

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, професора  
Андронova Володимира Анатолійовича 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.** В економічно розвинутих країнах одним з найважливіших завдань в галузі охорони довкілля визначено управління екологічною безпекою використання водних ресурсів, однією із підзадач якого є упорядкування відведення зворотних вод (ЗВ) в річкові системи. Для цього розробляються і затверджуються гранично допустимі скиди (ГДС) забруднюючих речовин зі зворотними водами підприємств-водокористувачів. Метою встановлення даних нормативів є збереження й відновлення водних об'єктів (ВО).

Проблема полягає в тому, що існуюча науково-методологічна основа екологічного нормування скидів ЗВ є застарілою. Особливо це стосується басейнового розрахунку ГДС. За розрахункові ділянки рекомендовано брати ділянки басейну в границях адміністративних областей, що важко реалізовувати через масштабність таких ділянок. Також існуючий підхід не враховує імовірнісний характер параметрів скидання ЗВ (складу та кількості), і, як наслідок, не враховує можливий ризик наднормативного забруднення при відхиленні антропогенного навантаження від середньої величини.

Крім того, має бути удосконаленим оптимізаційний підхід до встановлення допустимих нормативів скидання ЗВ та математичні моделі формування якості річкової води в зоні впливу скидання ЗВ з урахуванням процесів трансформації забруднюючих речовин.

Тому удосконалення науково-методологічної основи екологічного нормування скидів ЗВ з урахуванням європейського досвіду та економічних і географічних особливостей України є актуальна науково-прикладна проблема, розв'язання якої підвищить ефективність управління екологічною безпекою на рівні річкових басейнів.

**Відповідність мети, об'єкту, предмету та завдань дослідження паспорту спеціальності.** Метою дисертаційної роботи є розвиток наукових засад екологічного нормування скидів зворотних вод у річкову систему, що сприятиме зниженню негативних наслідків техногенного впливу підприємств-

водокористувачів. Об'єктом досліджень є 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 завдання:

- 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 паспорту спеціальності 21.06.01- екологічна безпека в частині, що стосується розроблення теоретичних основ та обґрунтування оцінок екологічного ризику з метою визначення оптимальних форм управління екологічною безпекою, забезпеченням сталого розвитку держави, збереження й відновлення навколишнього середовища, а також розроблення наукових методів дослідження комплексної оцінки та прогнозування впливу техногенного забруднення на навколишнє середовище.

**Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному:**

1. Уперше 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.

2. Уперше 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.
3. Уперше 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.
4. Уперше 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.
5. 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.
6. Удосконалено 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.
7. Удосконалено 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.
8. Набула 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.

**Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях.** За результатами дисертаційної роботи було опубліковано 39 наукових праць, з яких: 30 статей, зокрема 22 статті – у наукових фахових виданнях з переліку МОН України, 8 статей – у виданнях, що індексуються наукометричними базами даних та періодичними науковими виданнями інших держав, 9 тез доповідей у збірниках наукових праць міжнародних і вітчизняних конференцій. Зміст автореферату 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 скидання зворотних вод до річкової системи» відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 - екологічна безпека.

**Структура та об'єм дисертації.** Дисертаційна робота складається з вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 277 найменувань на 31 сторінці і 2 додатків на 12 сторінках. Робота містить 38 рисунків, 88 таблиць. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 357 сторінок, з них основного тексту 285 сторінок.

**Зміст дисертації** висвітлює етапність наукових досліджень та їх спрямованість на досягнення зазначеної автором мети роботи.

**У вступі** наведено актуальність роботи, її зв'язок з науковими програмами, планами та темами, сформульовано мету і завдання досліджень, наукову новизну, реалізацію та практичне значення результатів дисертаційної роботи, відомості щодо публікацій результатів дисертаційних досліджень та їх апробації.

**У першому розділі дисертації «Аналіз законодавчої та методичної бази нормування водовідведення»** наданий аналіз стану поверхневих вод України, який за деякими показниками не задовольняє встановленим нормативам. Оскільки скид ЗВ – один з основних джерел забруднення поверхневих вод, автор робить висновок про необхідність удосконалення науково-методологічної бази екологічного нормування скидів як підзадачі управління екобезпекою використання водних ресурсів.

**У розділі** наданий аналіз законодавчих й методологічних основ нормування скидів зворотних вод в Україні та світі, а також обґрунтована наукова концепція екологічного нормування скидів ЗВ. Автор підкреслює, що врахування географічних та економічних особливостей України при розробці науково-методологічних основ екологічного нормування скидів ЗВ не суперечить європейському законодавству.

На основі аналізу проблеми дисертант формулює обґрунтовану мету та завдання дисертаційних досліджень.

**Другий розділ «Оптимізаційний підхід до розв'язання задачі екологічного нормування скидів зворотних вод»** присвячений оптимізаційному підходу до розв'язання задачі екологічного нормування скидів ЗВ. Наведені два можливі варіанти оптимізаційної задачі для розрахунку допустимих скидів: за критерієм максимального техногенного навантаження на

ВО, яке не призводить до наднормативного забруднення, та за критерієм мінімуму витрат на водоочищення. Другий підхід, на думку автора, повинний бути основним. В розділі наданий загальний вигляд удосконаленої оптимізаційної задачі, який враховує наступні зроблені удосконалення: врахування капітальних витрат на будівництво та реконструкцію очисних споруд, можливість керуванням процесу очищення ЗВ, можливість використання індексної (бальної) системи показників якості поверхневих вод, врахування специфіки скидання теплообмінних зворотних вод та врахування стохастичної залежності концентрацій забруднюючих речовин в ЗВ після очищення.

У розділі також наведена удосконалена автором математична модель послідовної трансформації забруднюючих речовин на прикладі речовин азотної групи, яка, на відміну від існуючої, враховує природне фонове забруднення річкової води, що викликане специфічними для кожної місцевості умовами, 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»** вирішується задача екологічного нормування скидів ЗВ при умові, коли в контрольному створі водотоку має місце неповне змішування зворотних та річкових вод. Специфіка цієї задачі полягає в тому, що висновок про якість річкової води робиться по максимально забрудненій частині потоку.

В розділі описується удосконалення математичної моделі для визначення максимально забрудненої частини потоку води в контрольному створі. Наведено результати експерименту, які підтверджують більшу адекватність удосконаленої моделі при малих кратностях розбавлення ЗВ. (При великих кратностях розбавлення розрахунки за існуючою та удосконаленою моделями асимптотично зближуються.)

Також в розділі запропонована формула для визначення коефіцієнтів впливу окремих водовипусків на стан річкової води в контрольному створі. Розраховані коефіцієнти повинні бути врахованими при оптимізаційному підході до екологічного нормування за критерієм максимально допустимого техногенного навантаження. Також автором отримана умова доцільності розрахунку кратності розбавлення ЗВ, що скидаються в малі та середні річки.

**Четвертий розділ «Методологія екологічного нормування скидів зворотних вод шляхом оцінки екологічного ризику»** присвячений обґрунтуванню та розробці методології встановлення допустимих скидів зворотних вод шляхом оцінки екологічного ризику. Пропозиція автора полягає в тому, що для підприємств підвищеної екологічної небезпеки для речовин 1-го та 2-го класів небезпеки екологічне нормування повинне проводитися двома способами: оптимізаційним методом та шляхом оцінки екологічного ризику. Відповідно, за ГДС треба брати скид, виходячи з більш жорстких обмежень на склад ЗВ.

При розробці методології автором розглянуто випадки, коли імовірнісний розподіл концентрацій забруднюючих речовин підпорядкований нормальному закону, та коли закон розподілу задовільний. В другому випадку дисертантом розроблений алгоритм розв'язання задачі пошуку допустимих концентрацій за допомогою методу статистичних випробувань (метод Монте-Карло).

**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 скидів ЗВ шляхом поділення басейну річки на локальні ділянки та встановлення регіональних басейнових нормативів якості річкової води з метою забезпечення рівномірного техногенного навантаження на річкову систему. Наведений математичний апарат встановлення регіональних басейнових нормативів з урахуванням фактичного стану забруднення водних об'єктів, асимілюючої спроможності ВО та ефективності очищення зворотних вод на очисних спорудах.

В розділі запропонована формула грошового внеску підприємств-водокористувачів на водоохоронні заходи. Запропонована схема не суперечить європейському принципу «кожний платить за себе» (Водна Рамкова Директива 2000/60/ЄС).

Наведений у розділі розрахунок басейнових регіональних нормативів якості води та допустимих скидів ЗВ на прикладі басейну р. Уди свідчить про працездатність розробленої концепції екологічного нормування скидів ЗВ.

**У шостому розділі «Розрахунок економічного ефекту від впровадження запропонованої методології та рекомендації по корегуванню водоохоронного законодавства з нормування скидів зворотних вод»** розрахована оцінка економічного ефекту від впровадження дисертаційних досліджень. Розрахунок був проведений для р. Сіверський Донець в границях Харківської області. Економічний ефект полягає у недопущенні збитку від перевищення нормативів якості річкової води. Згідно розрахунку, він склав 1744,5 тис. грн/рік.

В розділі також наведені рекомендації по коригуванню водозахисного законодавства в сфері екологічного нормування скидів зворотних вод з метою підвищення ефективності екологічного управління водовідведенням.

**У Загальних висновках** розкрито основні наукові результати дослідження автора роботи, що свідчать про досягнення поставленої мети.

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

**Достовірність та обґрунтованість** одержаних у роботі результатів підтверджується коректним формулюванням ключових положень дисертації, постановкою мети роботи, яка узгоджується як з базовими принципами українського водоохоронного законодавства, так і з європейськими підходами до захисту довкілля, строгою аргументацією доцільності використання оптимізаційних методів встановлення нормативів на скид зворотних вод до річкових систем, а також доцільності додаткових розрахунків шляхом

оцінювання екологічного ризику від скидання зворотних вод для підприємств підвищеної екологічної небезпечності, коректним математичним підходом до розв'язання поставлених в роботі завдань, достатньою кількістю наукових публікацій та участю в роботі наукових конференцій, а також наведеними актами, що свідчать про впровадження.

**Практичне значення роботи наступне:**

– Результати дисертаційних досліджень є науковою основою для удосконалення водоохоронного законодавства з регулювання скидів зворотних вод у річкові системи, що сприятиме підвищенню рівня екологічної безпеки водокористування.

– Розроблений метод встановлення регіональних басейнових нормативів якості води дозволяє здійснювати рівномірне антропогенне навантаження на річкову систему під час скидання зворотних вод, як підґрунтя сталого розвитку країни.

– Удосконалена оптимізаційна задача з нормування скидів за рахунок включення до неї капітальних витрат на водоочищення та можливе керування процесами очищення дозволять мінімізувати загальні витрати на реалізацію водоохоронних програм в межах визначених ділянок річкових систем.

– Удосконалений математичний апарат прогнозування якості поверхневих вод дозволяє підвищити ефективність управління екологічною безпекою при малих кратностях розбавлення зворотних вод, а також за наявності трансформації забруднюючих речовин у водному об'єкті.

– Удосконалений оптимізаційний підхід дозволяє визначати оптимальні параметри роботи очисних споруд під час їх проектування 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 встановлення оптимальних режимів водовідведення комунального підприємства «Харківводоканал»; у навчальному процесі Луганського національного аграрного університету в рамках дисципліни «Нормування техногенного навантаження на навколишнє середовище».

**Зауваження до роботи наступні:**

1. В авторефераті наведено формулу (3), яка описує елементи матриці трансформації речовин і спирається на коефіцієнти розкладання речовини  $k_i$  і коефіцієнти переходу речовини і наступну  $p_i$ . В той же час в тексті дисертації така формула відсутня. Натомість, є подібна до неї формула (2.2), в якій використовуються лише коефіцієнти трансформації  $p_i$ . Бажано було б пояснити, яким чином із однієї формули можна отримати іншу.
2. В четвертому розділі дисертації на стор.247 пропонується згладжувати емпіричну формулу розподілу  $F(C)$ . При цьому не наведено інформацію

- про параметри такого згладжування. На наш погляд, краще було б залишити ступеневу функцію розподілу.
3. Підхід до визначення оцінки екологічного ризику, викладений в підрозділах 4.1-4.2, окрім припущення про нормальний або довільний закон розподілу, спирається також на припущення про стаціонарність випадкового процесу (сталі в часі математичне очікування, дисперсія, закон розподілу), про яке автор не згадує. Але умова стаціонарності є необхідною при визначенні параметрів розподілу на підставі даних, отриманих в різні періоди протягом року (наприклад, табл.4.1).
  4. Стосовно оптимізаційного підходу до розрахунку ГДС за критерієм мінімуму витрат на очищення зворотних вод. Автор враховує експлуатаційні витрати, а також капітальні витрати на будівництво та реконструкцію очисних споруд. Але не зрозуміло, чому в функції мети відсутня величина податку на водокористування, який також залежить від маси скинутих забруднюючих речовин?
  5. В авторефераті при опису методології розрахунку допустимих скидів зворотних вод шляхом оцінки екологічного ризику у випадку нормального імовірнісного розподілу забруднюючих речовин треба було також навести алгоритм розрахунку при наявності декількох випусків зворотних вод (як це зроблено у самій дисертації в п. 4.1), оскільки в цьому разі задача якісно ускладнюється.
  6. Незрозумілий сенс пункту 2.1.2 «Модель трансформації забруднюючих речовин при наявності декількох випусків без водозаборів», оскільки в пункті 2.2.2 наведена аналогічна задача у загальному вигляді (тобто побудова моделі трансформації для ділянки водотоку при наявності водозаборів), і при виводі розрахункових формул відсутнє посилання на п. 2.1.2.
  7. Стосовно аналізу адекватності результату розрахунку кратності розбавлення зворотних вод для малих річок. Не зрозуміло, чому саме величина 20 % зворотних вод, які теоретично (згідно розрахунку) надходять за межі берегів, обрана як критерій неадекватності.
  8. У тексті дисертації та авторефераті зустрічаються стилістичні та орфографічні помилки.

### **Загальна оцінка дисертації:**

Проте зазначені вище недоліки, не впливають на позитивну оцінку дисертаційних досліджень, які є завершеною науково-кваліфікаційною роботою, в якій викладено науково обґрунтовані рішення, що мають значення для практичного застосування у сфері екологічної безпеки.

Зміст дисертації відповідає спеціальності 21.06.01 – «Екологічна безпека».

За рівнем актуальності, наукової новизни, практичної значимості та повнотою апробації дисертаційна робота відповідає формулі та паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека, а також пп. 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, професор,  
проректор з наукової роботи  
Національного університету  
цивільного захисту України  
Заслужений діяч науки та техніки України

В.А. Андронов

Підпис В.А. Андронова засвідчено  
Начальник відділу персоналу ІНЦЗУ



І.А. Неділько

*Відрук офіційного електронного  
з.т.н. Андронів Ю.А. надійшов до  
смірари 426.880.00 14.09.21.  
Голова ДФРМ Ермасов В.М.*

