

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

Петрука В. Г. на дисертаційну роботу Коваль Ірини Ігорівни «Підвищення рівня екологічної безпеки регіону інтегрованою системою управління побутовими відходами», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 «Екологічна безпека»

Актуальність теми дисертаційного дослідження.

Забруднення усіх прошарків біосфери нашої планети відходами, у тому числі і побутовими, є надзвичайно гострою науково-технічною проблемою. При цьому людство буквально «птопає» від побутових відходів. Однак багато розвинутих країн світу, наприклад, Швейцарія, Німеччина, Швеція цю проблему на своїх територіях вирішили майже повністю, впровадивши сучасні технології їх утилізації та рециклінгу на основі інтегрованих систем управління та поводження з відходами. Україна має один з найбільших показників кількості сміття на душу населення. При цьому у нашій країні достатньо добре організовані системи збору та вивезення побутового сміття на полігони та сміттєзвалища, але вкрай незадовільною є система їх сортування, переробки та повторного використання (всього лише на рівні 10% від загальної кількості відходів, на відміну від 90 - 98 % вище зазначених та інших цивілізованих країн). Тому цілковите і реальне впровадження концепції інтегрованого управління відходами, зокрема на основі рекомендації і «дорожньої карти» відповідних Директив ЄС, а також Закону України «Про відходи», який мав би бути повністю імplementований ще з 1 січня 2018 року, є на часі. В рівній мірі необхідність впровадження такого управлінського підходу відноситься і до Львівського полігону побутових відходів, який є одним із найбільших та «найстаріших» в Україні. Відтак, ситуація з накопиченням відходів з кожним роком різко погіршується. Тепер питання постає навіть не стільки у фінансово-економічному становищі України, як у організаційному і мотиваційному щодо населення країни плані. Тому вирішуючи цю проблему, ми згідно стратегії сталого розвитку не тільки очистимо нашу землю від сміття, але і будемо отримувати суттєві доходи.

Отже, всебічно і беззаперечно впроваджуючи інтегровану систему управління та поводження з відходами, суттєво підвищується рівень чистоти довкілля та екологічної безпеки держави. У цьому контексті дана дисертаційна робота і відповідна тематика є вкрай актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження здійснювалося в рамках відповідних Директив ЄС, Закону України «Про відходи», Постанов Уряду в комунальній та будівельній

сферах, а також виконання кафедральних науково-дослідних робіт (номер держреєстрації 0117U004014) “Методи та засоби підвищення екологічної безпеки техногенних об’єктів регіонів” (2017–2020 рр., виконавець), “Оптимізація екологічного стану територій внаслідок забруднення навколишнього середовища важкими металами” (номер держреєстрації 0112U000795) (2012-2016 рр., виконавець) та держбюджетної теми ДБ/Еколог (номер держреєстрації 0114U004313) “Розроблення вимірювальних засобів та нових методів оперативного контролю інтегральних параметрів забруднення водних середовищ” (2 кв. 2014 р. – 4 кв. 2015 р., виконавець).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, викладених у роботі. Автором, на основі аналізу міжнародного і вітчизняного досвіду в галузі оцінювання рівня екологічної безпеки обґрунтовано та виконано необхідні експериментальні дослідження і теоретичні узагальнення. Адекватність експериментальних досліджень теоретичним моделям підтверджується задовільними статистичними оцінками відхилень експериментальних залежностей від теоретичних, значною базою фактичних даних. Достовірність результатів підкріплено застосуванням сучасної вимірювальної техніки та відтворюваності експерименту, а також новітніх комп’ютерних технологій. Отримані автором результати корелюють із результатами інших авторів, підкріплені патентом України на винахід. Враховуючи це, ступінь обґрунтованості, достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій, розроблених автором, не викликає сумнівів.

Відповідність мети, об’єкту, предмету та завдань дослідження паспорту спеціальності. Сформульовані у дисертації елементи наукової роботи відповідають паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека, зокрема, другому пункту: «розробка наукових методів дослідження комплексної оцінки та прогнозування впливу техногенного забруднення на навколишнє середовище та людину» та п’ятому пункту напрямів дослідження «розробка систем екологічного моніторингу й техногенно-екологічної безпеки регіонів, окремих екосистем. Заходи стабілізації та поліпшення стану довкілля». Мета, об’єкт, предмет та завдання виконаного дослідження також узгоджуються із формулою спеціальності, яка направлена на «пошук та створення за їх допомогою оптимальних форм управління екологічною безпекою».

Наукова новизна отриманих результатів. У дисертаційній роботі Коваль О.А. розвинуто наукові основи екологічної безпеки регіонів завдяки концепції інтегрованого управління та поводження з побутовими відходами. Після аналізу матеріалів дисертації можна відзначити новизну таких

результатів:

– розроблено математичні моделі інтегрованої системи управління побутовими відходами на основі її декомпозиції та матричних рівнянь показників якості середовища, що уможливило створення геореляційної бази даних;

- вперше розроблено класифікацію опаковальних відходів, що дало змогу узагальнити інформацію про опакування та запропонувати альтернативні підходи щодо їх мінімізації у складі ПВ;

– вперше встановлено за допомогою рентгенофлуоресцентного методу елементний склад ґрунтів території Львівського полігону побутових відходів та визначено коефіцієнти їх забруднення такими важкими металами: Цинк (Zn); Манган (Mn); Стронцій (Sr); Кадмій (Cd), а також закономірності розподілу концентрації забруднень поверхневих і підземних вод в зоні впливу полігону, що дало змогу обґрунтовано вибрати стратегію управління ПВ з метою мінімізації рівня екологічної небезпеки;

– вперше розроблено метод побудови регіональної інтегрованої системи управління ПВ на основі геоінформаційних технологій, що охоплює аналіз, систематизацію, зберігання та опрацювання інформації про характеристики забруднення довкілля, об'єктів утворення і перероблення відходів, статистичну та регіональну інформацію про відходи, моделювання та прогнозування їх забруднень, процес ухвалення рішень, що дає змогу значно підвищити рівень екологічної безпеки регіону.

Практичне значення отриманих результатів полягає у таких положеннях:

- розроблено класифікацію опаковальних відходів за джерелами утворення, призначенням, типом матеріалу, розмірами тощо. Вона є ефективним інформаційним засобом для сортування, перероблення та утилізації ПВ;

- розроблено рекомендації щодо покращення екологічного стану територій, прилеглих до Львівського полігону ПВ та запропоновано заходи щодо покращення їх стану;

- обґрунтовано підходи до сортування побутових відходів на регіональному та локальному рівнях.

- запропоновано схему регіональної інтегрованої системи управління відходами, яку спрямовано на реалізацію заходів щодо підвищення рівня екологічної безпеки регіону.

Результати дисертаційної роботи впроваджені в Державних екологічних службах та у навчальний процес НУ «Львівська політехніка»

Повнота викладення результатів роботи в опублікованих працях. Дисертація є завершеною науковою роботою, що містить анотацію, вступ, п'ять розділів, висновки, список використаної літератури та додатки. Текст викладено на 198 сторінках машинописного тексту, з яких 164 – основна частина. Матеріали дослідження ілюстровано 53 рисунками та подано у 15 таблицях. Бібліографічний список містить 197 найменувань.

У **вступі** аргументовано показано актуальність теми дисертаційної роботи, подано загальну її характеристику, сформульовано мету, завдання, об'єкт та предмет дослідження.

У **першому розділі** виконано аналіз вітчизняних та закордонних літературних джерел щодо управління побутовими відходами та його ефективності для сталого розвитку. На базі системного підходу охарактеризовано стан управління відходами в Україні. Зокрема, нині управління відходами орієнтовано на їх захоронення на звалищах; не передбачено розширеної відповідальності виробника продукту; має низький технологічний та інноваційний рівень; відсутні економічні стимули перероблення відходів; відсутнє нормативне забезпечення щодо управління відходами; відсутні інформаційні системи для управління відходами. Інтегрована система управління – система, функціями якої охоплено управління різними видами діяльності в інтересах загальної глобальної мети функціонування. Тому нині зростає вагомість досліджень, спрямованих на пошук інтегрованих моделей управління побутовими відходами з врахуванням місцевих умов та критеріїв економічної ефективності. Розглянуто управління опаковальними відходами, які становлять значну частину (до 45 %) побутових відходів. Отримано регресійні залежності обсягів утворення відходів I, II і III класу небезпеки за 2000-2017 рр. та спалених відходів за період 2009-2018 рр. у Львівській області. Аналіз цих досліджень дав змогу спрогнозувати зміни обсягів відходів у Львівській області. На основі виконаного аналізу сформульовано мету, об'єкт, предмет та завдання дисертаційного дослідження.

У **другому розділі** розроблено теоретичні засади побудови інтегрованої системи управління відходами. Розглянуто підходи до моделювання інтегрованої системи управління відходами. Оскільки проблеми управління відходами є одночасно технічними, економічними та суспільними, тому системи управління ними повинні послуговуватися інформацією для всіх трьох напрямків. Декомпонована на підсистеми інтегрована система управління відходами містить такі рівні: типи відходів; процеси перетворення і знешкодження відходів; методи знешкодження відходів; перенесення забруднень; транспорт маси. Розроблено підходи до моделювання адаптивних

комп'ютерних систем прийняття рішень для варіантів систем управління відходами з врахуванням поширення забруднень. Для вирішення цього завдання інтегровано програмні середовища із застосуванням технології Microsoft Component Object Model (COM). Модель містить елементи бази даних, поєднані з геореляційною базою даних (Geodatabase), опрацьовану у середовищі ArcGIS. Визначено основні класи компонентів моделі: моделі економічного та оптимізаційного аналізу, моделі аналізу середовища, моделі багатоваріантного аналізу. Це дасть змогу використовувати методи інтерфейсів середовища Arc Object та Surfer Application Object Model (технологія COM). Розроблено структурну схему об'єктово-реляційної моделі аналізу середовища. Подано математичну модель показника якості повітряного середовища. Структура даних моделі показника якості середовища базується на параметрах, що описують процес дисперсії забруднень у природному середовищі. Розглянуто моделі поширення забруднень в атмосфері, транспорту забруднювальних речовин, обміну результатів обчислень, їх візуалізацію та інтерпретацію.

У третьому розділі розроблено методи управління опаковальними відходами. Розглянуто типи опакowań та екологічні аспекти охорони довкілля, екологічні загрози опаковальних відходів. Розроблено класифікацію опаковальних відходів (ОВ) для удосконалення інтегрованого управління побутовими відходами, яка дає змогу започаткувати на загальнодержавному рівні культуру поводження з ними через їх роздільне сортування. Запропоновано інтегровані методи управління відходами опаковальних матеріалів з використанням моделі розширеної відповідальності виробника. Запропонована класифікація дає можливість розробляти широкий вибір методів ефективного управління опаковальними відходами і прийнятних методів їх перероблення та утилізації, що спрощуватиме процедуру наступних етапів інтегрованої системи управління побутовими відходами.

У четвертому розділі виконано аналіз впливу на довкілля Львівського полігону побутових відходів. Досліджено якість поверхневих вод р. Малехівка. Встановлено перевищення ГДК за багатьма параметрами: мінералізацією, загального Феруму, Кадмію, Мангану, БСКп, завислих речовин. За результатами експериментальних досліджень встановлено перевищення ГДК у підземних водах – загального Феруму, завислих речовин, Кадмію, Мангану, Плюмбуму, Нікелю, фосфатів. Тривала експлуатація сміттєзвалища з порушенням санітарних вимог призвела до забруднення підземних вод, які використовують для питного водопостачання. Досліджено елементний склад відібраних проб ґрунтів на прилеглих до сміттєзвалища територіях

рентгенофлуоресцентним аналізатором "EXPERT-3L". Подано концентрації Мангану, Стронцію та Цинку у ґрунті в залежності від місця відбору проб. Визначено мінімальні та максимальні значення коефіцієнтів забруднення ґрунту такими полютантами: Цинк, Манган і Стронцій. Розроблено рекомендації щодо покращення екологічного стану територій, прилеглих до Львівського полігону ПВ.

У п'ятому розділі подано розроблені методи та засоби побудови регіональної геоінформаційної інтегрованої системи управління відходами. В основу індивідуального сортування покладено принципи збору та сортування усіх ПВ. Логістичний процес управління ПВ на локальному рівні розглянуто як упорядкована послідовність виконання операцій планування та організації управління рухом ПВ від їх утворення та управління ними із подальшим контролем за місцями їх перероблення і здійснюється впродовж трьох етапів. Подано п'ять етапів логістичного процесу управління ПВ для житлового комплексу. На основі запропонованих математичних моделей розроблено підходи до побудови регіональної інтегрованої системи управління побутовими відходами на основі геоінформаційних технологій. В основу роботи системи покладено аналіз, систематизацію та опрацювання інформації характеристик забруднення довкілля та побутових відходів, статистичну та регіональну інформацію про об'єкти утворення та перероблення відходів, моделювання та прогнозування їх обсягу та рівня екологічної безпеки, процеси ухвалення рішень з використанням сучасних геоінформаційних технологій. Проілюстровано роботу системи набором створених карт, які організовано на основі шарів, зокрема, карт Грибовицького полігону. Запропоновано комплексний підхід до оцінювання рівня екологічної безпеки регіону E_w з врахуванням екологічних показників (обсягу відходів, що переробляються, та небезпечних відходів; індексу екологічної безпеки складових довкілля – атмосферного повітря, поверхневих вод, ґрунту), економічних та соціальних показників. Для вимірювально-інформаційної системи моніторингу поверхневих вод запропоновано новий метод вимірювання концентрації речовин, який має високу точність вимірювання.

Загалом, висновки до розділів та загальні висновки сформульовано чітко, відповідно до мети та завдань дисертаційної роботи.

Оформлення дисертації відповідає ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» та вимогам Атестаційної колегії МОН України. Мова і стиль викладення тексту дисертації та автореферату чітко висвітлюють одержані науково-практичні результати.

Шляхи використання наукових та практичних результатів роботи і ступінь їх реалізації. Практичні рекомендації щодо інтегрованого управління відходами використано у Державній екологічній інспекції Львівської області, Департаменті екології природних ресурсів Львівської облдержадміністрації та на рівні окремих житлових комплексів міста Львова. Наукові та практичні результати дисертаційної роботи впроваджено в дві кафедральні науково-дослідні роботи, бюджетну тему ДБ/Еколог та у навчальний процес за спеціальністю 183 “Технології захисту навколишнього середовища” на кафедрі екологічної безпеки та природоохоронної діяльності Національного університету “Львівська політехніка”.

Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях. Основні результати дисертаційного дослідження опубліковано у 28 наукових працях, у тому числі: одна стаття у наукометричній базі Web of Sciences, 4 статті – у наукових фахових виданнях України з технічних наук, одна з них у наукометричних базах Crossref і WorldCat, один патент України на винахід та 20 матеріалів і тез доповідей на міжнародних та всеукраїнських конференціях. Поданий у публікаціях матеріал достатньо повно відображає основні результати та наукові положення, представлені у дисертації.

Ідентичність змісту автореферату основним положенням дисертації. Зміст автореферату повністю відповідає розділам дисертації та її основним положенням. Дисертаційна робота є одноособово створеною оригінальною 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.

Зауваження до дисертаційної роботи та автореферату.

1. Якість середовища визначається комплексно. Який один показник якості середовища (п. 2.3.3) Ви брали як основний і що в основному визначає якість середовища?
2. У п. 5.3 подано вираз для рівня екологічної безпеки регіону, який описано функціоналом (формула 5.3). Бажано було розкрити взаємозв'язки параметрів, які входять у цю залежність.
3. Пункт 4.5. «Оцінювання стану атмосферного повітря» подано фрагментарно. Відсутні експериментальні результати щодо забруднення атмосферного повітря Львівського полігону побутових відходів.
4. На стор. 117 «Фтор» помилково віднесено до *важких* металів. Проте він належить до найактивніших *неметалів* УІІ головної підгрупи періодичної системи хімічних елементів.

5. Пункт 4.4 присвячений новому методу вимірювання концентрації речовини. Треба було обґрунтувати і пояснити, яким чином він торкається «Екологічної безпеки», наприклад, можливо концентрації речовин у фільтраті?
6. Останній пункт 4.4 стверджує, що це «дасть змогу значно підвищити рівень екобезпеки регіону». А може і не дасть. У цьому разі варто писати «дає змогу».
7. Що означає формула (7) на стор. 9 автореферату $C_1 = W \cdot 10^{-4}$?
8. На рис. 9 (стор. 12) у схемі багато не зрозумілих скорочень.
9. Рис. 11. Така детальна структурна схема у авторефераті бачиться зайвою.
10. Рис. 5.7 дисертації (стор. 142), рис. 5.4 (стор. 236), рис. 4.6 Рентгенаналізатор «EXPERT-3L» можна було винести у додатки.
11. Стор. 132. Що означає серед 4-х фракцій «загальне сміття»? У Вінниці, зокрема, за рекомендацією Вашого опонента ділять спочатку на «вологе (біоорганічна фракція)» та «сухе сміття». Сухе, у свою чергу, легко сортується на скло, папір, пластик тощо. А змішане сміття разом з вологою фракцією (харчові відходи, листя, вуличний змет тощо) сортувати важко і не гігієнічно.
12. Стор. 99, Ви використовуєте застарілі одиниці вимірювання кількості речовини «мг-екв/л» замість «ммоль/л» або «ммоль/дм³». Так передбачає сучасна класифікація та номенклатура хімічних елементів.
13. У тексті дисертації є окремі стилістичні та орфографічні неточності, наприклад: замість одиниці вимірювання маси «тон» треба «тонн», не «біля», а «близько», «задачі розв'язуються», а «проблеми вирішуються», «меженний період» тощо.

Однак наведені зауваження суттєвим чином не впливають на результати дисертаційного дослідження.

Загальний висновок

Автором виконано ґрунтовне дослідження наукового завдання, розглянуто широкий спектр розроблених підходів і детально проаналізовано їх недоліки. Дисертаційну роботу Коваль І.І. виконано на належному науковому рівні. Результатом роботи є розв'язання важливого науково-практичного завдання – підвищення рівня екологічної безпеки регіону інтегрованою системою управління побутовими відходами. Отримані результати можна розглядати як нові, обґрунтовані і такі, що мають вагоме наукове та практичне значення. Вони можуть бути застосовані у галузі екології та екологічної безпеки, у службі з надзвичайних ситуацій, у діяльності міських рад та об'єднаних територіальних громад, у комунальній сфері, у департаментах екології та природних ресурсів та Держекоінспекції тощо.

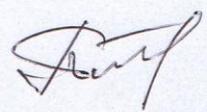
Зміст дисертації викладено доступно, аргументовано, стилістично та граматично правильно, оформлення охайне, автореферат сформовано відповідно основному змісту дисертації.

Дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9,11,12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабміну України від 24 липня 2013 року, №567, а її автор Коваль Ірина Ігорівна заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 «Екологічна безпека».

Директор Інституту екологічної безпеки та моніторингу довкілля, професор кафедри екології та екологічної безпеки Вінницького національного технічного університету, Заслужений природоохоронець України, доктор технічних наук, професор


В.Г. Петрук

Підпис д.т.н., проф. Петрука В.Г. засвідчую
Вчений секретар Вінницького Національного
технічного університету, к.т.н., доцент


А.В. Поплавський