

УДК: 504.064.3:574:504.453 (045)

**НАУКОВА МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГОНЕБЕЗПЕЧНИХ РИЗИКІВ
ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕХНОГЕННО-ЗМІНЕНИХ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ****С. М. Маджд, Я. І. Кулинич**

Національний авіаційний університет

просп. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, 03680, Україна. E-mail: madzhd@i.ua; yanakulynych45@gmail.com

Запропоновано та опрацьовано новий науково-методичний підхід визначення змін інтенсивності механізмів внутрішньоводойменних процесів за допомогою інтегральних систем індикаторів. Сучасні інформативні інтегральні методи контролю дали змогу охарактеризувати динаміку змін функціонування техноприродних екосистем у такій послідовності: індикатори стану екосистем (екологічна ємність, техноємність, рівень компенсаційного механізму біотичної саморегуляції вод, тощо); індикатори наслідків дії техногенних впливів (порушення екологічної рівноваги за рахунок втрати природоємності, тощо). Інтегральні системи індикаторів в поєднанні з екосистемним принципом за басейновим підходом дозволили дати комплексну екологічну оцінку стану концептуальної системи річок басейну Дніпра.

Ключові слова: концептуальна водна екосистема, структурно-функціональна організація, гідроекосистема, екологічні індикатори.

**НАУЧНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГООПАСНЫХ РИСКОВ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННО-ИЗМЕНЕННЫХ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ****С. М. Маджд, Я. И. Кулинич**

Национальный авиационный университет

просп. Космонавта Комарова, 1, г. Киев, 03680, Украина. E-mail: madzhd@i.ua; yanakulynych45@gmail.com

Предложен и отработан новый научно-методический подход определения изменений интенсивности механизмов внутриводоемных процессов с помощью интегральных систем индикаторов. Современные информативные интегральные методы контроля позволили охарактеризовать динамику изменений функционирования техноприродных экосистем в такой последовательности: индикаторы состояния экосистем (экологическая ёмкость, техноёмкость, уровень компенсационного механизма биотической саморегуляции вод и т.д.); индикаторы последствий действия техногенных воздействий (нарушение экологического равновесия за счет потери природоёмкости и т.д.). Интегральные системы индикаторов в сочетании с экосистемным принципом за бассейновым подходом позволили дать комплексную экологическую оценку состояния концептуальной системы рек бассейна Днепра.

Ключевые слова: концептуальная водная экосистема, структурно-функциональная организация, гидроэкосистемы, экологические индикаторы.

АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ. Наше сьогодні – це початок третього тисячоліття, яке ознаменувалося появою глобальних екологічних проблем та, як наслідок, формуванням техносфери в межах біосфери. Зміна стану навколишнього природного середовища стала поштовхом визнання вимог екологічного імперативу при розв'язанні проблем забезпечення екозбалансованого розвитку природних систем всіх ієрархічних рівнів [1, 2]. Водночас, слід зазначити, що серед складових біосфери найбільшого техногенного впливу зазнають водні ресурси: від малих річок до великих річок та їх басейнів [3, 4]. Так, в Україні практично всі річки кількісно та якісно виснажені. У басейновому розрізі [5] найбільша кількість недостатньо очищених стічних вод надходить до басейну Дніпра – 802 млн.м³/рік. Цей факт став визначальним чинником для вибору басейну Дніпра – об'єктом дослідження.

Такий стан водних ресурсів України впливає негативно не тільки на природні системи, але й на соціально-економічні. Доцільність об'єднання соціально-економічних та екологічних проблем пов'язаних з тим, що 1-5 % світової інфляції обумовлено нераціональним природокористуванням [6]. Тобто, сприятливі умови забезпечення природними ресурсами (у нашому випадку – водними ресурсами) є

гарантією економічного зростання соціально-економічного комплексу.

Використовуючи доступні дані науково-технічної літератури [1, 7–11] було виявлено, що поява техноприродних систем, основою розвитку яких є техногенно-зумовлені процеси в екосистемах, призвела до змін. А саме, що попередня концепція екологічної безпеки природних систем за регламентацією хімічних сполук антропогенного походження [8, 9] поступилася місцем концепції екологічного ризику, щодо структурно-функціональних змін в екосистемах [10–14]. Для реалізації цієї концепції виникла необхідність створення сучасних інформативних індикаторів контролю екосистемних процесів, які необхідні для своєчасної, в разі необхідності, розробки водоохоронних заходів [13, 15, 16]. З цієї метою автори рекомендують використовувати комплексні інтегральні системи – індикатори, за призначенням. Такі інформативні системи контролю дозволяють прослідкувати динаміку змін функціонування водних об'єктів в системі «техногенний вплив – наслідки впливів». Саме за допомогою еколого-технічних показників та їх параметрів можна визначити інтенсивність внутрішньоводойменних процесів і потенційно можливих екологічних ризиків їх розвитку.

Для визначення причин антропогенної трансформації екосистем гирлової ділянки р. Ірпінь обрано в якості об'єкта досліджень єдину концептуальну систему гідрографічних структурних одиниць басейну Дніпра, які пов'язані між собою також функціонально, а саме:

I. ділянка малої річки Нивка (район скиду зворотних вод від більше ніж 60-ти підприємств різних галузей, серед яких авіаційна, фармакологічна, меблева) [15, 16], правої притоки р. Ірпінь, яка є одним із основних джерел техногенного забруднення;

II. р. Ірпінь від місця впадання р. Нивка і до гирла;

III. пригирлова прибережна зона Київського водосховища, щодо визначення еколого-небезпечних ризиків скидних річкових вод р. Ірпінь для гідроекосистем.

Мета роботи - розробка науково-методичного підходу визначення змін інтенсивності механізмів внутрішньоводойменних процесів за допомогою інтегральних систем індикаторів.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Основна наукова спрямованість досліджень це – екосистемний принцип за басейновим підходом. За таких умов, на наш погляд, розвиток і функціонування техногенно-змінених водних екосистем (ТЗВЕ) р. Ірпінь (гідроствори: смт. Гостомель, с. Козаровичі) підтримуються за рахунок нестабільності складу і структури підсистем річок Нивка і Ірпінь. У зв'язку з чим, кінетика розвитку гідроекосистем та гомеостатичні параметри узгоджуються завдяки прямим і зворотнім зв'язкам із амплітудою адаптаційних коливань біоти та зміною біотичної саморегуляції вод. Це глибинні внутрішньоводойменні процеси, які визначаються рівнями змін взаємозв'язків і взаємодії екологічних та антропогенних факторів.

Традиційні методи контролю не в змозі охарактеризувати структурно-функціональну трансформацію водних екосистем і тому, тільки розробка специфічних інтегральних систем – індикаторів, спроможна визначити їх зміни. Нормативні системи контролю це – не просто визначення показників та їх параметрів, а комплексні екологічні індикатори контролю, що дозволяють прослідкувати поетапну динаміку змін техногенно-зумовлених екосистем: індикатори дії за допомогою інтегральних складових (індекс техногенних впливів, рівень ефективності механізму пластичного метаболізму хімічних сполук, загальний екологічний індекс, тощо); → індикатори стану екосистем (екологічна ємність, техноємність, рівень компенсаційного механізму біотичної саморегуляції вод, тощо); → індикатори наслідків дії техногенних впливів (порушення екологічної рівноваги за рахунок втрати природоємності, тощо). Таким чином, інтегральні системи, завдяки екосистемному принципу досліджень за басейновим підходом, дозволили охарактеризувати інтенсивність внутрішньоводойменних процесів за допомогою сучасних екологічних індикаторів та встановити ризики розвитку ТЗВЕ щодо часткової втрати природоємності (якісне виснаження вод). Такі функціо-

нальні можливості інтегральних систем індикаторів дозволяють здійснювати контроль екологічного стану ТЗВЕ р. Ірпінь (гирлова ділянка).

При розробці інформативних екологічних індикаторів контролю керувалися такими принципами:

1) для інформаційного забезпечення управління станом водних екосистем ТЗВЕ гирлової ділянки р. Ірпінь (довжина 45 км від місця впадання р. Нивка до зони скиду річкових вод у Київське водосховище) показати доцільність розробки еколого-соціально-інженерних індикаторів та необхідність знань щодо наукових закономірностей розвитку ТЗВЕ;

2) для розуміння доцільності формування системи індикаторів охарактеризувати еколого-технічні показники та їх параметрів системі «техногенний вплив – наслідки впливу»;

3) для прогнозу і попередження еколого-небезпечних ризиків при функціонуванні ТЗВЕ звернути особливу увагу на дотримання еколого-інженерних умов функціонування водних екосистем, а саме $C_{\max} \leq C_{\text{ст}}(\text{фон})$;

4) для забезпечення стабільного функціонування концептуальної системи річок Нивка та Ірпінь розробити дієві природоохоронні заходи, провести випробування запатентованої комплексної біоінженерної споруди для очищення вод р. Нивка.

Перша «підсистема» р. Нивка – р-нскиду зворотних вод від численних підприємств та міських колекторів, загальна довжина річки 23 км, довжина відкритого русла приблизно 5 км, більша частина якого знаходиться у колекторі. Стосовно характеристики «підсистеми» можна засвідчити такі процеси, які характеризують зміну екологічної рівноваги в річці: порушення речовинно-енергетичного балансу внаслідок понаднормативного вмісту забруднюючих речовин (нафтопродукти, іони важких металів Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cr^{6+}) та їх сумарних показників, виникнення матеріальної кумуляції екотоксикантів антропогенного походження у донних відкладах [16, 17], зниження самоочисної здатності вод до критичних рівнів – $\leq 0,2$. Наведена характеристика екологічної ситуації в р. Нивка відповідає V класу якості води (брудна). Екологічний стан ділянки р. Нивка, яка є правою притокою кінцевої пригирлової ділянки р. Ірпінь дозволяє вважати її води джерелом техногенного забруднення для цього водного об'єкта [15].

В якості фактографічного матеріалу екологічного стану р. Ірпінь використано дані екологічного моніторингу державних установ м. Києва [18, 19] за десятирічний період, за трьома гідростворами (с. Мостище, смт. Гостомель, с. Козаровичі (рис. 1.)), та за сорока показникам. Гідроствор у с. Мостище в даній роботі розглядається як контрольний, адже розміщений до впадання вод р. Нивка в р. Ірпінь.

Отримані дані проаналізовано, систематизовано, узагальнено та зроблено статистичну математичну обробку, застосовано метод математичного моделювання [16]. За результатами екологічної оцінки, виконаної за методикою [20, 21] клас якості води р. Ірпінь характеризується наступним чином: III клас якості вод – помірно-забруднені (2% випадків); IV клас якості вод – забруднені (96% випадків) і V клас

якості вод – брудні (2% випадків). У зв'язку з тим, що у р. Ірпінь переважає IV клас, максимальні і мінімальні рівні забрудненості вод (V і III класи) розглядаються як потенційно можливі екологічні

ситуації, пов'язані з нестабільним рівнем антропогенного навантаження. В табл. 1 наведена екологічна ситуація в екосистемах р. Ірпінь, як результат антропогенного навантаження на них.



Рисунок 1 – Карта-схема досліджуваної ділянки басейну р. Ірпінь

На рис. 1. зображена територія комплексної концептуальної системи досліджуваних водойм яка включає в себе басейн річки Ірпінь в межах Київської області, басейн р. Нивка та Київське водосховище. Хоча р. Нивка не є останньою притокою р. Ір-

пінь перед впаданням її в Київське водосховище, проте, екологічний стан р. Нивка є найгіршим і саме він призводить до порушення екологічної ситуації в пригирловій ділянці р. Ірпінь.

Таблиця 1 – Характеристика рівня антропогенної трансформації ТЗВЕ гирлової ділянки р. Ірпінь

Показники	Мінімальні показники та їх параметри	Максимальні показники та їх параметри	Середні показники та їх параметри
Загальний екологічний індекс	2,0	3,0	2,5
Індекс техногенного впливу	2,0	2,5	2,3
Критерій Стьюдента за живучістю, біомасою	3,0	7,0	5,0
Критерій ефективності механізмів пластичного метаболізму	0,6	3,0	1,6
Критерій рівня балансу екологічної ємності	25,0	35,0	30,0
Критерій балансу техноємності	13,0	21,0	17,0

Аналіз даних табл. 1 свідчить, що в екосистемі гирлової ділянки р. Ірпінь відбуваються функціональні зміни, які впливають на інтенсивність внутрішньоводойменних процесів відповідно до екологічних законів [22]. Беручи до уваги основні положення закону екологічної кореляції, можна зазначити, що відбуваються зміни в залежності від рівня взаємовідносин та взаємодії екологічних та антропогенних факторів. Завдяки амплітуді коливань пристосувальних реакцій гідробіонтів до змін середовища свого існування створюються такі екологічні ситуації

в гідроекосистемах, коли їх екологічні компоненти відповідають один одному, а екзогенні та ендogenous ризики нівелюються внаслідок ушкоджуючої дії екотоксикантів та захисних пристосувальних реакцій біоти (баланс екологічної ємності екосистем – фундаментальна основа їх існування). Застосування інформативних інтегральних систем – екологічних індикаторів, розробка яких базується на міжнародних принципах [23, 24] та запропонованих нами науково-методичних підходах [25], представлена на рис. 2.

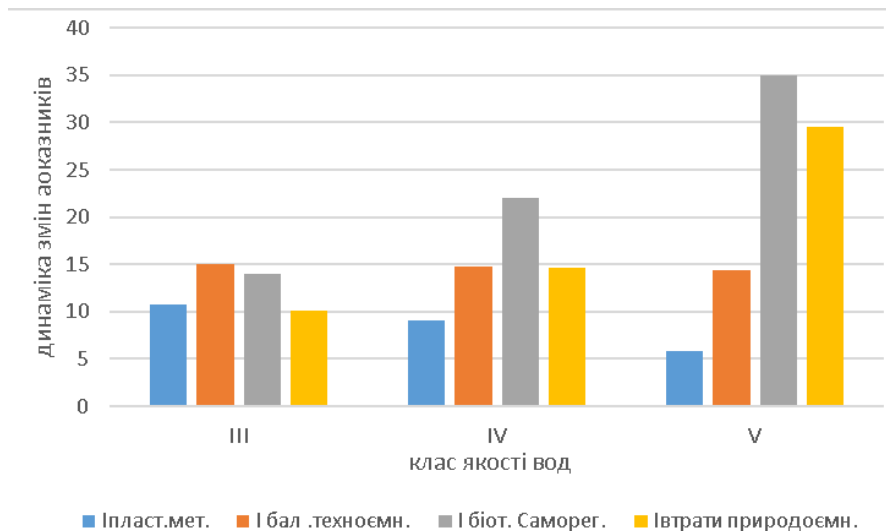


Рисунок 2 – Характеристика потенційно можливих ендogenous екологічних ризиків щодо здійснення внутрішньоводойменних процесів в ТЗВЕ гирлової ділянки р. Ірпінь

Нами встановлено послідовний ряд особливостей розвитку та функціонування техноприродних екосистем: зміна речовинно-енергетичного балансу → зниження рівня ефективності процесів пластичного метаболізму хімічних сполук → формування балансу техноємності → трансформація природного компенсаційного механізму біотичної саморегуляції вод → зміна стабільності розвитку гідроекосистем за рахунок порушення екологічної рівноваги → часткова втрата природоємності екосистем. При цьому слід зазначити, що функціонально-компонентні перетворення природних систем в ТЗВЕ, самі по собі, вже створюють еколого-небезпечні ризики їх розвитку (антропогенна трансформація природних систем та поява ендogenous ризиків їх існування, пов'язаних із змінами середовищеутворюючих параметрів).

Водночас, відповідно кількісним показникам – індикатором при визначенні основної умови стабільного функціонування техноприродних систем ($C_{max} \leq C_{ст(фон)}$) не фіксуються критичні ризики їх розвитку. Саме цей факт показує, що скидні річкові води р. Ірпінь (с. Козаровичі) у Київське водосховище не спричиняють антропогенного тиску на прибережні водні системи.

Таким чином, екосистемний принцип та басейновий підхід визначення екологічного стану гирло-

вої ділянки р. Ірпінь при загальній характеристиці концептуальної системи став синонімом поняття «природний комплекс». Концептуальна система це – природно-територіальний комплекс, який як об'єкт має основні властивості системи, і повинен досліджуватися як система (рис. 3.). Автори зазначають, що концептуальна система має певну множину елементів природного походження, існуючі взаємозв'язки між ними зумовлюють прояв природних екосистемних принципів в таких якостях та функціях, коли без взаємодії елементів підсистем був би неможливий їх розвиток. Відповідно до екологічних законів, такий стан єдиної концептуальної системи техноприродних водних об'єктів визначається як функціонально та еволюційно (просторово-часова динаміка розвитку) рівнозначним. Тобто, основні принципи закону екологічної кореляції розвитку екосистем свідчать, що функціонування ТЗВЕ відбувається за тими ж структурно-функціональними параметрами, враховуючи взаємодії екологічних та антропогенних факторів.

На рис. 3. схематично можна прослідкувати взаємозв'язок між елементами річкового басейну та техногенним впливом який спричиняє його структурно-функціональні зміни.

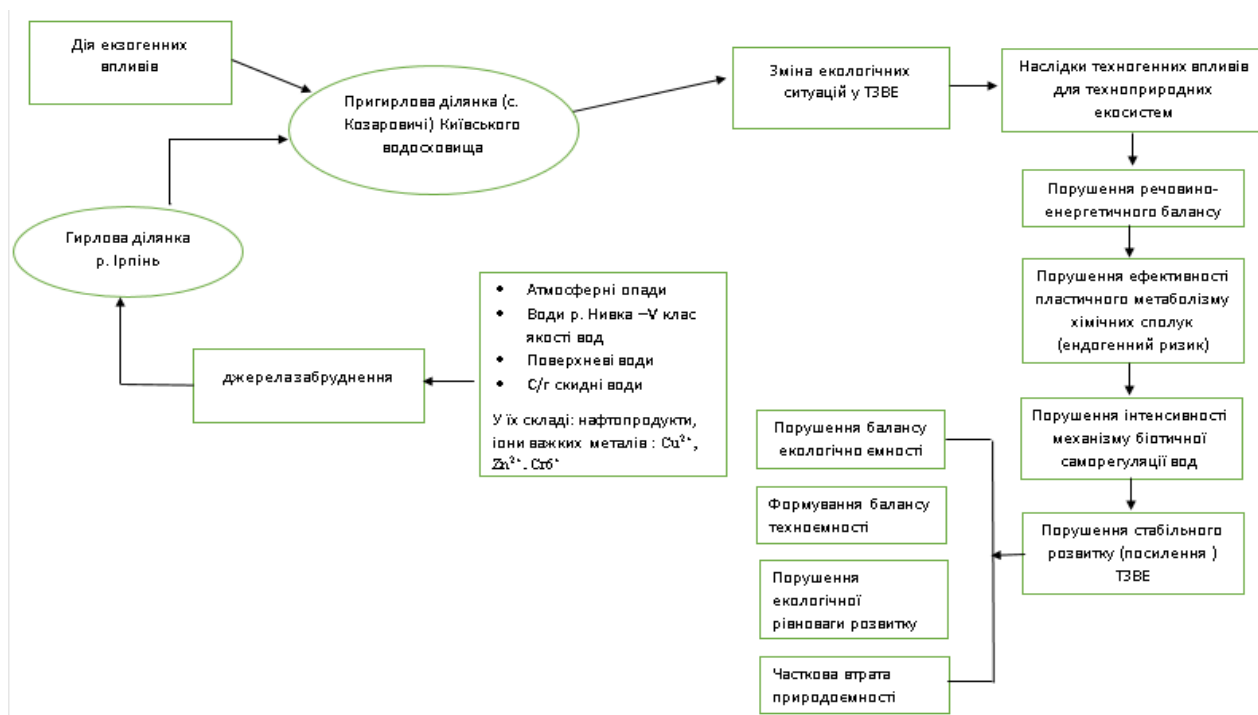


Рисунок 3 – Характеристика екосистемних процесів у гирловій ділянці р. Ірпін, як результат техногенних модифікуючих впливів

На рис. 3 представлена характеристика екосистемних функціональних процесів в гирловій ділянці р. Ірпін. В наслідок існування джерел забруднення в басейні річки, особливо в пригирловій його частині (як зазначалось вище, довжиною 45 км) порушується екологічна ситуація гирлової ділянки р. Ірпін, порушується екологічна рівновага пригирлової ділянки Київського водосховища, починається формування ТЗВЕ, внаслідок порушення речовинно-енергетичного балансу, порушуються процеси пластичного метаболізму.

Стосовно екологічних ризиків подальшого розвитку ТЗВЕ слід зазначити, що інтегральним критерієм екологічних ризиків є специфічні інтегральні системи – індикатори, які характеризують можливість виникнення небезпечних ситуацій в разі відсутності певних водоохоронних заходів (у нашому випадку розміщення пілотної установки комплексної інженерної споруди для очищення вод р. Нивка після джерела її забруднення показало позитивний ефект). Дослідження екологічного стану ТЗВЕ показало доцільність використання сучасних інформаційних технологій для контролю структурно-функціональних особливостей їх розвитку.

Таким чином, інтегральним критерієм екологічних ризиків є характеристика незворотності втрат (процесів) кількісно пов'язаних з антропогенною трансформацією вод. Враховуючи загальний принцип охорони довкілля з позицій інженерної екології – це мінімізація втрат живої і неживої природи, які обумовлюють інтенсивність внутрішньоводойменних процесів, доцільним вважається використання кількісних екологічних індикаторних систем для контролю за цими процесами, з метою своєчасної, при необхідності, розробки водоохоронних заходів. У відповідності до екологічного імперативу, інте-

ральні системи – індикатори структурно-функціонального стану природних систем поділяються на три групи:

- технічні показники та їх параметри, які характеризують джерела дії окремих виробництв на водні екосистеми, внаслідок взаємодії їх з водними ресурсами;

- екологічні показники та їх параметри, які характеризують самоочисні та самовідновні процеси в техноприродних гідроекосистемах;

- економічні показники, що характеризують ефективність охорони водних ресурсів на основі технічних та екологічних показників.

ВИСНОВКИ. 1. Встановлено, функціональні складові забезпечення механізму інтенсивності внутрішньоводойменних процесів при застосуванні екосистемного принципу та басейнового підходу досліджень.

2. Показана доцільність використання єдиної концептуальної системи окремих структурних ділянок басейну Дніпра (р. Нивка – джерела антропогенного забруднення, р. Ірпін та пригирлової зони Київського водосховища), які пов'язані між собою гідрографічно і функціонально.

3. Встановлено, що завдяки об'єкту досліджень стало можливим розробити сучасні інтегральні системи – екологічні індикатори, які дали змогу охарактеризувати динаміку змін функціонування техноприродних систем у такій послідовності: індикатори техногенних впливів (дії) → індикатори змін екологічних ситуацій в екосистемах (стану) → індикатори відгуку екосистем на ці зміни (наслідки дії).

4. Засвідчено, що сам факт наявності ТЗВЕ, що характеризуються порушенням екологічної рівноваги, можна охарактеризувати як екологічно небезпечні ризики їх розвитку.

5. Проаналізовані результати десятирічної антропогенної трансформації гирлової ділянки р. Ірпінь (об'єкт рибогосподарського та рекреаційного призначення) показали часткову втрату природоємності ТЗВЕ: для помірно-забруднених вод (III клас якості) – 40%, для забруднених вод (IV клас якості) – 44%, для брудних вод (V клас якості) – 48%.

6. Встановлено, що скидні води р. Ірпінь, практично не спричиняють негативного впливу на ділянку прибережної зони (с. Козаровичі) Київського водосховища завдяки дотриманню гідрологічної умови функціонування водних систем, коли забезпечується умова $C_{\max} \leq C_{\text{ст}}$ (фон).

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році [Електронний ресурс] // Міністерство екології та природних ресурсів України. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/NacDopovid2014.pdf>.
2. Данилов-Данильян В.И. Обоснование управления водными ресурсами. – М.: Наука, 2006. – 221 с.
3. Яцик А.В. Водогосподарська екологія: у 4 т., 7 кн. – К.: Генеза, 2003. – Т.1, кн. 1-2. – 400 с.
4. Гребін В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). – К.: Ніка-Центр, 2010. – 316 с.
5. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2013 році. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, LAT&K. – 2015. – 289 с.
6. Дробноход М.І. Стійкий екологічно-безпечний розвиток і Україна. – К.: МАУП, 2002. – 104 с.
7. Протасов О.О. Техно-екосистема: неминуче зло чи крок до ноосфери // Вісн. НАН України. – 2014. – С. 41–50.
8. Васюков А.Е., Бланк А.Б. Химические аспекты экологической безопасности поверхностных водных объектов: монография. – Х.: Институт монокристаллов, 2007. – 256 с.
9. Гидротехнические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / [Я.П. Молчанова, И.А. Заика, Э.И. Бабкина та ін.]. – М.: Форум: ИНФРА, 2007. – 192 с.
10. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие. – М.: Традиция, 2000. – 416 с.
11. Шитиков В.К. Количественная гидроэкология. – Тальян: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
12. Давидчук С. П. Створення моделей для оцінки ступенів екологічного ризику при забрудненні поверхневих природних вод // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2015. – Вип. № 5(94). – С. 130–135.
13. Методологія оцінювання екологічних ризиків: монографія / Г.В. Лисиченко, Г.А. Хміль, С.В. Барбашев; НАН України, Ін-т геохімії навколиш. середовища, Укр. ядер. т-во. – О.: Астропринт, 2011. – 368 с.
14. Дем'янова О.М., Рибалова О.В. Новий підхід до оцінювання екологічного ризику погіршення стану басейну річки Інгулець в Херсонській області. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 1. – С. 45–49.
15. Маджд С.М. Проблеми захисту малих річок з високим рівнем техногенного навантаження // Екогеофорум-2017. Актуальні проблеми та інновації: Міжнар. наук.-практич. конф., 22-25 березня 2017р.: тези доп. – Івано-Франківськ: Національний технічний університет нафти і газу, 2017. – С. 38.
16. Екологічна оцінка антропогенно-змінених систем р. Ірпінь / С.М. Маджд, Я.І. Кулинич, А.А. Явнюк // Вісн. НАУ. – 2017. – №2. – С. 93–98.
17. Маджд С.М., Кулинич Я.І. Динаміка змін знаходження речовин та елементів техногенного походження у водах р. Ірпінь // Проблеми хімотології: VI Міжнарод. наук.-техніч. конф., 19-23 червня 2017р.: тези доп. – Київ-Львівська обл., 2017. – С. 401–404.
18. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. Часть 1: Реки и каналы. Часть 2: Озера и водохранилища. Выпуск 2. Бассейн Днестра. / Государственный комитет Украины по гидрометеорологии. Центральная гео- физическая обсерватория. 2005–2015гг. – К.: УОП Укр ГМЦ, 2006–2016.
19. Данні Дніпровського басейнового управління водних ресурсів по програмі радіологічного та гідрохімічного моніторингу поверхневих вод річки Ірпінь у межах Київської обл. за 2006– 2015 рр.[Електронний ресурс] / Державне агентство водних ресурсів Режим доступу- <http://dbuwr.com.ua>
20. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 262 с.
21. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксінок [та ін.]. – К.: Символ-Т, 1998. – 22 с.
22. Бровдій В.М., Гоца О.О. Закони екології. – К.: Освіта України, 2007. – 378 с.
23. Green Growth Indicators 2014 [Електронний ресурс] // OECD. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.oecd.org/env/green-growth-indicators-2013-9789264202030-en.htm>.
24. OECD. Environment at a Glance 2015: OECD Indicators. – Paris: OECD Publishing. – 2015. – P. 32–39.
25. Регіональні особливості структурно-функціональної організації розвитку техногенно змінених водних екосистем / В.М. Удод, С.М. Маджд, Я.І. Кулинич // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2017. – Вип. №3(104). – С. 93–99.

SCIENTIFIC METHODOLOGY OF ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS RISKS EVALUATION OF HUMAN -TRANSFORMED HYDROECOSYSTEMS FUNCTIONING

S. Mazhd, Ya. Kulynych

National Aviation University

prosp. Kosmonavta Komarova, 1, 03680, Kyiv, Ukraine. E-mail: mazhd@i.ua, yanakulynych45@gmail.com

Purpose. To evaluate the ecological state of the Irpin River in Ukraine with the help of integrated informative indicators of control ecosystem condition by using indicators based on chemical water quality and hydrobiological parameters. **Methodology.** National and world experience of sustainable development indicators has been investigated. The quality estimation has been conducted on the part of the Irpin river from the Nyvka river to the Kiev Reservoir on different indicators which are based on the data of supervision (2006 – 2016). The length of the study area is 45km. **Findings.** The problem of water quality of the Irpin River has been discussed. The sources of water pollution of the river Nyvka have been established. It has been identified the major pollutants and their concentration in water resource. **Originality.** We have developed an original modern method of ecological control of the river basin water ecosystem for providing steady development and prevention of environmental risks of aquatic ecosystems. The basis of this model is integrated environmental monitoring indicators. They are the reflection of water-inside processes, structural and functional changes, the opportunity to self-purification and self-esteem. This is very useful because the basic condition for optimizing transformed natural systems is to maintain evolutionary self-regulation mechanisms. According to the international reference framework, our indicators classified for three groups the pressure-state-response indicators. **Practical value.** With the help of our indicators, we can characterize the measure of transformation aquatic ecosystems, control changes and improve the ecological state. **Conclusions.** Measures of cleaning and improving the ecological state of water resources of the Nyvka river basin have been proposed. The transformation measure of the part of the Irpin River has been characterized.

Key words: conceptual aquatic ecosystem, structural and functional organization, aquatic ecosystems, ecological indices.

REFERENCES

1. The Ministry of ecology and natural resources (2016), Natsionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Ukraini u 2014 rotsi available at: <http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/NacDopovid2014.pdf>.
2. Danilov-Danil'yan, V.I. (2006), *Obosnovanie upravleniya vodnymi resursami* [Rationale of water resources management]. Moscow, Nauka Publ., 221 p.
3. Yatsyk, A.V. (2003), *Vodohospodarska ekolohiia* [Water ecology]. Kiev, Heneza Publ. Vol. 1, part 1-2, 400 p.
4. Hrebin, V.V. (2010), *Suchasnyi vodnyi rezhym richok Ukrainy (landshaftno-hidrolohichnyi analiz)* [Modern water regime of the Ukraines' rivers (landscape hydrological analysis)], Kiev, Nika-Centre Publ. 316 p.
5. The Ministry of ecology and natural resources (2015), Natsionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Ukrainiu 2013 rotsi [National report on the state of the environment in Ukraine in 2012 year], Kiev, LAT & K. 289 p.
6. Drobnokhod, M.I. (2002), *Stiikiy ekolohichno-bezpechnyi rozvytok i Ukraina* [Sustainable environmentally safety development and Ukraine Kiev. MAUP Publ. 104 p.
7. Protasov, O.O. (2014), *Tekhno-ekosystema: nemynuche zlo chy krok do noosfery* [Techno-ecosystem: Inevitable evil or step to the noosphere] *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr*, pp.41-50.
8. Vasiukov, A.Ie., Blank, A.B. (2007), *Himicheskie aspektyi ekologicheskoy bezopasnosti poverhnostnykh vodnykh obektov* [Chemical Aspects of Ecological Safety of the Surface Water Objects.]. Kharkiv, Institut monokristalov. Publ., 256 p.
9. Molchanova, Ya.P., Zaika, I.A., Babkina, E.I. *Gidrotekhnicheskie pokazateli sostoyaniya okruzhayushchei sredy* [Hydrotechnical indicators of the state of the environment], Moscow, Forum: INFRA Publ., 192 p.
10. Danilov-Danilyan, V., Losev, K. (2014), *Ecological challenged and sustainable development*. Moscow: Traditsia, 416 p.
11. Shitikov, V.K. (2003), *Kolichestvennaya gidroekologiya* [Quantitative hydroecology], Togliatti, IEVB RAN Publ., 463 p.
12. Davydchuk, S.P. (2015), *Stvorennia modelei dlia otsinky stupeniv ekolohichnoho ryzyku pry zabrudnenni poverkhnevyykh pryrodnykh vod* [Creating a model to assess the environmental risk at contamination of surface natural waters], *Transaction of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, no. 5, pp. 130-135.
13. Lysychenko, H.V., Khmil, H.A., Barba-shev, S.V. (2011), *Metodolohiia otsiniuvannia ekolohichnykh ryzykiv : monohrafiia* [Methodology of environmental risk assessment: monograph]. Odessa, Astroprint, 368 p.
14. Demianova, O.M., Rybalova, O.V. (2013), *Novyi pidkhid do otsiniuvannia ekolohichnoho ryzyku pohirshennia stanu baseinu richky Inhulets v Khersonskii oblasti* [New approach to assesment of ecological risk of deterioration of the state of the basin of the Ingulets river in Kherson region]. *Eastern European Scientific Journal*, no. 1, pp. 45-49.
15. Madzhd, S.M. (2017), *Problemy zakhystu malykh richok z vysokym rivnem tekhnogennogho navantazhennja* [Problems of protection of small rivers with a high level of technogenic loading] *Ekogheoforum-2017. Aktualjni problemy ta innovaciji: Mizhnar. nauk.-praktych. konf* [Ecogheoforum-2017.

Actual Problems and Innovations: International practical sciences. Conf], Ivano-Frankivsk, pp. 38.

16. Madzhd, S.M., Kulynych, Ya.I., Iavniyk, A.A. (2017), Ecological assessment of the human-transformed system of the Irpin river, *Proceeding of the National Aviation Univesity*, no. 2, pp. 93–98.

17. Madzhd, S.M., Kulynych, Ya. (2017), *Dynamika zmin znakhodzhennja rehovyn ta elementiv tekhnoghennogho pokhodzhennja u vodakh*, [Dynamics of changes in the location of re-chovins and elements of man-made origin in the waters of the Irpin River] *Problemy khimnotologiji: VI Mizhnarod. na-uk.-tekhnich. Konf* [Problems of chemotology: 6 International. Science and tehnic Conf], Kiev-Ljvivsjka obl., pp. 401–404.

18. The state water cadastre. Annual data on the quality of surface land waters. Part 1: Rivers and channels. Part 2: Lakes and reservoirs”, iss. 3, Dnipro river, The Ukrainian state Committee on Hydrometeorology. Central geophysical Observatory, 2005–2015, UkrGudromet, Kyiv, Ukraine.

19. Data of Dnieper basin management of water resources program radiological and hydrochemical monitoring of surface water within the river Irpen Kyiv obl. 2006-2015. State Agency of Water Resources Available at: <http://dbuwr.com mode.ua> (accessed 28.05.2017).

20. Snizhko, S.I. (2001), *Ocinka ta proghnozuvannja jakosti pryrodnykh vod* [Estimation and prediction of natural water quality], Kiev, Nika-Centr Publ., 262 p.

21. Romanenko, V.D., Zhukynsjkyj, V.M., Oksijuk, O.P. (1998), *Metodyka ekologichnoji ocinky jakosti poverkh-nevykh vod za vidpovidnymi kategorijamy* [Methodology of ecological assessment of surface water quality by appropriate categories], Kiev, Symvol-T Publ., 22 p.

22. Brovdiy, V.M., Hotsa, O.O. (2007), *Zakony ekolohiyi* [Laws of ecology], Kiev, Osvita, Ukrayiny Publ., 378 p.

23. OECD (2016), *Green Growth Indicators 2014*,– Paris: OECD Publishing.–2016. – 154 p.

24. OECD (2015) *Environment at a Glance 2015:OECD Indicators*, OECD Publishing, Paris, pp. 32-39.

25. Madzhd, S., Kulynych, Ya. (2017), *Rehional'ni osoblyvosti strukturno-funktsional'noyi orhanizatsiyi rozvytku tekhnohenno zminenykh vodnykh ecosystem* [Regional features of structural and functional properties of the technogenically transformed aquatic ecosystems], *Transaction of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, no. 3, pp. 93–99.

Стаття надійшла 19.06.2017.