

Міністерство освіти і науки України  
Київський національний університет будівництва і архітектури

Вільдман Ігор Лазаревич

УДК 504.067.2.001.18

НАУКОВІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ІНТЕГРАЛЬНИХ  
БІОЦЕНОТИЧНИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ВОДНИХ СИСТЕМ  
(НА ПРИКЛАДІ р.ІНГУЛЕЦЬ)

21.06.01 – екологічна безпека

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеню  
кандидата технічних наук

Київ - 2016

Дисертацією є рукопис

Робота виконана у Київському національному університеті будівництва і архітектури Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: доктор біологічних наук, професор  
Удод Віра Михайлівна  
Київський національний університет  
будівництва і архітектури,  
професор кафедри охорони праці  
і навколишнього середовища

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор  
Шмандій Володимир Михайлович  
Кременчуцький національний університет  
імені Михайла Остроградського,  
завідувач кафедри екологічної безпеки  
і організації природокористування

кандидат технічних наук  
Маджд Світлана Михайлівна  
Національний авіаційний університет,  
доцент кафедри екології

Захист відбудеться «\_\_\_» лютого 2016р. о \_\_.<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.056.05 Київського національного університету будівництва і архітектури за адресою: 03037, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31, ауд. 466.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Київського національного університету будівництва і архітектури за адресою: 03037, м.Київ, Повітрофлотський проспект, 31.

Автореферат розісланий «\_\_\_» січня 2016 р.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради

М.В. Суханевич

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Сучасний стан розвитку України, як країни з розвиненою індустріальною інфраструктурою і низькою соціально-економічною ефективністю, характеризується загостренням екологічного стану на фоні слабкої соціальної захищеності, що поглиблюється в зовнішніх умовах світової економічної глобалізації. У зв'язку з цим гостро постає питання про належну оцінку стану екологічної безпеки, в тому числі водних систем України. Питання охорони водних басейнів річок та їх раціонального використання – це питання життя на Землі. Нажаль, незважаючи на значні запаси води гідросфери Землі, запаси прісних вод, в яких є найбільша потреба людини, є незначними і вичерпними. Слід відзначити, що зростання екологічної напруженості пов'язано із навколишнім масообміном між виробництвами та природними системами, внаслідок чого відбувається інтенсивне забруднення довкілля, в тому числі водних екосистем, що призводить до виснаження водних ресурсів. Тому, перш за все, повинні бути вирішені такі питання: обмеження впливу специфічних модифікуючих (антропогенних) факторів (СМФ) на водні екосистеми; інформаційно-екологічного регулювання водокористування, однією із складових частин якого є сучасні науково-методичні принципи організації контролю за екологічним станом на тепер та перспективу.

Сучасний законодавчий світогляд нормативів якості природних вод пов'язують із біотичною компонентою екосистем, яка є визначальним фактором стабільності розвитку гідроекосистем (ГЕ).

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота над дисертацією виконувалась на кафедрі охорони праці та навколишнього середовища Київського національного університету будівництва і архітектури. Науково-дослідна робота здійснювалась на ініціативній основі із врахуванням інтересів національної та регіональної політики України (Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища, Міністерство екології та природних ресурсів України, 2012р.; Про внутрішнє та зовнішнє становище України в 2013 році «Щорічне послання Президента України до Верховної Ради України») та згідно з науковою тематикою кафедри в рамках теми «Обґрунтування наукової концепції причин та наслідків антропогенної трансформації ГЕ поверхневих річок України як передумови ефективного природокористування».

**Мета і завдання роботи.** Розробка наукових основ створення системи інтегральних біоценотичних методів (ІБМ) контролю водних систем (на прикладі р. Інгулець). Для досягнення мети поставлено такі завдання:

-здійснити аналіз даних науково-технічної літератури стосовно змін екологічного стану водних систем річок в умовах постійної дії техногенних факторів;

-встановити зв'язок вирішення проблеми із важливішими науковими і практичними задачами сучасного розвитку;

- розробити структурно-інформативну схему екосистемного підходу щодо здійснення екологічної оцінки стану ГЕ р. Інгулець;

- обґрунтувати вибір екосистемного підходу за басейновим принципом щодо екологічної оцінки стану водних екосистем;

- з'ясувати причини та наслідки змін взаємозв'язків та взаємодії між екологічними та СМФ при функціонуванні ГЕ як першооснови для створення ІБМ контролю за станом водної системи;

- встановити наукові основи функціонування ГЕ водного басейну Інгулець у просторі та часі, що дасть змогу прояснити сутність змін розвитку ГЕ у системі «вплив СМФ – ефект впливу – наслідок» та з'ясувати лімітуючі фактори їх розвитку;

- отримати результати, які дозволять (на науковій основі) запропонувати комплексні інтегральні біоценотичні індикатори визначення екологічного стану гідроекосистем.

**Об'єкт досліджень:** реакція гідробіоценозів на антропогенні впливи.

**Предмет дослідження:** водні екосистеми та методи їх біоценотичного контролю.

**Методи дослідження.** При вирішенні наукових і методологічних завдань застосовували методи систематизації, обробки, узагальнення даних екологічного моніторингу стану водної системи р. Інгулець. Основним діючим механізмом їх реалізації є: встановлення наукових закономірностей розвитку ГЕ у просторі та часі; з'ясування лімітуючих факторів розвитку ГЕ; визначення набору показників та їх параметрів (визначити набір розмірностей), які кількісно характеризують лімітуючі фактори розвитку ГЕ. Кінцевою метою є створення інтегральних біоценотичних методів (ІБМ) контролю, які повинні дати можливість прогнозування екологічної ситуації на водних об'єктах.

**Наукова новизна.** Сучасний законодавчий світогляд нормативів якості природних вод пов'язують із біотичною компонентою водних екосистем, яка є визначальним фактором їх розвитку.

- запропоновано, в результаті аналізу науково-технічної літератури, науково-методичні підходи проведення оцінки екологічного стану водних екосистем р. Інгулець як об'єкта досліджень.

- встановлено, що інтегральним проявом модифікуючих (антропогенних) факторів є специфічне водне середовище (природно змінені ГЕ), екологічну оцінку стану якого слід ідентифікувати, як за нормативними показниками, так і за біоценотичними показниками та їх параметрами (техніко-екологічними) із застосуванням трьох напрямків досліджень: екосистемного – визначення структурно-функціональних особливостей розвитку ГЕ за довгостроковий період (28 років) із врахуванням просторово-часових змін; екологічного (гідробіологічного) – визначення біотичного спрощення структури ГЕ; ресурсного – виснаження рівня якісного виснаження вод. При цьому слід зазначити, що, практично, екосистемний підхід не отримав належного застосування щодо екологічної оцінки стану водних екосистем.

- засвідчено, що екологічна оцінка стану водної системи Інгулець за нормативними показниками (зміна якості природних вод за індексом

забрудненості, екологічним індексом та його складовими, хімічного складу води із врахуванням кратності перевищення гранично допустимих концентрацій органічних речовин та елементів антропогенного походження).

- показано, що наукові закономірності розвитку ГЕ встановлені внаслідок з'ясування причин, наслідків та їх проявів у процесах функціонування водних екосистем (визначення лімітуючих факторів стійкості розвитку ГЕ та появи природно-змінених систем тощо).

- показано, що видовий склад гідробіоценозів характеризується, як біотичними взаємодіями, що забезпечують трофічний статус ГЕ (екотоксикокінетичні процеси), так і умовами їх існування (екотоксикодинамічні впливи). Основою цих процесів є біопродукційний потенціал, від якого залежать функціональні властивості гідроекосистем: якщо співвідношення екологічної ємності (ЕЄ) до буферної ємності (БЄ)  $E\bar{C}/B\bar{C} \geq 1$ , то ГЕ характеризуються високим біопродукційний потенціалом, а якщо  $E\bar{C}/B\bar{C} < 1$  – ГЕ характеризуються низьким біопродукційний потенціалом. Цей показник може бути самостійним інтегральним показником інтенсивності внутрішньоводоймних процесів. Тобто, цей біоценотичний індекс по відношенню до загальної екологічної оцінки стану ГЕ є індикатором змін у водних екосистемах, а, стосовно, технічно-екологічної оцінки стану ГЕ є індикатором появи природно-змінених водних систем та контролю за їх структурним, функціональним спрощенням та екологічним ризиком їх існування.

- встановлено, на пріоритетному рівні, границі оптимального розвитку водних екосистем за асиміляційним потенціалом в нативних умовах (патент України на корисну модель), що забезпечує стабільність розвитку гідроекосистем за рахунок збереження функціональних (прямих і зворотних) зв'язків, а індекс екологічності розвитку знаходиться в межах 3,76-7,1 в залежності від впливу техногенних чинників.

**Практичне значення одержаних результатів:** отримано патент України на корисну модель біоценотичного методу, який може бути використано при розробці проектів ГДС. В процесі проходження експертної оцінки є методичні рекомендації щодо реалізації ІБМ контролю стану поверхневих вод; впроваджено в учбовий процес КНУБА з дисципліни «Інженерні методи захисту гідросфери» з дисципліни «Інженерні методи захисту гідросфери»: «Термінологічний словник» та методичні вказівки до виконання практичних робіт «Природний біоценотичний ресурс (асиміляційний потенціал) поверхневих вод як індикатор сталості їх екобалансованого розвитку (на прикладі р. Інгулець)» для студентів, які навчаються за напрямом підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування».

**Особистий внесок здобувача** у дисертаційній роботі полягає у проведенні еколого-гідрохімічних досліджень, обробці та аналізі отриманих результатів, розробці нових методологічних і методичних підходів, що відображено у наукових працях:

- розроблено комплексну програму досліджень р. Інгулець; проаналізовано якість стану ГЕ р. Інгулець за 2011р. [1];

- показано, що асиміляційний потенціал (АП) як природний ресурс є ліміту-

ючим фактором розвитку ГЕ [2];

- вперше запропоновано та експериментально підтверджено використання АП для характеристики екологічної ситуації в ГЕ водної системи р. Інгулець [3,4];

- запропоновано біоценотичний індекс визначення токсичності іонів важких металів[5];

- охарактеризовано біоценотичні методи екологічного контролю стану ГЕ р. Інгулець [6];

- охарактеризована роль процесів біосинтезу в трансформації речовин антропогенного походження; показано перевагу екологічного методу у порівнянні з іншими щодо екологічної оцінки стану природних систем [7-10].

**Основні положення і результати дисертаційної роботи було викладено на:** Міжнародних наукових читаннях «Белые ночи - 2012»; Всеукраїнській науково-практичній конференції «Стан та перспективи виробництва сільгоспродукції на зрошуваних землях» (Херсон., 2012); 75-й науково-практичній конференції (КНУБА, 15 – 18 квітня 2014 р.); міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми екологічної безпеки» (Кременчук, 8-9 жовтня 2014 р.).

**Публікації.** Основні положення дисертації наведені автором в 10 публікаціях, в тому числі: 3 – у наукових фахових виданнях України, 2 статті у виданнях, що входять до наукометричної бази Web of Science, 1 стаття в періодичному науковому виданні іноземної держави (Російська Федерація), 1 публікація у матеріалах конференції, отримано 1 патент України на корисну модель, видано 1 термінологічний словник з дисципліни «Інженерні методи захисту гідросфери» та 1 методичні вказівки до виконання практичних робіт для студентів, які навчаються за напрямом підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування».

**Структура дисертації.** Дисертаційна робота викладена на 107 сторінках друкованого тексту основної частини, яка складається із вступу, 4 розділів та висновків. Повний обсяг дисертації складає 221 сторінку і включає 13 рисунків на 13 сторінках, в тому числі 6 – на 6 окремих сторінках, 24 таблиці на 30 сторінках, в тому числі 7 на 8 окремих сторінках, список використаних джерел із 143 найменувань на 14 сторінках та 7 додатків на 86 сторінках.

## ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи та зв'язок її з науковими програмами, сформульовано мету та завдання досліджень, відображено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, відзначено особистий внесок автора роботи, надано відомості про апробацію досліджень та публікації, структуру та обсяг дисертації.

У **першому розділі** зазначено, що значний вклад в розвиток і вдосконалення концепції біотичної регуляції навколишнього середовища внесли такі вчені: Сніжко С.І., Хільчевський В.К., Яцик А.В., Осадчий В.І., Набиванець Б.Й., Горшков В.Г., Данилов-Данильян В.І., Васюков А.С., Удод В.М., Бланк А.Б., Романенко В.Д., Мислюк О.О., В. Nebel, R. Wright та ін. В наукових працях цих

вчених приділено увагу визначенню екологічних змін у природних системах із врахуванням рівнів якісного виснаження вод та спрощення біотичної структури ГЕ за умов дії на них техногенних впливів. В той же час основні показники (та їх параметри) функціональної стабільності розвитку водних екосистем залишаються поза увагою. Лише поодинокі наукові роботи містять інформацію щодо ролі біотичної компоненти екосистем як визначального фактору стабільності розвитку ГЕ. На наш погляд, стримуючим чинником проведення цих робіт є відсутність комплексних інтегральних біоценотичних показників та параметрів їх контролю за функціональним станом ГЕ.

В роботі приділено увагу існуючим нормативним методам контролю за екологічним станом водних систем річок і показано, що у зв'язку із кількісним та якісним виснаженням водних об'єктів суходолу застосовуються, в основному, ресурсний та гідробіологічний підходи за басейновим принципом. При оцінці стану водних систем використовують технічні, екологічні показники та їх параметри для ідентифікації індивідуальних, сумарних та інгредієнтних складових аналізу, враховуючи просторово-часовий фактор. Такий підхід дозволяє визначити класи та критерії забрудненості, зміну хімічного складу води (з урахуванням кратності перевищення гранично допустимих концентрацій), басейнову структуру водокористування.

У другому розділі розглянуто методологічні принципи та методи досліджень. Фактографічною базою досліджень стали дані екологічного моніторингу по 7 гідростворам (за 28-річний період) водного басейну р. Інгулець (р-н м. Кривий Ріг) за гідрологічними, гідрохімічними, гідробіологічними показниками, які були отримані в архіві Центральної геофізичної обсерваторії. Крім того, були використані дані моніторингу поверхневих вод р. Інгулець за 2010-2013 рр. (Дніпропетровське обласне управління водних ресурсів та матеріали 2ТП-водгосп). При виконання робіт нами запропоновані науково-методичні підходи визначення екологічної оцінки стану ГЕ водної системи р.Інгулець на рис. 1.

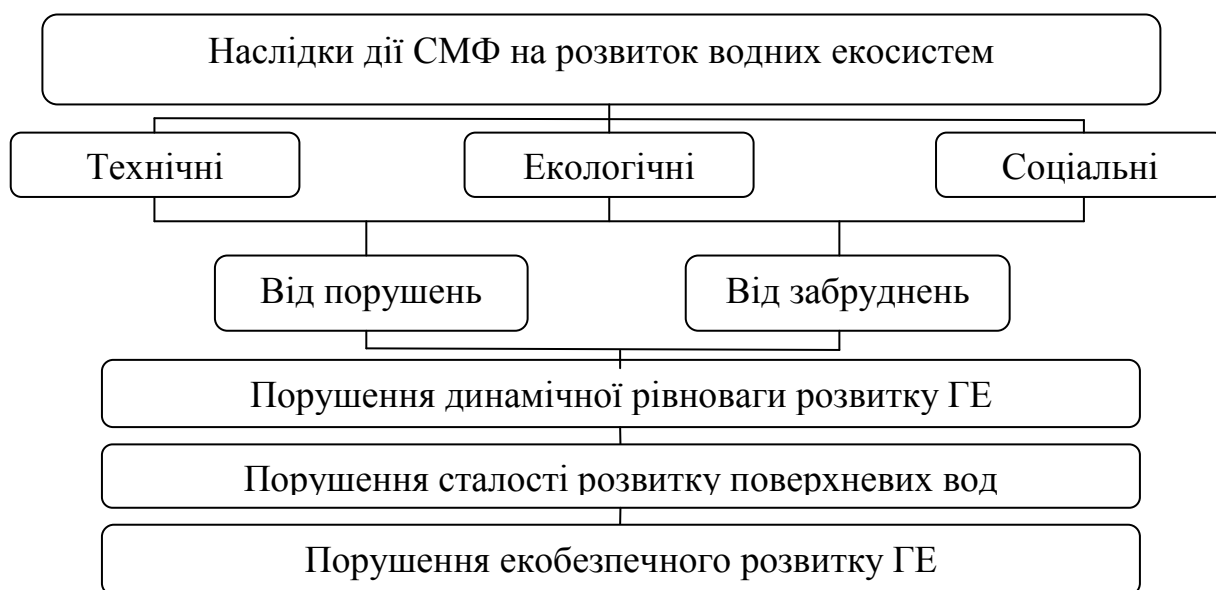


Рис.1. Модифікована класифікація наслідків дії СМФ на водні екосистеми

У третьому розділі обґрунтовано основні види антропогенних змін у водній системі р. Інгулець та методи їх визначення. Схема проведення наукової роботи сформована таким чином, що основним та об'єднуючим принципом проведення досліджень став системний підхід (рис. 2) із врахуванням трьох принципів проведення досліджень (стосовно з'ясування оцінки техногенних впливів на екологічний стан водної системи р. Інгулець), а саме: визначення змін структурно-функціональних властивостей розвитку ГЕ за 28-річний період за умов постійної дії модифікуючих (антропогенних) факторів (екосистемний підхід); визначення біотичного спрощення структури ГЕ внаслідок дії СМФ (екологічний підхід); визначення рівня якісного виснаження природних вод (ресурсний підхід).

Всі напрямки досліджень мають величезне значення щодо визначення, прогнозування стану функціонування водних та, нарешті, для забезпечення стабільного розвитку ГЕ. Водночас, беручи до уваги, той факт, що ГЕ, як об'єкт дослідження, є основною функціональною одиницею водних систем, внаслідок чого екосистемний підхід у вивченні їх екологічного стану, набуває особливого значення щодо забезпечення екозбалансованого розвитку ГЕ. Таке ствердження пов'язано з тим, що лише за умов застосування екосистемного підходу можливе з'ясування порушень у взаємозв'язках та взаємодії екологічних та СМФ, які суттєво впливають на функціонування ГЕ. Визначення причинно-наслідкових змін в ГЕ між екологічними і антропогенними факторами є науковою базою щодо визначення закономірностей розвитку водної системи р. Інгулець та першоосновою для розробки комплексних інтегральних біоценотичних показників контролю або їх функціональних складових при проведенні екологічної оцінки стану ГЕ. Але за всіх умов контролю, ключовим питанням зостається визначення класу якості природних вод (за ІЗВ), яке визначається із дотриманням вимог нормативних документів.

Вибір індивідуальних (азот амонійний), сумарних (ХСК) та інградієнтних показників (індекс Шеннона) дає можливість з'ясувати загальну характеристику потенційно можливої появи деградаційних процесів. Серед інших основних причин зміни хімічного складу води слід відмітити кратність перевищення ГДК за органічними сполуками та іонами важких металів (ІВМ), разів: за індивідуальними показниками: нафтопродукти – 0,4-0,51; СПАР – 0,2-2,1; феноли леткі – 2,0-7,0; азот амонійний – 0,8-3,4; ІВМ  $\text{Cu}^{2+}$  - 0,4-6,8;  $\text{Zn}^{2+}$  - 0,1-7,4;  $\text{Cr}^{6+}$  - 0,1-4,9; за сумарними показниками: БСК<sub>5</sub> – 0,1-3,6; ХСК – 1,5-3,2; за інградієнтними показниками: індексом сапробності (із врахуванням коефіцієнта самоочищення) – від 1,05 до 4,0 ум.один. (зони помірного забруднення та дуже забрудненого; класи якості вод – III, IV), а також індексом біотичного спрощення структури ГЕ і визначається відповідно числовими показниками – 0,7-0,24.

В нашому випадку, рівень забрудненості водної системи річки Інгулець (див.табл.1) характеризується III, IV, V класами якості (відповідно, помірно забруднені, забруднені, брудні), кількісна характеристика показників узгоджується із рівнем забрудненості природних вод за окремими гідрохімічними та еколого-санітарними показниками,  $I_e$  (рис.3).



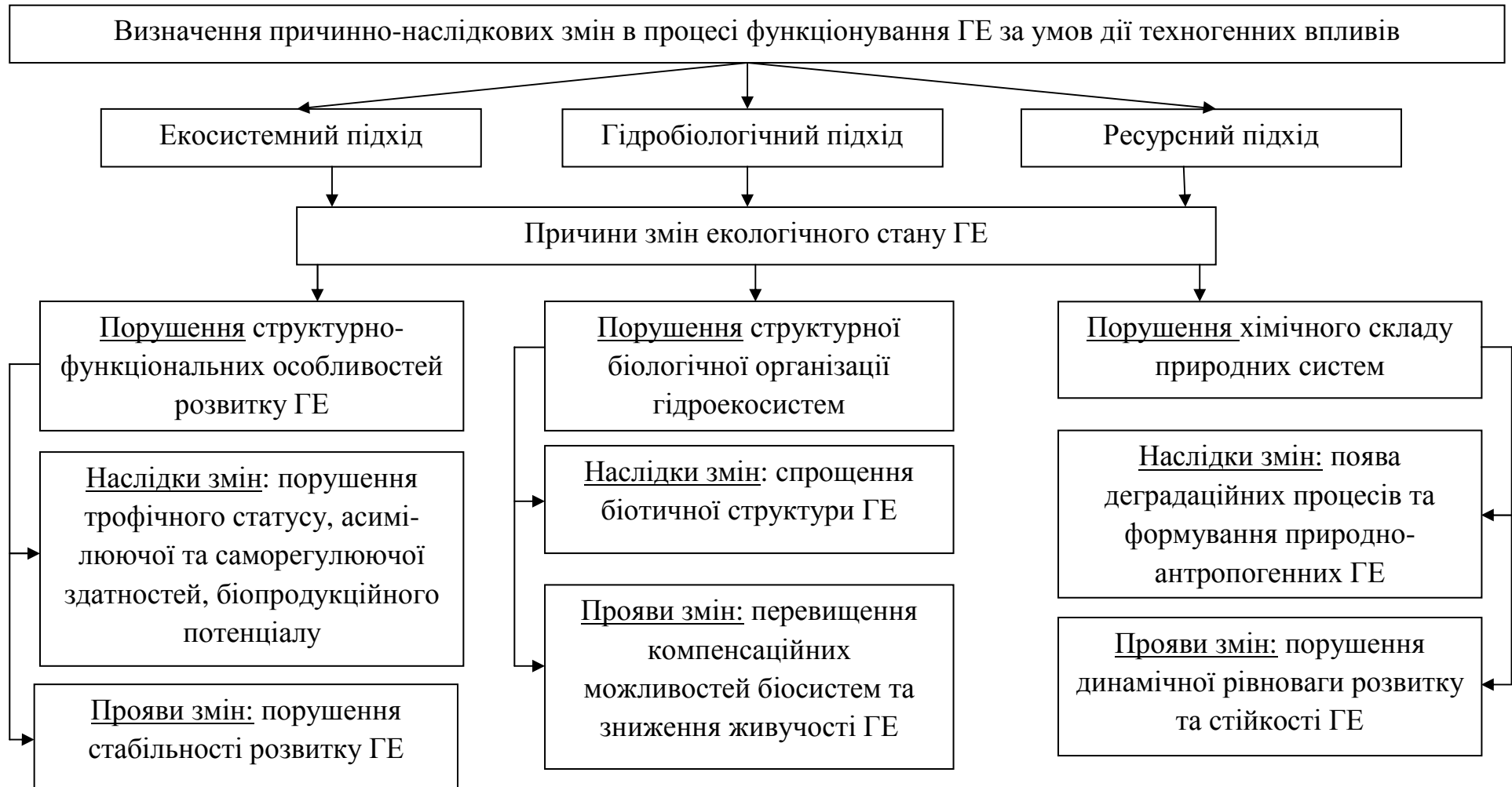


Рис.2. Науково-методологічні підходи визначення екологічної оцінки стану ГЕ водної системи р. Інгулець

**Класи якості природних вод р. Інгулець в залежності від значення ІЗВ**

Період	Значення ІЗВ (рівень забрудненості води)	Класи якості води
1 км вище м. Кривий Ріг		
1984 – 1990 рр.	3,2 (забруднені)	IV
1991 – 1998 рр.	3,4 (забруднені)	IV
1999 – 2012 рр.	2,1 (забруднені)	IV
1 км нижче м. Кривий Ріг		
1984 – 1990 рр.	2,24 (забруднені)	IV
1991 – 1998 рр.	3,16 (забруднені)	IV
1999 – 2012 рр.	2,2 (забруднені)	IV
7 км нижче (після скиду організованих зворотних вод) м. Кривий Ріг		
1980 – 1990 рр.	4,9 (брудні)	V
1991 – 1998 рр.	5,6 (брудні)	V
1,2 км нижче с. Садове		
1984 – 1990 рр.	1,8 (помірно забруднені)	III
1991 – 1998 рр.	1,8 (помірно забруднені)	III
1999 – 2012 рр.	1,9 (помірно забруднені)	III

До комплексних інтегративних показників попередньої оцінки якості природних вод було застосовано показник - екологічний індекс, який включає три блоки: індекс забруднення компонентами сольового складу ( $I_1$ ), еколого-санітарний індекс (трофо-сапробіологічний) ( $I_2$ ), індекс специфічних показників токсичної дії ( $I_3$ ). Результати представлені на рис.3.

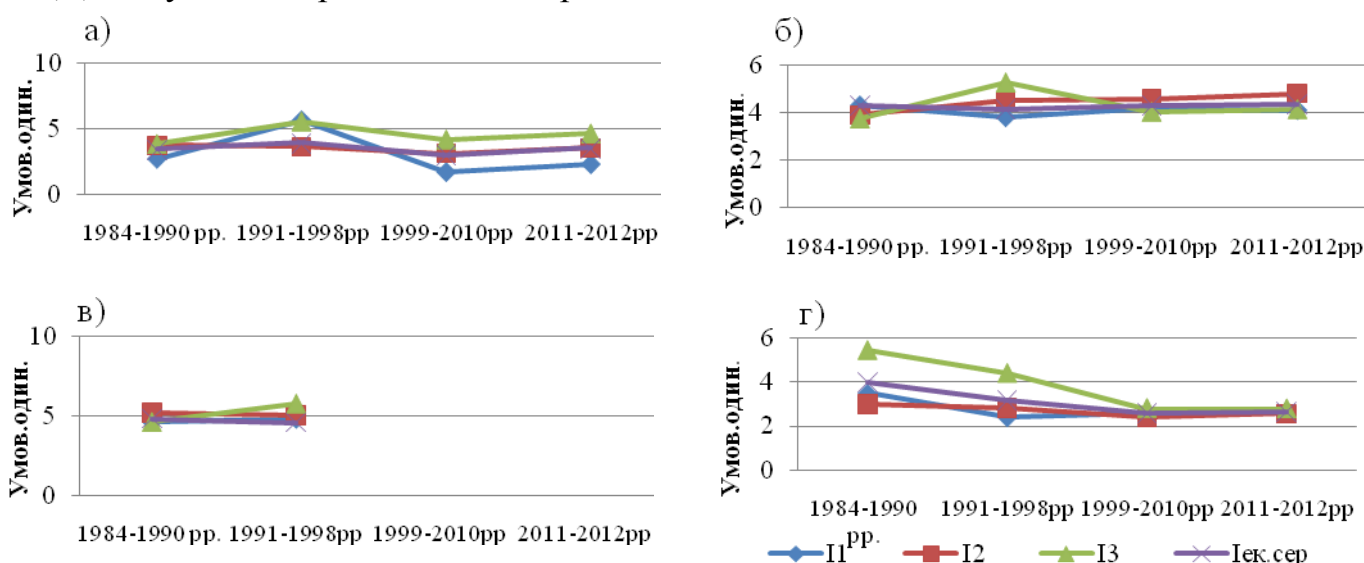


Рис. 3. Осереднені індекси якості води за гідрохімічними показниками у межах р. Інгулець (1984 – 2012рр.): 1 км вище м. Кривий Ріг (а), 1 км нижче м. Кривий Ріг (б), 7 км нижче м. Кривий Ріг(в), нижче 1,2 км с. Садове (г)

Гідрохімічні та гідробіологічні дослідження дозволили визначити кратність перевищення ГДК за індивідуальними, сумарними, інградієнтними показниками (рис.4).

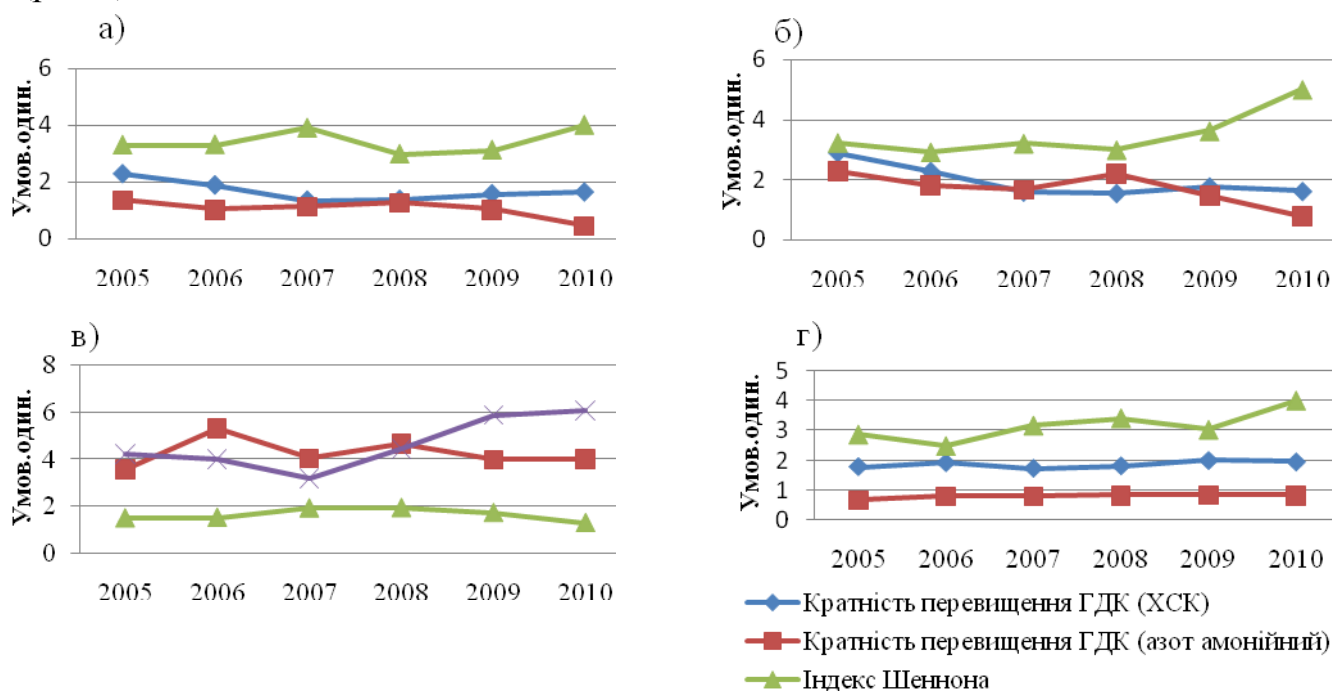


Рис. 4. Динаміка змін структурно-функціональних властивостей ГЕ р. Інгулець: 1 км вище м. Кривий Ріг (а), 1 км нижче м. Кривий Ріг (б), 7 км нижче м.Кривий Ріг (в), нижче 1,2 км с. Садове (г)

До функціональних складових розробки інтегральних біоценотичних показників взято до уваги: інтегральну високу біохімічну активність не тільки ІВМ, а й інших речовин-забруднювачів при техногенних впливах на біо- та ГЕ. При визначенні біохімічної активності ІВМ визначали такі показники як біофільність та технофільність. До нетрадиційних показників для оцінки екологічного стану ГЕ нами запропоновано використовувати показники, які характеризують загальну токсичність речовин-забруднювачів. І тому, впершу чергу, нами було з'ясовано механізм дії іонів важких металів на біо- та ГЕ (див. табл. 2).

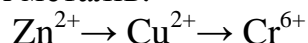
Таблиця 2

### Біохімічна активність іонів важких металів (узагальнені відомості за 10 років)

Іони важких металів	Біофільність	Технофільність	Індекс модифікуючої (антропогенної) дії іонів важких металів на біо- та ГЕ за:	
			Індексом Шеннона	Індексом сапробності
$\text{Cu}^{2+}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$1,66 \cdot 10^{-6}$	$0,041 \cdot 10^{-2}$	$0,048 \cdot 10^{-6}$
$\text{Zn}^{2+}$	$0,17 \cdot 10^{-2}$	$0,82 \cdot 10^{-3}$	$0,50 \cdot 10^{-2}$	$0,56 \cdot 10^{-2}$
$\text{Cr}^{6+}$	$0,07 \cdot 10^{-2}$	$0,082 \cdot 10^{-3}$	$0,004 \cdot 10^{-2}$	$0,04 \cdot 10^{-2}$

Аналіз даних таблиці показує, що відбуваються зміни біофільності та технофільності: за умов знаходження їх в екосистемі фіксується помірне порушення стабільності розвитку ГЕ. Біохімічна активність ІВМ проявляється

стосовно функціонування ГЕ наступним чином: за умов низького рівня показників біофільності та технофільності ( $\text{Cr}^{6+}$ ) не відбуваються негативні впливи на розвиток ГЕ; за умов високого рівня показника технофільності та низького рівня біофільності ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ) прояв їх техногенних впливів значно більший, що сприяє виникненню деградаційних процесів в біо- та ГЕ і, нарешті, виникненню природно-антропогенних систем. Отримані результати дозволили визначити послідовність біохімічної активності іонів важких металів:



Щодо визначення токсичної дії (за ХСК) речовин та ІВМ антропогенного походження (як функціональної одиниці комплексних біоценотичних методів) слід зазначити, що індекс токсичності характеризується такими загальними показниками: залежністю від рівня забрудненості води та пристосувальних можливостей біоти, збереженням асимілюючої та саморегулюючої здатностей ГЕ. На рівні розповсюдження екотоксикантів в ГЕ: вплив малих концентрацій екотоксикантів в ГЕ за довгий проміжок часу такий же, як вплив великих за короткий проміжок часу.

Функціональні властивості ГЕ залежать від біопродукційного потенціалу, основою визначення якого є екологічна ємність, одне із фундаментальних понять екології, що адекватно відображає здатність ГЕ адаптуватись до техногенного впливу. Нами вперше запропоновано співвідношення екологічної ємності (ЕЄ) та буферної ємності (БЄ): якщо  $\text{ЕЄ}/\text{БЄ} \geq 1$ , тоді ГЕ характеризуються високим біопродукційним потенціалом, а якщо  $\text{ЕЄ}/\text{БЄ} < 1$  - ГЕ характеризуються низьким біопродукційним потенціалом. Тобто, біопродукційний потенціал характеризує інтенсивність процесів біосинтезу (пластичний метаболізм) та процесів біотрансформації. Цей показник може бути самостійним інтегральним біоценотичним показником інтенсивності внутрішньоводоймних процесів.

Прогноз кисневого режиму у середніх водотоках здійснювали на основі балансових розрахунків з використанням оцінки та прогнозування якості природних вод за Сніжко С.І. До прибуткової частини балансу було віднесено: реаерація кисню з атмосфери; надходження його внаслідок фотосинтетичної діяльності рослин. До витратної частини балансу належать споживання кисню: на окиснення розчиненої у воді органічної речовини; донними відкладами; на дихання водних організмів.

Розрахунки здійснювались за формулою:

$$C_{O_2} = C_m - D_\phi - \sum_1^i \frac{(D_\phi - D_{cmi}) \cdot W_i}{\gamma_i W_\phi + W_i} \quad (1)$$

де  $C_{O_2}$  – середня за розрахунковий період (10 років) концентрація розчиненого кисню в максимально забрудненому струмені ділянки річки,  $\text{мг}/\text{дм}^3$ ;  $C_m$  – теоретична розчинність кисню при взятій для розрахунку температурі річкової води,  $\text{мг}/\text{дм}^3$ ;  $D_\phi$  – дефіцит кисню, що може виникнути в річковій воді за час її пробігання від фонового до заданого гідроствору річки,  $\text{мг}/\text{дм}^3$ ;  $D_{cmi}$  – дефіцит кисню, що може виникнути у зворотних водах і-го джерела забруднень за час її пробігу від місця скиду до заданого для розрахунку гідроствору річки,  $\text{мг}/\text{дм}^3$ ;  $W_\phi$  – фоновий стік 95% забезпеченості в початковому (фоновому) гідростворі річки за

розрахунковий період, мг/дм<sup>3</sup>;  $W_i$  – водний стік вод  $i$ -го джерела забруднення за розрахунковий період, м<sup>3</sup>;  $\gamma_i$  – коефіцієнт змішування стічних та річкових вод, при наближених результатах, коли взяті порівняно великі ділянки річок ( $\geq 20$  км), можна прийняти для середніх річок  $\gamma_i=0,8$ ;  $\tau_i$  – час добігання води від  $i$ -го джерела забруднення до розрахункового гідроствору, діб.

Параметр  $D_\phi$  для періоду відкритого русла розраховується за формулами:

а) при  $L_\phi < \Gamma \text{ДК}$ :

$$D_\phi = \frac{K_{1\phi} L_\phi}{K_2 - K_{2\phi}} [\exp(-K_{1\phi} \tau_\phi) - \exp(-K_2 \tau_\phi)] + (C_m - C_{\phi O_2}) \exp(-K_2 \tau_\phi) \quad (2)$$

б) при  $L_\phi < \Gamma \text{ДК}$ :

$$C_{\phi O_2} < C_m: D_\phi = (C_m - C_{\phi O_2}) \exp(-K_2 \tau_\phi) \quad (3)$$

в) при  $L_\phi < \Gamma \text{ДК}$ :

$$C_{\phi O_2} \geq C_m: D_\phi = 0 \quad (4)$$

де  $K_{1\phi}$  – коефіцієнт швидкості споживання кисню у річковій воді у фоновому гідростворі визначається за довідковими даними;

$K_{2\phi}$  – коефіцієнт реаерації визначається в довідковій літературі.

Таким чином, для отримання цілісної системи екологічної оцінки стану водної системи р. Інгулець, прогнозування потенційно можливих наслідків змін структурно-функціональних властивостей можна стверджувати (на основі ІБМ контролю), що дослідження в такому напрямку є науково обґрунтованими щодо поглибленої екологічної оцінки стану водних систем.

У четвертому розділі висвітлено екосистемний підхід стосовно створення ІБМ ідентифікації екологічних змін у стані водної системи р. Інгулець. Вибір об'єкту досліджень пов'язаний з тим, що водна система р. Інгулець є однією із найбільш забруднених водних екосистем України, що підтверджується інтенсивною зміною внутрішньоводоймних процесів (див.табл. 3) та які пов'язані із структурно-функціональними змінами розвитку ГЕ. За таких умов з'являється необхідність з'ясування причин та наслідків дії СМФ на розвиток природних водних екосистем та встановлення функціональних перетворень у ГЕ, які показують прямі та зворотні їх зв'язки (рис.5) при визначенні стабільності розвитку природно-змінених ГЕ.



Рис.5. Схема функціональних зв'язків (прямих та зворотних) стабільності розвитку в ГЕ

Зміни, які відбуваються у природно-змінених ГЕ характеризуються такими інтегральними біоценотичними показниками та їх параметрами (коливання їх рівня залежить від інтенсивності техногенних впливів) на ГЕ:

- сталість розвитку:

$$U_{GE} = \sum_{i=1}^n u_i = 0,1 - 0,21 \quad (5)$$

- динамічна рівновага розвитку:

$$S_e = \sum_{i=1}^n s_i = 3,1 - 3,7 \quad (6)$$

- живучість:

$$R_e = \sum_{i=1}^n r_i = 5,3 - 5,9 \quad (7)$$

- екологічна безпека:

$$P_e = \sum_{i=1}^n p_i = 1,9 - 3,2 \quad (8)$$

де  $U_e, S_e, R_e, P_e$  - відповідні сукупні показники сталості, рівноваги, живучості і безпеки;  $u_i, s_i, r_i, p_i$  - відповідні показники окремих елементів, що характеризують сталість, рівновагу, живучість і безпеку водних систем;  $n$  - кількість факторів, що впливають на безпеку розвитку водних систем.

А загальним інтегральним критерієм стабільності розвитку ГЕ є інтегральні біоценотичні показники, які доповнюють один одного та характеризують критерій екологічності розвитку ГЕ (стабільність), а саме:

$$R_{екол.} = \sum_{n=4}^i r_i \sum_{n=4}^m r_m \sum_{n=4}^k r_k \sum_{n=4}^l r_l \quad (9)$$

де:  $R_{екол.}$  - інтегральний показник екобалансованого розвитку природних змінених ГЕ;  $r_i$  - втрати, пов'язані із біотою (біотичний фактор) в процесі розвитку природних змінених ГЕ;  $r_m$  - втрата чинників неживої природи (абіотичний фактор) в процесі розвитку природно змінених ГЕ;  $r_k$  - втрата самовідновної здатності природно змінених ГЕ;  $r_l$  - спрощення структури природно змінених ГЕ;  $n$  - кількість показників оцінки.

Розрахунки показали зміни інтегрального показника екологічності, що кількісно характеризує стабільність розвитку природно змінених ГЕ на етапах різного впливу техногенних чинників (від відносно «фоновому» стану до інтенсивно забрудненого стану:  $R_{екол.} = 3,76-7,1$ ;  $r_i = 0,24-2,8$ ;  $r_m = 1,75-3,2$ ;  $r_k = 5,62-15,93$ ;  $r_l = 0,79-2,20$ ).

Отримані результати свідчать, що стабільність розвитку природно-змінених ГЕ залежить, в основному, від асиміляційного потенціалу та його ємності, стійкості водних екосистем до антропогенного навантаження, порушення динамічної рівноваги та живучості, індексу сапробності (із врахуванням коефіцієнта самоочищення), інтенсивності процесів біосинтезу в ГЕ тощо. При визначенні інтегрального показника екологічності використовували, також, окремі функціональні залежності та відомості щодо функціональних змін біопродук-

Таблиця 3

## Узагальнені показники екологічної оцінки стану водних систем р Інгулець\*

Розрахунковий гідроствор	Клас забруднення водної системи	Асиміляційний потенціал (АП)	Асиміляційна ємність (АЄ)	Стійкість до антропогенного навантаження	Інтенсивність процесів біосинтезу і біотрансформації	Індекс сапробності із врахуванням коефіцієнта самоочищення	Індекс спрощення структури ГЕ	Індекс екологічної ємності	Коефіцієнт самоочищення, %		
									низький (0-0,35)	середній (0,36-0,70)	високий (0,71-1,0)
м. Кривий Ріг (1 км вище міста)	1,34 (II-помірно забруднені)	4,5	6,5	7,1	0,6	2,1	0,71	25,2	85,7	12,2	2,1
м. Кривий Ріг (1 км нижче міста)	2,24 (IV – забруднені)	4,8	6,8	5,44	0,46	2,4	0,46	28,4	87,7	10,1	1,2
м. Кривий Ріг (7 км нижче міста)	4,87 (VI – брудні)	2,5	8,4	0,93	0,28	3,8	0,24	28,7	90,2	9,1	0,7
с. Садове – устя (1,2 км нижче)	1,34 (II-помірно забруднені)	6,5	7,3	1,86	0,87	1,5	0,74	26,6	85,6	13,0	1,4

Примітка: зазвичай більшість цих показників та їх параметрів, окремо, або сумісно, не застосовуються для обґрунтування функціональних особливостей розвитку природно змінених ГЕ.

ційного потенціалу, які представлені на рис. 6,7. Таким чином, інтегральна біоценотична оцінка стану природно змінених ГЕ носить комплексний характер і пов'язана із специфічністю дії СМФ; просторово-часовою послідовністю розвитку ГЕ; станом гідробіоценозів як активної складової, що пов'язана із процесами біосинтезу та біотрансформації в природно змінених ГЕ; механізмом реадаптації біоти до свого життєвого середовища, яке постійно змінюється тощо.

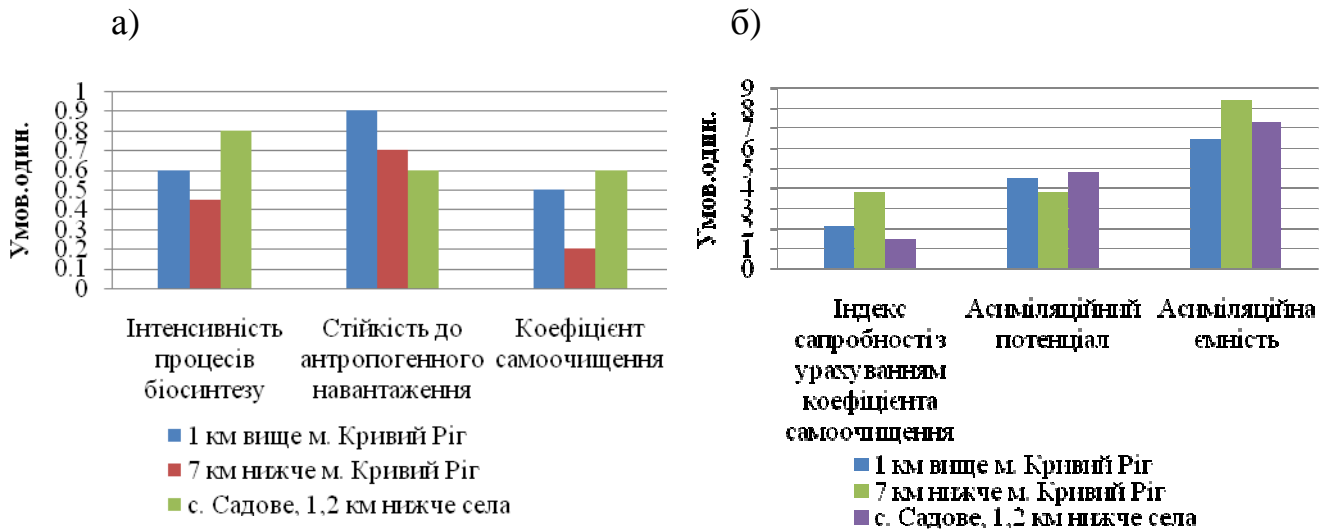


Рис.6. Інтенсивність процесів біосинтезу за такими показниками: швидкість процесів біосинтезу, стійкість до антропогенного навантаження та коефіцієнт самоочищення (а); асиміляційна ємність, асиміляційний потенціал та індекс сапробності (б)

На основі отриманих результатів (в нативних умовах) запропоновано використовувати комплексний інтегральний біоценотичний показник розвитку природно змінених ГЕ за асиміляційним потенціалом, який є природним ресурсом та, завдяки якому, зберігається асимілююча та саморегулююча здатності гідробіоценозів, трофічний статус. Встановлено, що межа асиміляційного потенціалу, яка характеризує екологічно достатній рівень розвитку природно змінених ГЕ знаходиться на рівні 4,5-6,5 умовних одиниць. Основні можливості біоценотичних методів контролю наведені у таблиці 4.

Для біоценотичного підходу визначення функціональних особливостей розвитку ГЕ використовувати інтегральний індекс АП, що пов'язано із наступним:

- асиміляційний потенціал – це природний ресурс, який характеризує процес біосинтезу та біотрансформація в ГЕ (біопродукційний потенціал);
- гідробіоценози – біотична основа існування водних систем, які забезпечують їх трофічний статус, асимілюючу та саморегулюючу здатності;
- у практичному плані: встановлені границі оптимального розвитку ГЕ за асиміляційним потенціалом, які дозволяють здійснювати поточний та прогнозний контроль за екологічним станом водного басейну р. Інгулець.

В якості основного висновку можна зазначити, що інтегральним проявом дії СМФ є специфічне антропогенне середовище, яке виникло завдяки порушенню взаємозв'язків та взаємодії між екологічними факторами, що визначають рівень змін в структурно-функціональних особливостях розвитку ГЕ. І тому лише ІБМ



Таблиця 4

## Основні характеристики біоценотичних методів контролю стану ГЕ

Ознака	Хімічні методи	Біологічні методи		Біоценотичні методи		
		Біоіндикація	Біотестування	Індекси	Критерії	Коефіцієнти
Тип індикації	Індикація					
Об'єкт аналізу	ГЕ та її складові	Водні угруповання	Вода	Дослідження біо- та гідроекосистем		
Мета досліджень	Наукові основи створення системи інтегральних біоценотичних методів контролю водних екосистем	Оцінка стану природних угруповань	Інтегральна оцінка токсичності на тест організмах	Створення інтегральних біоценотичним методом контролю за станом ГЕ	Визначення індексу сапробності (із урахуванням індексу токсичності), критерію токсичності речовин антропогенного походження в ГЕ та біопродукційного потенціалу	Визначення дії СМФ, екологічної ємності ГЕ, АП та АЄ
Показники токсичності	-	Негативні зміни в угрупованнях	Розвиток патологічних (до загибелі організмів) змін у тест організмів	Порушення трофічного статусу в ГЕ, саморегулюючої здатності, збільшується АЄ	Взаємозв'язок між змінами біофільності та технофільності	Зміна індексу сапробності, індексу Шеннона, структури однорідності ГЕ
Регламенти	ГДК, ГДС	Не встановлені	Відсутність гострої токсичної дії	Не встановлені		
Метрологічний характер	Похибка, збіжність, відтвореність	Не встановлені	Збіжність, відтвореність	Узгодженість між параметрами, які характеризують інтенсивність внутрішньоводоймних процесів		

можуть забезпечити поглиблену інформацію щодо порушення функціональних властивостей водних екосистем та визначити прогноз їх розвитку для використання в цілях розробки водоохоронних заходів.

## ВИСНОВКИ

1. Запропоновано науково-методичні підходи проведення оцінки екологічного стану водних екосистем р. Інгулець, як об'єкта дослідження.
2. Встановлено, що інтегральним проявом дії модифікуючих (антропогенних) факторів є специфічне водне середовище (природно змінені гідроекосистеми), екологічну оцінку стану якого слід ідентифікувати, як за нормативними, так і за біоценотичними методами контролю із застосуванням трьох напрямків досліджень: екосистемного – визначення структурно-функціональних особливостей розвитку гідроекосистем за довгостроковий період із врахуванням просторово-часових змін; екологічного (гідробіологічного) – визначення біотичного спрощення структури гідроекосистем; ресурсного – визначення рівня якісного виснаження вод.
3. Показано, що науково-методичні підходи передбачають визначення причин, наслідків і проявів дій антропогенних факторів на водні екосистеми за такими показниками та їх параметрами, які характеризують процеси їх функціонування: асимілюючою та саморегулюючою здатностями, біопродукційним потенціалом, рівнем трофічного статусу, рівнем структурного спрощення тощо.
4. Засвідчено, що екологічна оцінка стану водної системи Інгулець за нормативними показниками (зміна якості природних вод за індексом забрудненості води, екологічним індексом та його складовими, хімічним складом води із врахуванням перевищення кратності ГДК речовин та елементів антропогенного походження) не дає змогу оцінити інтенсивність процесів біосинтезу та біотрансформації в гідроекосистемах, а тим самим визначити функціональні можливості природного ресурсу (гідробіоценозів) за асиміляційним потенціалом.
5. Встановлено, що інженерно-екологічні інтегральні біоценотичні показники та їх параметри, за умов появи природно змінених водних екосистем (внаслідок дії модифікуючих антропогенних факторів), відображають структурно-функціональні особливості природно-антропогенних екосистем, а саме: стосовно загальної екологічної оцінки, як системи відстеження антропогенних змін у водних екосистемах (екологічна та буферна ємності, біопродукційний потенціал, біотичне спрощення структури гідроекосистем тощо). Щодо технічно-екологічної оцінки, як системи контролю стану природно-зміненого водного середовища та екологічного ризику його існування (за водним природним біотичним ресурсом: асиміляційний потенціал, його асимілююча та саморегулююча здатності, асиміляційна ємність).
6. Встановлено, що створення інтегральних біоценотичних показників та їх параметрів, щодо контролю за змінами функціональних властивостей

гідроекосистем, стало можливим лише за умов встановлення закономірностей їх розвитку за довгостроковий період та, в першу чергу, лімітуючих факторів існування водних екосистем.

7. Комплексні інтегральні біоценотичні показники та їх параметри дозволили визначити стабільність розвитку гідроекосистем за критерієм екологічності, який дорівнює 3,76-7,1, а його складові: витрати пов'язані із біотою знаходяться в межах 0,24-2,8; втрати пов'язані із «неживою» природою (абіотичні фактори) знаходяться в межах 1,75-3,2; втрати пов'язані із самовідновною здатністю знаходять в межах 5,6-15,9; зміна екобезпечного розвитку гідроекосистем знаходиться в межах 0,8-2,2.
8. Охарактеризовано зміни функціональних зв'язків в гідроекосистемах, які визначають окремі комплексні інтегральні біоценотичні показники функціональних процесів (складових) існування гідроекосистем: стійкість розвитку водних екосистем знаходиться в межах 0,2-2,1; збереження динамічної рівноваги розвитку водних систем знаходиться в межах 3,1-3,7; екологічна безпека знаходиться в межах 1,9-3,2.
9. Встановлено, що асиміляційний потенціал, як біотичний природний ресурс гідроекосистем, дозволяє ідентифікувати «достатній» рівень розвитку водних екосистем, який знаходиться в межах 4,5-6,5. Встановлені оптимальні рівні функціонування гідроекосистем не тільки для поточних умов, але й для прогнозу на перспективу в нативних умовах стану природних ресурсів.

## **ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ ВИКЛАДЕНО У ПРАЦЯХ:**

1. Удод В.М. Екологічний підхід в оцінці ефективності внутрішньоводоймних процесів водних систем річок Кальміус та Інгулець / В.М. Удод, І.Л. Вільдман, О.Г. Жукова // Вісник Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського. – 2014. - Вип. 2(85). – С. 161 – 166;
2. Удод В.М. Наукове обґрунтування використання показника асиміляційного потенціалу та асиміляційної ємності для екологічної оцінки стану ГЕ річок / В.М. Удод, І.Л. Вільдман // Екологічна безпека та збалансоване природокористування. – 2014. - Вип. 16. – С. 81 – 92.
3. Удод В.М. Наукові основи розробки комплексних методів для визначення стану ГЕ р. Інгулець / В.М. Удод, І.Л. Вільдман // Екологічна безпека. – 2014. - Вип. 6. – С. 50 – 53.
4. Патент на корисну модель 94025. Спосіб визначення асиміляційного потенціалу у водній системі річки (UA)./Вільдман І.Л.// Заявка № U 2014 05131 від 15.05.2014. Опубл. бюл. Від 27.10.2014.
5. Удод В.М. Важкі метали як забруднювачі водної системи р. Інгулець / В.М. Удод, І.Л. Вільдман // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. – 2014. – Вип. 23. – С. 22 – 27.
6. В.М. Удод. Разработка современных биоценологических методов контроля экологического состояния гидроекосистем рек / В.М. Удод, И.Л. Вильдман, Е.Г. Жукова// Восточно – Европейский журнал передовых технологий. – Харьков, 2014. - Вип. 5/10(71). – С. 4 -11;

7. Удод В.М. Экологическая оценка антропогенной трансформации р. Ингулец / В.М. Удод, И.Л. Вильдман // Биосферная совместимость (человек, регион, технологи). – Брянск, 2014. – Вып. 2. – Брянск, 2014. – С. 27 – 32.

8. Вильдман І.Л. Екологічні новації в політиці Мінекології/ І.Л. Вильдман // «Белые ночи - 2012»: сб. трудов Межд. наук. чтения. – К., 2012. - С. 59-65.

9. Інженерні методи захисту гідросфери. Термінологічний словник для студентів, які навчаються за напрямом підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»/ Уклад. В.М.Удод, М.Ю. Яців, І.Л. Вильдман, О.Г. Жукова – К.: КНУБА, 2014. – 28 с.

10. Природний біоценотичний ресурс (асиміляційний потенціал) поверхневих вод як індикатор сталості їх екозбалансованого розвитку (на прикладі р.Інгулець). Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Інженерні методи захисту гідросфери» для студентів, які навчаються за напрямом підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»/Уклад. І.Л.Вильдман. – К.:КНУБА, 2015. – 8 с.

## АНОТАЦІЯ

Вильдман І.Л. Наукові основи створення системи інтегральних біоценотичних методів контролю водних систем (на прикладі р. Інгулець). – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Київський національний університет будівництва і архітектури Міністерства освіти і науки України, Київ, 2016.

У ХХІ ст. різко погіршився екологічний стан водних басейнів річок України, що пов'язано із кількісним та якісним їх виснаженням. Водночас, система санітарно-гігієнічного нормування не дозволяє охарактеризувати зміни самоорганізації ГЕ. Сучасний законодавчий світогляд нормативів якості довкілля вчені-екологи пов'язують із біотичною компонентою водних систем річок, яка є визначальним фактором збереження стабільності розвитку водних басейнів річок. І тому, визначення екологічного неблагополуччя розвитку ГЕ слід оцінювати за двома критеріями: фактори зміни середовища існування людини (потенційно можливої зміни якості питної води); санітарно-епідеміологічного забруднення водних систем (об'єктів рекреаційного призначення); загальноекологічного фактора зміни ГЕ (загроза трансформації річок; порушення функції основних біотичних компонентів, які забезпечують структурно-функціональні властивості ГЕ тощо). Показано, що деградаційні процеси виникають внаслідок неузгодженості взаємозв'язків та взаємодії між екологічними та СМФ, що впливає на сталість екобезпечного розвитку ГЕ. Здійснено аналіз існуючих біоценотичних методів контролю за станом ГЕ і показано перевагу запропонованих методів стосовно можливості визначення структурно-функціональних показників та їх параметрів басейнів річок України (на прикладі р. Інгулець).

Ключові слова: гідроекосистеми, антропогенні фактори, асиміляційний потенціал, біофільність, технофільність, біосинтетичні процеси.

## АННОТАЦИЯ

Вильдман И.Л. Научные основы создания системы интегральных биоценологических методов контроля водных систем (на примере г. Ингулец). - На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 21.06.01 – экологическая безопасность. – Киевский национальный университет строительства и архитектуры Министерства образования и науки Украины, Киев, 2016.

В XXI в. резко ухудшилось экологическое состояние водных бассейнов рек Украины, что связано с количественным и качественным их истощением. В то же время, система санитарно-гигиенического нормирования не позволяет охарактеризовать изменения самоорганизации гидроэкосистем. Современное законодательное мировоззрение нормативов качества окружающей среды ученые-экологи связывают с биотических компонентом водных систем рек, который является определяющим фактором сохранения стабильности развития водных бассейнов рек. И поэтому, определение экологического неблагополучия развития гидроэкосистем следует оценивать по двум критериям: фактору изменения среды обитания человека (потенциально возможного изменения качества питьевой воды); санитарно-эпидемиологического загрязнения водных систем (объектов рекреационного назначения); общеэкологического фактора изменения гидроэкосистем (угроза трансформации рек, нарушение функции основных биотических компонентов, которые обеспечивают структурно-функциональные свойства гидроэкосистем т.д.). Основой для разработки методов стало определение изменений причинно-следственных взаимосвязей в гидроэкосистемах за период развития водных систем. Показано, что основной причиной изменений взаимосвязей между экологическими и антропогенными факторами являются специфические модифицирующие (антропогенные) факторы, а двигателем постепенных изменений в гидроэкосистемах является процесс жизнедеятельности гидробиоценозов.

Предложенные нами биоценологические методы контроля по следующим направлениям: при использовании природного ресурса (гидробиоценозы) - ассимилирующий потенциал, индекс биосинтетической активности; при оценке скорости биосинтетических процессов ассимиляции и диссимиляции - критерий процессов скорости выработки и деструкции органических соединений; при оценке процессов биофильности и технофильности тяжелых металлов - индекса биохимической активности тяжелых металлов и тому подобное. Осуществлен анализ существующих биоценологических методов контроля за состоянием гидроэкосистем и показано преимущество предложенных методов относительно возможности определения структурно-функциональных показателей и их параметров бассейнов рек Украины (на примере р. Ингулец).

Ключевые слова: гидроэкосистемы, антропогенные факторы, ассимилирующий потенциал, биофильность, технофильность, биосинтетические процессы.

## ABSTRACT

Vildman I. L. Scientific basis for the creation of a system of integral biocenotic methods of control of water systems (on the example of river Ingulets). – On the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of candidate of technical Sciences, specialty 21.06.01 – environmental safety. – Kyiv National University of Construction and Architecture of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2016.

In the twenty-first century. deteriorated ecological status of water basins of Ukraine, due to their quantitative and qualitative depletion. However, the system of sanitary-hygienic standardization does not allow to characterize the changes of self-organization of aquatic ecosystems. Modern legal philosophy of the standards of environmental quality, environmental scientists associated with biotic component of aquatic systems rivers, which is the determining factor for ensuring sustainability of water basins of rivers. And so, the definition of ecological problems of development of aquatic ecosystems should be assessed according to two criteria: factor changes in the environment of human existence (potential changes in drinking water quality); sanitary ademloos pollution of water systems (facilities recreational facilities); zahalnopedahohichnyh the factor of changes in aquatic ecosystems (the threat of transformation of rivers; interruption of the functions of the main biotic components that provide structural and functional properties of aquatic ecosystems and the like). It is shown that degradation processes occur due to the mismatch of the linkages and interactions between environmental and specific modifier (anthropogenic) factors that affect the constancy cubespace development of aquatic ecosystems. Implemented biocenotic analysis of existing methods of monitoring the status of aquatic ecosystems and the advantage of the proposed methods regarding the possibility of determining the structural-functional parameters and settings of river basins of Ukraine (on the example of Ingulets).

Keywords: gidroecosystems, anthropogenic factors, assimilative capacity, bohlin, technoplast, biosynthetic processes.