

Голові спеціалізованої вченої ради Д 26.880.01  
д.т.н., доц. Єрмакову В.М.  
Державної екологічної академії  
післядипломної освіти та управління  
03035, м. Київ, вул. Митрополита Василя  
Липківського, 35, корп. 2

## ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, старшого наукового співробітника Чумаченка Сергія Миколайовича на дисертаційну роботу Проскурніна Олега Аскольдовича за темою «Науково-методологічні основи екологічного нормування скиду зворотних вод до річкової системи», яку подано на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 - екологічна безпека

**Актуальність теми дисертаційного дослідження, її зв'язок з науковими програмами, планами, темами.** Екологічне нормування скидів забруднюючих речовин зі зворотними водами (ЗВ) до водних об'єктів (ВО) є підзадачею управління екологічною безпекою водокористування.

Не дивлячись на те, що питаннями екологічного нормування скидів займалися достатньо багато закордонних та вітчизняних вчених, поза їх увагою залишилися деякі не вирішені проблеми, що пов'язані, перш за все, з басейновим принципом розрахунків гранично допустимих скидів (ГДС) зворотних вод. Зокрема, це стосується нерівноправного положення ділянок в верхній та нижній частинах річкового басейну. Також не були вирішені деякі питання, що пов'язані з оптимізаційним підходом до розрахунків ГДС. А саме, неврахування наступного: капітальних витрат на водоохоронні заходи, специфіки скидання теплообмінних ЗВ, імовірного характеру факторів забруднення поверхневих вод. Відповідно вирішення зазначених проблем є актуальною науково-прикладною задачею, мета якої – підвищення ефективності управління екологічною безпекою на рівні річкових басейнів.

Дисертаційна робота виконана в науково-дослідній установі «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» Міністерства енергетики та захисту довкілля України у рамках наступних НДР: «Перегляд Інструкції про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти із зворотними водами» (0115U004540), «Розроблення проекту Інструкції про порядок розробки та затвердження регламентів періодичного скиди зворотних вод у водні об'єкти» (0115U004539), «Перегляд правил охорони поверхневих вод України від Забруднення і засмічення, затверджених постановою Кабінету міністрів України» (0115U004555). В наведених НДР здобувач був виконавцем.

**Відповідність мети, об'єкту, предмету та завдань дослідження паспорту спеціальності.** Метою дисертаційної роботи був розвиток наукових засад екологічного нормування скидів зворотних вод у річкову систему, що

сприятиме зниженню негативних наслідків техногенного впливу підприємств-водокористувачів. Об'єктом досліджень був процес забруднення річкових систем зворотними водами. Предмет дослідження – екологічне нормування скидів зворотних вод, що надходять у річкові системи.

Для досягнення мети були поставлені та вирішені такі 10 завдань:

- провести аналіз законодавчої та науково-методологічної бази нормування скидів ЗВ і розробити концепцію встановлення допустимих скидів;
- науково обґрунтувати поділення річкової системи на локальні ділянки і встановлення відповідних регіональних басейнових нормативів якості річкової води;
- удосконалити оптимізаційний метод визначення допустимих скидів ЗВ за критеріями максимально допустимого техногенного навантаження на водний об'єкт та мінімальних витрат на водоочищення;
- удосконалити оптимізаційний метод визначення допустимих скидів теплообмінних ЗВ з урахуванням особливості їх скидання, що пов'язано з доцільністю їх повторного використання;
- розробити наукові засади встановлення допустимих скидів ЗВ оптимізаційним методом, виходячи з екологічних критеріїв якості поверхневих вод на основі бальної (індексної) системи показників, а також з використанням інтегральних (в просторовому розумінні) і комплексних показників якості води;
- розробити методологію визначення допустимих скидів зворотних вод шляхом оцінки екологічного ризику;
- удосконалити математичну модель формування якості води ВО у зоні впливу скидання ЗВ при неповному розбавленні;
- удосконалити математичну модель послідовної трансформації забруднюючих речовин шляхом врахування фонові забрудненості водного об'єкта, а також втрат речовини у трансформаційному ланцюжку;
- розрахувати оцінку економічного ефекту від впровадження розробленої методології екологічного нормування скидів зворотних вод;
- розробити рекомендації по коригуванню водозахисного законодавства з нормування скидів зворотних вод.

За метою, об'єктом, предметом та завданнями досліджень дисертаційна робота повною мірою відповідає формулі та науковим напрямкам паспорту спеціальності 21.06.01- екологічна безпека.

**Аналіз змісту дисертації.** Дисертаційна робота виконана на 357 сторінках друкованого тексту, що містить 88 таблиць, 38 рисунків. Список використаних джерел містить 277 найменування. У відповідності до вимог, вона складається з анотації, вступу, шести розділів з викладом основних результатів, загальних висновків, списку використаних джерел та 2 додатків. Зміст дисертації послідовно і логічно висвітлює етапність наукових досліджень, з викладенням методик дослідження та узагальненням результатів викладених у висновках до відповідних розділів.

У вступі наведено актуальність роботи, її зв'язок з науковими програмами, планами, темами, мету і завдання досліджень, наукову новизну та

практичне впровадження результатів дисертаційної роботи, наведено відомості щодо публікацій результатів дисертаційних досліджень та їх апробації.

**У першому розділі дисертації «Аналіз законодавчої та методичної бази екологічного нормування скидів зворотних вод»** показано, що одним із найбільш суттєвих чинників наднормативного забруднення поверхневих водних об'єктів України є скидання до них зворотних вод. Це потребує удосконалення науково-методологічної бази екологічного нормування скидів. В розділі наданий аналіз законодавчої та методологічної основи нормування скидів зворотних вод в Україні, країнах Європи, США та деяких країн пострадянського простору.

Всебічний аналіз проблеми дозволив автору обґрунтувати мету та завдання дисертаційних досліджень.

**У другому розділі «Оптимізаційний підхід до розв'язання задачі екологічного нормування скидів зворотних вод»** наведені науково-методологічні основи екологічного нормування скидів ЗВ шляхом розв'язання оптимізаційної задачі. Описані два можливих оптимізаційних підходи до забезпечення екологічної безпеки скидання ЗВ: за критерієм максимального техногенного навантаження на ВО, що не призводить до наднормативного забруднення ВО, та за критерієм мінімуму витрат на водоочищення. Автором був удосконалений оптимізаційний підхід до вирішення задачі екологічного нормування по декількох напрямках. Загальний вигляд оптимізаційної задачі з урахуванням усіх удосконалень наведений в формулах (2.141) та (2.142).

У розділі описана удосконалена модель послідовної трансформації забруднюючих речовин у ВО для вирішення завдання недопущення наднормативного забруднення поверхневих вод речовинами-продуктами трансформації. Удосконалена модель трансформації, на відміну від існуючої, враховує природне фонове забруднення річкової води, а також можливу втрату речовини при переході з однієї форми в іншу в трансформаційному ланцюжку.

**У третьому розділі «Екологічне нормування скидів зворотних вод в випадку неповного їх розбавлення водою водного об'єкта»** наведені науково-методологічні основи екологічного нормування при неповному розбавленні ЗВ річковою водою в контрольному створі водотоку. Специфіка екологічного нормування при неповному розбавленні ЗВ полягає в тому, що висновок про якість річкової води робиться по максимально забрудненій частині потоку.

У розділі наведена удосконалена математична модель для визначення максимально забрудненої частини потоку води. Наведено теоретичне обґрунтування та модельний розрахунок, які підтверджують більшу адекватність удосконаленої моделі процесу формування якості річкової води.

Також наведений механізм врахування впливу кожного з випусків ЗВ на якість води в максимально забрудненій частині потоку (формула 3.42).

У розділі аналізується доцільність у задачах екологічного нормування проведення розрахунку кратності розбавлення ЗВ для малих та середніх річок. Отримана умова доцільності розрахунку в вигляді математичної формули. При невиконанні умови автор пропонує за якість води у контрольному створі брати середню забрудненість, що є більш адекватним рішенням.

**У четвертому розділі «Методологія екологічного нормування скидів зворотних вод шляхом оцінки екологічного ризику»** автором науково обґрунтована методологія використання оцінки екологічного ризику при встановленні допустимих скидів зворотних вод. За небажану подію обране перевищення ГДК річкової води в контрольному створі випуску. Екологічне нормування скидів ЗВ шляхом оцінки екологічного ризику дисертант рекомендує проводити додатково для підприємств підвищеної екологічної небезпеки для речовин 1-го та 2-го класів небезпеки.

Автором розглянуто два можливих варіанти задачі в залежності від імовірнісного розподілу концентрацій забруднюючих речовин у зворотній воді: для випадку нормального розподілу та задовільного розподілу. За рівень допустимого ризику пропонується брати величину 5 %.

Остаточо допустимий склад ЗВ приймається як більш жорсткий серед розрахованих обома методами: оптимізаційним та шляхом оцінки екологічного ризику.

**У п'ятому розділі «Поділення річкової системи на локальні ділянки з метою реалізації басейнового принципу розрахунку допустимих скидів»** теоретично обґрунтовано доцільність декомпозиції задачі екологічного нормування та встановлення регіональних басейнових нормативів якості води з метою забезпечення рівномірного техногенного навантаження на річкову мережу. Автором наведено фактори, за якими пропонується проводити поділення басейну річки на локальні ділянки: просторовий розподіл техногенного навантаження, зміна фізико-географічної зони та адміністративні границі.

У роботі наведений розроблений механізм встановлення регіональних басейнових нормативів якості води, який враховує фактичний стан забруднення річкової системи на момент розробки ГДС, асимілюючу спроможність водного об'єкта, стан очисних споруд підприємств-водокористувачів.

У розділі розглянуто питання про грошовий внесок підприємств-водокористувачів на будівництво й реконструкцію очисних споруд. Автором запропонована схема, яка не порушує задекларований у Водній Рамковій Директиві 2000/60/ЄС принцип «кожний платить за себе».

Також наведено модельний розрахунок басейнових регіональних нормативів якості води та екологічних нормативів на скид ЗВ на прикладі басейну р. Уди (Харківська обл.). З результатів розрахунку ГДС видно, що встановлені за розробленою методологією нормативи на скид ЗВ забезпечують екологічно безпечне водокористування підприємств в басейні р. Уди.

**У шостому розділі «Розрахунок економічного ефекту від впровадження запропонованої методології та рекомендації по корегуванню водоохоронного законодавства з нормування скидів зворотних вод»** на прикладі р. Сіверський Донець у межах Харківської області розрахована оцінка економічного ефекту від впровадження дисертаційних досліджень. Економічний ефект, згідно розрахунку, склав 1744,5 тис. грн/рік.

У розділі також наведені рекомендації автора дисертації по коригуванню водозахисного законодавства в сфері нормування скидів зворотних вод, які повинні забезпечити екологічну безпеку водокористування.

У **Висновках** розкрито основні наукові результати, що свідчать про досягнення автором роботи поставленої мети.

У **додатках** наведені акти впровадження результатів дисертаційного дослідження, а також перелік публікацій автора за темою дисертації.

### **Найбільш суттєві наукові результати, які отримані автором.**

В дисертаційній роботі О.А. Проскурніна науково обґрунтована і розроблена методологія екологічного нормування скидів забруднюючих речовин до річкових систем, яка базується на вітчизняних та закордонних досягненнях в цій сфері. При цьому:

*вперше:*

- науково обґрунтовано і розроблено методологію підвищення рівня екологічної безпеки скидання ЗВ до водних об'єктів, яка, на відміну від існуючих підходів, передбачає поділення річкової системи на послідовні локальні ділянки і розрахунок відповідних регіональних басейнових нормативів якості води, що забезпечує рівномірне техногенне навантаження на річкову систему.
- науково обґрунтовано і розроблено методологію екологічного нормування скидів ЗВ, яка, на відміну від існуючої, базується на оцінці екологічного ризику, обумовленого імовірністю надмірного забруднення водоприймача в зоні впливу скидання. Це дозволить враховувати імовірнісний характер факторів техногенного впливу на якість поверхневих вод.
- науково обґрунтовано і розроблено оптимізаційний метод розрахунку допустимих скидів ЗВ, який відрізняється використанням бальної (індексної) системи показників якості поверхневих вод, що дає можливість визначати допустимі скиди зворотних вод, виходячи з екологічних нормативів якості природних вод.
- науково обґрунтовано і розроблено методологію екологічного нормування скидів ЗВ, яка, на відміну від існуючої, передбачає використання інтегральних (в просторовому розумінні) показників стану водних об'єктів, що підвищить рівень екологічної безпеки малих річок з низькою асимілюючою спроможністю.

*удосконалено:*

- оптимізаційний метод екологічного нормування скидів теплообмінних ЗВ, який, на відміну від існуючого, передбачає варіювання обсягом зворотних вод замість варіювання їх складом. Це дозволить враховувати реальні виробничі умови, які передбачають доцільність повторного використання теплообмінних ЗВ.
- оптимізаційний метод екологічного нормування скидів ЗВ, який, на відміну від існуючого, враховує капітальні витрати на будівництво і реконструкцію очисних споруд та можливе керування процесом очищення, що дозволить розширити простір прийняття рішень при пошуку оптимуму, а також

враховує стохастичної залежності між концентраціями забруднюючих речовин після очищення, що дозволить отримувати технологічно досяжний результат розрахунку ГДС.

- математичну модель формування якості води ВО при неповному розбавленні зворотних вод, яка відрізняється серед інших аналогів врахуванням обсягу домішки в окілї точки максимальної забрудненості, що дозволить проводити більш достовірні розрахунки якості річкової води в зоні впливу підприємств-водокористувачів і, тим самим, сприятиме підвищенню рівня екологічної безпеки водокористування при малій кратності розбавлення зворотних вод.

*набуло подальшого розвитку:*

- математичну модель процесу послідовної трансформації речовин у водному об'єкті, яка відрізняється від існуючої врахуванням природної фонові забрудненості, а також можливих втрат речовини в трансформаційному ланцюжку. Це сприятиме запобіганню надмірного забруднення поверхневих вод речовинами–продуктами трансформації.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій** підтверджується достатнім посиленням на законодавчі акти України та Європейського союзу в галузі охорони довкілля, ґрунтовним аналізом вітчизняних та закордонних літературних джерел, бездоганною постановкою наукових задач, відповідністю застосованих методів поставленими в роботі меті і завданням досліджень, а також їх поширеною апробацією перед фахівцями на наукових екологічних конференціях.

**Достовірність результатів наукових досліджень** підтверджується коректністю використання математичного апарату для вирішення поставлених задач (зокрема математичного програмування та методів математичної статистики, включаючи непараметричні методи), результатами розрахунків допустимих скидів зворотних вод на модельних прикладах, а також практичним впровадженням результатів.

**Практичне значення роботи.** Головне практичне значення роботи полягає в розробці наукової основи для удосконалення водоохоронного законодавства з регулювання скидів зворотних вод у річкові системи, що сприятиме підвищенню рівня екологічної безпеки водокористування. Крім того, результати досліджень можуть бути використані при визначенні оптимальних параметрів роботи очисних споруд при їх проектуванні або реконструкції.

Результати роботи були використані: при визначенні оптимальних параметрів двоступінчастого біологічного очищення в аеротенках-відстійниках (біореакторах) ПП «Оліяр» з метою забезпечення екологічно безпечного водовідведення в р. Ставчанка (Львівська область; басейн р. Дністер); для визначення оптимальних режимів водовідведення підприємства «Харківводоканал»; у навчальному процесі Луганського національного аграрного університету в рамках дисципліни «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище».

**Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях.** За результатами дисертаційних досліджень опубліковано 39 наукових робіт у вітчизняних та закордонних виданнях. Серед них 8 статей у іноземних виданнях та виданнях, які входять та науково-метричних баз Scopus, Index Copernicus, РІНЦ, WorldCat, Ulrich's Periodicals Directory та ін., 22 статті у виданнях, які входять до переліку фахових видань, 9 тез доповідей на міжнародних та національних науково-практичних конференціях. Зміст автореферату в цілому відповідає основним положенням дисертації, яка являє собою одноосібно написану кваліфікаційну наукову роботу.

За основними позиціями а також отриманими результатами дисертаційна робота «Науково-методологічні основи екологічного нормування скиду зворотних вод до річкової системи» відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 - екологічна безпека.

### **Зауваження до роботи наступні:**

1. При опису існуючої науково-методологічної бази екологічного нормування скидів забруднюючих речовин зі зворотними водами автором наведені два підходи: оптимізаційний та за критерієм оптимального розподілу асимілюючої спроможності водного об'єкта. Але з тексту дисертації незрозуміло, в яких випадках пропонувався той чи інший підхід?

2. Розроблений в роботі алгоритм розрахунку регіональних басейнових нормативів якості поверхневих вод не передбачає можливе встановлення на законодавчому рівні регіональних ГДК, які враховують місцеві природні фактори.

3. Критерій доцільності розрахунку кратності розбавлення зворотних вод при їх скиданні в малі річки автором отриманий на підставі аналізу адекватності розрахунку методом Таллінського політехнічного інституту (ТПІ). Але існуюча методологія розрахунку ГДС передбачає (і з чим автор роботи погоджується) використання методу розрахунку кратності розбавлення виходячи із співвідношення витрат зворотної та річкової води, і тому не у всіх випадках слід використовувати саме метод ТПІ.

4. В авторефераті не відображені дослідження, що стосуються екологічного нормування скиду фармацевтичних речовин з комунальними стічними водами (підрозділу 2.9).

5. Автором запропоноване для підприємств підвищеної екологічної небезпеки проводити обов'язкову оцінку екологічного ризику. Але необґрунтоване, чому до уваги повинні братися лише забруднюючі речовини 1-го та 2-го класу небезпеки?

6. Вказуючи Луганський аграрний університет як установу, в навчальному процесі якої були впроваджені результати дисертаційних досліджень, треба було в дужках написати «м. Харків», оскільки мова йде про навчальний заклад, який

був евакуйований до м. Харкова в 2014 році і який повністю знаходиться в юрисдикції Міністерства освіти і науки України.

Проте зазначені недоліки не є принциповими і в цілому не принижують наукової та практичної цінності дисертаційного дослідження.

#### Загальна оцінка дисертації:

Дисертаційна робота О.А. Проскурніна на тему «Науково-методологічні основи екологічного нормування скиду зворотних вод до річкової системи» є завершеною науковою працею, в якій отримано нові обґрунтовані результати, які в сукупності розв'язують актуальну наукову задачу яка полягає в удосконаленні науково-методологічних основ екологічного нормування скидів зворотних вод до річкових систем.

За актуальністю теми, науковою новизною результатів, їх практичною цінністю і повнотою публікування дисертаційна робота повністю відповідає формулі та паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека, а також и. 9, 10, 12-14 положення про «Порядок присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року №567 із змінами, а її автор, Проскурнін Олег Аскольдович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент,  
доктор технічних наук,  
старший науковий співробітник,  
Лауреат Державної премії України  
в галузі науки і техніки,  
завідувач кафедри інформаційних систем  
Національного університету харчових технологій *С. Чумаченко* С.М. Чумаченко



*Офіційний опонент*  
*д-р т.н. Чумаченко*  
*до списку Д. 26.880.*  
*Голова Держспец*  
*16.09.13*