

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський
авіаційний інститут», доктору технічних
наук, професору, завідувачу кафедри
екології Факультету екологічної безпеки,
інженерії та технологій
Дудар Тамарі Вікторівні

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри екології та природоохоронних технологій Державного університету «Житомирська політехніка» ПАЦЕВОЇ Ірини Григорівни на дисертаційну роботу ГОРБАЧОВОЇ Олени Сергіївни на тему «Розроблення технології утилізації органічних відходів», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 101 «Екологія»

Актуальність теми дослідження

Дисертаційна робота Горбачової О.С. присвячена розробленню екологічно безпечної та технологічно ефективної технології утилізації органічних відходів. Ураховуючи виклики, пов'язані з урбанізацією, зростанням обсягів ТПВ, зміною клімату, ця тема є беззаперечно актуальною для України й інших країн.

Ефективне поводження з органічною фракцією стає не просто екологічним викликом, а й значущим фактором сталого розвитку та ресурсозбереження. Вступна частина дисертації чудово ілюструє глибину проблеми: органічні відходи становлять лівову частку твердих побутових відходів до 40-60% від загального обсягу. Їхнє традиційне захоронення не тільки виснажує дефіцитні земельні ресурси, створюючи переповнені полігони, а й призводить до значних викидів парникових газів, зокрема метану, що є суттєвим фактором зміни клімату та забруднення атмосферного повітря. Це вимагає перегляду існуючих підходів та пошуку інноваційних рішень.

Особливого значення роботі надає контекст європейської інтеграції України, що вимагає переходу до сучасних, екологічно безпечних методів поводження з відходами, відповідних європейським директивам та стандартам. В дисертації продемонстровано, що існуючі підходи є недостатніми для вирішення накопичених проблем. Саме тому розроблення інноваційних, швидких та контрольованих технологій, таких як використання електричних компостерів, стає необхідним кроком для досягнення цілей екологічної безпеки та ресурсної ефективності. Це не просто науковий інтерес, а нагальна соціально-екологічна потреба, що має

прямий вплив на якість життя населення та економічний розвиток країни. Актуальність також підкріплюється тим, що, попри дослідження багатьох вчених, досі залишається багато невирішених питань щодо ефективності та економічності технологій переробки, зниження викидів та інтеграції нових рішень.

Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами та темами

Що стосується зв'язку з науковими програмами, дисертація Горбачової Олени Сергіївни не є відокремленим дослідженням, а органічно інтегрована в ширший контекст наукової діяльності вищого навчального закладу. Як зазначено, робота виконувалася в рамках науково-дослідної теми № 5-2022/10.02.03 кафедри екології Національного авіаційного університету «Розроблення технології утилізації твердих побутових та органічних відходів». Це свідчить про системний характер дослідження, його відповідність пріоритетним напрямам наукової школи кафедри та забезпечує міцну наукову базу для проведених розробок. Такий зв'язок підтверджує, що дисертантка працювала в рамках визначених і затверджених наукових напрямів, що надає роботі додаткової ваги та підкреслює її колективний характер.

Ця інтеграція гарантує не лише актуальність теми, яка відповідає загальним стратегічним завданням наукового підрозділу, а й забезпечує методологічну підтримку, доступ до необхідних лабораторних та інформаційних ресурсів, а також можливість консультацій з досвідченими колегами. Будучи частиною більшої наукової програми, дисертація природньо доповнює вже наявні або паралельні дослідження, сприяючи кумулятивному накопиченню знань у сфері управління відходами та розроблення нових технологій.

Мета та завдання дослідження

Мета та завдання дисертації сформульовані чітко, конкретно, вони логічно вибудовані та цілком досяжні, що є запорукою успішного наукового дослідження. Мета ґрунтується на забезпеченні ефективного використання органічних відходів з мінімальним негативним впливом на довкілля та максимальним забезпеченням корисних ресурсів для суспільства. Вона охоплює як природоохоронний (мінімізація негативного впливу на довкілля), так і ресурсозберігаючий (максимальне забезпечення корисних ресурсів) аспекти, що цілком відповідає принципам сталого розвитку та циркулярної економіки. Таке комплексне формулювання мети свідчить про глибоке розуміння авторкою міждисциплінарного характеру проблеми.

Для досягнення цієї глобальної мети було визначено п'ять послідовних та логічно взаємопов'язаних завдань, які чітко окреслюють етапи наукового пошуку. Починаючи з аналізу існуючих технологій та оцінки обсягів біовідходів в Україні, що є необхідною базою для будь-якого дослідження. Далі йде проведення експериментальних досліджень для встановлення закономірностей біорозкладу, що є основою для

розуміння процесів. Наступним кроком є розроблення математичної моделі, яка дозволяє оптимізувати та прогнозувати перебіг процесів. Четверте завдання – безпосередньо розроблення технології утилізації органічних відходів, що є кульмінацією теоретичних та експериментальних напрацювань. І, нарешті, розроблення практичних рекомендацій щодо вдосконалення системи управління відходами підкреслює прикладну спрямованість роботи та її потенціал до впровадження. Така деталізація завдань дозволяє крок за кроком рухатися до вирішення основної проблеми, забезпечуючи комплексний підхід до її вивчення та подальшого впровадження результатів.

Об'єкт, предмет і методологічні засади дослідження

Чітке розмежування об'єкта та предмета дослідження є свідченням наукової зрілості та точності формулювань автора. Об'єкт дослідження – утилізація органічних відходів – визначає широке, глобальне поле наукової та практичної діяльності. Це дозволяє охопити весь спектр процесів та підходів, що стосуються переробки органічних відходів, та позиціонує роботу в контексті загальносвітових тенденцій. Таке широке визначення об'єкта підкреслює важливість проблеми, яку досліджує дисертантка.

Натомість, предмет дослідження – закономірності процесу біорозкладу органічних відходів в електричному компостері та властивості отриманого компосту – фокусує увагу на конкретних механізмах та умовах, що є ключовими для розроблення ефективної та інноваційної технології. Це звуження від загального об'єкта до конкретного предмета свідчить про цілеспрямованість дисертації на розроблення практично застосовної технології, заснованої на глибокому розумінні біохімічних та фізичних процесів, що відбуваються під час компостування. Виділення саме електричного компостера як ключового елемента предмета дослідження наголошує на інноваційному аспекті роботи та її спрямованості на вирішення проблеми швидкої та контрольованої утилізації.

Методологічні засади демонструють комплексний підхід до наукового пошуку. Використання аналізу та синтезу дозволяє осмислити існуючі знання та сформулювати нові концепції. Статистичні та кореляційні методи є незамінними для обробки та інтерпретації великих обсягів експериментальних даних, виявлення взаємозв'язків та закономірностей. Застосування методів математичного моделювання дозволяє не тільки описати процеси, а й прогнозувати їх перебіг, оптимізувати параметри та розробляти ефективніші технологічні рішення, мінімізуючи ризики. Експериментальні та гравіметричні методи є основою для отримання емпіричних даних про процес біорозкладу та властивості компосту, забезпечуючи емпіричну достовірність. Нарешті, порівняння та системний підхід забезпечують комплексний погляд на проблему утилізації відходів, враховуючи всі взаємозв'язки та фактори впливу, що є необхідним для розроблення стійких та ефективних рішень.

Оцінка змісту дисертаційного дослідження

Зміст дисертаційної роботи є продуманим, послідовним та повноцінним, що відображається у її логічній структурі, розділеній на п'ять взаємопов'язаних розділів. Кожен розділ виконує свою важливу функцію у розкритті теми.

Перший розділ «Аналіз методів та технологій управління відходами» закладає міцний фундамент для всього дослідження. Він не лише надає ґрунтовний огляд передумов та джерел утворення відходів, а й здійснює критичний аналіз поточної системи поводження з біовідходами в Україні. Окремо варто відзначити розгляд інноваційних технологічних та управлінських рішень.

Другий розділ «Правові механізми та європейські імперативи у сфері управління відходами» є надзвичайно важливим з огляду на євроінтеграційні прагнення України. Детальне висвітлення ключових принципів управління відходами в Європі та механізмів інтеграції української системи у європейську свідчить про комплексне розуміння авторкою не лише технічних, а й нормативно-правових аспектів проблеми. Це підкреслює актуальність роботи в контексті гармонізації законодавства та створення сприятливого середовища для впровадження нових технологій.

Третій розділ «Методологія дисертаційного дослідження» є запорукою наукової достовірності та відтворюваності результатів. Детальне описання методології як теоретичного, так і експериментального дослідження, а також підходів до математичного моделювання, дозволяє перевірити обґрунтованість отриманих даних. Це демонструє прозорість наукового підходу дисертантки.

Четвертий розділ «Розроблення технології утилізації органічних відходів» є центральним і ключовим для всієї дисертації. Саме тут представлена безпосередньо розроблена технологія, її архітектура та функціональні особливості. Глибоке дослідження закономірностей процесів біорозкладу органічних відходів, що є основою технології, підкріплюється ґрунтовним техніко-економічним та екологічним обґрунтуванням. Це свідчить про всебічний аналіз життєвого циклу запропонованого рішення.

Нарешті, п'ятий розділ «Практичні кейси застосування розробленої технології» демонструє виняткову прикладну значущість дослідження. Розгляд питань управління кінцевим продуктом, екологізації систем управління та надання практичних рекомендацій щодо вдосконалення програми управління відходами в Україні перетворює наукову розробку на дієвий інструмент. Цей розділ підтверджує, що дисертація є не лише теоретичним внеском, а й має чітку орієнтацію на вирішення реальних проблем.

Достовірність, апробація, особистий внесок

Довіра до наукових результатів є основою будь-якого академічного дослідження, і в дисертації Горбачової Олени Сергіївни достовірність отриманих результатів підкріплена використанням різноманітних та

обґрунтованих методів. Комбінація теоретичного аналізу, власне проведених експериментів із біорозкладу в електричному компостері, а також застосування математичного моделювання та статистичних методів обробки даних (зокрема, методу найменших квадратів для визначення коефіцієнта дегідратації) створює міцну базу для отриманих висновків.

Впровадження матеріалів дисертації у навчальний процес ДУ «КАІ» (для дисциплін «Утилізація та рекуперація відходів» та «Адаптація до кліматичних змін») свідчить про їхню педагогічну цінність та актуальність для підготовки майбутніх фахівців у галузі екології та управління відходами. Водночас, використання аналітичних матеріалів дисертантки Звягельською міською радою під час підготовки пропозицій щодо заходів з комплексного управління відходами, а також Комунальним підприємством Звягельської міської ради «ЗВЯГЕЛЬСЕРВІС» для аналізу систем рекультивації полігону твердих побутових відходів є найкращим підтвердженням практичної значущості та безпосередньої затребуваності наукових розробок. Це демонструє, що робота має не лише теоретичне, а й реальне, відчутне застосування, вирішуючи конкретні проблеми на місцевому рівні та сприяючи сталому розвитку громад.

Академічна доброчесність

Аналіз представлених матеріалів дисертації дає всі підстави стверджувати, що робота Горбачової Олени Сергіївни виконана з дотриманням принципів академічної доброчесності, що є фундаментальним критерієм для будь-якого наукового дослідження.

Виокремлення наукової новизни з чітким розмежуванням, що саме отримано уперше, удосконалено та набуло подальшого розвитку, демонструє відповідальний підхід до авторствата. Цей аспект підкреслює не лише оригінальність власних напрацювань дисертантки, а й її здатність інтегрувати свої результати в ширший науковий контекст, чітко розмежовуючи власні ідеї від вже існуючих.

Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації

Незважаючи на високу якість та безсумнівну значущість дисертаційної роботи, як і в будь-якому глибокому дослідженні, можна висловити кілька дискусійних міркувань або побажань щодо її подальшого розвитку чи роз'яснень, які могли б поглибити деякі аспекти.

По-перше, хоча використання електричного компостера є інноваційним рішенням, яке пропонується як основне, було б цікаво побачити більш детальний порівняльний аналіз його ефективності не лише з екологічної точки зору, а й з економічної та енергетичної, у різних масштабах застосування (наприклад, для індивідуального господарства, малого підприємства та більших масштабів) з іншими існуючими інтенсивними технологіями компостування або іншими методами утилізації органіки (наприклад, промислове компостування, анаеробне зброджування, піроліз). Це допомогло б глибше обґрунтувати його конкурентоспроможність, визначити оптимальні ніші застосування та потенціал масового впровадження, враховуючи капітальні та

експлуатаційні витрати.

По-друге, пункт про розроблення біорозкладного пакування на основі компосту, заявлений як наукова новизна ("уперше"), є надзвичайно цікавим та перспективним елементом. Хотілося б побачити більш розгорнуті дані про експерименти, методiku отримання, фізико-хімічні характеристики (міцність, гнучкість, вологостійкість), термін біорозкладу, а також потенційні сфери застосування цього пакування. Було б доцільно або більш глибоко інтегрувати цей аспект у контекст основної технології утилізації (наприклад, як спосіб додаткової монетизації продукту переробки), або ж розглянути його як окремий напрямок подальших досліджень, або ж виділити йому більш значне місце у тексті дисертації, оскільки такий результат має значний потенціал.

По-третє, щодо математичної моделі процесу дегідратації біовідходів, яка удосконалена методом найменших квадратів, було б корисно уточнити універсальність її застосування. Чи розроблена вона для конкретного, типового складу органічних відходів, чи є адаптованою для широкого спектра біовідходів різного походження та вологості. Також варто було б детальніше описати обмеження щодо її використання в різних практичних умовах, наприклад, при коливаннях температур, вологості чи складу сировини, щоб потенційні користувачі могли оцінити її прикладну цінність та точність.

Ці зауваження, однак, є лише пропозиціями для подальших дискусій та можливого поглиблення окремих аспектів дослідження, ніж суттєвими недоліками. Вони не применшують загальної позитивної оцінки роботи та її наукової й практичної цінності.

Загальний висновок та оцінка дисертації

Підсумовуючи, дисертаційна робота Горбачової Олени Сергіївни на тему «Розроблення технології утилізації органічних відходів» є безсумнівно цінним, комплексним та глибоким науковим дослідженням, що має значну теоретичну та практичну цінність для вирішення нагальних екологічних проблем. Авторка успішно продемонструвала здатність до комплексного аналізу, проведення оригінальних експериментів, розробки та математичного моделювання процесів, а також формулювання обґрунтованих практичних рекомендацій, що є вирішальним для дисертаційної роботи такого рівня.

Актуальність теми роботи не викликає жодних сумнівів, адже проблема накопичення органічних відходів є глобальною, а для України, з огляду на її євроінтеграційні процеси та необхідність гармонізації екологічних стандартів, вона набуває особливої гостроти та стратегічного значення. Дисертантка переконливо обґрунтувала потребу в новітніх, екологічно безпечних та економічно доцільних технологіях утилізації, таких як використання електричних компостерів.

Зміст дисертації є логічно структурованим і послідовно розкриває всі аспекти дослідження: від ґрунтового аналізу існуючих методів та правових механізмів до детального опису розроблення власної технології,

її всебічного техніко-економічного та екологічного обґрунтування, а також надання чітких практичних рекомендацій.

Наукова новизна роботи підтверджується такими важливими досягненнями, як уперше досліджені механізми біорозкладу харчових відходів в електричному компостері з отриманням компосту, розроблення унікального методу отримання нового типу біорозкладного пакування з сухого компосту, суттєве удосконалення технологічного процесу утилізації органічних відходів шляхом застосування термоаеробного режиму та оптимізації математичної моделі дегідратації біовідходів. Ці результати свідчать про оригінальність підходу дисертантки, її інноваційне мислення та значний внесок у розвиток наукових знань у галузі управління відходами.

Академічна доброчесність роботи підтверджується ретельним та коректним цитуванням використаних джерел, чітким визначенням власного внеску дисертантки, а також її самостійним та відповідальним виконанням основних етапів дослідження.

Деякі дискусійні положення та зауваження, висловлені раніше, стосуються переважно можливості поглиблення окремих аспектів (наприклад, більш детального порівняння з аналогами електричних компостерів, більш розгорнутого висвітлення розробки біорозкладного пакування, універсальності математичної моделі). Однак вони не применшують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи і можуть бути предметом для подальших досліджень або додаткових роз'яснень під час захисту.

Зміст дисертації відповідає спеціальності 101 «Екологія», а також чинним нормативно-правовим вимогам до здобуття ступеня доктора філософії, зокрема положенням постанови Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року (зі змінами) та наказу МОН України № 40 від 12 січня 2017 року (зі змінами).

З огляду на викладене, здобувачка заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 «Екологія».

Офіційний опонент

завідувач кафедри екології та природоохоронних технологій
Державного університету
«Житомирська політехніка»
доктор технічних наук, професор

Ірина ПАЦЕВА

Підпис *Пацива І.*
Засвідчую:
Учений секретар
Житомирська політехніка
Росацька І.
16.07.2025 р.

