

## ВІДГУК

офіційного опонента **ПОЛУТRENKO Мирослави Степанівни**

на дисертаційну роботу

**СТОРОЩУК Уляни Зіновіївни**

на тему: «**Субстрати на основі органовмісних відходів для рекультивації та ремедіації полігонів твердих побутових відходів**», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 101 «Екологія»

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної проблеми підвищення рівня екологічної безпеки полігонів твердих побутових відходів (ТПВ) шляхом розроблення комплексної технології одержання та використання субстратів із органовмісних відходів на основі осадів стічних вод та природних сорбентів для проведення біологічної рекультивації та ремедіації техногенно порушених земель.

### **1. Актуальність теми**

З метою зменшення екологічного навантаження на довкілля необхідне ефективне планування управління відходами та стратегією відновлення ресурсами. На сьогодні в Україні складування відходів на полігонах ТПВ та стихійних сміттєзвалищах, є надзвичайно гострою екологічною проблемою, яка вимагає негайного вирішення, через значне забруднення навколишнього середовища. Особливу небезпеку для звалищ складають органовмісні відходи, при зберіганні яких під дією анаеробних мікроорганізмів, утворюється звалищний газ, основними компонентами якого є метан і діоксид вуглецю, ключові складові парникових газів, що спричиняють глобальне потепління. Не менш важливою екологічною проблемою є постійне зростання об'ємів осадів стічних вод (ОСВ), яке зумовлює забруднення всіх складових навколишнього середовища. Їх кількість зростає з кожним роком і в цілому по Україні становить понад 5 млрд.т. Для зберігання такої кількості осадів із господарського обороту вилучено більше 10 тис. га землі, відсутність процесу утилізації ОСВ призводить до відчуження все нових ділянок землі під площадки складування. Крім того, діючі мулові майданчики для зневоднення осадів часто не мають гідроізоляції і є джерелом забруднення ґрунтових вод та повітря. Особливо небезпечним є забруднення ґрунтових вод важкими металами, які, в результаті неефективної очистки стічних вод, присутні в складі ОСВ і є токсичними забруднювачами з кумулятивною дією. З огляду на це, актуальним є розроблення нових технологій утилізації ОСВ, які за можливістю використання входять в групу відходів, що можуть бути використані як вторинна сировина.

Таким чином, тема дисертаційної роботи Сторощук У.З.«Субстрати на основі органовмісних відходів для рекультивації та ремедіації полігонів твердих побутових відходів» є актуальною, а проведені дослідження значущим та важливим з теоретичної та практичної точки зору.

## **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Дослідження відповідають науковому напрямку кафедри «Екологія та збалансоване ресурсокористування» Національного університету «Львівська політехніка» «Природоохоронні технології з використанням природних дисперсних сорбентів та мінеральних добрив пролонгованої дії» та виконувались згідно із тематикою науково-дослідної роботи кафедри «Науково-теоретичні основи створення засобів біологічної рекультивациі із використанням техногенних відходів» № державної реєстрації 0119U101394.

Автор є співвиконавцем роботи.

## **3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність і новизна**

Аналіз дисертаційної роботи Сторощук У.З. свідчить про те, що автору вдалося досягнути мети дослідження, а представлені ним наукові результати, висновки та практичні рекомендації – обґрунтовані й достовірні. Використання різноманітних методів дослідження на різних етапах дослідження дало змогу автору розкрити поставлені у роботі завдання та визначило цінність дослідження в теоретичному та практичному плані.

Дисертаційна робота Сторощук У.З. характеризується високим ступенем обґрунтованості наукових положень, достовірності висновків та рекомендацій шляхом ґрунтового аналізу 170 літературних джерел, серед яких статті українських та зарубіжних вчених, нормативно правові документи.

## **4. Новизна дослідження та одержаних результатів відповідає заявленому рівню роботи, викладена доступно і обґрунтовано.**

Автором вперше обґрунтовано оптимальні шляхи утилізації ОСВ на основі результатів проведених досліджень використання «свіжовідібраних» та «старих» ОСВ як компонентів компостувальних сумішей для біологічної рекультивациі та ремедіациі порушених земель. На основі експериментально досліджених параметрів реалізації процесу аеробного компостування субстратів запропоновано екологічно безпечну технологію утилізації ОСВ. Встановлено мікробіологічний склад біокомпостів та запропоновано використання для біологічної рекультивациі порушених земель. Проведено біоіндикацію субстрату для вирощування райграсу на основі компосту (ОСВ+природний сорбент), що дало можливість запропонувати екологічно безпечну технологію використання біокомпосту для біологічної рекультивациі. Розроблено математичну модель процесу сорбції поллютантів природними сорбентами, які внесені у склад субстрату для біологічної рекультивациі, що дало можливість визначити необхідний час адсорбційного очищення від іонів  $\text{Cu}^{2+}$  в процесах ремедіациі. Отримало подальший розвиток дослідження властивостей компосту, отриманого в результаті утилізації ОСВ методом аеробного компостування та біотехнологічних методів утилізації органовмісних відходів для забезпечення екологічної безпеки полігонів ТПВ.

## **5. Практичне значення результатів дослідження**

Автором розроблено та запропоновано для впровадження рецептури сумішей для компостування ОСВ з використанням наповнювача та активного компосту для одержання субстрату для рекультивації та ремедіації техногенно порушених земель. Результати досліджень передано для використання ТзОВ «Компанія «Центр ЛТД» (додаток 6).

Наукові та практичні результати дисертаційної роботи використані у програмі ряду лекційних курсів та практичних занять для студентів спеціальності 101 – Екологія (додаток 4).

## **6. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності**

Ознак фальсифікації, компіляції, плагіату та інших порушень норм академічної доброчесності, наукової етики і моралі не встановлено. Дисертаційна робота є самостійним дослідженням автора. Спільно з науковим керівником було обрано вибір напрямку роботи, сформульовані мета і завдання дослідження, розроблення оптимальних рецептур сумішей для компостування, розроблення методики визначення якості субстрату на основі ОСВ, обговорення поставлених завдань. Автором самостійно опрацьовані літературні джерела за темою дисертаційної роботи, проведено лабораторні експериментальні дослідження, систематизовано й узагальнено експериментальний матеріал, сформульовано та науково обґрунтовано висновки.

## **7. Характеристика оформлення та змісту дисертаційної роботи**

Дисертаційне дослідження Сторощук У.З. є логічним, відповідає меті та завданням дослідження, належно структурований матеріал забезпечує його цілісність. Логічно побудований виклад матеріалу дозволив автору в процесі дослідження перейти від аналізу загальних питань до конкретних проблем. Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, списку використаних літературних джерел та додатків.

У вступі розкриваються актуальність теми дисертаційного дослідження, зв'язок роботи із науковими програмами, планами, темами, об'єкт, предмет, методи, мета і завдання дослідження, формулюються наукова новизна та практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача, публікації автора, структура та обсяг дисертаційної роботи.

**Перший розділ** присвячений огляду літературних джерел. В цьому розділі аналізуються питання екологічної безпеки у сфері поводження з відходами в концепції сталого розвитку, сучасного стану сфери поводження управління відходами в Україні та світі, наводиться порівняльна характеристика біотехнологічних методів утилізації органічних відходів, детально розглядається технологія аеробного компостування як екологічно прийняттого способу утилізації органічних відходів.

**Другий розділ** присвячено опису матеріалів та методів дослідження. Представлено характеристику осадів стічних вод, наведено методики відбору проб осадів стічних вод, ґрунту, аеробного біокомпостування з детальним

описом лабораторної установки, визначення іонів купруму в розчині, визначення якості ростового субстрату (біоіндикація). З метою визначення патогенних мікроорганізмів у ОСВ та розроблених субстратах детально прописано хід проведення мікробіологічних досліджень.

**У третьому розділі** дисертації наведено результати дослідження аеробного біокомпостування з використанням в складі сировини ОСВ. Автор розкриває перспективи застосування ОСВ в технологіях рекультивації техногенно деградованих земель та відзначає компостування як важливу частину циркулярної економіки, що сприяє завершенню циклу поводження з відходами. Автором для біокомпостування в лабораторних умовах розроблено модельні суміші з різними об'ємними частками ОСВ, рослинним наповнювачем та активним компостом і досліджено режими компостування, а саме: температурний профіль, вміст кисню, діоксиду вуглецю, аміаку, вологи в біокомпостних сумішах. З метою виявлення фітопатогенних бактерій в компостувальних сумішах ґрунтовно проведено мікробіологічні дослідження компонентів субстрату. Результати досліджень показали, що додавання ОСВ в склад субстратів є перспективним, рослинний наповнювач (деревна тріска) та активний компост стимулюють засвоєння аміаку, нітрифікацію, покращують структуру та пористість компостувальної суміші, що сприяє кращому перетворенню поживних речовин. Відпрацьовані режими компостування з використанням ОСВ дозволяють отримати оргномінеральне добриво високої якості як кінцевий продукт переробки та знизити рівень техногенного навантаження на територіях захоронення ОСВ.

**В четвертому розділі** дана оцінка можливостей використання сумішей компостованих осадових стічних вод та природних сорбентів для біологічної рекультивації. Проведені автором дослідження показали, що органо-мінеральні суміші на основі ОСВ з додаванням природного сорбенту, дозволяють отримувати субстрат, який можна використовувати для біологічної рекультивації полігонів ТПВ. Результати біоіндикаційних досліджень показали, що додавання сорбенту до субстрату позитивно впливає на проростання біоіндикаторних рослин, якою слугував райграс. Встановлено, що в залежності від різних композицій субстрату змінювалися такі показники як висота та маса наземної частини рослин, довжина та маса кореня, маса рослин. На основі проведених досліджень вибрано оптимальний склад ростового субстрату, який може бути ефективним для проведення рекультивації полігонів ТПВ.

**П'ятий розділ** присвячений дослідженню перспектив введення сорбентів в склад субстратів для забезпечення ремедіації в процесах біологічної рекультивації порушених земель. Експериментально встановлено перспективність практичного використання цеоліту для адсорбційного очищення від іонів важких металів (показано на прикладі  $\text{Cu}^{2+}$ ) в процесах ремедіації техногенно порушених земель. Автором розроблено математичну модель процесу сорбції поллютантів природними сорбентами, які внесені в склад субстрату для ремедіації.

Завершується дисертація висновками, які логічно випливають зі змісту роботи та в концентрованому вигляді відображають основні результати дисертаційного дослідження.

Дисертація надрукована на 163 сторінках друкованого тексту і складається з анотації, вступу, огляду літератури, матеріалів і методів дослідження, п'ятьох розділів власних досліджень, висновків, списку використаної літератури, що містить 170 джерел. Робота ілюстрована 14 таблицями і 51 рисунком та містить 6 додатків.

#### **8. Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях**

За матеріалами дисертації опубліковано 26 наукових робіт, з яких 5 статей у фахових наукових виданнях України, 1 стаття у науковому періодичному виданні, що включене до міжнародної науковоометричної бази Scopus, 1 стаття у колективній монографії, виданій в Україні, 1 стаття у колективній монографії, виданій в країні Євросоюзу (Польща) та 18 тез доповідей на міжнародних науково-технічних конференціях та конгресах.

Дисертація оформлена згідно існуючих вимог і містить повноту інформації щодо основних положень, наукових трактувань, заключень, висновків та практичних рекомендацій, з повноцінним відображенням змісту відповідних розділів дисертаційної роботи.

#### **9. Завершеність дисертаційної роботи та зауваження щодо її змісту та оформлення**

Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, у якому чітко зазначені мета і завдання, вірно обрані методологічні і методичні інструменти. Сформульовані в дисертації положення, висновки і практичні рекомендації є науково обґрунтованими.

Поряд з позитивними сторонами даної роботи, необхідно відмітити наступні зауваження та побажання:

1. стор.13. В змісті відсутні висновки до розділу II.
  2. стор.17, 66, 125. Автором вжито вислів «типові» осади стічних вод, хоча з тексту незрозуміло, який зміст автор вкладає в даний вислів..
  3. стор. 75. Відсутній підпис під рисунком. Варто було б рисунки а) і б) подати на одній сторінці.
  4. стор. 81. Незрозуміло, яким чином здійснювався періодичний полив для підтримання оптимального рівня вологості компостувальної суміші?
  5. стор. 89. Встановлено, що досліджені зразки ОСВ<sub>св.</sub> та ОСВ<sub>ст.</sub> містили бактерії роду *Salmonella* (Титр 0,01 і 0,001), проте у зразках компостувальних сумішей бактерій цього роду не виявлено. Як це розуміти?
  6. стор. 148-150, 158-163. Недоцільним є дублювання в додатках 1-3 та 7 інформації, яка викладена раніше в тексті дисертації на стор.7-12, 70, 95-96,106.
- Також в тексті дисертації є окремі невдалі словосполучення та стилістичні помилки, які не впливають на загальне позитивне сприйняття

роботи і не знижують наукової вагомості та практичної значущості даного дисертаційного дослідження. Ряд зауважень можна розглядати як рекомендації в подальшій роботі автора.

### **Висновок**

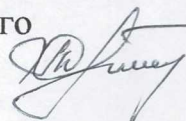
Дисертаційна робота Сторощук Уляни Зіновіївни «**Субстрати на основі органовмісних відходів для рекультивації та ремедіації полігонів твердих побутових відходів**» є завершеним науковим дослідженням, що містить нове вирішення актуальної наукової задачі - підвищення рівня екологічної безпеки полігонів твердих побутових відходів (ТПВ) шляхом розроблення комплексної технології одержання та використання субстратів із органовмісних відходів на основі осадів стічних вод та природних сорбентів для проведення біологічної рекультивації та ремедіації техногенно порушених земель.

У роботі використані сучасні методи дослідження, наявна наукова новизна та практична цінність проведеного дослідження. Висновки є конкретними та обґрунтованими, повністю відповідають поставленій меті і завданням. Основні результати дослідження викладені у наукових публікаціях, впроваджені у практичну діяльність та навчальний процес національного університету «Львівська політехніка».

Таким чином, дисертаційна робота за актуальністю, методичним підходом її виконання, науковою новизною, обґрунтованими результатами дослідження, практичним значенням та оприлюдненням отриманих результатів в наукових працях, відсутністю ознак порушення академічної доброчесності відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 22 січня 2022 року а її автор, **Сторощук Уляна Зіновіївна**, заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 – Екологія.

### **Офіційний опонент:**

Доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри  
«Технології захисту навколишнього середовища»  
Івано-Франківського національного технічного  
університету нафти і газу



М.С. Полутренко

**Підпис Полутренко М.С. засвідчую:**

