

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

рецензента кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри екології
Державного університету «Київський авіаційний інститут» Радомської
Маргарити Мирославівни 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 Олени Сергіївни є актуальним та самостійно
виконаним науковим дослідженням, яке присвячене розробленню інноваційної
технології утилізації органічних відходів в умовах сучасних екологічних викликів.
Актуальність теми зумовлена як екологічними, так і соціально-економічними
чинниками: стрімким зростанням обсягів органічної фракції побутових відходів в
Україні, недостатнім рівнем інфраструктури для їх переробки, а також
зобов'язаннями держави щодо адаптації екологічної політики до вимог
Європейського Союзу.

Разом з цим, Україна потребує таких рішень у сфері поводження з відходами,
що забезпечують вилучення цінних ресурсів та повернення їх у виробничі процеси та
споживання. Представлена робота також розглядає контекст індивідуальних
домогосподарств, забезпечення правильного поводження з відходами в яких є
ключовим елементом досягнення країною цілей сталого розвитку. Попри таке велике
значення пошуку рішень для індивідуальних споживачів приділяють недостатньо
уваги.

Таким чином вибір тематики та запропоновані рішення свідчить про глибоке розуміння авторкою сучасних екологічних тенденцій та нагальних екологічних проблем. Загалом, актуальність теми не викликає сумнівів і є важливою на національному, так і на міжнародному рівнях, а виконане дослідження робить вагомий внесок у розвиток сфери управління відходами.

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

Зв'язок дисертаційної роботи Горбачової Олени Сергіївни з науковими програмами, планами та темами чітко визначений у вступі до дисертації, що свідчить про її інтегрованість у загальний контекст наукових досліджень. Авторка зазначає, що дослідження проводилися у межах науково-дослідної теми № 5-2022/10.02.03 кафедри екології Національного авіаційного університету «Розроблення технології утилізації твердих побутових та органічних відходів».

Це демонструє, що дисертація не є ізольованим дослідженням, а є частиною більшої, системної роботи, що виконується на рівні кафедри. Такий зв'язок гарантує, що дисертаційне дослідження відповідає пріоритетним напрямкам наукової діяльності закладу вищої освіти, а також свідчить про актуальність та затребуваність обраної проблематики в науковому середовищі. Включення роботи до науково-дослідної теми кафедри також може означати доступ до необхідної інфраструктури, ресурсів та експертизи, що сприяє глибині та комплексності проведених досліджень.

Мета та завдання дослідження

Мета дослідження визначена як «розроблення ефективної екологічно безпечної технології утилізації органічних відходів, яка ґрунтуватиметься на забезпеченні ефективного використання органічних відходів з мінімальним негативним впливом на довкілля та максимальним забезпеченням корисних ресурсів для суспільства». Вона відображає як екологічну складову (мінімізація негативного впливу), так і ресурсно-економічну (раціональне використання та збереження ресурсів), що є вкрай важливим для концепції циркулярної економіки. Формулювання є повним і не містить зайвих слів, фокусуючись на ключовому результаті – розробленні технології.

Для досягнення поставленої мети дисертантка окреслила п'ять завдань, які послідовно викладають логіку наукового пошуку:

1. Проаналізувати технології управління відходами та оцінити обсяги утворення біовідходів в Україні. Це завдання є базовим і передбачає ґрунтовний аналіз існуючого стану справ, що є передумовою для подальших розробок.

2. Провести експериментальні дослідження задля встановлення закономірностей біорозкладу органічних відходів та дослідження оптимальних умов їх перероблення. Це завдання передбачає виконання ключової експериментальної частини роботи, яка має стати основою для розроблення технології.

3. Розробити математичну модель рециклінгу органічних відходів. Моделювання є важливим етапом у розробленні технології, оскільки дозволяє оптимізувати процеси та прогнозувати результати.

4. Розробити технологію утилізації органічних відходів. Це завдання є центральним і безпосередньо спрямоване на досягнення мети дисертації; в ньому інтегруються результати, отримані на попередніх етапах та відкриваються шляхи для впровадження наукових результатів у практику.

5. Розробити практичні рекомендації щодо вдосконалення програми управління відходами в Україні. Це завдання є необхідним для формування цілісного наукового результату, що має не лише вузьке технічне значення, але й загальне суспільно корисне.

Усі завдання логічно взаємопов'язані та спрямовані на досягнення кінцевої мети. Їх послідовність відображає комплексний підхід до вирішення проблеми, починаючи від аналізу та експерименту, до моделювання, розроблення конкретної технології та формування практичних рекомендацій. Загалом, мета та завдання сформульовані коректно, чітко та в повній мірі відображають зміст та спрямованість дисертаційного дослідження.

Об'єкт, предмет і методологічні засади дослідження

У дисертаційній роботі чітко визначено об'єкт та предмет дослідження, що є фундаментальним для наукової роботи. Об'єктом дослідження є утилізація органічних відходів, що є широкою та актуальною сферою наукового пошуку. Це

дозволяє охопити весь спектр процесів та підходів до переробки органічних відходів.

Предметом дослідження є закономірності процесу біорозкладу органічних відходів в електричному компостері та властивості отриманого компосту. Таке звуження фокуса з об'єкта на предмет свідчить про конкретну спрямованість роботи та дослідження природних процесів для вирішення проблем створених антропогенною діяльністю. Важливо відмітити спрямованість 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.

Щодо методологічних засад дослідження, авторка використовує комплексний підхід, що включає як теоретичні, так і експериментальні методи. Перелік методів дослідження, зазначений у вступі, є достатньо широким і відповідає характеру поставлених завдань. До них належать: аналіз, синтез, статистичні, кореляційні методи, методи математичного моделювання, експериментальні, гравіметричні, порівняння та системний підхід.

В роботі детально описано та обґрунтовано методологію дослідження, яка дозволяє отримати як теоретичні, так і практичні результати. Загалом, в роботі використано дуже широкий методологічний інструментарій, що забезпечив глибоке та всебічне вивчення проблеми. Застосування 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. Математичне моделювання дозволяє не тільки описати процеси, а й прогнозувати їх перебіг, оптимізувати параметри та розробляти ефективніші технологічні рішення. Експериментальні та гравіметричні методи є основою для отримання емпіричних даних про процес біорозкладу та властивості компосту. Нарешті, порівняння та системний підхід забезпечують комплексний погляд на проблему утилізації відходів, враховуючи всі взаємозв'язки та фактори впливу.

Загалом, чітке формулювання сфери дослідження, задач та використання ретельно підібраних методів та методик свідчить про наукову обґрунтованість та

серйозний підхід дисертантки до проведення дослідження.

Оцінка змісту дисертаційного дослідження

Зміст дисертаційного дослідження «Розроблення технології утилізації органічних відходів» є логічним, послідовним і повною мірою розкриває заявлену тему, а також дозволяє досягти поставлених мети та завдань. Структура дисертації, що складається з п'яти розділів, вступу, висновків, списку бібліографічних посилань та додатків, є типовою для наукових робіт такого рівня та забезпечує системний підхід до вивчення проблеми.

Розділ 1 «Аналіз методів та технологій управління відходами» присвячений ґрунтовному аналізу передумов та джерел утворення відходів, а також оцінці поточної системи поводження з біовідходами в Україні. Він також розглядає інноваційні технологічні та управлінські рішення у сфері управління відходами, що є важливою передумовою для подальшої розробки власної технології. Цей розділ закладає теоретичну та аналітичну основу для всього дослідження.

Розділ 2 «Правові механізми та європейські імперативи у сфері управління відходами» детально розглядає ключові принципи управління відходами в країнах Європи та інтеграцію України у європейську систему управління відходами. Цей аспект є критично важливим з огляду на євроінтеграційні процеси України та необхідність гармонізації національного законодавства та практик з європейськими стандартами. Він підкреслює актуальність роботи не лише з екологічної, а й з нормативно-правової точки зору.

Розділ 3 «Методологія дисертаційного дослідження» докладно описує методологію як теоретичного, так і експериментального дослідження, а також підходи до математичного моделювання процесів утилізації органічних відходів. Детальне викладення методології є запорукою наукової достовірності отриманих результатів і заабезпечує відтворюваність експериментів.

Розділ 4 «Розроблення технології утилізації органічних відходів» є центральним у дисертації, оскільки саме в ньому представлена безпосередньо розроблена технологія. У цьому розділі також досліджуються закономірності

процесів біорозкладу органічних відходів та проводиться техніко-економічне й екологічне обґрунтування запропонованої технології. Це свідчить про комплексний підхід до оцінки розробки, враховуючи не лише технічні, а й економічні та екологічні аспекти, що є необхідною передумовою для сприяння досягненню цілей сталого розвитку та впровадження моделі циркулярної економіки в Україні.

Розділ 5 «Практичні кейси застосування розробленої технології» демонструє практичну значущість дослідження. У ньому розглядаються питання управління кінцевим продуктом переробки відходів за допомогою запропонованої технології, екологізація систем управління органічними відходами на різних рівнях та надаються практичні рекомендації щодо покращення системи управління відходами в Україні. Це підтверджує прикладний характер роботи та її орієнтацію на вирішення реальних практичних проблем сьогодення.

Загалом, зміст дисертації свідчить про глибоке та системне опрацювання теми. Кожен розділ логічно доповнює попередній, створюючи цілісну картину дослідження. Дисертантка продемонструвала здатність до комплексного аналізу, проведення експериментальних досліджень, моделювання процесів та формулювання практичних рекомендацій, що є необхідним для успішного виконання дисертаційної роботи.

Достовірність, апробація, особистий внесок

Результати дисертаційної роботи Горбачової Олени Сергіївни мають обґрунтовану достовірність, що є критично важливим для наукового дослідження. Ця достовірність забезпечується використанням різноманітних методів, як теоретичних (аналіз, синтез, математичне моделювання), так і експериментальних (власні дослідження біорозкладу в електричному компостері, гравіметричні вимірювання). Застосування статистичних та кореляційних методів для обробки даних дало змогу оцінити точність та репрезентативність отриманих даних, а отже сприяли коректності їхньої інтерпретації та мінімізації можливих похибок. Особливо важливою є розробка математичної моделі, що дозволяє прогнозувати втрату маси з точністю до $\pm 5\%$, підтверджуючи високий рівень надійності емпіричних даних та їхньої аналітичної

обробки. Розгляд практичних кейсів застосування запропонованих дисертанткою рішень дозволяє упевнитись у їх адекватності та життєздатності.

Щодо апробації результатів дослідження, дисертантка вказує на впровадження розробленої технології та аналітичних матеріалів у практичну діяльність, що є вагомим підтвердженням їхньої значущості. Зокрема, результати дослідження впроваджені у навчальний процес ДУ «КАІ», де використовуються для викладання дисциплін «Утилізація та рекуперація відходів» та «Адаптація до кліматичних змін». Це свідчить про педагогічну цінність роботи та її актуальність для підготовки майбутніх фахівців. Крім того, аналітичні матеріали дисертації використано 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. Такі впровадження підтверджують практичну цінність та затребуваність отриманих результатів у реальному секторі та місцевому самоврядуванні.

Особистий внесок здобувачки чітко визначений у вступі та розмежований зі співавторами усіх публікацій. Робота була представлена на численних відкритих заходах типу конференцій та семінарів, що є достатнім для верифікації результатів дослідження. Можна простежити самостійність та оригінальність роботи дисертантки на всіх етапах дослідження – від теоретичного обґрунтування та проведення експериментів до безпосередньої участі у впровадженні розробок. Такий рівень особистої залученості є обов'язковою вимогою до дисертаційної роботи та свідчить про повну відповідальність авторки за представлені результати.

Академічна доброчесність

З представлених матеріалів дисертації Горбачової Олени Сергіївни можна зробити висновок, що робота виконана з дотриманням принципів академічної доброчесності. У вступі до дисертації авторка посилається на праці відомих вітчизняних та зарубіжних вчених, таких як Петрук В.Г., Маркіна Л.М., Заклекта О.І., Мочук О.Б., Федевич Л.С., та інші, які займалися проблемами утилізації органічних відходів. Це свідчить про глибокий аналіз наукової літератури та

коректне цитування джерел, що є одним з ключових аспектів академічної доброчесності. Результати перевірки на наявність плагіату продемонстрували високий рівень оригінальності роботи, що є необхідною умовою для допуску її до захисту у разовій раді.

Авторка чітко визначає наукову новизну отриманих результатів, розмежовуючи ті, що отримані уперше, удосконалені та набули подальшого розвитку. Таке виокремлення власних досягнень на тлі вже існуючих наукових напрацювань є проявом доброчесності, оскільки дозволяє відрізнити оригінальні ідеї від тих, що базуються на роботах інших дослідників.

Крім того, у розділі "Особистий внесок здобувачки" зазначено, що «Основні наукові положення, що містяться в дисертації, отримані здобувачкою самостійно. Теоретичне та експериментальне дослідження виконано особисто, а впровадження розробок у практику – за безпосередньої участі авторки». Це пряме твердження про самостійність виконання всіх ключових етапів роботи та відсутність неправомірного запозичення чужих ідей чи даних без належного посилання.

На підставі наданих даних, можна констатувати, що дисертація Горбачової Олени Сергіївни відповідає вимогам дотримання академічної доброчесності, що є невід'ємною складовою якісного наукового дослідження.

Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації

Хоча дисертаційна робота Горбачової Олени Сергіївни виконана на високому рівні та має безперечну актуальність, як і в будь-якому дослідженні, можна виділити кілька дискусійних положень та висловити деякі зауваження щодо змісту. Ці зауваження спрямовані на подальше вдосконалення роботи та глибше розуміння окремих аспектів.

По-перше, у вступі зазначається, що «розроблення ефективної технології утилізації органічних відходів із використанням електричного компостера є науково обґрунтованим, практично значущим і своєчасним завданням». Незважаючи на інноваційність електричного компостера, було б корисно детальніше розкрити його переваги порівняно з іншими методами компостування, окрім загального посилання

на «швидку, контрольовану та безпечну переробку». Наприклад, чи проводився порівняльний аналіз енергоефективності, капітальних та експлуатаційних витрат електричного компостера у різних масштабах (побутовий, мале підприємство) з іншими існуючими технологіями (наприклад, промислове компостування, анаеробне зброджування)? Це допомогло б краще обґрунтувати вибір саме цієї технології.

По-друге, у пункті наукової новизни зазначено: «запропоновано метод отримання нового типу біорозкладного пакування, особливою рисою якого є використання сухого компосту після термокомпостування на основі агар-агару, гліцерину та крохмалю». Це є дуже цікавим і перспективним напрямком. Однак, у змісті дисертації, окрім загального посилання на "Дослідження рішень управління кінцевого продукту технології" (Розділ 5.1), хотілося б побачити більше інформації про порівняння з існуючими біорозкладними аналогами. Це питання є дещо віддаленим від основної теми утилізації та могло б бути або детальніше розкрито, або ж розглянуто як окремий напрямок подальших досліджень, або більш чітко інтегровано у структуру роботи.

Загалом, вищезазначені зауваження є скоріше пропозиціями для поглиблення та уточнення окремих аспектів дослідження, ніж суттєвими недоліками. Вони не применшують загальної позитивної оцінки роботи та її наукової й практичної цінності.

Загальний висновок та оцінка дисертації

Дисертаційна робота Горбачової Олени Сергіївни на тему «Розроблення технології утилізації органічних відходів» є завершеним, актуальним та науково обґрунтованим дослідженням, яке має значну теоретичну та практичну цінність. Авторка успішно впоралася з поставленими метою та завданнями, представивши комплексний підхід до вирішення однієї з найгостріших екологічних проблем сучасності – ефективного поводження з органічними відходами.

Актуальність теми не викликає сумнівів, адже проблема накопичення органічних відходів є глобальною, а для України, з огляду на євроінтеграційні процеси та необхідність гармонізації екологічних стандартів, вона набуває

особливої гостроти. Дисертантка переконливо обґрунтувала потребу в новітніх, екологічно безпечних та економічно доцільних технологіях утилізації, таких як використання електричних компостерів.

Зміст дисертації логічно структурований і послідовно розкриває всі аспекти дослідження: від аналізу існуючих методів та правових механізмів до розроблення власної технології, її обґрунтування та надання практичних рекомендацій. Особливо цінними є експериментальні дослідження закономірностей біорозкладу та математичне моделювання, що забезпечують наукову достовірність отриманих результатів.

Наукова новизна роботи підтверджується такими важливими досягненнями, отриманими за результатами експериментального дослідження механізмів біорозкладу харчових відходів в електричному компостері з отриманням стерильного компосту, розроблення методу отримання нового типу біорозкладного пакування з сухого компосту, удосконалення технологічного процесу утилізації з використанням термоаеробного режиму та математичної моделі дегідратації біовідходів. Ці результати свідчать про оригінальність роботи та її наукову цінність.

Практична значущість дослідження також є очевидною, про що свідчать акти впровадження результатів у навчальний процес ДУ «КАІ», а також у діяльність Звягельської міської ради та КП «ЗВЯГЕЛЬСЕРВІС». Це підтверджує можливість використання розробленої технології та рекомендацій для покращення системи управління відходами в Україні.

Академічна доброчесність роботи підтверджується коректним цитуванням джерел, чітким визначенням власного внеску та самостійним виконанням основних етапів дослідження.

Деякі дискусійні положення та зауваження, висловлені раніше, стосуються переважно деталей та можливості поглиблення окремих аспектів (наприклад, більш детального порівняння з аналогами електричних компостерів, поглибленого висвітлення розробки біорозкладного пакування, універсальності математичної моделі), проте вони не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи. Ці аспекти можуть бути предметом для подальших досліджень або роз'яснень під час захисту.

Загалом, дисертаційна робота Горбачової Олени Сергіївни є кваліфікованою науковою працею, що відповідає всім вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття наукового ступеня. Представлені результати мають науково-прикладний характер, є обґрунтованими та можуть бути використані для вирішення актуальних проблем утилізації органічних відходів.

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».

Рецензент

Доцент кафедри екології
Державного університету «Київський
авіаційний інститут»,
кандидат технічних наук, доцент

Маргарита РАДОМСЬКА