

ВІДГУК

офіційного опонента - доктора технічних наук, професора Пляцук Леоніда Дмитровича на дисертаційну роботу Тимчука Івана Степановича «Науково – методологічні основи біологічної рекультивації та ремедіації із використанням техногенних органомісних відходів», представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека

1.Актуальність теми дисертаційної роботи, її зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Актуальною науково – практичною задачею на сьогодні є розроблення, вдосконалення та впровадження ефективного й екологічно безпечного комплексу природоохоронних заходів для мінімізації негативного впливу техногенних органомісних відходів. Проблематика техногенного навантаження на довкілля від значного зростання виробництва та споживання, що призводить до накопичення великих обсягів відходів. Великий обсяг відходів є небезпечним явищем, які варто враховувати як ключове питання екологічної безпеки та сталого розвитку індустріальних територій України, так і за її межами.

У зв'язку зі зростанням глобального обсягу відходів і виснаженням природних ресурсів, виникає гостра необхідність у розробці та впровадженні нових технологій, що спрямовані на їхню переробку та вторинне використання. Особливим та надзвичайно перспективним типом відходів є органічні, оскільки їх правильне управління та використання може сприяти збереженню ресурсів, зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище та створенню сталого та екологічно чистого середовища. Особливо перспективним є метод використання осадів стічних вод (ОСВ) як складової частини ростового субстрату для відновлення пошкоджених земель у процесі біологічної рекультивації. Впровадження цього методу дозволить вирішити кілька проблем одночасно: зменшити обсяг осадків, відновити пошкоджені землі та знизити витрати, пов'язані з проведенням біологічної рекультивації.

Дисертаційна робота відповідає науковому напрямку кафедри екології та збалансованого природокористування Національного університету «Львівська політехніка» «Природоохоронні технології з використанням дисперсних сорбентів та мінеральних добрив пролонгованої дії» та використовувались в межах науково-дослідної роботи кафедри екології та збалансованого природокористування «Науково-теоретичні основи створення засобів біологічної рекультивації із використанням техногенних відходів», номер державної реєстрації 0119U101394. Дослідження проводилися в межах виконання проєкту Національного фонду досліджень України, конкурсу «Підтримка досліджень

провідних та молодих вчених» (реєстраційний номер 2020.02/0177), «Розробка комплексної технології отримання та використання субстратів на основі органовмісних відходів і природних сорбентів для потреб біологічної рекультивації та ремедіації техногенно порушених земель» (Державний реєстраційний номер: 0120U105238) та госпдоговірної роботи «Розробка рекомендацій щодо перспективних шляхів використання заскладованого на Львівських КОС відпрацьованого активного мулу» (замовник ТЗОВ «Компанія «Центр ЛТД»).

2. Ступінь обґрунтованості, достовірності наукових положень, висновків, рекомендацій. Наукові положення, теоретичні висновки та практичні рекомендації в дисертаційній роботі є достатніми і належним обґрунтованими. Ключовою проблемою, яка аналізується та досліджується в дисертації, є забезпечення екологічної безпеки територій. Варто зауважити, що ця проблема в повній мірі знайшла своє вирішення в дисертаційній роботі. Положення дисертації ґрунтується на аналізі великого обсягу сучасних публікацій та на проведених дисертантом необхідних теоретичних і експериментальних дослідженнях. Усі вимірювання проводили із використанням сучасних методик і на сучасному обладнанні, для представлення результатів використовували методи статистичної обробки багаторазових вимірювань. У процесі детального аналізу дисертаційної роботи та автореферату не виявлено сумнівних висновків та тверджень.

Таким чином, ступінь обґрунтованості, достовірність наукових положень, розроблених автором, висновків та рекомендацій не викликає сумнівів.

3. Наукова новизна отриманих результатів.

У роботі вперше :

- розроблено науково-теоретичні основи системного підходу до створення рекультиваційних субстратів на основі осадів стічних вод, утворених за різних умов і різних технологій очищення каналізаційних стічних вод, що дозволяє утилізувати відходи, накопичення і складування яких спричиняє екологічну небезпеку;

- встановлення оптимальні параметри для створення стабільного за властивостями субстрату на основі компонентів «осади стічних вод – природні сорбенти – ґрунт» методом прямого перемішування, що дозволяє впровадити технологічні рішення його застосування та зменшення екологічних ризиків під час утилізації осадів;

- розроблено математичну модель адсорбції забруднювачів сорбентами, які є компонентами ростового субстрату для рекультивації, що дозволило визначити оптимальний час для адсорбційного видалення іонів важких металів під час ремедіації;

- експериментально встановлено та визначено оптимальні параметри аеробного біокомпостування сумішей, на основі композиції «осади стічних вод – подрібнена деревина – активований біокомпост», це дозволило розробити екологічно безпечний метод переробки осадів стічних вод, із отриманням високоефективного субстрату для відновлення деградованих земель;

- розроблено типові рецептури ростових субстратів на основі біокомпостів, необроблених та анаеробно зброджених осадів стічних та природних сорбентів для біологічної рекультивації та ремедіації різних типів техногенного порушення земель;

- експериментально підтверджено якісні характеристики розробленого ростового субстрату для біологічної рекультивації та ремедіації шляхом аналізу даних дрібноділянкових польових та біоіндикаційних лабораторних досліджень;

- встановлено оптимальні технологічні параметри для створення гранульованого органо-мінерального добрива тривалої дії на базі курячого посліду та природних сорбентів, що дозволило розробити екологічно безпечний спосіб утилізації відходів птахофабрик внаслідок застосування їх у рекультиваційних технологіях.

Отримало подальший розвиток

- дослідження фізико-хімічних та санітарно-мікробіологічних параметрів заскладованих осадів стічних вод мулового поля ЛМКП «Львівводоканал»;

- дослідження мікробіологічного складу та біоіндикаційної дослідження компостів, одержаних із сумішей осадів стічних вод різного складу, для створення ростових субстратів;

- дослідження впливу параметрів аеробного біокомпостування та анаеробного зброджування на заміну санітарних мікробіологічних показників для органо-мінеральних сумішей на основі осадів стічних вод;

- дослідження використання ростових субстратів на основі осадів стічних вод та органо-мінеральних добрив, створених із використанням відходів птахофабрик, як компонентів для біологічної стадії рекультивації.

4. Практичне значення отриманих результатів. Отримані результати досліджень можуть бути використані: органами державної та виконавчої влади, місцевого самоврядування, приватними інвесторами та підприємствами, які займаються гірничодобувною та геологорозвідувальною роботою для проведення біологічної рекультивації порушених земель (териконів, відпрацьованих кар'єрів, полігонів ТПВ). Результати досліджень захищені чотирма патентами України на корисну модель.

Результати досліджень передані ТзОВ «Компанія «Центр ЛТД» для використання у заходах із утилізації ОСВ, що підтверджується відповідним актом. Результати встановлення оптимальних параметрів для проведення процесу

аеробного біокомпостування за різних рецептур сировини передані ЛКД «Зелене місто», яке є оператором першої в Україні компостувальної станції, а також Грибовицького полігону ТПВ, що підтверджується актом. Результати дисертаційної роботи передані Департаменту екології та природних ресурсів Львівської обласної державної адміністрації для використання при плануванні оптимальних технологій рекультивації відпрацьованих полігонів ТПВ, що підтверджується актом. Результати проведеного раціонального балансування складу та підбору відповідних компонентів для створення субстратів з ціллю вирішення завдань рекультивації та ремедіації об'єктів різних типів передано до Лабораторії екології, Інституту сільського господарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України, що підтверджується актом.

Наукові та практичні результати дисертаційної роботи використані у навчальному процесі Національного університету «Львівська політехніка», що підтверджується відповідним актом, у програмі лекційних курсів: «Основи розробки екобезпечних виробництв»; «Біомоніторинг навколишнього середовища»; «Інновації в стратегіях захисту довкілля» для студентів спеціальності 101 Екологія; у програмі лекційного курсу «Інженерні основи екологізації виробництва» (тема «Управління відходами» та в програмі практичних занять цього курсу); а також у програмі лекційного курсу «Агроекологія» (тема «Рекультивація ґрунтів», а також в програмі практичних занять цього курсу).

5. Повнота викладання результатів роботи в опублікованих працях.

Результати основних наукових досягнень, здобутих у процесі виконання дисертаційної роботи опубліковані автором у 121 наукових працях, із яких: 14 розділів в колективних монографіях у співавторстві, 66 наукових статей, зокрема 35 статей у наукових виданнях, що входять у наукометричну базу даних SCOPUS, 31 стаття у наукових фахових виданнях України, 36 тез доповідей на міжнародних всеукраїнських конференціях, семінарах та 4 патенти на корисну модель.

За кількістю, обсягом та якістю наукові праці відповідають вимогам МОН України щодо публікацій основного змісту та наукових результатів дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

6. Щодо завершеності дисертації в цілому, то можна відмітити, що дисертація є завершеною науковою роботою, яка складається з анотації, вступу, восьми розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 278 найменувань, а також 5 додатків. Дисертація викладена на 475 сторінках машинописного тексту і містить 63 таблиці та 197 рисунків.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи та її зв'язок із науковими програмами, планами, темами. Сформульовані мета та задачі дослідження, наукова новизна, практична цінність отриманих результатів.

Визначені об'єкт та предмет дослідження, наведено методи дослідження, особистий вклад здобувача в надрукованих роботах; надається інформація щодо апробації результатів дисертації та їх опублікування.

У **першому розділі** автором надано критичний аналіз відомої інформації щодо міжнародної практики поводження із органічними відходами, біотехнологічних методів утилізації органічних відходів, основні аспекти утилізація органічної складової методом компостування. Розглянута відома інформація щодо анаеробного зброджування органовмісних відходів як метод їх утилізації, проаналізований досвід рекультивації порушених земель та відома інформація щодо природних сорбентів та їх використання для збереження довкілля.

В **другому розділі** розглянуті концепція, методологія та методи досліджень. Розглянуті аспекти балансування складу субстрату в залежності від виду об'єкту рекультивації та ремедіації. Кокретизовані науково-методологічні основи створення субстратів та органо-мінеральних добрив із використанням органовмісної сировини для рекультивації та ремедіації порушених земель. Приводяться методики досліджень та аналізів.

В **третьому розділі** приводиться аналіз об'ємів та фізико-хімічних характеристик накопичених осадів стічних вод на Львівських КОС. Обрахований об'єм мулових осадів, досліджені санітарно-мікробіологічні та еколого-хімічні характеристики мулу, проведений статистичний аналіз системи еколого-хімічних параметрів мулових осадів.

Четвертий розділ присвячений дослідженням щодо створення рекультиваційного субстрату прямого змішування із використанням осадів стічних вод. Досліджено пряме змішування для створення субстрату на основі свіжих та відстояних ОСВ, ґрунту, цеоліту і глауконіту у різних комбінаціях. Проведені біоіндикаційні випробування моделей ростових субстратів. Досліджена ефективність застосування природних сорбентів в складі рекультиваційних продуктів для ремедіації порушених земель. Розроблена математична модель процесу сорбції полютантів природними сорбентами, які внесені у склад субстрату для рекультивації та ремедіації.

В **п'ятому розділі** приводяться результати досліджень щодо використання ОСВ в складі сировини для виготовлення рекультиваційного компосту. Встановлені параметри компостування органовмісних сумішей в лабораторних умовах. Визначена водопроникність компостних сумішей. Проведені біоіндикаційні дослідження рекультиваційного компосту. Досліджене компостування в лабораторних умовах з використанням спеціальних добавок. Приведені результати натурних досліджень компостування та використання компосту в польових умовах.

Шостий розділ присвячений дослідженням перспективності використання дигестату в цілях рекультивації. Проведений термічний аналіз дигестату одержаного після метаногенезу, досліджений вплив дигестату на проростання рекультиваційних рослин, проведені мікробіологічні дослідження компонентів для біологічної рекультивації.

Сьомий розділ присвячений розробленню рекомендацій щодо проектування технологічних схем обробки та утилізації ОСВ та органовмісних відходів різного генезису із отриманням субстратів для потреб біологічної рекультивації та ремедіації техногенно-порушених земель.

У **восьмому розділі** розглядаються аспекти досліджень щодо створення рекультиваційних добрив на основі пташиного посліду та природних сорбентів.

У загальних висновках приведені основні результати дисертаційних досліджень, які викладені достатньо повно і в цілому відображають хід виконання завдань дисертаційного дослідження.

Робота створює позитивне враження діловитим та послідовним розв'язанням комплексу питань. Відсутні суттєві перебільшення та недоробки.

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

8. Ідентичність змісту реферату основним положенням дисертації.

Зміст реферату 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 авторки в науку. У дисертації та рефераті не виявлено ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації.

Тематика досліджень відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека, зокрема пунктам «Обґрунтування теоретичних основ оцінок техногенного ризику, розробка та пошук за їх допомогою оптимальних форм управління екологічною безпекою», «Розробка наукових методів дослідження комплексної оцінки та прогнозування впливу техногенного забруднення на навколишнє середовище та людину», «Удосконалення існуючих, створення нових екологічно безпечних технологічних процесів та устаткування, що забезпечують раціональне використання природних ресурсів, додержання нормативів шкідливих впливів на довкілля». Наведені результати визначають технічне спрямування дисертаційної роботи.

9. Зауваження до дисертаційної роботи та автореферату

1. По тексту дисертації автор для опису суміші осадів стічних вод каналізаційних очисних споруд використовує дещо сумнівне з термінологічної точки зору словосполучення "мулові осади" (назви п. 3.1, п.3.3.2 у змісті та далі

по тексту).

2. Мету роботи (с. 40) доцільно було б представити у більш розширеному вигляді, вказавши також основні об'єкти "біологічної рекультивації та ремедіації із використанням техногенних органовмісних відходів та природних сорбентів".

3. Назва розділу I "Огляд літературних джерел" (с.48) є надто загальною, варто було б у назві першого розділу конкретизувати предмет дисертаційного дослідження.

4. У загальній вступній частині розділу I (с.48–50) основний акцент зроблено виключно на Національній стратегії управління відходами в Україні до 2030 року; при цьому відсутня згадка про інші важливі галузеві документи Українського законодавства. Опис проблеми – загальний, без вказання кількісних індикаторів.

5. У підрозділі 1.1 (наприклад, на с. 54) автор вживає словосполучення "виробництво осадів стічних вод", краще використовувати в цьому контексті не "виробництво", а утворення, отримання тощо.

6. Теоретичні розрахунки, які змодельовано лінійною адсорбційною моделлю у параграфі 4.7, не підтверджено жодним експериментом. З наведених розрахунків немає жодної кореляції із результатами із попередніх параграфів, наприклад, з рис. 4.79.

7. З рис. 4.11 незрозуміло, яка крива відповідає субстрату контрольному, яка – з цеолітом, а яка – з глауконітом.

8. У розділі 2 дисертантом описано методологію та концепцію проведеного дослідження. Проте тут не подаються їхні результати. Тому незрозумілим є абзац на стор. 115: «Для полігонів та звалищ ТПВ найбільш доцільним є використання сумішей з переважним складом свіжих та старих ОСВ із середнім вмістом (5-10 %) природних сорбентів. Зневоднений дигестат ОСВ може бути взаємозамінним з свіжими ОСВ в даних сумішах.» Чому саме 5-10%?

9. Незрозумілою є ідея проведення дослідження за допомогою рентгенофлюоресцентного аналізатора зміни вмісту мікро- і макроелементів у субстраті за рахунок додавання різної кількості природних сорбентів. Сорбент може накопичувати в той чи інший спосіб певні іони з субстрату, але вивести їх назовні субстрату не може.

10. Дисертант пропонує використовувати відходи життєдіяльності сільськогосподарського птахівництва для рекультивації та ремедіації порушених земель. Однак запитання викликає обґрунтування такого вибору. Наприклад, «екологічною небезпекою, яка може виникнути у випадку неконтрольованого біорозкладу цих органовмісних відходів».

11. Для визначення рН ОСВ дисертант використовував методику ДСТУ

ISO 10390:2007 – «Кислотність осадів визначали потенціометрично, вимірюючи рН водяної витяжки (співвідношення вода : ґрунт 1:5)» (стор. 126). Однак у методиці співвідношення ґрунт:рідина за об'ємом становить 1:5 – «Готують суспензію ґрунту у п'ятикратному об'ємі однієї з таких рідких фаз». Це описка чи особистий вклад дисертанта у цю методику?

12. Незрозумілими є деякі положення методики підготовки зразків під час мікробіологічних досліджень. Дисертантом вказано, наприклад, що «До осадів вносили 10–15 мл стерильної водопровідної води з колби, в яку попередньо було налито 270 мл води.» (стор. 137). У звичайному водопроводі не може бути стерильна вода. Якщо звичайну водопровідну воду стерилізували за якоюсь методикою (кип'ятіння, УФ-опромінення, електричним полем тощо), то це все одно не буде стерильною водопровідною водою. У певному наближенні – «стерилізованою водопровідною водою». Інакше потрібно додатково уточнити питання отримання великих обсягів стерильної води, оскільки вона використовується для промивання і приготування зразків практично на усіх етапах проведення мікробіологічних досліджень.

13. Висновок 5 до розділу 4 не зовсім зрозумілий. У параграфі 4.6 досліджено склад субстратів із різним вмістом ОСВ, а у висновку ці субстрати пов'язані із зміною вмісту дигестату, який не описаний у цьому розділі.

10. Рекомендації щодо використання одержаних результатів.

Основні результати досліджень щодо науково-методологічних основ біологічної рекультивації та ремедіації із використанням техногенних органовмісних відходів та природних сорбентів на мою думку доцільно передати в Міністерство екології та природних ресурсів України, а також у Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України з ціллю впровадження для рекультивації порушених земель. Це дозволить забезпечити успішну рекультивацію та ремедіацію земель, порушених в результаті техногенної діяльності.

11. Висновки

Зауваження, які приведені вище, не впливають на важливість та релевантність наукових результатів, практичних рішень, рекомендацій та висновків. Дисертація Івана ТИМЧУКА є завершеною науковою роботою, основні положення якої не викликають заперечень. Робота демонструє комплексний науково-методологічний підхід до досліджень, що дало можливість дисертанту провести аналіз отриманих наукових та практичних результатів та їх узагальнення.

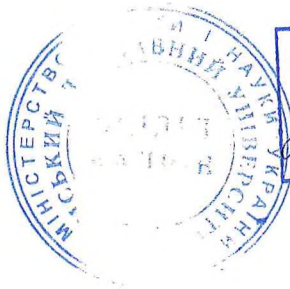
Отже за об'ємом, рівнем, змістом та оформленням дисертаційна робота Івана ТИМЧУКА «Науково – методологічні основи біологічної рекультивації та ремедіації із використанням техногенних органовмісних відходів» виконана на

рівні вимог до докторських дисертацій у відповідності з п. 9, 10 “Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. за №567, і направлена на розроблення та впровадження науково-методологічних основ біологічної рекультивації та ремедіації із використанням техногенних органовмісних відходів та природних сорбентів, а її автор, Іван ТИМЧУК, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.



Завідувач кафедри екології
та природозахисних технологій
Сумського державного університету,
д-р техн. наук, професор

Леонід ПЛЯЦУК



Підпис *Пляцук Л*
засвіаваю
Васюк І відділу кадрів
П. Краєв

Надійшов з енергету

26.06.24 р

М.М. Архипова