

**ВІДГУК**  
**офіційного опонента**  
на дисертаційну роботу **Нестера Анатолія Антоновича**  
**"Наукові основи підвищення рівня екологічної безпеки гальванічного виробництва"**, представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 "Екологічна безпека"

**Актуальність теми дослідження.** Актуальним напрямом управління екологічною безпекою є розробка науково-практичних рішень, які забезпечують мінімізацію пливу антропогенної діяльності людини на компоненти довкілля. Особливо це стосується урбанізованих територій, де формується високий рівень екологічної небезпеки. Серед джерел, які негативно впливають на стан урбанізованих територій, слід виділити водні системи та ґрунти.

Варто зазначити, що зростання екологічної напруженості пов'язано із навколишнім масообміном між виробничими структурами та природними системами, внаслідок чого відбувається інтенсивне забруднення довкілля, в тому числі водних екосистем, що призводить до виснаження гідроресурсів.

Аналіз сучасного стану вирішення проблем екологічної безпеки свідчить про те, що роботи у галузі встановлення науково-методичних принципів організації контролю за екологічним станом не носять системного характеру, тобто не сформульовані методологічні принципи вирішення екологічних проблем.

Дисертаційна робота Нестера А.А. присвячена розв'язанню актуальної науково-практичної задачі – розвитку наукових основ управління екологічною безпекою територій, які враховують закономірності впливу чинників на процес формування їх техногенно трансформованого стану, що дає можливість створити передумови зниження негативних наслідків техногенного впливу на екологічний стан водних об'єктів та на якість ґрунтів.

Актуальність теми дисертаційних досліджень автором аргументована, достатньо висвітлена в дисертаційній роботі та авторефераті.

**Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації,** достатній і підтверджується застосуванням сучасної методології досліджень, яка використовує адекватні підходи до аналізу стану екологічної небезпеки, що формується забрудненням водних систем, ґрунтів та шкідливого впливу на довкілля.

Достовірність одержаних результатів підтверджується системним підходом до комплексного вирішення наукових та практичних задач, забезпечується використанням апробованих методів досліджень (зокрема, математичного для оброблення експериментальних даних та узагальнення отриманих результатів, математичного моделювання, математичного прогнозування, конкретною постановкою задач і детальним обґрунтуванням

основних положень та висновків. Достовірність результатів також забезпечується адекватним обсягом натурних вимірів і спостережень, задовільною збіжністю теоретичних положень та експериментальних результатів.

**Наукова новизна роботи.** В дисертації одержано нові результати, серед яких основними є наступні:

*вперше:*

- удосконалено та створено нове екологічно безпечне устаткування для проведення технологічних процесів, що забезпечують додержання нормативів шкідливих впливів на довкілля;
- обґрунтовано та досліджено прогноз забруднення ґрунтів на території складування солей від стічних вод виробництва плат та гальваніки, який показав що через 1 рік після засипки верхній шар ґрунту товщиною в 0,5 м перейде в категорію слабо засолених;
- обґрунтовано наукові основи екологічно безпечної технології використання міді виділеної зі стічних вод, що дозволило досягнути покращення результату розрахунку сумарного індексу небезпеки шламу виробництва плат та гальваніки більше ніж в 5 раз;
- встановлено, що при використанні нової запропонованої технології обробки стічних вод поліпшуються показники розрахунку сумарного індексу небезпеки шламу, та створюються передумови до поліпшення екологічної обстановки в районі гальванічного виробництва.
- обґрунтовано можливість використання електрохімічних методів для визначення товщини покриттів оловом на мідній основі, що дозволяє автоматизувати процес виготовлення плат без скидів відпрацьованого розчину і без утворення шламів;
- удосконалено підходи до використання установок з псевдозрідженим шаром струмонепроводжувачих частин для очищення промивних стічних вод з малими концентраціями шкідливих речовин, використання яких запобігає формуванню високотоксичних речовин і сприяє забезпеченню екологічної безпеки;
- досліджено параметри металу виділеного з стічних вод та запропонована схема використання виділених важких металів і зменшення складування за цей рахунок шламів;
- розроблені математичні моделі металізації плат з відпрацьованих розчинів без скидів стічних вод у навколишнє середовище;
- удосконалено та підтверджено експериментально можливість використання в якості електродів окремих форм з нержавіючої сталі при відновленні кадмієвих розчинів, що дає можливість запропонувати конкретні технічні рішення для управління екологічною безпекою при видаленні важких металів;
- удосконалено методологію досліджень і випробувань для поширення застосування екологічно прийнятних рішень при виконанні гальванічних робіт;

*отримали подальший розвиток:*

- науковий підхід до створення математичної моделі процесу фільтрування стічних вод з постійною і змінною концентрацією домішок через пористі середовища із спадною швидкістю, що дозволяє мінімізувати негативний вплив рідких скидів у водні об'єкти та зменшення утворення шламів;
- наукові положення з використанням осадів вод очисних каналізаційних споруд та їх використання в збагаченні родючості полів, що дозволяє вирішити окремі питання системи забезпечення екологічної безпеки навколишнього середовища.

**Оцінка висновків здобувача щодо значущості його роботи для науки і практики.** Одержані дисертантом результати мають важливе значення для науки, оскільки вони сприяють розвитку науково-практичних аспектів управління екологічною безпекою техногенно навантажених урбоєкосистем. Наукова значимість роботи фактично полягає у створенні підсистеми управління екологічною безпекою територій, яка включає зниження негативних наслідків техногенного впливу на екологічний стан водних басейнів та ґрунтів шляхом застосування удосконаленого принципу управління екологічною безпекою на підґрунті врахування закономірностей впливу на процес формування їх техногенно трансформованого стану.

**Практичне значення результатів роботи,** перш за все, полягає у створенні передумови зниження негативних наслідків техногенного впливу на екологічний стан водних об'єктів та ґрунтів.

Результати дисертаційних досліджень практично використано, що підтверджено відповідними актами впровадження:

- Хмельницьким державним підприємством ПАТ “Новатор”, який активно використовує гальванічні процеси та впевнено накопичує об'єм відходів;
- Приватним підприємством ПП “Рематоенерго”;
- “Публічним акціонерним товариством ПАТ Завод Темп”; шляхом впровадження у проектну документацію для виготовлення установок регенерації відпрацьованих розчинів травлення, що дозволило покращити екологічний стан територій підприємств;
- Хмельницьким національним університетом для студентів спеціальності 263 при вивченні дисциплін “Основи екології та промекології”, “Охорона праці та утилізація відходів”.

**Щодо завершеності дисертації в цілому** слід відзначити, що це завершена наукова робота, яка складається з анотації, переліку умовних позначень, вступу, шести розділів, списку використаних джерел з 325 найменувань і 4 додатків. Робота представлена на 282 сторінках основного тексту, має 74 таблиць, 72 рисунків включно. Список використаної наукової літератури складено з 325 джерел.

У **вступі** обґрунтовано вибір та актуальність теми, розкриті суть та сучасний стан наукової проблеми, сформульовані мета, основні завдання досліджень, висвітлені наукові положення, наукова новизна отриманих результатів, що винесені на захист, а також відомості про практичне значення

та впровадження результатів роботи. Висвітлено внесок автора у публікації та апробації результатів роботи.

У **першому розділі** дисертаційної роботи здобувачем досліджено причини та наслідки формування обумовленого впливу техногенного тиску на Україну. Досліджено основні причини та наслідки накопичення відходів на територіях підприємств, які приводять до забруднень ґрунтів та підземних водних горизонтів.

Розглянуто системи обладнання виготовлення плат, використання водних ресурсів при їх експлуатації та утворення шламів, які, на сьогоднішній день, зберігаються на територіях підприємств.

Охарактеризовано стічні води гальванічних виробництв відмічено факти впливу металів (присутніх в цих водах) на здоров'я людини, серед яких мідь, кадмій, хром.

Визначено, що особливістю гальванічного виробництва та виготовлення плат є неможливість (або мінімізація) скиду інгредієнтів забруднень іонів важких металів (ІВМ) в навколишнє середовище (на міські очисні споруди, на полігони твердих та рідких відходів і т. п.), так як перетворення таких інгредієнтів призводить до підвищення небезпеки, а не так, як при розпаді, наприклад, органічних речовин.

Розглянуто викиди в гідросферу, літосферу та проаналізовано джерела формування екологічної небезпеки технологічними процесами. Представлені також і шкідливі викиди в атмосферу, які, враховуючи основні завдання роботи, не зовсім доречні.

У **другому розділі** автором наведено методи і методики проведення дисертаційних досліджень та запропонована оцінка рівня ризиків забруднення навколишнього середовища в місцях розташування гальванічних цехів та виробництва плат для реально діючих підприємств на основі використання двох найбільш універсальних методів: експертних оцінок і статистичного.

Існуючі теоретичні і практичні дослідження та думки спеціалістів визначили два напрямки про можливі форми та наслідки поєднання важких металів у ґрунтах: утворення важкорозчинних сполук та поглинання полутантів складовими частинами ґрунту. Ступінь забруднення докільця, аналіз антропогенного впливу виробничого комплексу визначають детальним аналізом та створенням інформаційної системи, яка дозволяє створити та виконати рішення щодо забезпечення якості екологічної системи як окремих територій навколо підприємств, так і в межах великих площ.

Запропонований єдиний алгоритм, який дозволяє кількісно охарактеризувати структурно-функціональні зміни, що виникли за рахунок техногенних трансформацій-оцінка техногенного забруднення ґрунтів повинна передбачати вивчення концентрації окремих хімічних елементів, розподіл елементів у рослинах та ґрунтах.

У **третьому розділі** наведено результати досліджень основних причин та факторів формування екологічної небезпеки в технофері.

Автором зазначено, що прогнозування змін в ґрунтах має базуватися

на зміні речовинного балансу в просторі та часі. В результаті проведеної наукової еколого-експертної оцінки м. Хмельницького визначено, що підприємства ливарного виробництва та хімічної промисловості впливають на стан забруднення атмосферного повітря.

Підприємства електронної промисловості формують основні чинники забруднення підземних вод та ґрунтів. На основі проведених досліджень зроблено висновок, що райони розташування промислових підприємств є чинниками формування екологічної небезпеки, серед яких виділяються сектори: машинобудування та металообробка; хімічна промисловість; будівельна індустрія; транспортна галузь. Суттєве значення для формування екологічної небезпеки міста відіграє господарський комплекс електронної та радіотехнічної галузі.

Для створення екологічно безпечної технології переробки відходів та зменшення техногенного тиску на довкілля запропоновано декілька схем корегування розчинів які передбачають безперервне відновлення водного робочого розчину паралельно з процесом технологічної обробки. Такі схеми дозволяють забезпечити постійність процесу при заданій швидкості обробки і, як наслідок, високу якість технологічного процесу та різкого зменшення кількості шламів для зберігання на територіях підприємств.

Вважаю недоцільним представлення у розділі 3 загальновідомих розрахунків та формул (середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт кореляції).

У **четвертому розділі** здобувачем проведено дослідження виробничих схем проведення регенерації відпрацьованих водних розчинів та оцінка якості видаленого металу для його повторного використання.

Автором доведено, що зусилля відриву міді від електроду при регенерації розчину залежить від чистоти обробки поверхні та дозволяє вирішити проблему проведення процесу без зупинки роботи технологічного процесу на час знімання видаленого металу.

Здобувач дослідив використання європейських розчинів для використання в вітчизняному обладнанні. Так вживання пірофосфатних електролітів через їх високу розсіювальну здатність дозволяє одержувати рівномірні мідні осади хорошої якості, проте швидкість електроосадження при цьому порівняно мала. Сірчаноокислі і борфтористоводородні електроліти мають невисоку розсіювальну здатність, але процес міднення в таких електролітах можна організувати з високою швидкістю. Тим часом у виробничих умовах швидкість електролізу має не менш важливе значення, ніж рівномірність покриття. Тому використання електролітів, що дозволяють вести процес при високій густині струму (не дивлячись на деяке погіршення рівномірності), може бути цілком виправданим.

Для дослідження використано методи математичного моделювання і розрахунку електричного поля в електролізері, представленому у вигляді плоскої моделі. Як метод розрахунку вибрано метод інтегральних рівнянь для вирішення диференціального рівняння з відповідними, граничними умовами.

У **п'ятому розділі** автором розроблено сучасні науково-методичні основи очищення промивних вод як складову екологічної безпеки. Промивні води, що використовуються для відмивки заготовок виробів мають в своєму складі стравлену мідь, з концентрацією по металу 2-3 г/л.

Автором проведені дослідження промивних вод для видалення міді та кадмію з промивних вод та на запропоновано використовувати регенератор, який має в основі оригінальну установку з використанням псевдозрідженого шару частин, які не проводять струм, з метою очищення промивних вод для повторного використання в виробничому циклі.

Проведені дослідження дозволили визначити основні параметри, розміри та марки металів електродів для забезпечення процесів відновлення водних розчинів та зменшення тиску на навколишнє середовище.

Розглянуто питання теорії і практики процесів фільтрування через пористі середовища. Застосування фільтрування розчинів в виробничих процесах, як автором доведено, дає можливість завершити процес регенерації відпрацьованих стічних вод та зменшити залишки шламів на територіях підприємств.

Представлені дослідження використання мулового господарства очисних споруд для покращення ґрунтів навколо міст та для відновлення якісних характеристик навколишнього середовища.

У **шостому розділі** представлені результати розроблення, апробації та впровадження системи керування процесами відновлення відпрацьованих водних розчинів. Запропонована система керування екологічною безпекою територій виробничих об'єктів спрямована на відновлення якісних характеристик водної товщі, донних відкладень та створення оптимальних умов існування біоти, що дозволяє підвищенню рівня екологічної безпеки гальванічного виробництва та навколишнього середовища України. Запропонована інженерна система здатна ефективно впливати на відновлення механізму саморегуляції навколишнього середовища.

**Загальні висновки** містять основні результати дисертаційної роботи, чітко сформульовані і достатньо повно характеризують науково-практичні дослідження, представлені у дисертаційній роботі.

Робота створює позитивне враження послідовним вирішенням ряду завдань. Суттєві перебільшення і недоробки відсутні.

**Повнота викладення результатів дисертації в наукових виданнях.** За результатами проведених дисертаційних досліджень опубліковано **79** наукових праць, у тому числі: 28 робіт опубліковано в іноземних фахових журналах, 26 статей в журналах індексованих в наукометричних базах та фахових журналах, що входять до переліку, затвердженого ВАК України, видано 2 монографії: "Стічні води підприємств та їх очищення", "Очистка стічних вод виробництва друкованих плат", 20 публікації у збірниках матеріалів та доповідей українських та міжнародних науково-технічних конференцій. За результатами досліджень, представлених у роботі, одержано 3 патенти України.

Наведений у публікаціях матеріал достатньо повно відображає основні результати та наукові положення дисертаційної роботи.

**Апробація результатів дисертаційного дослідження.** Слід відзначити достатність оприлюднення результатів. Матеріали дисертації доповідались на конференціях різного рівня.

**Шляхи використання наукових і практичних результатів роботи і ступінь їх реалізації.** Одержані результати впроваджено на трьох господарських об'єктах та у навчальний процес підготовки фахівців у Хмельницькому національному університеті.

**Оформлення дисертації** відповідає вимогам ДСТУ 3008-95 “Документація. Звіти у сфер науки і техніки. Структура і правила оформлення” та вимогами атестаційної колегії МОН України. Мова і стиль викладення дисертації і автореферату чітко висвітлюють одержані науково-практичні результати, означені метою досліджень.

**Ідентичність змісту автореферату основним положенням дисертації.**

Зміст автореферату відповідає розділам дисертації та її основним положенням. Дисертація 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 за напрямками досліджень:

- другому пункту: «розробка наукових методів дослідження комплексної оцінки та прогнозування впливу техногенного забруднення на навколишнє середовище та людину»,
- третьому пункту: «удосконалення наявних, створення нових, екологічно безпечних технологічних процесів та устаткування, що забезпечують раціональне використання природних ресурсів, додержання нормативів шкідливих впливів на довкілля. Екологічний аудит, екологічний менеджмент»,
- четвертому пункту: «вивчення екологічної обстановки навколо атомних, теплових електростанцій, гірничовидобувних підприємств, інших небезпечних об'єктів; обґрунтування й здійснення заходів для поліпшення цієї обстановки»
- шостому пункту напрямів дослідження: «обґрунтування наукових засад безпечного видобування, зберігання, технологій переробки, транспортування, захоронення, знешкодження радіоактивних та інших шкідливих речовин. Розроблення, вдосконалення методів контролю та заходів захисту від радіоактивних та інших шкідливих речовин».

**Констатуючи безперечне науково-практичне значення, слід відмітити наступні недоліки, зауваження та побажання до роботи та автореферату:**

1. На стор.78-81 досить детально описано статистичний метод діагностики ризику екологічної діяльності підприємств. Однак у табл. 2.7 вказані лише результати оцінки за вказаною методикою, не наведено вихідні данні і проміжкові розрахунки. Також не визначено,

для яких підприємств проводилось таке оцінювання.

2. На стор. 86 для прогнозного розрахунку засолення ґрунтів у вихідних даних значення коефіцієнту дифузії  $Dm=9 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{добу}$ , в той час у реальних розрахунках  $Dm=1 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{добу}$ . Незрозуміло, чим обумовлені такі чисельні розбіжності, а також відсутнє пояснення значення  $n=0,23$ .
3. В другому розділі дисертаційної роботи розглядались процеси засолення ґрунтів. В той же час практично не розглянута дія шламів на підземні водні горизонти.
4. На мою думку, при оцінюванні ризику від аварійних ситуацій під час зберігання гальванічних відходів варто було б врахувати ефект сумарного впливу декількох токсичних речовин.
5. Деяко сумнівно, що чисельне значення коефіцієнту кореляції  $r=0,6358$  (с.150) вказує на деяку залежність повноти фіксації олова від швидкості розгорнення потенціалу. У випадку  $r = 0,0588$  (с.152) варто було б розглянути залежність густини струму розчинення олова від часу при різних швидкостях розгортки іншого вигляду.
6. Вважаю можливість використання відходів у процесах вирощування сільськогосподарських культур недостатньо обґрунтованою, адже результати, представлені у табл.5.9 вказують, що вміст окремих металів в осадах перевищує їх значення ГДК для ґрунтів.
7. Більш логічно було б описати як приклади технологій та системи очищення для підприємств, де були впроваджені результати дисертаційних досліджень, а не Київського підприємства «Росток», а також розрахунок екологічного ефекту варто було б представити для технологій у відповідності до актів впроваджень.
8. Крім зазначених зауважень, в дисертації зустрічаються стилістичні граматичні помилки (стор. 94,96,163,247) невірні висловлювання, невдалі терміни, незначні неточності та механічні помилки друку. Трапляються некоректне оформлення таблиць (табл. 1.7, стор. 66: табл.2.11, стор.96; табл.3.1, стор. 104), рисунків (рис. 1.1, стор. 41) а також іноді відсутнє посилання на літературу (стор.43). Рис. 6.1 (в авторефераті рис.17) є малоінформативним.

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

#### **Загальний висновок.**

Дисертаційна робота є завершеною кваліфікаційною роботою, яка полягає у зниженні негативних наслідків техногенного впливу на екологічний стан навколишнього середовища.

Дисертаційна робота Нестера А.А. "Наукові основи підвищення рівня екологічної безпеки гальванічного виробництва", 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:**

доктор технічних наук, професор,  
професор кафедри хімії та методики  
навчання хімії Вінницького державного  
педагогічного університету імені  
Михайла Кошобинського,

Г. В. Сакалова

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

Л. М. Лапшина

