

ВІДГУК
офіційного опонента доктора технічних наук, професора
Павличенка Артема Володимировича
на дисертаційну роботу Маджд Світлани Михайлівни
«Розвиток наукових основ басейнового принципу управління
екологічною безпекою техногенно трансформованих поверхневих водних
об'єктів», представлену на здобуття наукового ступеня доктора
технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека

Дисертаційна робота складається з анотації, переліку умовних позначень, вступу, шести розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 424 найменувань, а також 15 додатків. Дисертація викладена на 385 сторінках машинописного тексту і містить 17 таблиць та 61 рисунок.

Дисертація відповідає основним напрямам державної політики України в області охорони, використання і відтворення водних ресурсів, зменшення техногенного впливу на стан водних об'єктів та покращення якості водопостачання населення промислових регіонів.

Робота направлена на формування наукових засад раціонального використання та інтегрованого управління водними ресурсами країни з урахуванням басейнового принципу та вимог Водного кодексу України, Водної Рамкової Директиви ЄС, спрямованих на забезпечення населення та національного господарства України водою достатньої кількості та належної якості із формуванням безпечного стану водних екосистем.

Актуальність теми дисертаційної роботи, її зв'язок з науковими програмами, планами, темами.

Поверхневі водні об'єкти представляють собою високоорганізовані гідроекосистеми, що складаються з біоценозів і біотопів, які функціонують збалансовано, як єдине ціле. При інтенсивному техногенному навантаженні у водних екосистемах відбувається втрата екологічного балансу. За таких умов у них порушується стабільність (екозбалансований розвиток) функціонування, наслідком чого є виникнення незворотних деградаційних процесів та втрата водним середовищем здатності до самовідновлення за рахунок порушення взаємодії між біотичною й абіотичною складовими, що призводить до зниження інтенсивності компенсаційного механізму їх біотичної саморегуляції. Оптимальний режим водокористування характеризується високою інтенсивністю компенсаційного механізму біотичної саморегуляції за рахунок високої ефективності механізму пластичного метаболізму хімічних сполук антропогенного походження та високої здатності гідробіонтів до нейтралізації надлишкових техногенних впливів.

Напрямок роботи є вельми актуальним, оскільки спрямований на створення наукових основ зниження негативних наслідків техногенного впливу на поверхневі водні об'єкти через інтенсифікацію природного

компенсаційного механізму біотичної саморегуляції у відповідь на техногенні впливи, а також розроблення технічних засобів спрямованих на відновлення процесів природної саморегуляції водойм.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана відповідно до міжнародної програми ООН з довкілля (United Nations Environment Program) з урахуванням положень Водної Рамкової Директиви Європейського союзу та Законів України: «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом» від 04.10.2016 р. №1641-VIII; «Про Загальнодержавну програму «Питна вода України» на 2006–2020 роки» від 03.03.2005 р. № 2455-IV; «Про основні засади державної екологічної політики України до 2020 року» від 21.12.2010 р. № 2818-VI; «Про затвердження Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну р. Дніпра на період до 2021 року» від 18.05.2017 р. № 336 та інших водоохоронних програм.

Роботу виконано в рамках НДР екологічного спрямування, що проводилися за планами Національного авіаційного університету, в яких автор брала участь як відповідальний виконавець – «Екотоксикологічна оцінка водних об'єктів мегаполісу на прикладі м. Києва» (№ ДР 0117U002372) та науковий керівник – «Застосування методики інтегральних систем індикаторів для оцінки стану техноприродних гідроекосистем» (№ ДР 0118U004286).

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Достовірність сформульованих у дисертації наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується змістовним аналізом стану проблеми стосовно тематики досліджень, використанням апробованих методик, застосуванням системного підходу, відповідністю використаних наукових методів завданням, поставленим в ході дослідження, структурованістю та логічною послідовністю етапів дослідження, значним обсягом опрацьованих джерел, відсутністю протиріч з працями відомих вітчизняних та закордонних вчених, використанням сучасних комп'ютерних технологій.

Наукова новизна роботи здобувача полягає у розвитку наукових основ управління екологічною безпекою поверхневих водних об'єктів за басейновим принципом, що враховують закономірності впливу чинників на процес формування їх техногенно трансформованого стану та інтенсивність компенсаційного механізму біотичного саморегулювання. При цьому автором:

уперше:

– розроблено науково-методологічні основи інтегрованого підходу в системі басейнового принципу управління екологічною безпекою техногенно трансформованих поверхневих водних об'єктів, який на відміну від відомих, ураховує ієрархічні рівні їх організації, що створює передумови зниження негативних наслідків техногенного впливу на якість водних ресурсів у районах річкових басейнів;

– запропоновано наукові основи відновлення інтенсивності компенсаційного механізму біотичної саморегуляції та науково обґрунтовано, що основною причиною техногенних трансформацій поверхневих водних об'єктів різних ієрархічних рівнів є порушення когерентної взаємодії між біотичною й абіотичною складовими, що призводить до зниження інтенсивності компенсаційного механізму їх біотичної саморегуляції;

– доведено, що застосування в системі управління екологічною безпекою поверхневих водних об'єктів індикаторів контролю «Дія», «Стан», «Реагування», екологічної відповідності структурно-функціональних можливостей, втрат (незворотності) процесу самоочищення, стійкості, ризику розвитку техногенних трансформацій, забезпечує об'єктивне відслідковування структурно-функціональних змін внутрішньоводоймних процесів, що є науковим підґрунтям прийняття управлінських рішень щодо забезпечення екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів;

– обґрунтовано схемні рішення та параметри біоінженерної системи, що скомбінована з двох складових блоків – берегового і наплавного, застосування якої дозволяє одночасно очищувати всю товщу водного середовища з інтенсифікацією компенсаційного механізму біотичної саморегуляції поверхневих водних об'єктів;

– встановлено, що техногенні трансформації у поверхневих водних об'єктах нівелюються за рахунок дії компенсаційного механізму біотичної саморегуляції за рахунок адаптації біотичних складових до свого нового зміненого середовища існування, що дозволяє удосконалити форми управління екологічною безпекою поверхневих водних об'єктів;

удосконалено:

– класифікацію груп понять екологічної безпеки, яку на відміну від існуючих, доповнено структурно-функціональними показниками водних об'єктів та їх максимально допустимих параметрів, що дозволило запропонувати інтегровану індикаторну кількісну шкалу величин-градацій оцінки стану поверхневих водних об'єктів;

– систему басейнового принципу управління екологічною безпекою техногенно трансформованих поверхневих водних об'єктів, яка на відміну від існуючих, управляє інтенсивністю компенсаційного механізму їх біотичної саморегуляції;

набуло подальшого розвитку:

– уявлення щодо доцільності застосування біотичного потенціалу поверхневих водних об'єктів як кількісного індикатора структурно-

функціональних змін компенсаційного механізму їх біотичної саморегуляції з обґрунтуванням його використання в системі контролю та управління за басейновим принципом екологічною безпекою зазначених об'єктів, на відміну від застосування в якості контрольного параметра лише значення гранично допустимих концентрацій забруднювальних речовин, передбаченого адміністративно-територіальним принципом.

Практична значимість результатів дисертаційної роботи визначається тим, що здобувачем створені передумови зниження негативних наслідків техногенного впливу на екологічний стан поверхневих водних об'єктів та якість водних ресурсів річкових басейнів. До того ж, результати дисертаційних досліджень використано:

1. Солом'янською районною в м. Києві державною адміністрацією шляхом впровадження пілотного проекту запропонованої штучної біоінженерної системи, що дозволило відновити якісні характеристики вод р. Нивка до нормативних показників та властивість річки як об'єкта рекреаційного призначення (акт впровадження від 26.02.2019 р.).

2. ТОВ НІЦ «Потенціал-4» шляхом впровадження у проектну документацію для контролю, що дозволило покращити екологічний стан малих річок за такими показниками: зниження концентрації нафтопродуктів та сполук металів токсичної дії на 50 %; зниження значення показника ХСК та БСК5 на 20 %; приведення значення загального органічного вуглецю до нормативних вимог (акт впровадження 20.01.2019 р.).

3. ТОВ НВО «Етна» шляхом впровадження у проектну документацію та під час розроблення очисних споруд промислових підприємств, що дозволило модернізувати технологічні схеми очисних споруд та підвищити ефективність очищення стічних вод промислових підприємств (акт впровадження 17.01.2019 р.).

4. Національним авіаційним університетом для студентів спеціальності 101 «Екологія» під час викладання дисциплін «Загальна екологія та неоекологія» (акт упровадження від 23.10.2018 р.) і «Техноекотологія», «Урбоекологія» (акт упровадження від 17.11.2018 р.).

Повнота викладення результатів дисертації в наукових фахових виданнях.

За результатами аналізу поданого автором переліку опублікованих наукових праць виявлено, що всі винесені на захист наукові результати належать автору і з достатньою повнотою відображені у 60 наукових працях, з них 2 – монографії; 28 наукових статей, з яких: 3 статті у закордонних наукових виданнях, 12 наукових статей у виданнях, регламентованих ВАК України, 5 статей у виданнях Scopus, 8 статей у виданнях, що індексуються міжнародними науково-метричними базами даних; 27 публікацій тез доповідей у матеріалах наукових конференцій, симпозіумів і конгресів.

За кількістю, обсягом та якістю наукові праці відповідають вимогам МОН України щодо публікацій основного змісту та наукових результатів дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

Оцінка змісту та структури дисертації

Зміст роботи відповідає поставленим задачам. Виклад матеріалу системний, послідовний.

У *вступі* розкрито сутність наукової проблеми та її актуальність, суть та сучасний стан наукової проблеми; представлено ідею та мету дисертаційної роботи, завдання, об'єкт і предмет дослідження; висвітлено наукові положення, наукову новизну отриманих результатів, що винесені на захист, а також відомості про практичне значення та впровадження результатів роботи.

Висвітлено внесок автора у публікації та апробацію результатів роботи. Надано інформацію про структуру та обсяг роботи.

У *першому розділі* дисертаційної роботи здобувач на основі наукових літературних джерел досліджує світовий та вітчизняний досвід зниження наслідків техногенного впливу на поверхневі водні об'єкти та приходять до висновку, що в умовах постійного надходження забруднюючих речовин система самовідновлення басейнів річок, включає в себе систему адаптації біотичної компоненти до впливу техногенних чинників. Встановлено, що недостатньо вивченими є питання динамічної рівноваги, сталості та безпеки розвитку водних екосистем, що супроводжуються порушенням речовинно-енергетичного балансу, гомеостазу і формуванням різного рівня перетворень, і це ініціює механізми перетворень річкових екосистем в техногенно-трансформовані.

Обґрунтовано необхідність удосконалення басейнового принципу управління екологічною безпекою поверхневих водойм на підґрунті наукових основ, що враховують закономірності впливу природно-техногенних чинників на процес формування їх техногенно-трансформованого стану та інтенсивність компенсаційного механізму біотичного саморегулювання. Сформульовано мету та завдання дисертаційної роботи.

У *другому розділі* автором обґрунтовано методологію, методики і теоретичні й експериментальні методи проведення дисертаційних досліджень.

В зв'язку з тим, що найбільш техногенно-трансформованими є річки басейну Дніпро за рахунок нерегульованого надходження до них хімічних сполук антропогенного походження від недостатньо очищених зворотних вод промислових підприємств, поверхневого стоку урбанізованих територій, обґрунтовано доцільність компонування ділянки річкового басейну Дніпро на спеціалізовані підсистеми. Найвні зв'язки між річками басейну Дніпро забезпечують гомеостатичний механізм розвитку єдиної комплексної системи басейну на різних рівнях ієрархічного розвитку і дозволяють

розглядати їх як сукупність взаємопов'язаних складових у єдиній матеріальній системі: «мала річка (р. Нивка) – середня річка (р. Ірпінь) – велика річка (р. Дніпро в районі Київського водосховища)».

Для своєчасного й оперативного виявлення порушень структурно-функціональних змін розвитку водних екосистем запропоновано шляхи підвищення буферності системи самоочищення (механізму біотичної саморегуляції водного об'єкту) та підвищення її здатності чинити опір системі втручання (техногенному впливу). Запропоновано алгоритм моніторингу рівнинних водних екосистем з високим рівнем техногенного навантаження за умов постійного надходження техногенних впливів, а також задіяних в системі управління екологічною безпекою техногенно-трансформованих басейнів річок.

У *третьому розділі* наведено результати, які доводять, що основною причиною, яка призводить до техногенних перетворень поверхневих водних екосистем у техногенно трансформовані, є зміна речовинно-енергетичного балансу (внаслідок кумуляції забруднювальних речовин донними відкладеннями та біокумуляції біотичною складовою), що призводить до порушення взаємодії між біотичними й абіотичними складовими, за рахунок чого відбувається зниження здатності водного об'єкту чинити опір техногенним впливам.

Встановлено, що зміна речовинно-енергетичного балансу р. Нивки суттєво впливає на процес формування її техногенно-трансформованого стану. При гальмуванні реакції нітрифікації у водоймі утворюються вторинні зони забруднення та формується матеріально-функціональна кумуляція за рахунок збільшення маси донних відкладень та зниження самовідновної здатності річки до 0,2 ум. од. унаслідок зниження інтенсивності компенсаційного механізму біотичної саморегуляції. Представлено результати перерозподілу забруднювальних речовин у спеціалізованих підсистемах басейна Дніпра різних ієрархічних рівнів розвитку.

За загальним екологічним показником якості води гирлової ділянки р. Ірпінь у 98 % випадках належить до VI класу – «забруднена», у 2 % – «помірно-забруднена вода» – III клас. Доведено, що за таких умов динамічна рівновага у водному об'єкті внаслідок ушкоджуючої дії екотоксикантів антропогенного походження порушена, а не трансформована цілком, а механізм біотичної саморегуляції знаходиться на межі внутрішньої взаємодії екологічних та антропогенних чинників. Показано, що незважаючи на IV клас якості вод ділянки середньої р. Ірпінь, її структурно-функціональні зміни не впливають негативно на прибережну екосистему зону Київського водосховища (басейн р. Дніпро). Доведено, що механізм біотичної саморегуляції вод є інтегральним показником механізму інтенсивності внутрішньоводоймних процесів.

У *четвертому розділі* здобувачем проведено основні факторні ознаки еколого-збалансованого функціонування водних екосистем та здійснено оцінювання стану цілісності функціонування щодо узгодженості

взаємозалежності та взаємодії параметрів еколого-збалансованого функціонування техногенно трансформованих поверхневих водних об'єктів.

Закономірності змін техногенно-трансформованих водних екосистем залежать від структурно-функціональних змін внутрішньоводоймних процесів, що пов'язані з інтенсивністю механізмів біотичної саморегуляції вод. Екосистемний підхід до визначення глибоких змін антропогенних перетворень є основним тактичним моментом вирішення важливої проблеми – збереження невеликих річок, які (за басейновим принципом) є гарантією стабільного розвитку великих річок.

Визначено тенденції функціональних змін параметрів процесу самоочищення та їх питомих показників за біотичним потенціалом в умовах постійного забруднення та встановлено закономірності їх функціонування за швидкістю самоочищення: $2,3 \leq \text{біотичний потенціал} \leq 3,0$; за екологічною ємністю: $13,3 \leq \text{біотичний потенціал} \leq 27,5$; за ефективністю механізму пластичного метаболізму хімічних сполук: $1,0 \leq \text{біотичний потенціал} \leq 3,0$; за інтенсивністю компенсаційного механізму біотичної саморегуляції: $12,0 \leq \text{біотичний потенціал} \leq 26,0$.

Науково обґрунтовано узгодженість взаємозв'язків і взаємодій параметрів процесу самоочищення поверхневих водних об'єктів, запропоновано градації параметрів їх перетворень у техногенно трансформовані. Визначено механізми самовідновлення динаміки функціонування внутрішньоводоймної саморегуляції річкових басейнів в умовах постійного надходження техногенних впливів.

У *п'ятому розділі* автором представлено перелік розроблених індикаторів, спроможних у сукупності висвітлити структурно-функціональні зміни внутрішньоводоймних процесів та на їх основі розроблено систему управління екологічною безпекою поверхневих водних об'єктів і надано рекомендації щодо реалізації інформативної інтегрованої системи індикаторів контролю структурно-функціональних змін внутрішньоводоймних процесів.

Для характеристики особливостей структурно-функціональної організації розвитку водних екосистем використано понад 40 показників, основними з яких є: гідрохімічні, гідрологічні, гідробіологічні, токсикологічні показники, які відображають особливості абіотичної та біотичної складових. Запропонована система індикаторів розширює можливості системи контролю біотичної саморегуляції водних екосистем за екологічними параметрами їх розвитку, а саме: 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).

Встановлено, що створені інтегровані індикатори контролю управління

екологічною безпекою водних екосистем здатні визначати структурно-функціональні зміни поверхневих водних об'єктів унаслідок дії на них техногенних чинників: узгодженість між біотичними й абіотичними чинниками (0,32–0,54); протидію біотичного потенціалу техногенно обумовленому середовищу (6,0–19,4); зниження інтенсивності механізму біотичної саморегуляції поверхневих вод об'єктів (6,3–19,4); формування еколого-небезпечних станів (72–52); порушення екологічної ємності (13,3–26,4), техноємності (1,4–2,5); залишковий екологічний резерв (6,4–11,0). Отримані результати можуть бути використані на локально-регіональному рівні природно-кліматичної зони України.

У *шостому розділі* здобувачем розроблено та науково обґрунтовано технологічні рішення з реалізації біоінженерної системи, яка здатна інтенсифікувати компенсаційний механізм біотичної саморегуляції поверхневих водних об'єктів в умовах постійного надходження техногенних впливів і тим управляти системою самоочищення водного об'єкту та чинити опір згубному впливові техногенних чинників.

Пілотна установка розробленої конструкції біоінженерної системи в лабораторних і натурних умовах на р. Нивці експлуатувалась у 2016–2018 рр. Встановлено, що найоптимальнішим рішенням щодо у відновлення механізму біотичної саморегуляції техногенно трансформованої водної екосистеми є ґрунтово-рослинне очищення з використанням повітряно-водяних і занурених видів вищих водних рослин, які в сукупності здатні забезпечити очищення всіх шарів водної товщі та донних відкладень за рахунок заповнення ними водного середовища від поверхневого шару вод до донних відкладень.

Завдяки роботі комплексної біоінженерної споруди спостерігається високий рівень очищення вод від мінеральних та органічних речовин. За показниками БСК₅ ступінь очищення становить 27 %, за ХСК – 15,5 %, за вмістом мінерального азоту – 73 %, за вмістом металів токсичної дії ступінь очищення в середньому становить 94 %, за вмістом нафтопродуктів – 78 %. Позитивні якісні зміни за рахунок функціонування біоінженерної системи підтверджені результатами біотестування. На тест-об'єктах *Daphnia magna* S. встановлено, що функціонування запропонованої фітотехнології призводить до переходу водного середовища від «токсичного» стану в «нетоксичний». Також спостерігається покращення якості води в р. Нивці з V класу якості вод на IV. Також розроблена фітотехнологія є економічно доцільною, простотою конструювання, складається з маловартісних доступних матеріалів, має тривалий термін експлуатації та високу зносостійкість.

Висновки в роботі достатньо повно відображають хід розв'язання поставлених в роботі завдань, містять основні результати дисертаційного дослідження.

Відповідність дисертації та автореферату встановленим вимогам.

Дисертація та автореферат оформлені відповідно до сучасних вимог АК

МОН України, регламентованих пп. 9, 10, 12–14 положення про «Порядок присудження наукових ступенів», затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567 зі змінами. Зміст автореферату відповідає розділам дисертаційної роботи та її основним положенням. Висновки та результати дослідження належним чином відображають етапи дослідження, їх цілісність та взаємну обумовленість. Таблиці та рисунки, що розміщені в тексті автореферату, забезпечують належне уявлення про теоретичну та практичну цінність даної роботи.

Тематика досліджень відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека за напрямками досліджень:

- пункт 1 (Обґрунтування теоретичних основ оцінок техногенного ризику, розроблення та пошук за їх допомогою оптимальних форм управління екологічною безпекою);

- пункт 2 (Розроблення наукових методів дослідження комплексної оцінки та прогнозування впливу техногенного забруднення на навколишнє середовище та людину);

- пункт 5 (Розроблення систем екологічного моніторингу й техногенно-екологічної безпеки регіонів, окремих екосистем. Заходи стабілізації та поліпшення стану довкілля).

Зміст автореферату та основних положень дисертації ідентичний. При цьому не містить положень і результатів, захищених у кандидатській дисертації.

За структурою, мовою та стилем викладання матеріали дисертації відповідають вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим МОН України (наказ № 40 від 12 листопада 2017 р.). Матеріали дисертації та автореферату чітко висвітлюють одержані здобувачем науково-практичні результати.

Оцінка мови та стилю викладення матеріалу.

Дисертаційна робота за структурою, мовою та стилем подання відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України. Текст дисертації представлено технічно грамотною мовою, логічно та послідовно. Ступінь узагальнень, систематизації та формалізації відповідає рівню вимог до докторських дисертацій. Забезпечено взаємозв'язок проведених досліджень та отриманих результатів; викладення наукових положень, результатів та висновків здійснено аргументовано. Застосована в роботі термінологія є загально визнаною, стиль викладення результатів теоретичних і практичних досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття.

Зауваження щодо змісту та оформлення дисертації та автореферату:

В процесі аналізу змісту і структури дисертації та автореферату виникають зауваження змістовного та редакційного характеру:

1. Доцільно було б окремим підпунктом у першому розділі навести

результати аналізу екологічного стану основних річкових басейнів України та навести порівняльну характеристику специфіки техногенного навантаження й особливостей трансформації гідроекосистем поверхневих водних об'єктів. Які міждержавні, державні, цільові та регіональні водоохоронні програми реалізуються в Україні і яка їх ефективність у забезпеченні раціонального використання та відтворення водних ресурсів?

2. Розділ 2 «Методологія, методи та методики проведення дисертаційних досліджень» бажано було б доповнити описом методик відбору зразків води з поверхневого та придонного шарів водойм і методами відбору зразків донних відкладень. Яким чином визначалася кількість місць для відбору зразків вод та донних відкладень? Крім того, бажано було б розкрити особливості методик біотестування поверхневого, придонного шару води та донних відкладень на тваринах (*Daphia magna S.*) та рослинах (*Allium сера L.*, *Lactuca sativa L.*). Яким чином проводилося біотестування донних відкладень на рачках *Daphia magna S.*?

3. Автор вказує на те, що основною причиною забруднення р. Нивка є зворотні води від понад 60 промислових підприємств. Бажано було б навести назви цих підприємств, характеристику специфіки виробничої діяльності, ефективність водоохоронних заходів на них тощо. Це б дозволило виявити джерела надходження певних забруднювальних речовин та прийняти відповідні управлінські природоохоронні рішення.

4. Твердження автора на ст. 158 *«Проте лише за умови втручання людини можливий шлях покращення екологічного стану середовища їх існування»*, потребує уточнення. Адже всі виявлені автором наслідки техногенної трансформації водних екосистем пов'язані саме з втручанням людини у перебіг природних процесів в гідроекосистемах. Можливо доцільним є обґрунтування напрямків зменшення техногенного впливу на водні екосистеми.

5. З тексту не зовсім зрозуміло, на якій підставі зроблені наступні твердження (ст. 158): *«Екосистему р. Нивки можна вважати як цілковито техногенно трансформовану, що остаточно втратила здатність до самовідновлення і саморегенерації, як «стічну канаву», «басейн стічних вод», у якому повністю порушені природні процеси біотичної саморегуляції»*.

6. При формуванні алгоритмів і матриць відновлення еколого-збалансованого розвитку техногенно-трансформованих водних екосистем бажано уникати використання назв річок і вводити запропоновану автором єдину басейнову систему: *«мала річка – середня річка – велика річка»*. Це збільшить можливість використання розробленого автором алгоритму на інших річкових басейнах України.

7. Недостатньо повно приділено увагу міжнародному досвіду з моделювання поширення забруднювальних речовин у водному середовищі та донних відкладеннях, а також можливостям використання програмних продуктів в даній дисертаційній роботі.

8. Недостатньо обґрунтованою виглядає градація на оптимальні,

мінімальні та максимальні індекси, що визначають факторні ознаки формування екологічних ризиків розвитку техногенно-трансформованих водних екосистем, наведених в табл. 4.1.

9. Потребує уточнення, чому автор визначила коефіцієнти самоочищення водойм від різних забруднювальних речовин для показників хімічного складу вод, наведених в табл. 4.5, для температури водного середовища на рівні 10-15 °С. Яка тривалість цих температур водного середовища характерна для басейну р. Дніпро?

10. Яким чином передбачається утилізація фітомаси вищих водних рослин, яку планується скошувати в зимовий період? Чи обов'язковим є озолення рослин, що вилучаються з наплавних елементів біоінженерної системи? Які очікувані обсяги утилізації вищих водних рослин? Які обсяги забруднюючих речовин можуть бути вловленими при експлуатації біоінженерних споруд?

11. Рис. 4.14. «Схема тенденції зв'язків біотичного потенціалу із фундаментальними факторними ознаками розвитку ТТВЕ за екологічними параметрами» є малоінформативний. Можливо його було б доречно представити в іншій формі. Зображення на рис. 5.6 «Схема взаємодії екологічних та антропогенних чинників» не відповідає суті представленого матеріалу. На рис. 6.10 «Схематичне зображення розробленої удосконаленої системи управління екологічною безпекою техногенно трансформованих водних об'єктів» некоректним є формування «створення бази даних порушень речовинно-енергетичного балансу».

12. Бажано б було виконати порівняльну оцінку ефективності зниження рівня екологічної небезпеки при різних варіантах застосування запропонованих автором природоохоронних рішень.

13. Автор роботи пропонує технологічні рішення з підвищення ефективності очищення води поверхневих водойм, що зазнають негативного впливу промислового комплексу. Доцільним є проведення ідентифікації джерел скидів забруднювальних речовин, їх кількісного та якісного складу, а також удосконалення технологій очищення стічних вод на певних виробництвах.

14. По тексту дисертації та автореферату є певні орфографічні та стилістичні недоліки, відхилення в оформленні тексту роботи та списку використаних джерел літератури.

15. Отримані результати бажано представити у вигляді методичних рекомендацій для подальшого застосування запропонованої системи інформативних індикаторів контролю, які дозволять відстежити структурно-функціональні зміни поверхневих водних екосистем для з'ясування їх саморегулюючої і самовідновлювальної здатності, орієнтуючись на екосистемний підхід та басейновий принцип управління техногенно трансформованими поверхневими водними об'єктами на території України.

Зазначені зауваження не знижують цінність отриманих дисертантом результатів і не носять принципового характеру.

Загальний висновок.

Дисертаційна робота Маджд Світлани Михайлівни «Розвиток наукових основ басейнового принципу управління екологічною безпекою техногенно трансформованих поверхневих водних об'єктів» є завершеною науковою працею, в якій отримано нові наукові результати розвитку наукових основ управління екологічною безпекою поверхневих водних об'єктів за басейновим принципом, які враховують закономірності впливу природно-техногенних чинників на процес формування їх техногенно трансформованого стану й інтенсивність компенсаційного механізму біотичного саморегулювання, що є передумовою зниження негативних наслідків техногенного впливу на екологічний стан річкових басейнів.

Дисертаційна робота виконана на високому науковому рівні і є цілісним науковим дослідженням, має наукову та практичну цінність, відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека. За актуальністю, новизною, теоретичною та практичною цінністю, змістом, оформленням та структурою вона відповідає вимогам п.п. 9, 10, 12–14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, а її автор Маджд Світлана Михайлівна заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри екології та технологій
захисту навколишнього середовища
Національного технічного університету
«Дніпровська політехніка»,
лауреат Державної премії України в галузі
науки і техніки, доктор технічних наук
(21.06.01 – екологічна безпека), професор



А.В. Павличенко

29. 05. 2019р.

Підпис офіційного опонента Павличенка А.В.
посвідчую:

Вчений секретар
НТУ «Дніпровська політехніка»



О.А. Данилова