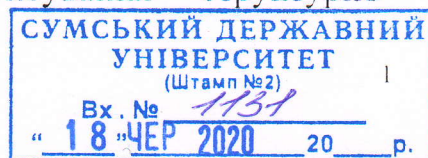


ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА
на дисертаційну роботу Штепи Володимира Миколайовича
«Науково-теоретичні засади екологічно безпечних технологій
очищення промислових стічних вод»,
що подана до захисту на здобуття наукового ступеня доктора
технічних наук
за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека

Актуальність дисертаційної роботи. Інформація Державної служби статистики України вказує на те, що проблема неякісного очищення стічних вод є дуже значною, про що свідчить велика кількість промислових підприємств, які скидали зворотні води у водні об'єкти України. Обсяги щорічних скидів становлять близько 2000млн м³ і мінімум 30% із них містить наднормовану кількість забруднюючих речовин. При цьому промислові стоки складають приблизно 8-10% загального обсягу стічних вод, але ступінь їх забруднення набагато вищий, ніж у комунально-побутових скидів.

Саме тому актуальним є розв'язання здобувачем науково-практичної проблемив галузі екологічної безпеки, яка полягає в розробленні методології удосконалення науково-теоретичних основ управління екологічною безпекою технологій промислового водоочищення зі зменшенням ризиків виникнення надзвичайних ситуацій та врахуванням вимог енергоефективності, що сприятиме дотриманню нормативів шкідливих впливів на довкілля.

Тематика дисертаційної роботи відповідає пріоритетним напрямам розвитку науки і техніки в Україні (Закон України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки», ст. 3, пп. 1, 3, 4) та стратегічним пріоритетним напрямам інноваційної діяльності в Україні на 2011–2021 роки, а саме тематичному напрямку з Розділу 4 «Технології раціонального водокористування, підвищення ефективності очистки стічних вод та запобігання забрудненню водних об'єктів». Дослідження виконувалась у межах науково-дослідної тематики кафедри прикладної екології Сумського державного університету і є складовою частиною НДР «Зниження техногенного навантаження на навколишнє середовище підприємств хімічної, машинобудівної промисловості та теплоенергетики» (номер держреєстрації 0116U006606), та відповідно до науково-дослідних тематик Київського національного університету технологій та дизайну, Національного університету біоресурсів і природокористування України за такими НДР: «Розробка комп'ютерно-інтегрованих систем ефективного управління енергетичними ресурсами на птахофабриках» (номер держреєстрації 0108U001969); «Математичне моделювання в агротехнологіях» (номер держреєстрації 0101U000664); «Розробка теорії побудови систем управління агропромисловим виробництвом з біотехнічними об'єктами і особливостями природних збурень» (номер держреєстрації 0110U003609); «Наукове обґрунтування структурно-



функціонального захисту водокористувачів від неприпустимих речовин в некерованих ситуаціях» (номер держреєстрації 0109U008132).

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, базується на критичному аналізі вітчизняних та іноземних джерел літератури (326 найменування) за даною проблемою екологічної безпеки, обґрунтованій постановці мети і задач дослідження, використанні сучасних методів досліджень, критичному аналізі отриманих результатів, чіткому формулюванню отриманих висновків окремих розділів та загальних висновків. Теоретичні та експериментальні дослідження виконані з використанням сучасного математичного апарату; комплексу сучасних лабораторних фізико-хімічних методів, що ґрунтуються на фундаментальних законах теорії тепло- і масообміну, математичного моделювання (включаючи технології штучного інтелекту) та чисельного аналізу. Адекватність математичних моделей запропонованих автором підтверджено використанням методів математичної статистики, експериментально та у виробничих умовах.

Достовірність результатів досліджень. Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується коректною постановкою і вирішенням завдань з використанням апробованих фундаментальних положень наукових досліджень, у тому числі і з використанням створених здобувачем фізичних моделей. Розбіжність теоретичних результатів, експериментальних і виробничих досліджень не перевищує 10-15% (включаючи флуктуаційні викиди випадкових величин). Достовірність результатів дослідження варто позитивно оцінити на підставі представлених даних щодо апробації основних положень дисертації на міжнародних та вітчизняних науково-практичних конференціях, опублікуванні основних результатів дисертаційної роботи у спеціалізованих закордонних та українських фахових виданнях, впровадженні розробок дисертанта у реальний сектор економіки.

Наукова новизна отриманих результатів. Робота здобувача спряє подальшому розвитку теоретико-методологічних принципів екологічної безпеки промислового водоочищення. У розділах 2-5 наведені результати теоретичних та практичних досліджень дисертанта, які у сукупності складають основу для формулювання наукових висновків дисертаційної роботи. Серед аспектів наукової новизни дисертації варто виділити наступні:

- науково-обґрунтовано принципи удосконалення науково-теоретичних засад управління екологічною безпекою технологій промислового водоочищення, що на відміну від існуючих підходів комплексно забезпечують зменшення ризиків виникнення надзвичайних ситуацій із урахуванням вимог енергоефективності та сприятиме додержанню нормативів шкідливих впливів на довкілля;
- розроблено метод управління екологічною безпекою технологій водоочищення, який на відміну від аналогів оснований на встановленні

та застосуванні ефекту перехресного накладання дії різних способів на одні й ті ж самі забруднювачі, який відрізняється можливістю врахування ризиків виникнення надзвичайних ситуацій та агрегування обладнання систем видалення забруднювачів зі стоків;

- обґрунтовано та розроблено метод управління екологічною безпекою водоочищення на основі домінуючого динамічного забруднювача, що на відміну від інших ґрунтується на встановленні за параметрами еколого-енергетичної ефективності забруднювача, який найскладніше усувається, та відрізняється конфігуруванням структури технологій водоочищення на основі комплексного видалення інших забруднювачів разом із домінуючим та обґрунтуванням зменшення кількості контрольованих у режимі реального часу показників якості стоків;
- 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.
- набули подальшого розвитку 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 здобувачем результати мають важливе значення для науки, оскільки вони сприяють розвитку науково обґрунтованих енергоефективних систем очищення промислових стічних вод. Матеріали дисертаційної роботи можна рекомендувати для використання в практичній діяльності науково-дослідних і проектно-конструкторських установ, які займаються проектуванням систем водоочищення та природоохоронних технологій.

Практична цінність результатів дисертації. Практична реалізація розроблених науково-теоретичних засад щодо управління екологічною безпекою виробництв та довкілля у частині ефективності комбінованого очищення стічних вод промислових об'єктів, у відповідності до вимог

нормативних документів, полягає у впровадженні на виробництвах: 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).

Авторство захищене патентами України (44631, 85587, 86252, 98867, 95200, 95201, 108196, 120530, 133016). Переваги створених методів удосконалення використання технологій промислового водоочищення над сучасними аналогами, включно із закордонними, полягають у збиранні, опрацюванні та використанні техніко-економічної інформації, що підвищує екологічну безпеку та покращує еколого-енергетичну ефективність процесу управління збереженням та відновленням навколишнього середовища, із урахуванням ризиків виникнення надзвичайних ситуацій. Обґрунтовано, розроблено та апробовано структурні схеми й дослідні зразки обладнання, технологічні регламенти їх промислового застосування.

Здобувач обґрунтував концепцію поліпшення еколого-економічних параметрів технологій управління екологічною безпекою промислового водоочищення шляхом удосконалення науково-теоретичних засад з урахуванням вимог охорони довкілля та ризиків виникнення надзвичайних ситуацій на основі моделювання та інтелектуального опрацювання виробничої інформації; синтезував метод перехресних впливів різних способів на одні і ті ж забруднювачі стоків; обґрунтував критерій еколого-енергетичної ефективності використання обладнання опрацювання стоків; розробив віртуальну міру енергоефективності водоочищення (ВМЕВ) та дослідив її функціонування на промислових об'єктах; створив метод домінуючого динамічного забруднювача та апробував його у виробничих умовах для удосконалення науково-теоретичних засад управління екологічною безпекою технологій промислового водоочищення; удосконалив принципи створення технологічних регламентів комбінованих методів опрацювання стічних вод промислових об'єктів із деталізацією для небезпечних виробництв.

Структура та завершеність дисертаційної роботи. Дисертаційна робота Штепи В.М. є завершеною науковою працею; робота складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації 537 сторінок тексту, у тому числі основного тексту – 312 сторінки. Дисертаційна робота містить 46 таблиць, 180 рисунків, список використаних літературних джерел включає 326 найменувань на 43 сторінках.

Всі розділи роботи структуровані, і основні результати досліджень викладені логічно і послідовно. Оформлення дисертації відповідає ДСТУ 3008-2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення», та вимогам до оформлення

дисертацій, затвердженим Міністерством освіти і науки України (Наказ № 40 від 12.01.2017 р.)

У вступі обґрунтована актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання дослідження, зв'язок роботи з науковими програмами, темами, наукова новизна та практичне значення отриманих результатів, особистий внесок здобувача у проведених дослідженнях та публікаціях.

У першому розділі наведено критичний аналіз джерел літератури, що характеризують сучасний стан екологічної безпеки промислового водоочищення. Розглянуто літературні джерела, що характеризують кожне із поставлених у дисертаційній роботі завдань: базові способи видалення забруднювачів із стоків, дію на водогосподарський комплекс надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, існуючу нормативну базу промислового водоочищення, метрологічну діяльність щодо забезпечення єдності вимірювань відповідних технологічних систем.

Перше із завдань подальших досліджень, що сформульовані на стор. 84 вирішено в першому розділі в повному обсязі, тому вважаю його представлення недоцільним.

У другому розділі наведено методики теоретичних та експериментальних досліджень. Теоретичний аналіз (п. 2.1–2.3, 2.5) базується на загальних закономірностях управління екологічною безпекою процесів очищення промислових стічних вод, отримання вимірювальної інформації щодо еколого-енергетичних параметрів опрацювання стоків, моделювання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій у відповідних технологічних системах, інформаційно-функціональному моделюванні антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище. Обґрунтовано та розроблено метод перехресних впливів різних способів водоочищення забруднювачі стоків (п. 2.2.1). У практичній стороні досліджень (п. 2.4) обґрунтовано фізичну модель збирання інформації щодо екологічної безпеки промислового водоочищення на основі еколого-енергетичних показників. Розроблено та представлено методологічні основи удосконалення науко-теоретичних засад управління екологічною безпекою опрацювання стоків із врахуванням ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного походження і вимог енергоефективності (п. 2.6).

На мою думку, робота перевантажена додатками, тому достатньо було представити короткий опис окремих загальновідомих пристроїв, їх технічних характеристик, а також загальних принципів окремих методів процедур і алгоритмів у розділі 2.

Третій розділ представляє результати експериментального та теоретичного дослідження управління екологічною безпекою промислового водоочищення із створенням нового технологічного та методичного забезпечень. Експериментально досліджено та проаналізовано режимні параметри віртуальної міри енергоефективності водоочищення на основі (п. 3.1.1). На основі створено дослідного стенду виявлено, на прикладі

впливів манометричного тиску, ймовірність значного непередбачуваного впливу неконтрольованих чинників на характеристики водовідведення (п. 3.1.2). Із метою покращення якості вимірювання еколого-енергетичних параметрів водоочищення розроблено та програмно реалізовано фільтрацію інформаційних сигналів від сприймаючих елементів із застосування фільтру Гільберта-Хуанга (п. 3.2). Створено матеріальну та програмну частини віртуальної міри енергоефективності водоочищення (ВМЕВ) на основі математичного апарату нейронних мереж із створенням окремого каналу щодо врахування впливу температури водних розчинів на основі робастного регулятора (п. 3.4). Сформульовано гіпотезу та технологічно обгрунтовано метод управління екологічною безпекою водоочищення на основі домінуючого динамічного забруднювача (ДДЗ) (п. 3.5.1). Адаптовано оптимізаційний метод покоординатного спуску для ранжування забруднювачів та об'єктно-орієнтованого визначення ДДЗ згідно еколого-енергетичного критерію опрацювання стоків, апробовано отриманий методичний апарат при опрацюванні реальних стічних вод (п. 3.5.2). Сформовано методологію удосконалення науково-теоретичних засад управління екологічною безпекою промислового водоочищення із врахуванням можливості валідації відповідних систем (п. 3.6).

У четвертому розділі проаналізовано процеси збирання, опрацювання та використання техніко-економічної інформації для управління екологічною безпекою промислового водоочищення. Обгрунтовано структуру системи підтримки прийняття рішень щодо екологічної безпеки технологій опрацювання стоків із інтеграцією в неї розробленого методичного забезпечення (п. 4.1). Обгрунтовано та розроблено структуру когнітивної моделі опрацювання еколого-енергетичної інформації комбінованого очищення стічних вод промислових об'єктів, яка включає показники, що характеризуються як кількісними значеннями, так і якісними (п. 4.2). Із застосуванням оптимізаційних математичних апаратів створено метод налаштування вагових коефіцієнтів концептів нечіткої когнітивної моделі опрацювання еколого-енергетичної інформації комбінованого водоочищення (п. 4.3). Базуючись на адаптивному методичному забезпеченні реалізовано метод опрацювання техніко-економічної інформації комбінованих технологічних процесів водоочищення на основі когнітивних моделей (п. 4.5). Шляхом імітаційного моделювання встановлено ефективність роботи моделей визначення ефективних еколого-енергетичних режимів видалення забруднювачів із стоків (п. 4.6). Узагальнюючи попередні наукові результати та **розділу 4** удосконалено науково-теоретичні засади збирання, опрацювання та екологічно безпечного використання еколого-енергетичної інформації водоочищення із врахуванням надзвичайних ситуацій (п. 4.7).

У п'ятому розділі обгрунтовано та створено ряд засобів вимірювальної техніки; комп'ютерно-інтегровану систему збирання, опрацювання та ефективного використання еколого-енергетичної інформації водоочищення; реалізовано виробничі впровадження та обгрунтовано методику побудови систем екологічного менеджменту. Удосконалено методику оцінка

економічної ефективності водоочищення удосконалено метод аналізу еколого-економічних перспектив його впровадження на підприємствах реального сектору економіки (п. 5.1). Розроблено вимірювальні пристрої встановлення параметрів стоків з метою врахування дії надзвичайних ситуацій та виконано промислову апробацію методів та засобів збирання, опрацювання та екологічно безпечного використання еколого-енергетичної інформації очищення стічних вод. Оцінено зміну антропогенного навантаження після використання удосконалених методичних та технологічних засобів на досліджуваних підприємствах м'ясопереробки та малої металургії. На основі кластерного та дисперсійного аналізів результатів моделювання та виробничого впровадження науково-технічних засад управління екологічною безпекою очищення стічних вод підтверджено адекватність попередніх результатів моделювання (п. 5.2.4). Удосконалено концепцію впровадження на різногалузевих промислових об'єктах систем екологічного менеджменту згідно міжнародного стандарту ISO 14001.

Висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані достатньо чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях. Основний зміст дисертації відображено в 50 наукових працях автора, у яких викладено основний зміст виконаних досліджень. Із них 2 монографії, 26 статей у наукових фахових виданнях України, 10 статей у закордонних фахових виданнях, 6 тез доповідей у збірниках матеріалів конференцій, та 6 патентів України (3 патенти на винахід, 3 патенти на корисну модель).

Ідентичність змісту автореферату основним положенням дисертаційної роботи. Зміст та структура автореферату відображають викладені у дисертації дослідження, основні наукові результати та висновки. Маю засвідчити, що наукові положення та інша наукова інформація, що була предметом кандидатської дисертації здобувача, відсутні у його докторській дисертації.

Тематика досліджень відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека, зокрема пункту «Удосконалення існуючих, створення нових екологічно безпечних технологічних процесів та устаткування, що забезпечують раціональне використання природних ресурсів, додержання нормативів шкідливих впливів на довкілля. Екологічний аудит, екологічний менеджмент».

Робота створює гарне враження послідовним розв'язанням комплексу поставлених питань. Відсутні суттєві перебільшення та недоробки.

Зауваження до дисертаційної роботи. Поряд з позитивним враженням від роботи також виникли деякі зауваження і запитання:

1. У розділі 2 наведено матрицю процедур дослідження науково-теоретичних засад нормативної бази водоочищення (рис. 2.1), де серед наукових завдань вказано «Удосконалення наукових, технічних та нормативних основ НТЗ НБ (науково-теоретичних засад нормативної бази) з урахуванням дії надзвичайних ситуацій та підвищення енергоефективності»

у той же час у дисертаційному дослідженні жодних створених автором нормативних основ не представлено.

2. Вхідними даними процесу водоочищення (у розрізі електротехнологій) автор вказує: «Якість стічної води отримана від вимірювальних пристроїв» і «Якість стічної води отримана із лабораторії» (стор. 88). Не зрозуміло, чи завжди ці показники якості є різними, а також в яких випадках вони дублюються чи уточнюються?

3. У розділі 2 на рисунку 2.46 представлено діаграму варіантів використання при створенні технологічних регламентів (ТР) систем комбінованого очищення стічних вод різногалузевих промислових об'єктів на якій відсутнє врахування пропонованої автором «сірої зони», але у висновку 2 вказано, що «сіра зона» врахована при створенні таких технологічних регламентів. Відсутня чітка відповідь, де у дисертаційній роботі при створенні ТР враховується так звана «сіра зона»?

4. У розділі 3 на рисунку 3.7 вказано ефект очищення стічних вод ЗАТ «ПінськДрев» із використанням комбінованого технологічного комплексу (зниження концентрації формальдегіду – 72,98%, азоту амонійного – 52,03%, хлоридів – 94,98%) і перелік обладнання на якому виконувалось дослідження. Виникають обґрунтовані питання стосовно того, за рахунок яких технологічних процесів було досягнуто значний ефект щодо очищення стічних вод за формальдегідом та хлоридами?

5. На мою думку, запропоноване автором поняття домінуючого динамічного забруднювача (ДДЗ): «забруднювач багатокomпонентних стічних вод, який в даний момент часу при фактичному складі стоків необхідно першочергово видалити» (стор.252) не є універсальним. А яким чином враховувати декілька забруднювачів, які видаляють за одною схемою? Також концентрація поллютанта значною мірою буде впливати на те, чи буде такий забруднювач домінуючим.

6. Вважаю, що автором враховані лише надзвичайні ситуації, викликані наднормованим вмістом забруднюючих речовин в стоках. А яким чином враховані НС, викликані небезпечністю і токсичністю речовин, що містять стічні води, їх кородуючою дією на обладнання та ін.?

7. Фінансові витрати, представлені автором як економічна характеристика технологій очищення, на мою думку, не корелюють з енергетичними витратами. Більш інформативними в цьому плані був економічний аналіз виробничих витрат, або розрахунок собівартості технологій, оскільки на основі цих показників можливо розрахувати економічну ефективність технологій, термін окупності витрат. Також вважаю, що доцільно було здійснити еколого-економічне обґрунтування запропонованих технологій за техніко-економічними показниками підприємств м'ясопеперобки та малої металургії, де були впроваджені такі технології.

8. Крім зазначених зауважень, в дисертації зустрічаються стилістичні граматичні помилки, невірні висловлювання, невдалі терміни (стор. 101 «популяція»). Трапляються невдалі назви таблиць (Таблиця 1.1.), а також

представлення показників, які аналізують разом, в різних одиницях (стор. 219). Також в роботі мають місце незначні неточності та механічні помилки друку, іноді відсутня нумерація формул (стор.244).

Вказані зауваження не впливають на обґрунтованість наукових положень та висновків дисертації та не знижують наукової новизни і практичної цінності отриманих результатів.

Загальні висновки

Дисертація Штепи В.М. є завершеною науковою працею, що спрямована на вирішення актуальної проблеми, яка полягає в розробці 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.

Робота демонструє комплексний науково-методологічний підхід до досліджень, здатність автора аналізувати та узагальнювати. Основні положення дисертаційної роботи відображені в авторефераті і не викликають заперечень.

Дисертаційна робота Штепи Володимира Миколайовича на тему: «Науково-теоретичні засади екологічно безпечних технологій очищення промислових стічних вод» виконана на рівні вимог до докторських дисертацій, відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека (технічні науки), п. 9, 10, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. №567, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

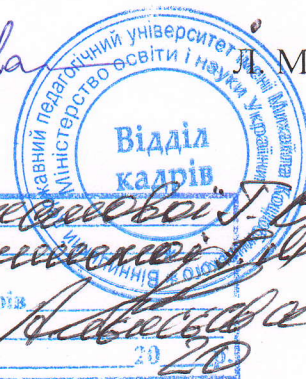
Офіційний опонент:

Професор кафедри хімії та методики навчання хімії
Вінницького державного педагогічного університету
імені Михайла Коцюбинського
Міністерства освіти і науки України,
доктор технічних наук, професор

Г.В. Сакалова

Підпис Г.В. Сакалової засвідчую
Вчений секретар Вінницького державного
педагогічного університету
імені Михайла Коцюбинського

М. М. Лапшина



15 06 20 20