

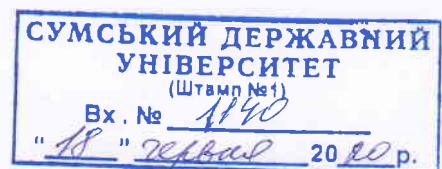
ВІДГУК

**офіційного опонента доктора технічних наук, професора
Дядюри Костянтина Олександровича
на дисертаційну роботу
Штепи Володимира Миколайовича
«Науково-теоретичні засади екологічно безпечних технологій очищення
промислових стічних вод»,
представлену на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук за спеціальністю 21. 06. 01 – екологічна безпека**

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

Просування України шляхом європейської інтеграції вимагає активної участі нашої держави у зусиллях міжнародного співтовариства з попередження та зменшення негативних наслідків реалізації екологічних загроз регіональній безпеці, всебічного використання кращого досвіду розвинених країн у цій сфері. У зв'язку з цим вельми важливим завданням державної регіональної політики у сфері захисту населення та господарських об'єктів від техногенних загроз є забезпечення гарантованого рівня безпеки, що відповідає рівню розвинених країн світу. В умовах України техногенне навантаження посилюється внаслідок збільшення частки морально і фізично застарілих технологій та обладнання промислових виробництв, що призводить до можливості виникнення аварійних ситуацій.

Концентрація забруднень навколишнього природного середовища на 1 км² території України у 6,5 разів вища, ніж у США, і 2-3 рази більше ніж у країнах Європейського Союзу. Для України це має особливо важливе значення, оскільки питне водопостачання майже на 70% здійснюється за рахунок поверхневих вод. Разом із тим у 2017 році, у порівнянні із 2016 роком, на 11,4 % збільшилась кількість надзвичайних ситуацій (НС) природного характеру. Це викликано насамперед зростанням на 43% частки, пов'язаної із особливо небезпечними інфекційними захворюваннями сільськогосподарських тварин (африканська чума



свиней), де обов'язковою є гарантована і якісна очистка стоків. Разом із тим існують фактори, які в процесі водоочищення на виробництвах викликають негативні результати: можливість дії непередбачуваних та НС природного і техногенного походження; відсутність повноти інформації щодо конкретних комбінованих процесів водоочищення (кожен об'єкт має свої особливості та параметри налаштування обладнання для ефективного функціонування); багатфакторність характеристик процесів водоочищення; відсутність засобів вимірювань якості стічних вод або низька точність і швидкодія існуючих технічних рішень.

Комплексно такі завдання не вирішені, що створює негативні наслідки щодо неефективності використання наявної нормативної бази у при управлінні екологічною безпекою промислового водоочищення. У зв'язку із означеним виникає актуальна науково-прикладної проблема в галузі екологічної безпеки, яка полягає в розробленні методології удосконалення науково-теоретичних засад управління екологічною безпекою технологій промислового водоочищення зі зменшенням ризиків виникнення надзвичайних ситуацій та врахуванням вимог енергоефективності, що сприятиме дотриманню нормативів шкідливих впливів на довкілля. Дисертаційне дослідження Штепи Володимира Миколайовича «Науково-теоретичні засади екологічно безпечних технологій очищення промислових стічних вод», спрямоване на формування науково-методологічних основ екологічно безпечного очищення промислових стічних вод є актуальним.

Актуальність обраної теми підтверджується тим, що тематика дисертаційної роботи відповідає: пріоритетним напрямам природоохоронної діяльності в Україні, викладеним в «Основних напрямках державної політики України в області охорони навколишнього середовища, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки»; «Основних засадах (стратегіях) державної екологічної політики на період до 2020 року»; досліджень з розділу 4 «Технології раціонального водокористування, підвищення ефективності очистки стічних вод та запобігання забрудненню водних об'єктів» та вимогам Закону України «Про Загальнодержавну програму адаптації законодавства України до законодавства

Європейського Союзу».

Важливі науково-практичні результати отримано автором під час виконання дослідницьких і проектно-конструкторських робіт за договорами з провідними підприємствами галузей небезпечних виробництв України та країн СНД.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Наукові положення, висновки та рекомендації, що сформульовані в дисертаційній роботі, базуються на значному обсязі теоретичних та експериментальних досліджень, є логічно обґрунтованими і підтверджуються результатами натурних експериментів і математичного моделювання. Достовірність результатів підтверджується використанням сучасної виміральної і комп'ютерної техніки та відтворюваністю експериментальних даних.

Наукова новизна роботи. У дисертації запропоновано та обґрунтовано наукові положення теоретико-методологічних принципів екологічної безпеки промислового водоочищення, що дозволяють створити умови безпечного життя та діяльності людини, запобігти техногенним аваріям.

Нові наукові результати, що одержані у роботі та виносяться на захист:

- уперше науково-обґрунтовано принципи теоретичних засад управління екологічною безпекою технологій промислового водоочищення, що на відміну від існуючих підходів дозволяє комплексно забезпечити зменшення ризиків виникнення надзвичайних ситуацій із урахуванням вимог енергоефективності та сприятиме додержанню нормативів шкідливих впливів на довкілля;

- уперше розроблено метод управління екологічною безпекою технологій водоочищення, який на відміну від аналогічних підходів дозволяє застосувати ефект перехресного накладання дії різних способів на одні й ті ж самі забруднювачі, що дає можливість враховувати ризики виникнення надзвичайних ситуацій та агрегування обладнання систем видалення забруднювачів зі стоків;

- уперше обґрунтовано та розроблено метод управління екологічною безпекою водоочищення на основі домінуючого динамічного забруднювача, що на відміну від аналогічних підходів враховує параметри еколого-енергетичної

ефективності забруднювача, який найскладніше усувається та конфігурування структури технологій водоочищення на основі комплексного видалення інших забруднювачів разом із домінуючим;

- уперше розроблено метод опрацювання та екологічно безпечного використання параметрів технологій промислового водоочищення на основі налаштувань у режимі реального часу нечітких когнітивних та нейромережових моделей, який на відміну від аналогів відрізняється можливістю поліпшення еколого-економічних показників виробництв із урахуванням ризиків виникнення надзвичайних ситуацій;

- удосконалено моделі вимірювання та опрацювання еколого-енергетичних параметрів видалення забруднювачів шляхом комплексного врахування взаємовпливів способів та прийомів їхнього усунення, що лягло в основу створення віртуальної міри енергоефективності водоочищення, яка на відміну від існуючих забезпечує відтворення, опрацювання та збереження значень екологічно безпечних параметрів систем очищення стоків на етапах проектування і під час експлуатації у режимі реального часу на виробничих об'єктах;

- отримали подальший розвиток методи побудови систем збирання, опрацювання і використання техніко-економічної інформації для управління екологічною безпекою очищення промислових стічних вод із використанням еколого-енергетичних параметрів, які відрізняється можливістю реалізації ресурсозберігаючого функціонування виробництв під час виконання вимог стандартів серії ISO 14000 «Системи екологічного менеджменту».

Оцінка висновків здобувача щодо значущості його роботи для науки і практики. Одержані дисертантом результати мають важливе значення для науки і практики, оскільки вони спрямовані на удосконалення існуючих, створення нових екологічно безпечних технологічних процесів та устаткування, що зменшують ризик виникнення техногенних аварій та підвищують рівень екологічної безпеки виробництва.

Практична значимість результатів роботи.

Результати дисертаційного дослідження дозволили обґрунтувати технічні рішення та надати практичні рекомендації використання технологічного обладнання промислових підприємств водоочищення, що дозволило в декілька разів підвищити рівень техногенної безпеки небезпечних виробництв завдяки забезпеченню управління екологічною безпекою технологій очищення стічних вод з урахуванням ризиків виникнення надзвичайних ситуацій та вимог енергоефективності. Більшість результатів узагальнено відповідними технічними умовами, що сприяє їхньому широкому промислому впровадженню.

Щодо **завершеності дисертації в цілому**, слід зазначити, що це завершена наукова робота, повний обсяг якої становить 312 сторінок. Дисертаційна наукова робота складається з анотації, вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання досліджень, визначено наукову новизну й практичну цінність одержаних результатів, детально розкрито особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертації, структуру та обсяг роботи.

У *першому розділі* для зниження техногенного навантаження на водні об'єкти проаналізовані методики та методи оцінювання стану навколишнього природного середовища в контексті показників якості водоскиду, нормативно-правового контролю очищення стічних вод, розроблення технологічних регламентів, вимірювального обладнання показників якості стічних вод, моделювання процесів водоочищення. Проаналізовано нормативно-правову базу оцінки якості функціонування технологічного обладнання. Оцінено напрацювання у метрологічній діяльності із забезпечення єдності вимірювань екологічної безпеки водоочищення. Обґрунтовано гіпотезу подальших наукових досліджень та деталізовано наукові завдання щодо управління екобезпекою промислових об'єктів.

У *другому розділі* сформульовано процедуру досліджень на основі активних та пасивних експериментів на дослідних установках і промислового обладнання,

системного аналізу, теорії вимірювань, методів математичної статистики, кластерного та функціонально-структурного моделювань; створено концептуальні та функціональні моделі збирання й опрацювання техніко-економічної інформації промислового водоочищення. Розроблено підхід щодо удосконалення використання нормативної бази на основі методу перехресних впливів на забруднювачі стоків із врахування ризиків виникнення надзвичайних ситуацій. Створено критерій еколого-енергетичної ефективності та розроблено методiku його використання для оцінки антропогенного навантаження від промислових стічних вод. Сформовано теоретичний базис оптимальності передачі інформації екологічних показників із використанням функціоналу Беллмана-Джонсона. У вигляді фізичної моделі, із застосуванням агрегативного проектування та системного аналізу, обґрунтовано віртуальну міру енергоефективності водоочищення (ВМЕВ) та створено методологічні основи удосконалених науково-технічних засад (НТЗ) методичного забезпечення застосування технологій для видалення забруднювачів зі стоків на основі вимірювання параметрів еколого-енергетичної ефективності із врахуванням потенційної дії надзвичайних ситуацій.

У *третьому розділі* оцінено якісно-кількісні показники стоків промислових підприємств та експериментально досліджено умови вимірювання еколого-енергетичної ефективності (ЕЕЕ). Створено матеріальну та програмні частини, інтерфейсний модуль ВМЕВ. Система керування віртуальної міри включає нейромережевий блок та робастний регулятор врахування впливу температури стічних вод із інтеграцією блоку фільтрації на основі перетворення Гільберта-Хуанга. Технологічно обґрунтовано, синтезовано та практично апробовано метод домінуючого динамічного забруднювача (ДДЗ) удосконалення екологічної безпеки технологій водоочищення. Експериментальні дослідження, із метою формування бази знань ДДЗ, дозволили обґрунтувати методичне забезпечення удосконалення використання існуючої нормативної бази технологій промислового водоочищення. Сформульована методика валідації систем видалення забруднювачів із стоків на основі використанням удосконалених

науково-теоретичних засад.

У *четвертому розділі* обґрунтовано, розроблено та перевірено на адекватність методи створення інформаційно-функціональних моделей опрацювання та екологічно безпечного використання еколого-енергетичної інформації систем водоочищення. Для цього створено архітектуру системи підтримки прийняття рішень, яка включає ряд інтелектуальних рішень. Реалізовано когнітивне моделювання еколого-енергетичної ефективності промислового очищення стічних вод. Створено математичний апарат адаптації в режимі реального часу значень концептів нечіткої когнітивної карти при сценарно-когнітивному опрацюванні еколого-енергетичних даних. Імітаційним моделюванням та і з використанням методів математичної статистики підтверджено адекватність отриманих теоретичних результатів опрацювання техніко-економічної інформації комбінованих технологічних систем промислового водоочищення. Методично реалізовано удосконалення науково-теоретичних засад збирання, опрацювання та екологічно безпечного використання техніко-економічної інформації водоочищення із врахуванням надзвичайних ситуацій.

У *п'ятому розділі* розроблено архітектуру системи збирання, опрацювання та екологічно безпечного використання еколого-енергетичної інформації; розроблено методику інвестиційно-фінансового обґрунтування виробничого впровадження водоочищення, проведено виробничі апробації створених НТЗ. Реалізовано удосконалені науково-теоретичні засади водоочищення та оцінено еколого-економічний ефект роботи систем водоочищення на промислових об'єктах. Оцінено антропогенне навантаження досліджуваних промислових об'єктів із використанням розроблених технологічних комплексів. Із застосуванням кластерного підходу та дисперсійного аналізу результатів моделювання та виробничого впровадження науково-технічних засад управління екологічною безпекою очищення стічних вод синтезовано підхід щодо раціонального поводження із водними ресурсами згідно з міжнародними екологічними вимогами.

Висновки відображають хід розв'язання поставлених у роботі завдань, містять основні результати дисертаційного дослідження, які достатньо повно характеризують науково-практичні досягнення здобувача.

Список використаних джерел містить 326 найменувань за темою дисертаційної роботи та у достатній мірі відображає інформацію за темою дослідження, що виконував здобувач.

Оформлення дисертації за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим МОН України, наказ № 40 від 12 листопада 2017 року. Мова і стиль викладання дисертації і автореферату чітко висвітлюють одержані науково-практичні результати, визначені метою досліджень.

Повнота викладення результатів дисертації в наукових фахових виданнях. Основні положення дисертації опубліковано у 50 наукових працях, із яких: 2 монографії 26 статей у фахових наукових виданнях України з технічних наук (із них 2, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science), 10 статей у закордонних наукових періодичних виданнях; 6 тез доповідей у матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій; 6 патентів (3 патенти на винахід, 3 патенти на корисну модель).

Наведений у публікаціях матеріал повною мірою відображає основні результати та обґрунтовує наукові положення дисертаційної роботи.

Апробація результатів дисертаційного дослідження. Варто відзначити достатність оприлюднення основних результатів. Матеріали дисертації доповідались та обговорювались на конференціях міжнародного та всеукраїнського рівнів, симпозіумах та семінарах.

Шляхи використання наукових і практичних результатів роботи і ступінь їх реалізації.

Наукові та практичні результати дисертаційної роботи підтверджується практичним впровадженням: ДП «Навчально-дослідний племінний птахівничий завод» (акт впровадження від 26.10.2010 року), ВАТ «Пінський м'ясокомбінат» (акт впровадження від 09.12.2016 року), КП «Білгород-Дністровський водоканал»

(акт впровадження від 30.06.2018 року), ТОВ «Топ-Метал» (акт впровадження від 12.11.2018 року), схвалені громадською організацією «Фонд водних досліджень» (лист від 21.03.2019 року).

Ідентичність змісту автореферату основним положенням дисертації.

Зміст автореферату відповідає розділам дисертації та її основним положенням.

Дисертація Штепи В.М. є одноособово створеною кваліфікаційною науковою працею, яка містить сукупність результатів та наукових положень, поданих автором для публічного захисту, має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок автора в науку.

Тематика досліджень відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека, зокрема пунктам «Удосконалення існуючих, створення нових екологічно безпечних технологічних процесів та устаткування, що забезпечують раціональне використання природних ресурсів, додержання нормативів шкідливих впливів на довкілля...» та «Розрахунки та наукове обґрунтування допустимих рівнів впливу техногенної діяльності на споруди різного призначення, створення умов надійної безпеки життя та діяльності людини, враховуючи критичні ситуації, що можуть виникати під час техногенних аварій...».

Зауваження щодо змісту та оформлення дисертації та автореферату:

1. При обґрунтуванні актуальності теми дисертаційної роботи, мети та завдань досліджень потрібно провести аналіз зарубіжних підходів та результатів досліджень іноземних вчених (фахівців).

2. На рисунку 2.14 (розділ 2) послідовність вибору режимів і номенклатури обладнання комбінованих системи водоочищення із врахуванням перехресних впливів різних способів видалення забруднювачів та підвищення ефективності протидії НС не передбачає ітераційного підходу, що значно знижує ефективність практичного використання створеного методу.

3. У розділі 2 система рівнянь (2.17) для встановлення меж функціонування в умовах дії надзвичайних ситуацій враховує і вимоги до енергоефективності

функціонування. Однак потрібно пояснення яким чином буде вирішуватись така система рівнянь?

4. У пункті 3.4 розділу 3 синтезовано нейромережу управління ВМЕВ із робастно-оптимальним керуванням температурним режимом. При цьому потрібно пояснення яким чином вибирались архітектури та інші параметри нейронних мереж.

5. В дисертаційній роботі не обґрунтовано зв'язок між віртуальною мірою, еколого-енергетичним критерієм та оцінкою ризиків.

6. У пункті 3.6 здобувач встановлював характер взаємозв'язків, для корегування коефіцієнтів формул нормативних документів, на основі формалізованого підходу до вибору структури статичних моделей на базі алгебраїчних поліномів. Не обґрунтовано вибір поліноміальних залежностей.

7. У пункті 4.6. виконано імітаційне дослідження та оцінка результатів роботи моделей визначення ефективних еколого-енергетичних режимів комбінованого водоочищення. Висновок щодо адекватності отриманих моделей підтверджується реалізацією 30 імітаційних моделювань, де максимальна відносна похибка – 4,12%. Однак така вибірка є дуже незначною та не відповідає вимогам репрезентативності.

8. У пункті 5.2.1 розроблено пристрій попереднього технічного вимірювання гідродинамічного та температурного режиму потоку стічних вод та частотного аналізатора складу стічної води. Не вказані метрологічні характеристики створеного обладнання.

9. По тексту дисертації є помилки та описки. Якість зображення деяких наведених рисунків в дисертаційній роботі потребує покращення.

Загальні висновки

Приведені вище зауваження не впливають на обґрунтованість наукових положень та висновків дисертації і не приносять наукової новизни одержаних результатів.

У цілому робота Штепи Володимира Миколайовича виконана на рівні вимог до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук у відповідності до п.п. 9, 10, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567. Дисертація є завершеною науковою працею, яка спрямована на забезпечення науково-методологічних основ екологічної безпеки технологічних систем очищення стічних вод промислових об'єктів, що зменшує ризик виникнення техногенних аварій та підвищує рівень екологічної безпеки виробництва.

На основі вищезазначеного можна зробити висновок, що Штепа В.М. заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент

професор кафедри «Технологія машинобудування,
верстати та інструменти»

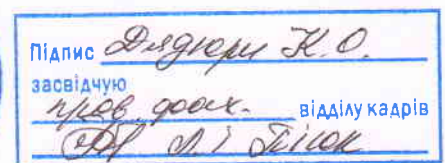
Сумського державного університету

Міністерства освіти і науки України,

д.т.н., професор

К.О. Дядюра

Підпис Дядюра К.О. ЗАСВІДЧУЮ:



Декан факультету ТеСЕТ

О.Г. Гусак