

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію

КУРОВСЬКОЇ Анни Василівни на тему:

«Інтегральне оцінювання екологічного стану води

Київського водосховища»,

подану на здобуття ступеня доктора філософії

зі спеціальності 101 «Екологія» галузі знань 10 «Природничі науки»

Актуальність теми дисертаційного дослідження. Для всіх річкових басейнів України нині досить гостро стоїть проблема погіршення екологічного стану водних об'єктів за значного антропогенного навантаження та змін кліматичних умов. Водночас кліматичні трансформації значною мірою негативно впливають і на стан забезпеченості територій водними ресурсами, що проявляється в зменшенні водності річок і водойм, зниженні рівня ґрунтових вод, погіршенні якості води тощо. Обміління поверхневих водних об'єктів і вичерпання підземних вод, зменшення обсягів доступних до використання прісних водних ресурсів визнано нещодавно прийнятою Водною стратегією України на період до 2050 року однією з основних проблем у галузі використання й охорони вод та відтворення водних ресурсів. Актуальність проблеми нині загострюється через широкомасштабну збройну агресію російської федерації проти України. Це ускладнює стале функціонування діючих та вибір нових надійних джерел питного водопостачання, а також зрошення, потреба в якому істотно збільшується через погіршення умов природного вологозабезпечення вирощування сільсько-господарських культур унаслідок прогресуючого зростання посушливості клімату в усіх природно-кліматичних зонах України.

У даному контексті особливої нагальності набуває питання оцінювання актуального екологічного стану водосховищ як джерел комплексного водозабезпечення різних водокористувачів. Тому дисертація Анни Куровської, присвячена дослідженню екологічного стану вод Київського водосховища з урахуванням інтегрального підходу до оцінювання якості води для різних потреб, є досить актуальною та важливою як у науковому аспекті, так і в практичному плані.

Зв'язок дисертації з державними чи галузевими науковими програмами. Дисертація була проведена в рамках ініціативної науково-дослідної роботи «Прогнозування стану водних ресурсів Дніпровського басейну України внаслідок антропогенного навантаження» (номер державної реєстрації 0120U101386 (Куровська А. В. – відповідальний виконавець).

Аналіз змісту дисертації. Дисертація складається із анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, науково-методичних рекомендацій, додатків,

списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 237 сторінок. Дисертація містить 31 таблицю, 29 рисунків, додатки на 31 сторінці. У списку використаних джерел 186 найменувань, з них 57 – латиницею.

У **«Вступі»** обґрунтовано актуальність обраної теми, сформульовано мету та визначено завдання досліджень, наведено короткий огляд застосованих методів і зв'язок із поточними проектами в галузі. Також висвітлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, ступінь апробації результатів дослідження та перелік публікацій, в яких викладено основні положення дисертації.

У першому розділі **«Екологічні проблеми водних ресурсів басейну річки Дніпра»** на підставі узагальнення та аналізу існуючих даних і наукових публікацій щодо трансформації кліматичних умов і наявних джерел антропогенного впливу визначено основні чинники погіршення екологічного стану водних ресурсів України загалом та окремих суббасейнів району басейну річки Дніпро, зокрема. У даному контексті в розділі виокремлено причинно-наслідкові зв'язки надходження основних біогенних елементів до водойм басейну Дніпра, у тому числі Київського водосховища, які зазнають нині забруднення й евтрофікації через низку причин, пов'язаних з функціонуванням сільського та комунального господарства.

Аналіз літературних джерел та власні дослідження дозволили авторці дисертації визначити та структурувати джерела і шляхи надходження забруднюючих речовин, насамперед, біогенних елементів, у Київське водосховище, як складових антропогенного навантаження на даний водний об'єкт, що впливає на екологічний стан водойми та якість води в ньому.

У другому розділі **«Умови проведення досліджень»** описано місце проведення досліджень (Київське водосховище), пункти та схему відбору проб води для визначення показників її якості. Здобувачкою здійснено аналіз гідрологічних умов водосховища й основних чинників формування його гідрологічного режиму, а також охарактеризовано основні функції Київського водосховища, як водосховища комплексного цільового призначення.

У третьому розділі **«Матеріали та методи досліджень»** наведено алгоритм інтегральної оцінки екологічного стану поверхневих вод, зокрема Київського водосховища, на основі критеріального підходу. До його складових здобувачкою віднесено оцінювання якості води для водних екосистем і різних видів водокористування (рибогосподарське призначення, зрошення земель, питне та культурно-побутове призначення), а також оцінювання кількості води за індикатором водного дефіциту за видами водокористування.

Відповідно до запропонованого алгоритму у розділі досить повно описано методики оцінювання якості води для виокремлених видів водокористування із застосуванням екологічних, рибогосподарських,

іригаційних і гігієнічних критеріїв, а також методику розрахунку інтегрального індикатора водного дефіциту як сукупного кількісного оцінювання необхідних і доступних водних ресурсів з урахуванням їх якості для визначених видів водокористування.

Використання апробованих існуючих методик і методичних підходів щодо екологічної оцінки якості води з визначенням блокових індексів забруднення компонентами сольового складу води, трофо-сапробіологічних показників і специфічних показників токсичної дії, доповнення їх лімітуючими ознаками шкідливості дозволило здобувачці сформулювати та застосувати ґрунтовні методики оцінювання якості води Київського водосховища для водної екосистеми і для рибогосподарських цілей.

Застосування для оцінювання якості води для питних і культурно-побутових цілей вагового арифметичного індексу якості води забезпечує врахування найбільш вагомих її показників, які впливають на здоров'я населення.

Для оцінювання якості води водосховища за іригаційними критеріями, тобто для зрошення, передбачено врахування агрономічних та екологічних критеріїв, що є обґрунтованим і загальноприйнятим методичним підходом. При цьому використано такі показники як мінералізація води і коефіцієнт поглинання натрію (натрієво-адсорбційне співвідношення SAR), а також вміст у воді важких металів, зокрема міді, цинку, свинцю та кадмію. Такий обмежений перелік оцінювальних показників, на думку здобувачки, забезпечить можливість визначення придатності води для зрошення з урахуванням її можливого негативного впливу на стан ґрунтів з точки зору вторинного засолення й осолонцювання, а також забруднення ґрунтів за умов їх поливу.

Авторкою дисертації здійснено апробацію методики розрахунку індикатора водного дефіциту (WSq), розробленої зарубіжними вченими, для визначення необхідних обсягів доступної якісної води для певного виду водокористування, як завершального етапу при проведенні інтегральної оцінки екологічного стану води водосховища.

У четвертому розділі **«Оцінювання якості води Київського водосховища для різних видів водокористування та водної екосистеми»** здобувачкою наведено результати визначення, за даними проведених лабораторних випробувань, показників води Київського водосховища та класів і категорій якості води для різних видів водокористування та водних екосистем. На основі проведених досліджень сезонної динаміки гідрохімічних показників якості води Київського водосховища здобувачкою визначено межі коливання їхніх значень протягом року та виявлено ступінь залежності окремих гідрохімічних показників від метеорологічних показників (температура повітря

і кількість опадів), а також від температури води. Так, зокрема, виявлено сильний кореляційний зв'язок між температурою повітря та показниками вмісту сполук азоту нітритного та амонійного і фосфатів.

За результатами оцінювання якості води водосховища як середовища функціонування живих організмів у водній екосистемі за екологічним індексом (I_E) встановлено, що за узагальненою екологічною оцінкою вода Київського водосховища відноситься за середніх значень I_E до III класу якості («задовільна») і 4 категорії («задовільна») за станом та відповідно «забруднена» і «слабко забруднена» – за ступенем чистоти, а за максимальних значень I_E вона належить до 5 категорії, тобто характеризувалася як «посередня» за станом води і «помірно забруднена» – за ступенем її чистоти.

Важливим результатом є визначення якості води за рибогосподарським призначенням, стан якої для водосховища за середніх значень екологічного індексу з урахуванням спільної дії із лімітуючою ознакою шкідливості оцінено як «поганий» (IV клас, 6 категорія), а ступінь чистоти води – як «брудна», що свідчить про загалом низьку якість води для існування риб, особливо за показником розчиненого кисню.

Виконане оцінювання якості води за іригаційним критерієм свідчить, що вона є переважно «придатною» для зрошення за показниками загальної мінералізації та SAR і вмістом важких металів, за виключенням свинцю, концентрація якого переводить воду до «обмежено придатних» і навіть «непридатних» для проведення нею поливів сільськогосподарських культур.

Якість води для питних і культурно-побутових цілей, за результатами визначення зваженого індексу якості води WQI, оцінено як низьку, насамперед, через підвищені значення рН та мікробіологічне забруднення води.

За підсумками інтегрального оцінювання було встановлено, що рівень дефіциту доступності якісної води є досить високим безпосередньо для водної екосистеми і середнім – для риборозведення, а для потреб зрошення і господарсько-побутових цілей він є незначним.

Висновки дисертації відображають основні результати дисертаційного дослідження, а також визначають напрями подальшого використання наукових та науково-практичних результатів дисертації здобувачки.

У **Науково-методичних рекомендаціях**, які ґрунтуються на проведених авторкою дослідженнях, наведених у дисертації А. В. Куровської, представлено модель DPSIR, за допомогою якої визначено основні причинно-наслідкові зв'язки такої актуальної проблеми для Київського водосховища як евтрофікація.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень і висновків. Обґрунтованість наукових положень, винесених на захист, визначається комплексним аналізом екологічних проблем, пов'язаних з якісним станом

водних ресурсів та управлінням ними на рівні басейну річки Дніпро, використанням для виявлення ключових показників якості води Київського водосховища щодо різних видів водокористування як натурних досліджень сезонної динаміки гідрохімічних показників, так і моделі DPSIR.

Достовірність отриманих результатів забезпечується належним науково-методичним рівнем проведення натурних, лабораторно-аналітичних і математико-статичних досліджень. Крім того, результати дисертації опубліковані в провідних фахових виданнях та пройшли достатню апробацію на всеукраїнських і міжнародних наукових і науково-практичних конференціях.

Наукова новизна одержаних результатів. Згідно з дисертацією, наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

– розроблено алгоритм інтегральної оцінки екологічного стану природних вод за критеріальним підходом з урахуванням різних видів водокористування та застосовано його для Київського водосховища;

– виконано сезонну оцінку якісного стану води Київського водосховища та встановлено кореляційні зв'язки з метеорологічними показниками;

– розроблено науково-методичні рекомендації з інтегрального оцінювання екологічного стану природних вод для різних видів водокористування за використання моделі DPSIR;

– удосконалено європейську методику розрахунку інтегрального індикатора водного дефіциту (WSq) та проведено його розрахунок для води Київського водосховища;

– доповнено відомості про точкове та дифузне забруднення води Київського водосховища і дані щодо посилення процесів антропогенної евтрофікації у воді Київського водосховища.

На мій погляд, всі зазначені положення мають певною мірою наукову новизну, з урахуванням висвітлених далі у відгуку окремих зауважень і дискусійних моментів.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення результатів досліджень здобувачки полягає, з одного боку, у можливості використання отриманих даних щодо гідрохімічних показників на різних ділянках Київського водосховища для подальших моніторингових досліджень екологічного стану водойми та якості води, з іншого – у застосуванні запропонованого методичного підходу до комплексного оцінювання якості води водосховища і можливості, у кількісному вимірі, її використання для різних цілей з урахуванням потреб водних екосистем. Науково-методичні рекомендації можуть бути використані в навчальному процесі.

Повнота викладення матеріалів дослідження в опублікованих працях. За результатами дисертаційного дослідження опубліковано 19 наукових праць, з яких стаття у періодичному науковому виданні,

включеному до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України та/або у закордонному виданні, проіндексованому у базах даних Scopus та/або Web of Science Core Collection, 8 статей у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, 10 тез наукових доповідей.

Значення одержаних результатів для науки й практики та рекомендації щодо їх можливого використання. Отримані А. В. Куровською результати дослідження мають практичне значення для подальшого розроблення методів екологічної оцінки стану поверхневих вод України, забезпечення реалізації принципів Європейського Зеленого курсу, глобальних Цілей Сталого Розвитку та інтегрованого управління водними ресурсами України.

Питання для дискусійного обговорення та зауваження щодо роботи. Оцінюючи в цілому позитивно дисертацію А. В. Куровської, вважаю за потрібне винести на обговорення наступні дискусійні питання та зауваження:

1. Недостатньо відредагований текст дисертації викликає певний дискомфорт при його сприйнятті й ускладнює, в окремих місцях, розуміння викладених авторкою результатів досліджень.

2. На мій погляд, у **Вступі** при обґрунтуванні актуальності теми не зовсім доцільно було наводити огляд стану вивченості окремих питань і публікацій за тематикою дисертаційного дослідження, адже вони детально висвітлені у розділі 1, та, частково, в інших розділах, з повтором частини наведеного у Вступі тексту.

3. Не зрозуміло, що здобувачка має на увазі під «ІІІ декадою 2021 р., ІІ декадою 2022 р., ІІІ декадою 2023 р.». Не досить коректними є вирази «сезонні гідрохімічні показники», «сезонна оцінка якісного стану води...», «народне господарство».

4. Схему розташування пунктів спостереження (відбору проб води) (рис. 2.2) доцільно було створити на основі реальної карти, зокрема Google, що більш наглядно відображало б ситуаційну картину і масштабність місця проведення досліджень та обсягу останніх.

5. Назва підрозділу 2.2 не відповідає викладеному в ньому матеріалу.

6. У висновках до розділу 2 зазначено: «установлено, що в берегах водосховища наявні абразійно-зеувні та абразійно-обвальні процеси...», хоча в текстовій частині розділу про це нічого не сказано.

7. У контексті оцінювання екологічного стану вод доцільно було б розглянути прийняті методичні підходи до визначення екологічного стану масивів поверхневих вод (наказ Міндовкілля № 5 від 24.01.2019 р., зі змінами від 01.04.2024 р. № 332), зокрема й екологічні нормативи якості води.

Якщо мова іде про оцінку екологічного стану води для різних видів водокористування, то це, за суттю, більше відповідає оцінюванню якості води

для певних цілей, на чому власне й акцентує авторка дисертації, зокрема і у визначенні інтегральної оцінки за критеріальним підходом, як узагальнення окремих критеріїв з метою оцінювання придатності використання води як джерела для конкретного виду водокористування (підрозділ 3.1, с. 62–63).

8. Ставки та водосховища є штучними, а не природними водоймами (с. 68).

9. У роботі (розділ 3) не достатньо повно проаналізовано існуючі підходи і методичні напрацювання щодо оцінювання придатності води для зрошення. Чомусь практично проігноровані чинні національні стандарти з оцінювання та нормування якості води для зрошення ДСТУ 2730:2015 (потрібно згадати у дисертації) і ДСТУ 7286:2012 Якість природної води для зрошення. Екологічні критерії. Щодо останнього, то авторка чомусь посилається не на нього, а на ВНД 33-5.5-02-97, який діяв до набуття чинності ДСТУ. При цьому у додатку Д з посиланням на ВНД 33-5.5-02-97 помилково воду II класу віднесено до непридатної для зрошення, що є насправді III класом.

10. Викликає певні питання обґрунтованість та достатність використання в якості агрономічних критеріїв показників мінералізації та SAR (коефіцієнт адсорбції натрію). Принагідно слід зазначити, що мінералізація води не включена до оцінювальних показників у ДСТУ 2730:2015, як помилково сказано в додатку Д, а з метою більш повного врахування взаємодії поливної води і ґрунту нині частіше вживають удосконалений або скоригований показник SAR*.

Загалом же, на мою думку, наразі більш оптимальним є використання критеріїв і показників, унормованих чинними національними стандартами, які враховують при визначенні класу води особливості ґрунтів (гранулометричний склад, кислотність, буферність тощо). Базові з цих показників входять до встановлених постановою Кабінету Міністрів України нормативів екологічно безпечного зрошення та управління поливами.

11. Назва підрозділу 4.1 є не досить коректною – сезонна (?) оцінка стану (?) якості, а його наповнення за суттю є аналізом сезонних змін окремих досліджених показників якості води Київського водосховища та їхньої відповідності певним нормативам різних видів водокористування.

12. Не зрозуміло, чому при оцінюванні якості води для водних екосистем (підрозділ 4.2) авторка посилається на «Методику екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними критеріями» (1998 р.), а в Додатку 8 Алгоритм проведення оцінки якісного стану води Київського водосховища – на КНД 211.1.4.010-94 «Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України» (1994 р.).

13. Викликає сумнів віднесення води водосховища до другого типу (табл. 4.3, с. 114, с. 152), виходячи з наведених у таблицях 4.3 і 4.17 вихідних даних.

14. При розрахунках величини SAR значення катіонів приймаються в мекв/дм³ (ммоль/дм³), а не в мг/дм³. Тому наведені в п. п.4.1.1 (с. 153) розрахунки та їх результати для пунктів спостережень № № 1–6 є некоректними, а значення SAR – завищеними.

15. На жаль, у роботі відсутня інформація щодо фактичного використання води Київського водосховища для питних і господарсько-побутових потреб, зрошення земель тощо, хоча в табл. 4.25 наведені обсяги загального споживання за видами водокористування, проте, що це за дані, не пояснено.

16. Загальні висновки, як і більшість висновків до розділів дисертації, зокрема розділів 3 і 4, є, переважно, задовгими. Частина з них просто дублюється (висновок 1 до розділу 4 і загальний висновок 2, або є просто констатацією виконаних досліджень, як наприклад, висновки до розділу 3).

17. Важко погодитися із здобувачкою щодо визначення ключовим показником якості води для зрошення загального вмісту солей (мінералізації) без урахування вмісту токсичних і нетоксичних іонів або їхнього співвідношення.

18. Згідно вимог до оформлення дисертації одним із її структурних елементів є «Список використаних джерел», а не «Список літератури». Він формується здобувачем у порядку появи посилань у тексті, в алфавітному або хронологічному порядку. Жодному з цих способів сформований у дисертації Список не відповідає. Те ж саме стосується і Додатків, які нумеруються у порядку посилань на них.

У цілому, висловлені зауваження є дискусійними, мають характер уточнень та побажань, а тому не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації.

Загальний висновок. Вважаю, що дисертація Куровської Анни Василівни на тему: «Інтегральне оцінювання екологічного стану води Київського водосховища» є завершеною науковою працею, яка містить низку нових, актуальних та достовірних результатів, що мають важливе значення для сфери природничих наук.

Дисертація відповідає вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 261 від 23 березня 2016 року (із змінами, внесеними згідно з постановами Кабінету Міністрів України № 283 від 03 квітня 2019 року, № 502 від 19 травня 2023 року та № 507 від 03 травня 2024 року), наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення

дисертації» (із змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства освіти і науки України № 759 від 31 травня 2019 року) і Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року (із змінами, внесеними згідно з постановами Кабінету Міністрів України № 341 від 21 березня 2022 року, № 502 від 19 травня 2023 року та № 507 від 03 травня 2024 року), а її авторка, Куровська Анна Василівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 «Екологія» галузі знань 10 «Природничі науки».

**Офіційний опонент завідувач відділу водних ресурсів Інституту водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
Анатолій ШЕВЧЕНКО**