівняння змін стану гідроекосистем у просторі та часі.

У більшості ранніх наукових робіт, виконаних у розрізі концепції здоров'я гідроекосистем, в якості діагностичних критеріїв пропонувались індекси, встановлені за різними параметрами біотичної складової водного середовища. Детальний аналіз таких підходів, які включають структурні, функціональні та системні аспекти здоров'я гідроекосистем, вже має місце у теоретичних працях науковців [26].

Сучасні ж підходи, що реалізовувалися впродовж останнього десятиліття, можна розділити на дві групи. Підходи першої групи спираються

на прикладні методи, а підходи другої групи на алгоритмізацію множинного набору даних щодо стану компонентів гідроекосистеми та факторів впливу на неї, з наступним представленням просторової варіації здоров'я гідроекосистеми.

Так, у розрізі першої групи для прикладу можна привести дослідження, які оцінюють здоров'я лентичних водних екосистем, засобом вивчення трофічної структури та потоку енергії у них [46, 51]. Автори дослідження стверджують, що аналіз трофічних мереж може надати ключовий інструмент для визначення енергетичного потоку в водоймі, який вони ототожнюють зі здоров'ям гідроекосистеми в цілому.

Ще один енергетичний підхід, у якості індикатору здоров'я гідроекосистем вивчає їх ексергію та еко-ексергію [37]. Основна увага тут приділяється типу стресу, якому піддається водойма. Автори дослідження, визначивши чимало описових індексів екосистеми, в тому числі індекси домінування, співвідношення первинної продукції до загальної біомаси, коефіцієнти дихання та співвідношення детритофагів і фітофагів та ін., прийшли висновку, що в штучній водоймі більш вагоме значення для здоров'я гідроекосистеми має сценарій розвитку іхтіофауни, порівняно зі сценаріями розвитку автотрофів.

Серед підходів другої групи, для прикладу варто навести дослідження, в яких уся множина індикаторів, у тому числі цілісності екосистеми (фізичне середовище існування, кількість та якість води, водної флори та фауни) та неекологічних показників (соціальні послуги) була зведена до гібридної структури прийняття рішень для визначення рівня здоров'я озера [69]. Автори дослідження вважають, що використаний ними алгоритм інтеграції нечіткої хмари Піфагора (PFC) та моделі TOPSIS виключає недоліки існуючих методів та забезпечує більш ефективний підхід для оцінок здоров'я гідроекосистем з нечіткістю та випадковістю.

Серед підходів обох груп, зустрічаються також дослідження, коли в якості індикаторів пропонуються зміни екосистемних послуг водного об'єкта. При цьому, змістове розуміння здоров'я гідроекосистем окреслюється поняттям екологічного статусу об'єкту, який також передбачає інтегральну характеристику фізичних та хімічних параметрів водного середовища поряд із відгуком біологічної складової екосистеми на антропогенний вплив [45].

Обговорення та висновки

Існує декілька цілісних і міждисциплінарних підходів до розуміння здоров'я. Наразі є три найбільш впливові концепції One Health, EcoHealth і Planetary Health. Ці підходи можуть здаватися синонімами, оскільки всі вони просувають головну ідею — що люди, тварини, біотичні угруповання і екосистеми живуть на одній планеті, мають одні й ті ж проблеми [55].

Проте по суті це три принципово різних бачення. One Health головним чином, об'єднує охорону здоров'я та ветеринарію [49].

Однак також може розглядати екосистемні проблеми через призму медицини [54].

В одному з ключових документів комісії з Planetary Health йдеться, що це досягнення найвищого досяжного рівня здоров'я, благополуччя і справедливості в усьому світі завдяки розумній увазі до людських систем — політичних, економічних і соціальних, які формують майбутнє людства і природних систем Землі, які визначають безпечні екологічні межі, в яких людство може процвітати (planetary health is the achievement of the highest attainable standard of health, well-being, and equity worldwide through judicious attention to the human systems — political, economic, and social — that shape the future of humanity and the Earth's natural systems that define the safe environmental limits within which humanity can flourish) [68]. З цього випливає, що Концепція Планетарного здоров'я в першу чергу зосереджена на здоров'ї людини.

Спочатку підхід був орієнтований на біорізноманіття з акцентом на те, що живі істоти, включаючи одноклітинні організми, мають однакову цінність і мають бути захищені. Потім він був трансформований Уолтнер-Тейвсом, який вказує на «стійке здоров'я і благополуччя людей і тварин за допомогою більш здорових екосистем» [67].

Провідним журналом з теоретичних питань в рамках даного підходу є журнал EcoHealth.

Становлення терміну «здоров'я гідроекосистеми» проходить саме в межах концепції EcoHealth та має помітну послідовність розвитку та вдосконалення розуміння його змісту. Варто відзначити, що переважною більшістю авторів це поняття нерозривно пов'язано також з розвитком концепції критичних навантажень та процедурами нормування потоку забруднюючих речовин у поверхневій воді, водночас осторонь уваги лишаються інші типи антропогенного навантаження та суто природні збурюючі чинники. Практично поза увагою дослідників лишаються також градації «здоров'я гідроекосистеми» — тобто принципи класифікації станів.

Таким чином, всі розглянуті в даній роботі аргументи дозволяють означити термін «здоров'я гідроекосистеми» наступною дефініцією: це інтегральна характеристика стану, характеру речовинно-енергетичних і інформаційних процесів, а також стійкості до збурюючих чинників певної гідроекосистеми обраного масштабу. Іншими словами тільки та екосистема може вважатися здоровою, яка має добрий стан, збалансовані та стабільно-циклічні речовинно-енергетичні і інформаційні процеси, а також спроможність зберігати основні структурно-функціональні характеристики при дії збурюючих чинників.

Як будь яка характеристика, стан «здоров'я гідроекосистеми» може і повинен бути класифікованим. Насьогодні зазвичай описується 4—6 класів в градієнті від «відмінне здоров'я» до «смерть екосистеми» при цьому в доступній нам літературі ми не знайшли чітких принципів та методів проведення такої класифікації. Концептуально вона могла б базуватися на принципах компаративної оцінки, як це прийнято для класифікації

екологічного стану/потенціалу масивів поверхневих вод, але це тема окремого дослідження.

Важливо зазначити, що хоч поняття «здоров'я екосистеми» близьке до понять «екологічний стан» та «стан благополуччя екосистеми», проте відрізняється від них кількома особливостями: 1) обов'язковою відсутністю процесів, які можуть в майбутньому призвести до зниження стану благополуччя; 2) склад та структура екосистеми забезпечують оптимальний режим її функціонування, критерієм якого є ефективність трансформації речовини і енергії та відповідна інформаційна структура, яка це забезпечує; 3) підтримання відповідного рівня гомеостазу та енантіостазу; 4) належний рівень пружної та резистентної стійкості як екосистеми в цілому, так і основних її компонентів до збурюючих чинників (хімічних, фізичних, механічних тощо). При цьому оцінку пружної стійкості варто здійснювати за максимальним відхиленням параметрів системи при дії збурюючого чинника, після припинення дії якого система здатна повернутися до вихідного стану, та за часом, який на це потрібний. А одним з показників резистентної стійкості є, зокрема, буферна ємність екосистеми до забруднення, а загалом — максимальна сила збурюючого чинника, яка не виводить гідроекосистему зі стану рівноваги; 5) мінімальними екологічними ризиками.

Отже, використання терміну «здоров'я гідроекосистеми» розширює теоретичну основу для появи нових методів і засобів діагностики (оцінки) екологічного стану водойм, а як напрямок розвитку світової концепції критичних навантажень — вдосконалює процедуру нормування як потоку забруднюючих речовин у водні об'єкти, так й інших антропогенних навантажень.

Цінність же методів оперативної діагностики полягає у їх відносній простоті, швидкості виконання, можливості проведення досліджень у польових умовах, а найголовніше — оперативності, чутливості й показовості при виявленні комбінованих ефектів забруднень та з'ясуванні як еколого-токсикологічних характеристик досліджуваних гідроекосистем, так і рівня антропогенного навантаження на них в цілому.

Таким чином, запропонована нами дефініція терміну та змісту поняття «здоров'я гідроекосистеми» враховує всі вище проаналізовані підходи та уперше, на відміну від розглянутих визначень, включає його вичерпну характеристику. Очевидно, що застосування у вітчизняній практиці оцінки здоров'я гідроекосистем за аналогією проаналізованих нами підходів сприятиме вдосконаленню системи біомоніторингу водних об'єктів та відповідності водної та екологічної політики України до загальноєвропейського та світового рівнів.

Список використаної літератури

1. Афанасьев С.А. Развитие европейских подходов к биологической оценке состояния гидроекосистем в мониторинге рек Украины. *Гидробиол. журн.* 2001. Т. 35, № 5. С. 3—18.
2. Афанасьев С.О. Структура біоти річкових систем як показник їх екологічного стану: автореф. дис. ... докт. біол. наук. Київ, 2011. 37 с.

3. Афанасьев С.О. Проблемы і розвиток досліджень екологічного стану гідроекосистем України в аспекті імплементації директив ЄС в галузі довкілля. *Гідробіол. журн.* 2018. Т. 54, № 6. С. 3—17.
4. Афанасьев С.О. Біоіндикація екологічного стану річкових систем України в аспекті імплементації директив ЄС у галузі довкілля (стенограма наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 13 лютого 2019 р.). *Вісн. Нац. академії наук України.* 2019. № 4. С. 23—31.
5. Афанасьев С.А., Байчоров В.М., Гигиняк Ю.Г. и др. Гидробиологическая характеристика и оценка экологического статуса трансграничных водотоков Сож-Деснянского междуречья. *Гидробиол. журн.* 2015. Т. 51, № 3. С. 48—58.
6. Афанасьев С.А., Гродзинский М.Д. Методика оценки экологических рисков, возникающих при воздействии источников загрязнения на водные объекты. Київ : АйБи, 2004. 59 с.
7. Бедункова О.А. Флуктуирующая асимметрия биоты как показатель «здоровья» экосистемы бассейна реки Стыр в пределах украинской части водосбора. *Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов* : материалы III-ей Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского. (г. Минск, 7—9 окт. 2015 г.). Минск, 2015. С. 40—44.
8. Бедункова О.О. Гомеостаз риб як інструмент оцінки критичних навантажень на гідроекосистему малої річки. *Гідробіол. журн.* 2016. Т. 52, № 3. С. 26—34.
9. Бедункова О.О. Методика проведення інтегральної діагностики «здоров'я» річкових гідроекосистем за цитогенетичним гомеостазом риб (експрес *MN-тест*). Рівне : НУВГП, 2016. 31 с.
10. Бедункова О.О. Показники гомеостазу організмів і популяцій у комплексній оцінці стану гідро екосистем: автореф. дис. ... докт. біол. наук. Чернівці, 2018. 47 с.
11. Брагинский Л. П. Теоретические аспекты проблем «нормы и патологии» в водной токсикологии. *Теоретические вопросы водной токсикологии* : материалы 3-го сов.-американского симпозиума. Ленинград : Наука, 1981. С. 29—40.
12. Васенко О.Г., Міланіч Г.Ю., Жук В.М. Огляд сучасного стану малих річок України та першочергові заходи їх оздоровлення і більш оптимального водогосподарського використання. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки* : зб. наук. пр. УкрНДІЕП, ХНУ імені В.Н. Каразіна. Харків : ФОП Столярова І.М., 2017. Вип. 39. С. 53—71.
13. Вопросы экологического нормирования и разработка системы оценки состояния водоемов : материалы Объединённого пленума Научного совета ОБН РАН по гидробиологии и ихтиологии, Гидробиологического общества при РАН и Межведомственной ихтиологической комиссии (г. Москва, 30 марта 2011 г.) / Отв. ред. Павлов Д.С., Розенберг Г.С., Шатуновский М.И. Москва : Тов-во науч. изданий КМК, 2011. 196 с.
14. Гандзюра В.П. Продуктивність біосистем за токсичного забруднення середовища важкими металами. Київ : Обрії, 2002. 248 с.
15. Гандзюра В.П. Оценка состояния гидроэкосистем, качества среды обитания и экотоксикологических эффектов по изменениям энтропии системы. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Серія: Біологія. Спец. Випуск: Гідроекологія.* 2015. № 3—4 (64). С. 112—116.
16. Гандзюра В.П., Гандзюра Л.А. Подходы к оценке качества вод и состояния экосистем в условиях антропогенной загрузки : Материалы III Междунар. конф. Борок, Россия, 2008. С. 36—41.
17. Гандзюра В.П., Гандзюра Л.О. Проблеми оцінки якості середовища і стану гідро екосистем. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* 2008. Т. 15. С. 132—141.
18. Гандзюра В.П., Гандзюра Л.О. Кількісні критерії оцінки стану екосистем і якості середовища. II Всеукр. з'їзд екологів з міжнародною участю. (м. Вінниця, 23—26 вер. 2009). Зб. наук. статей. Вінниця, 2009. С. 198—202.

19. Гандзюра В.П., Гандзюра Л.О. Оцінка стану екосистем, якості середовища існування гідробіонтів та ступеня їх адаптованості. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія*. 2010. № 2 (43). С. 71—75.
20. Гандзюра В.П., Гандзюра Л.А., Корево Н.И. Вещественно-энергетические и информационные критерии состояния благополучия особи, популяции, сообщества и экосистемы. *Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов*: расширенные материалы IV Междунар. конф. (Борок, 24—27 сент. 2015 г.). РАН, Федер. агентство науч. орг. России, ФГБУН Ин-т биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН. / Под ред. В.Р. Микрякова, Е.А. Криксунова, Д.В. Микрякова. Ярославль : Филигрань, 2015. С. 494—502.
21. Гандзюра В.П., Грубінко В.В. Концепція шкодочинності в екології. Київ — Тернопіль : Вид-во ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2008. 144 с.
22. Гандзюра В.П., Клименко М.О., Бедункова О.О. Біосистеми в токсичному середовищі : монографія. Рівне : НУВГП, 2021. 261 с.
23. Гребін В.В., Мокін В.Б., Крижановський Є.М., Афанасьєв С.О. Оптимізація гідрографічного та водогосподарського районування України відповідно до світових підходів та вимог Водної Рамкової Директиви ЄС. *Гідробіол. журн.* 2016. Т. 52, № 3. С. 85—97.
24. Д'яков А.С., Кияк Т.Р., Куделько З.Б. Основи терміноутворення: семантичні та соціолінгвістичні аспекти. Київ : KM Academia, 2000. 218 с.
25. Захаров В.М. Здоровье среды: концепция. Москва : Центр экологической политики России, 2000. 30 с.
26. Зилов Е.А. Возможность использования целевых функций для оценки «здоровья» водных экологических систем: эксэргия. *Сиб. экол. журн.* 2006. № 3. С. 269—284.
27. Клименко М.О., Бедункова О.О. Поняття «здоров'я гідроекосистем» в розрізі світової концепції «критичних навантажень». Наукова термінологія нового століття: теоретичні і прикладні виміри : зб. наук. праць / Відп. ред. Л.Д. Малевич. Рівне : НУВГП, 2016. С. 218—222.
28. Клименко М.О., Герасимчук З.В., Клименко Л.В. Розвитологія: Підручник. Херсон : Олді-плюс, 2015. 286 с.
29. Клименко М.О., Пилипенко Ю.В., Бедункова О.О. Огляд підходів до оцінювання «здоров'я» гідроекосистем за показниками гомеостазу риб. *Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Біологія, екологія*. Дніпропетровськ. 2016. № 24 (1). С. 61—71.
30. Крайнюков О.М., Деменко А.В. Дослідження актуальності використання мікроядерного тесту для захисту водної екосистеми від впливу небезпечних хімічних речовин. *Екологічні науки*. 2020. № 3 (30). С. 131—137.
31. Моисеенко Т.И. Концепция «здоровья» экосистемы в оценке качества вод. *Экология*. 2008. № 6. С. 411—419.
32. Розенберг Г.С., Рянский Ф.Н. Теоретическая и прикладная экология: Учеб. пособие. Нижневартовск : НГПИ, 2004. 294 с.
33. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. 2003. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.
34. Attrill M.J., Depledge M.H. Community and population indicators of ecosystem health: targeting links between levels of biological organization. *Aquat. Toxicol.* 1997. Vol. 38. P. 183—197.
35. Afanasyev S., Lyashenko A., Iarochевич A. et al. Pressures and impacts on ecological status of surface water bodies in Ukrainian part of the Danube River basin. 2020. doi:10.1007/978-3-030-37242-2_16.
36. Bănăduc D., Curtean-Bănăduc A., Cianfaglione K. et al. Proposed environmental risk management elements in a carpathian valley basin, within the roșia montană european historical mining area. *Intern. J. Environ. Res. and Public Health*. 2021. Vol. 18 (9). 4565. 15 p.

37. Banerjee A., Chakrabarty M., Rakshit N. et al. Indicators and assessment of ecosystem health of Bakreswar Reservoir, India: An approach through network analysis. *Ecol. Indicators*. 2017. Vol. 80. P. 163—173.
38. Bunn S.E., Davies P.M., Mosisc T.D. Ecosystem measures of river health and their response to riparian and catchment degradation. *Freshwater Biology*. 1999. Vol. 41, N 2. P. 333—345.
39. Deng X., Xu Y., Han L. et al. Assessment of river health based on an improved entropy-based fuzzy matter-element model in the Taihu Plain China. *Ecol. Indicators*. 2015. Vol. 57. P. 85—95.
40. Elozegi A., Sabater S. Effects of hydromorphological impacts on river ecosystem functioning: A review and suggestions for assessing ecological impacts. *Hydrobiologia*. 2013. Vol. 712(1). P. 129—143.
41. Fei Xu, Zhifeng Yang, Bin Chen, Yanwei Zhao. Development of a structurally dynamic model for ecosystem health prognosis of Baiyangdian Lake, China. *Ecol. Indicators*. 2013. Vol. 29. P. 398—410.
42. Elozegi A., Gessner M.O., Young R.G. River doctors: Learning from medicine to improve ecosystem management. *Sci. Total Environ*. 2017. Vol. 595. P. 294—302.
43. Gangi D., Frau D., Drozd A.A. et al. Integrating field and satellite monitoring for assessing environmental risk associated with bacteria in recreational waters of a large reservoir. 2021. *Ibid*. P. 151—714.
44. Gilvear D.J., Spray C.J., Casas-Mulet R. River rehabilitation for the delivery of multiple ecosystem services at the river network scale. *J. Environ. Manage*. 2013. Vol. 126. P. 30—43.
45. Grizzetti B., Liquete C., Pistocchi A. et al. Relationship between ecological conditions and ecosystem services in European rivers, lakes and coastal waters. 2019. *Sci. Total Environ*. Vol. 671. P. 452—465.
46. Han J.-H., Kumar H.K., Lee J.H. et al. Integrative trophic network assessments of a lentic ecosystem by key ecological approaches of water chemistry, trophic guilds, and ecosystem health assessments along with an ECOPATH model. *Ecol. Modelling*. 2019. Vol. 222(19). P. 3457—3472.
47. Haskei I.B., Nortnatt B.G., Comanza R. What is ecosystem health and why should we worry about it? Island Press, Washington, DC. 1992. P. 3—20.
48. Hawkes H.A. River zonation and classification / Ed. by B.A. Whitton. River ecology. Studies in ecology, Vol. 2. University of California Press, Berkeley, California. 1975. P. 312—374.
49. Jenkins E.J., Simon A., Bachand N., Stephen C. Wildlife parasites in a one health world. *Trends Parasitol*. 2015. Vol. 31 (5). P.174—180.
50. Karr J.R. Biological monitoring and environmental assessment: A conceptual framework. *Environ. Management*. 1987. Vol. 11. P. 249—256.
51. Karr J.R., Chu E.W. Sustaining living rivers. *Hydrobiologia*. 2000. Vol. 422/423. P. 1—14.
52. Knoben R.A.E., Ross van Orischot M.C.M. UN/ECE task force on monitoring and assessment. Vol. 3: Biological assessment methods for watercourses. RIZA rep.nr.: 95.066. Lelystad, 1995. 86 p.
53. Kruse M. Ecosystem health indicators. Encyclopedia of Ecology. (Second Edition). 2019. N 1. P. 407—414.
54. Lerner H., Berg C. The concept of health in One Health and some practical implications for research and education: what is One Health? *Infect. Ecol. Epidemiol*. 2015. 5: 25300. 8 p.
55. Lerner H., Berg C. A comparison of three holistic approaches to health: One health, ecohealth, and planetary health. *Frontiers in Veterinary Science*. 2017. 4 (SEP), art. no. 163.
56. Louvar J.T., Louvar B.D. Health and environment risk analysis. Fundamentals and applications. New Jersey: Prentice Hall PTR, 1998. 678 p.

57. Luo Z., Zuo Q., Shao Q. A new framework for assessing river ecosystem health with consideration of human service demand. *Sci. Total Environ.* 2018. Vol. 1 (640—641). P. 442—453.
58. Lü D., Lü Y. Spatiotemporal variability of water ecosystem services can be effectively quantified by a composite indicator approach. *Ecol. Indicators.* 2021. Vol. 130. 108061. 6 p.
59. Mateus M., Campuzano F.J. The DPSIR framework applied to the integrated management of coastal areas. In book: *Perspectives on integrated coastal zone management in South America* / Ed. by R. Neves, J.W. Baretta, M. Mateus. IST Press. 620 p.
60. Meyer J.L., Edwards R.T. Ecosystem metabolism and turnover of organic carbon along a black water river continuum. *Ecology.* 1990. Vol. 71. P. 668—677.
61. Reynolds C.S. Planktic community assembly in flowing water and the ecosystem health of rivers. *Ecol. Modelling.* 2003. Vol. 160 (3). P. 191—203.
62. Romanenko V.D., Afanas'yev S.A., Yuryshynets V.I. Development of the hydroecological studies in Ukraine in view of the European water policy. *Hydrobiol. J.* 2009. Vol. 45, N 2. P. 3—12.
63. Romanenko V.D., Liashenko A.V., Afanasyev S.A., Zorina-Sakharova, Y.Y. Biological indication of ecological status of the water bodies within Kiev city boundaries. *Hydrobiol. J.* 2010. Vol. 46, N 4. P. 3—24.
64. Shofield N.J., Davies P.E. Measuring the health of our rivers. *Water (AWWA).* 1996. Vol. 23. P. 39—43.
65. Suter G.W. A critique of ecosystem health concepts and indexes. *Environ. Toxicol. Chem.* 1993. Vol. 12. P. 1533—1539.
66. Ulanowicz R.E., Puccia, C.J. Mixed trophic impacts in ecosystems. *Coenoses.* 1990. Vol. 5. P. 7—16.
67. Waltner-Toews D. Eco-Health: a primer for veterinarians. *Can. Vet. J.* 2009. Vol. 50. P. 519—521.
68. Whitmee S., Haines A., Beyrer C. et al. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of the Rockefeller Foundation-Lancet Commission on planetary health. *Lancet.* 2015. Vol. 386. P. 1973—2028.
69. Zhang Z., Liu Y., Li Y. et al. Lake ecosystem health assessment using a novel hybrid decision-making framework in the Nam Co, Qinghai-Tibet Plateau. *Sci. Total Environ.* 2022. Vol. 808. 152087. 19 p.

Надійшла 08.09.2022

V.P. *Gandziura*, Dr. Sc. (Biol.), Professor, Professor,
Taras Shevchenko National University of Kyiv
Volodymyrska st., 60, Kyiv, 01033, Ukraine,
e-mail: gandzyura@gmail.com
ORCID 0000-0001-9192-7423

S. O. *Afanasyev*, Dr. Sc. (Biol.), Professor, NAS Corresp. member,
Director, Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Geroyiv Stalingrada prosp., 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: safanasyev@ukr.net
ORCID 0000-0002-5247-3542

O.O. *Biedunkova*, Dr. Sc. (Biol.), Assoc. Professor, Professor,
National University of Water and Environmental Engineering,
Soborna st., 11, Rivne, 33028, Rivne, Ukraine
e-mail: bedunkovaolga@gmail.com
ORCID 0000-0003-4356-4124

THE CONCEPT OF HYDROECOSYSTEMS HEALTH (A REVIEW)

A comprehensive analysis of the concept of «hydroecosystems health» was carried out, various views on this concept were considered from the standpoint of modern approaches to assessing the state of natural water bodies. The use of this concept is analyzed both in world monitoring programs and in domestic legal documents related to the protection and management of water resources. The evolution of the concept of «health of hydroecosystems» and the search for indicators of its diagnostics are shown. The generalization of the analyzed information allowed the authors to propose an original definition of the concept of «health of hydroecosystems», including all its aspects.

Keywords: *hydroecosystems health, anthropogenic load, toxicity, pollution, monitoring, sustainability, disturbing factor.*