

МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВОДЖЕННЯ З ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ І ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОГО ОГЛЯДУ

С. О. Вамболь^{1*}, К. К. Ткачук², О. В. Шестопапов¹, А. О. Сакун¹, В. С. Вамболь¹

¹Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна

²Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,
Київ, Україна

*Електронна пошта для листування: sergvambol@gmail.com

Отримано: 23 жовтня 2024 р.; Прийнято: 29 листопада 2024 року

Цитувати як: Вамболь, С.О., Ткачук, К. К., Шестопапов, О.В., Сакун, А.О., Вамболь, В.С. (2024). Методологічний підхід до дослідження поводження з промисловими відходами і візуалізація інформаційно-аналітичного огляду. *Проблеми охорони праці в Україні*, 40(3-4), 3-12.

Метою цієї роботи є розробка науково-методологічного підходу до дослідження поводження з промисловими та твердими побутовими відходами з урахуванням візуалізації інформаційно-аналітичного огляду. Актуальність цієї роботи обумовлена великим рівнем утворення різноманітних видів відходів і технологій поводження з ними. Необхідність виділяти з інформаційного потоку саме перспективні методи, технології та інше, зумовило потребу у розробці науково обґрунтованої методології дослідження проблеми, яка містить сучасні форми і методи інформаційно-аналітичного огляду. Показано, що одним із перспективних напрямів аналітичного огляду, який має наочно демонструвати результати, є візуалізація інформації. За результатами дослідження запропоновано схему лінійно-послідовної методології досліджень поводження з відходами, яка має поетапну структуру, що містить основні компоненти цих етапів. Крім того, запропоновано модель комбіновано-паралельного підходу дослідження, що діє на етапі аналізу розробки основних теоретичних і технологічних засад вирішення проблемного питання. Окрема частина роботи присвячена візуалізації інформаційно-аналітичного огляду для запропонованої методології. Розроблено алгоритм і визначено основні параметри інформаційного пошуку даних. Констатовано, що саме візуалізація є додатковим механізмом для прискорення аналізу інформаційно-аналітичних даних. Завдяки цьому можна визначитись з перспективними напрямками в технологіях поводження з відходами, а також розуміти основні тенденції цієї галузі знань. Автори цієї роботи не претендують на універсальність цієї методології, але вважають, що розроблений методологічний підхід до дослідження поводження з промисловими відходами з урахуванням візуалізації інформаційно-аналітичного огляду, має бути корисним для дослідників у сфері технологій захисту навколишнього середовища та екологічної безпеки.

Ключові слова: методологія дослідження, поводження з відходами, візуалізація даних, інформаційний аналіз, технології захисту довкілля.

PROGRAM AND ANALYTICAL COMPLEX OF THE INDUSTRIAL SAFETY AND HEALTH ANALYSIS SYSTEM

S. O. Vambol^{1*}, K. K. Tkachuk², O. V. Shestopalov¹, A. O. Sakun¹, V. S. Vambol¹

¹National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine

²National Technical University of Ukraine "Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

*E-mail for correspondence: sergvambol@gmail.com

Received: 23 October, 2024; Accepted: 29 November, 2024

Cite as: Vambol, S. O., Tkachuk, K. K., Shestopalov, O. V., Sakun, A. O., Vambol, V. S. (2024). Methodological approach to the study of industrial waste management and visualization of information and analytical review. *Проблеми охорони праці в Україні*, 40(3-4), 3-12.

The purpose of this work is to develop a scientific-methodological approach to the study of handling industrial and solid household waste, taking into account the visualization of information-analytical review. The relevance of this work is due to the high level of generation of various types of waste and technologies for handling them. The need to distinguish promising methods, technologies, etc. from the information flow led to the need for a scientifically based methodology for researching the problem, which includes modern forms and methods of information-analytical review. It is shown that one of the promising areas of analytical review, which should visually demonstrate the results, is information visualization. According to the results of the research, a scheme of linear-sequential methodology of waste management research is proposed, which has a stage structure containing the main components of these stages. In addition, a model of a combined-parallel research approach is proposed, which operates at the stage of analysis of the development of the main theoretical and technological foundations of solving the problem. A separate part of the work is devoted to the visualization of the information and analytical review for the proposed methodology. An algorithm was developed and the main parameters of information search were determined. It was established that visualization is an additional mechanism for speeding up the analysis of information and analytical data. Thanks to this, it is possible to determine promising directions in waste management technologies, as well as to understand the main trends in this field of knowledge. The authors of this work do not claim the universality of this methodology, but believe that the developed methodological approach to the study of industrial waste management, taking into account the visualization of information and analytical review, should be useful for researchers in the field of environmental protection technologies and environmental safety.

Keywords: research methodology, waste management, data visualization, information analysis, environmental protection technologies.

Постановка проблеми. Актуальність.

Розглядаючи питання вирішення будь-якої наукової проблеми або задачі у дослідника виникає питання щодо правильної концентрації своїх зусиль. Уміння виділити основні напрями дослідження і одночасно приділяти увагу вторинним задачам у межах головної мети є необхідною умовою повноцінного, якісного результату наукових пошуків. Саме спираючись на науково обґрунтований підхід, у першу чергу, використовують методологічні підходи [1–3]. Сучасні інформаційні джерела вказують на безліч різноманітних варіантів таких підходів залежно від видів і напрямів наукових досліджень. У наукометричній системі *Scopus* на запит словосполучення “Methodological Approaches to Scientific Research” пошуковий реєстр за останні 10 років має 5 946 документів.

Глобальною світовою проблемою є накопичення і поводження з відходами. Це зрозуміло, тому що зростання населення у планетарному масштабі, інтенсифікація виробничої продукції, нові технології сприяють гіпершвидкому зростанню відходів і забрудненню довкілля. За даними досліджень з цього напрямку можна виділити 5 основних видів відходів, що мають значну динаміку утворення за рахунок зростання населення та швидкої урбанізації [4–6]:

- тверді побутові відходи (ТПВ) через збільшення кількості домогосподарств і дрібних організацій виробничого та невиробничого характеру, відходи яких прирівнюються до твердих відходів;

- сільськогосподарські, оскільки зростання масштабів цієї галузі виправдане необхідністю забезпечення населення продуктами харчування;

- продовольчі, що часто виправдовується неналежними умовами зберігання продукції або нерациональною політикою її виробництва та споживання;

- промислові, оскільки зі зростанням населення, технічним прогресом, зміною рівня життя, моди та культури, а також з постійним впливом реклами нових товарів на споживачів збільшуються потреби у товарах народного споживання різних груп, призначення та якості;

- промислові стічні води, оскільки побутова та виробнича діяльність неможлива без використання води.

Враховуючі ці факти, останніми роками окремим напрямом виділяють проблему поводження з промисловими та твердими побутовими відходами. Як результат маємо розробки і впровадження технологічних рішень з очистки, утилізації, рециклінгу тощо [7]. Але у той же час виникає необхідність виділити з цього великого інформаційного потоку саме найперспективніші методи, технології та інше. На цьому етапі дуже важливо мати науково обґрунтовану методологію дослідження проблеми, яка містить в собі сучасні форми і методи інформаційно-аналітичного огляду. Крім того, на нашу особисту думку, одним із перспективних напрямів аналітичного огляду, який має наочно демонструвати результати, є візуалізація інформації.

Таким чином, постає актуальне завдання розбудови методологічного підходу до дослідження поводження з промисловими відходами, що враховує візуалізацію інформаційно-аналітичного огляду.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Звертаючись до проблеми поводження з промисловими відходами та ТПВ можна відзначити, що в останні роки майже всі публікації містять опис методології проведених досліджень. Слід констатувати, що в

більшості це є невеликий опис більш схожий на алгоритм виконання роботи. Такий підхід зумовлений, по-перше, обмеженим обсягом для публікації отриманих результатів, а по-друге, тим, що автори більше приділяють увагу саме технологіям отримання цих результатів (теоретична, експериментальна та прикладна частина). Стосовно хрестоматійних наукових праць слід зазначити, що вони по праву містять великий обсяг теоретичних відомостей, концептуальний опис різних типів методологічних підходів до проведення досліджень, але в більшості ця інформація має загальний характер [8–10]. Це є зрозумілим, тому що наукові інтереси нашої цивілізації і галузі знань (технічні, економічні, правові, медичні та інші) мають велику різноманітність як за природою, так і за обсягами (корпускулярно-хвильова теорія, нанотехнології, теорія світобудови тощо).

Безпосередньо до методології дослідження в галузі поводження з відходами за останні 10 років завертались багато науковців. Тільки за даними системи *Scopus* за напрямом “Waste Management Research Methodology” маємо 1 889 публікацій, а розподіл по галузях знань таких як *Environmental Science* і *Engineering* становить 1 267 та 845 публікацій відповідно. Як приклад того що, методологія є тільки інструментарієм повноцінного дослідження, можна навести роботу авторів А. Sholokhova, G. Denafas, V. Mukhaylenko [11]. У цьому дослідженні йдеться про можливість утилізації мікропластику: міні-огляд поточних знань, методологію та майбутні перспективи дослідження. В більшості розглянутих публікацій за цією тематикою автори описують методи і технологічні заходи, які вони використовують для отримання результатів дослідження. Тобто іноді відбувається заміщення терміну методологія на поняття метод дослідження.

Виходячи з аналізу досліджень і публікацій, автори цього дослідження, не претендуючи на універсальність, поставили за мету запропонувати методологію та комбіновано-паралельний підхід до дослідження поводження з промисловими відходами з урахуванням візуалізації інформаційно-аналітичного огляду.

Метою дослідження є розробка науково-методологічного підходу до дослідження поводження з промисловими та твердими побутовими відходами з урахуванням візуалізації інформаційно-аналітичного огляду.

Для досягнення мети дослідження необхідно вирішити такі завдання:

1. На основі аналізу існуючих методологій розробити прокорову науково обґрунтовану методологію дослідження поводження з відходами, що враховує візуалізацію інформаційно-аналітичного огляду.

2. Розробити модель комбіновано-паралельного підходу дослідження, як складової частини запропонованої методології.

3. Визначитись з основними параметрами і алгоритмікою візуалізації інформаційно-аналітичного огляду для запропонованої методології

Матеріали і методи дослідження. Для аналізу проблеми розбудови методології дослідження був вибраний підхід, що базується на співставленні пошуків і результатів як теоретиків, так і практиків наукової галузі, що поєднує екологічну безпеку й технології захисту навколишнього середовища.

Найбільш поширеним методом аналізу, який застосовувався у цій роботі є інформаційно-аналітичний, на основі відкритих інформаційних джерел. Саме цей підхід став фундаментом для розбудови візуалізації інформаційних досліджень. Основним інструментарієм для

цього був вибраний програмний продукт на базі VOSviewer, який досить гнучким способом можна пристосовувати для вирішення поставлених задач.

Крім того було використано власний досвід, що базується на результатах власних теоретичних і прикладних досліджень в сфері управління і поведінки з відходами, розробці технологій та устаткування для вирішення завдань захисту довкілля від негативного впливу промислових відходів і ТПВ.

Результати досліджень. Підґрунтям для вирішення завдання щодо розробки науково обґрунтованої методології дослідження поведінки з відходами стали як особистий досвід авторів цього дослідження, так і напрацювання інших науковців у цій галузі. Так, наприклад, методологія, що базується на методі аналізу ієрархії Томаса Сааті, передбачає принцип багаторівневої декомпозиції. В цьому випадку розбудова методології має базуватись на існуванні системи і підсистем, що мають зв'язок через взаємопов'язані між собою елементи, але не тільки всередині підсистем, а і через зовнішні зв'язки елементів. Ця модель ефективна, але дуже складна для реалізації і розуміння всіх взаємопов'язаних факторів дослідження. Тому, використовуючи підхід, що вже був застосований у [7, 12] та інших роботах авторів цього дослідження, було визначено, що саме **лінійно-послідовна методологія** досягнення наукових результатів є найбільш зрозумілою і достатньо простою для використання.

При розробці методології було вирішено спиратись на не більше ніж десять основних лінійних етапів, які послідовно допомагають повноцінно проводити наукове дослідження в галузі поведінки з відходами.

За основні параметри було вибрано: інформація про стан управління ТПВ у країнах; інформація про

енергетичні потреби суспільства та ефективність перетворення відходів в енергію; інформація про ініціативи про прогресивні технології поводження з відходами, дослідження і стратегії управління ТПВ та критичні фактори впливу. Також було взято до уваги рекомендації авторів роботи [13]. На основі такого підходу було сформульовано вісім основних **лінійно-послідовних етапів методології**, а саме:

Етап 1: Постановка проблемного питання, формулювання основних завдань дослідження.

Етап 2: Докази, факти та обґрунтування необхідності вирішення проблемного питання.

Етап 3: Визначення основних критеріїв відбору інформаційних джерел і наукових публікацій.

Етап 4: Первинний, детальний інформаційно-аналітичний (з візуалізацією) аналіз повнотекстових досліджень.

Етап 5: Аналіз існуючих та розробка основних теоретичних і технологічних засад вирішення проблемного питання.

Етап 6: Упровадження інноваційних проєктів поводження з відходами і розкриття сутності ризиків цих заходів.

Етап 7: Зіставлення отриманих результатів та практичного досвіду поводження з відходами.

Етап 8: Висновки, пропозиції та рекомендації за результатами наукового дослідження.

Запропонована лінійно-послідовна методологія досліджень поводження з відходами може бути представлена у вигляді розгорнутої схеми (рис. 1), на якій надані основні пояснення щодо особливостей окремих етапів.



Рисунок 1 – Схема лінійно-послідовної методології досліджень поводження з відходами

Деталізація запропонованого методологічного

процесу формулює основні дії за відповідними етапами.

1. *Постановка проблемного питання, формулювання основних завдань дослідження.* На основі аналізу існуючих проблем поводження з відходами проводиться вибір найбільш актуальної проблеми для теми дослідження із зазначенням завдань для вирішення цього питання. Слід звертати увагу і на проблеми, які суміжні з проблемами поводження з промисловими відходами та ТПВ, наприклад, задача логістики і траєкторій переміщення відходів.

2. *Докази, факти та обґрунтування необхідності вирішення проблемного питання.* На цьому етапі відбувається збір, аналіз та аналітична обробка інформації, яка підтверджує наявність проблемного питання та обґрунтування його вирішення. Джерелами такої інформації можуть бути інформаційні повідомлення, відкрита статистика поводження з промисловими відходами та ТПВ, нормативні документи та закони, практичні матеріали та дослідницькі статті.

3. *Визначення основних критеріїв відбору інформаційних джерел і наукових публікацій.*

З метою всебічного аналізу наукових публікацій з вивчення критичних факторів, що впливають на результати наукового дослідження, нами було запропоновано виділити кілька основних критеріїв:

1) часовий інтервал досліджуваних публікацій, що встановлює глибину пошуку за часом, наприклад, 10-річний період із січня 2014 року по грудень 2024 року;

2) пошук для проіндексованих наукових статей англійською мовою, які пройшли процес рецензування та проіндексовані у базах Scopus, WoS, Google Scholar, ScienceDirect, NCBI;

3) пошук комбінований, як за ключовими словами, так і з використанням комбінації слів, наприклад: "critical factors" + "msw management strategies"; "critical factors" + "waste to energy generation".

Але ми усвідомлюємо, що перелік цих критеріїв необхідно розширювати залежно від виду проблематики наукового дослідження, навіть у галузі поводження з відходами.

4. *Первинний, детальний інформаційно-аналітичний (з візуалізацією) аналіз повнотекстових досліджень.* На первинному літературному відборі концентрують увагу тільки на назві та абстракті публікації. Цей етап необхідно проводити за принципом «грубого сита», тобто після того як були вивчені заголовки та абстракти знайдених статей, відсіяно публікації зі змістом, не застосовним до питання, що досліджується. При цьому інформаційно-аналітичному аналізі необхідно застосовувати методи візуалізації повнотекстових досліджень. Далі відбувається деталізація змісту публікацій. При цьому під час вивчення тексту статті основна увага приділяється критичним факторам (критичним факторам успіху) дослідження проблеми. Розглядається механізм, як ці фактори виявлено, обґрунтовано, як охарактеризовано їх вплив, наслідки впливу, висновки дослідження.

5. *Аналіз існуючих та розробка основних теоретичних і технологічних засад вирішення проблемного питання.* Цей етап є одним із найскладніших, тому що він є конгломерацією попередніх результатів дослідження, а також поєднанням теоретичних і практичних інженерних рішень проблеми поводження з відходами. Спираючись на досвід науковців у цій галузі, інженерів-проектувальників та інженерів-технологів можна говорити, що не завжди маємо тривіальні рішення щодо поводження з відходами і

процесами утилізації. Існують два варіанти цього етапу. Перший – лінійний, коли теоретичні розрахунки, моделі та інше прямо вказують шлях до розробки технологічного процесу поводження з відходами. Другий – нелінійний, коли теоретичні відомості необхідно доповнювати результатами експериментально-лабораторних досліджень. У цьому випадку автори пропонують використовувати запроповану модель комбіновано-паралельного підходу дослідження, як складової частини запропонованої методології. Корисним для цього етапу також є проведення консультацій і обмін досвідом з фахівцями технологіями та інженерами практиками у сфері екологічної безпеки і технологій захисту навколишнього середовища.

6. *Упровадження інноваційних проєктів поводження з відходами і розкриття сутності ризиків цих заходів.* Такі дослідження проводяться шляхом особистих консультацій, анкетування та інтерв'ювання експертів-практиків у технологіях та інженерії, будівництві та експлуатації переробних заводів та обладнання, фахівців у сфері екологічної безпеки та промислових ризиків, фахівців з впровадження інноваційних проєктів в країні, науковців, інших фахівців та підприємців що робили спроби впровадження інноваційних проєктів у сфері поводження з відходами, а також з особистого досвіду.

7. *Зіставлення отриманих результатів та практичного досвіду поводження з відходами.* На цьому етапі необхідні до використання методи аналізу для виділення найбільш важливих (часто повторюваних) критичних факторів (частоту факторів визначено за допомогою хмар слів тексту публікацій) та методи узагальнення для виявлення спільності реалізації ефективних підходів для подолання проблем перетворення відходів в енергію. При цьому було враховано особливості економічного та соціального рівня розвитку. Мета етапу полягає у створенні передумов переходу до заключного кроку.

8. *Висновки, пропозиції та рекомендації за результатами наукового дослідження.* Висновки та рекомендації є логічними висновками виходячи з інформації, отриманої від практиків, з власних досліджень, і виявленої щодо наукових публікацій. Цей крок передбачає систематизацію наукових підходів щодо визначення критеріїв ефективності проєктів поводження з відходами, демонстрацію аналізу інноваційного розвитку підприємства в країні, оцінку ризиків та інноваційний потенціал, а також визначення критичних факторів ефективності підприємства з переробки відходів.

Нами також запропоновано підхід щодо візуального формування фокусу дослідження для кожного етапу на основі схеми лінійно-последовної методології. Це дозволить у концентрованому вигляді фокусувати свої дослідження на кожному етапі і аналізувати отримані результати (рис. 2).

Модель комбіновано-паралельного підходу дослідження. Розглядаючи питання запропонованої методології дослідження окремо було розглянуто питання етапу 5, а саме моделі нелінійного дослідження проблеми, у випадку недостатньої теоретичної інформації. Необхідність вирішення цієї задачі, як складової частини запропонованої методології, обумовлена досить великою кількістю випадків при проведенні досліджень з розробки технологій поводження з відходами. Так, наприклад, у роботі [14] автори, проводячи дослідження в лабораторних умовах, шляхом управління технологічними параметрами процесу термічної обробки відходів та використання теплообмінника, визначали можливість не

допустити умов, що сприяють синтезу поліхлорованих органічних сполук (диксинів). Для цього було

запропоновано модель, яка стала базою для розробки комбіновано-паралельного підходу дослідження.

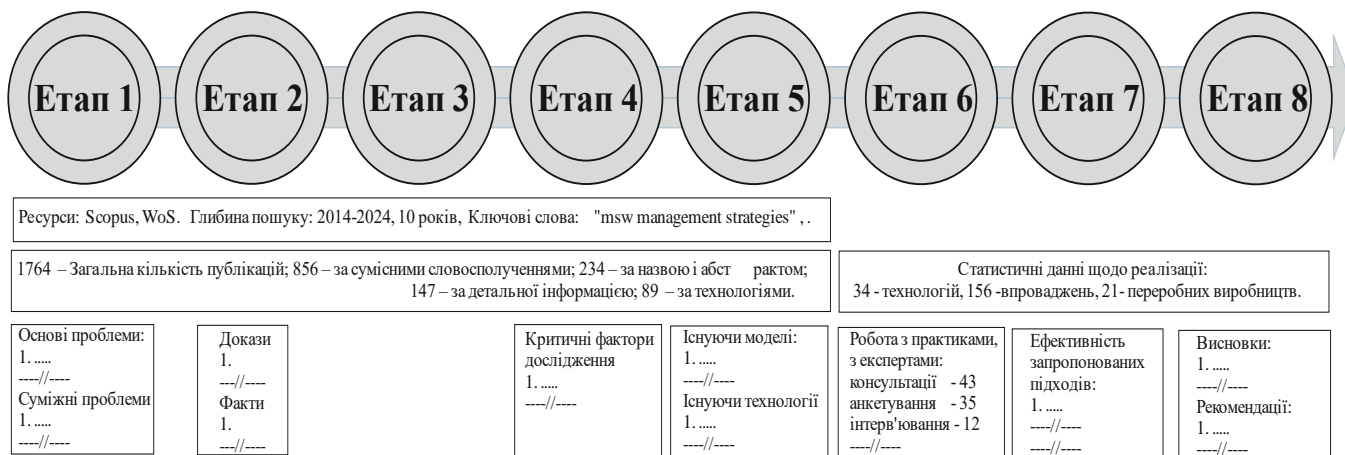


Рисунок 2 – Схема фокусування на окремих етапах методології досліджень поводження з відходами

Модель комбіновано-паралельного підходу дослідження представлена кількома основними діями:

- оглядово-аналітична – проведено пошук, вивчення та детальний аналіз сучасних наукових досліджень, їх вихідних даних і результатів у цій тематиці; це є основою для прийняття рішення та визначення методів і технологій вирішення проблеми/задачі;

- теоретична – застосовано для узагальнення та систематизації виявленої інформації, знаходження загальних закономірностей та труднощів на шляху вирішення проблеми/задачі; це дозволяє сформулювати гіпотезу та розробити фізичну модель процесу вирішення проблеми/задачі, а також закласти основу для проведення математичного моделювання;

- чисельне моделювання – розробка математичної моделі на основі класичних теоретичних законів, що є передумовою для розробки лабораторного обладнання;

- експериментально-лабораторне дослідження – полягає у створенні лабораторного устаткування для експериментальної апробації теоретичної моделі.

Такий підхід дозволяє комплексно оцінювати глибину проблеми та у послідовно-паралельному режимі проводити дослідження. На рисунку 3 схематично представлено взаємодоповнюючі дії у моделі комбіновано-паралельного підходу дослідження. На відмінність від принципу декомпозиційного підходу, в нашому випадку не виділяються системи і підсистеми, а взаємодія між елементами відбувається за принципом ситуаційної необхідності.

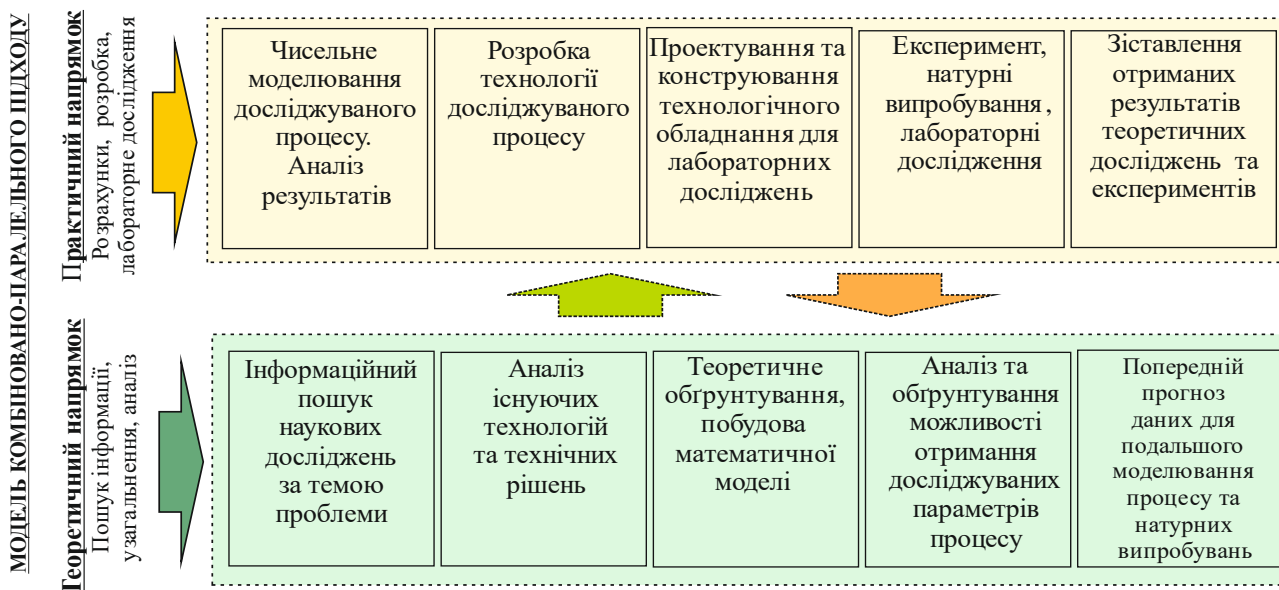


Рисунок 3 – Схема моделі комбіновано-паралельного підходу дослідження поводження з відходами

Послідовно-паралельний підхід дозволяє у режимі взаємодоповнення формувати та проводити

експериментальну частину тематичного дослідження. Використовуючи конструкційні параметри технологічного

обладнання формуються вихідні дані для розрахункової області чисельного експерименту.

Проведення та результати чисельного експерименту дозволяють сформулювати необхідні технологічні вимоги до елементів обладнання виробничої системи. У такій послідовності, заснованій на запропонованій методології, можливо виконання конструкторської, технологічної та дослідно-експериментальної частини тематичного дослідження. Таким чином, створене технологічне обладнання дозволяє провести натурні експериментальні дослідження, що є підтвердженням припущення можливості вирішення проблеми поведінки з відходами.

Ефективність обраної стратегії у вигляді запропонованої та реалізованої методології послідовно-паралельного механізму проведення дослідження дозволяє раціонально використовувати наявні ресурси. Взаємодоповнюючі компоненти теоретичної та практичної складової дозволяють гнучке комбінування між собою основних підходів: оглядово-аналітичний, теоретичний, чисельне моделювання та експериментально-лабораторне дослідження. Як наслідок цього, основна мета тематичного дослідження, проблема поведінки з відходами, має бути досягнута.

Візуалізація інформаційно-аналітичного огляду.

Одною з основних позицій запропонованої методології є інформаційно-аналітичний огляд проблеми дослідження. Результати цього інформаційного пошуку є однією з основних компонентів для перших п'яти етапів методології. Тому є необхідність визначитись з основними параметрами та алгоритмікою візуалізації інформаційно-аналітичного огляду для запропонованої методології. Візуалізація є тим інструментом, який допомагає, на основі кольорової градації, графічно-модельних зав'язків, хмари слів та інше, приймати раціональні рішення щодо вибору стратегічних напрямів дослідження. Розуміючи досить велику складність запропонованого дослідження і для фізично зручного

сприйняття інформації було запропоновано проводити інформаційно-аналітичний огляд за допомогою програмного продукту VOSviewer [15]. Це інструментарій, який за допомогою графічного зображення на основі мережевих даних візуалізує необхідну інформацію. VOSviewer призначений здебільшого для аналізу бібліометричних мереж і може використовуватись для створення, візуалізації та дослідження карт на основі будь-якого типу даних мережі. Тобто доцільно використовувати для побудови мереж наукових публікацій, наукових журналів, дослідників, дослідних і організацій, країн, ключових слів або умов. Елементи в цих мережах можуть бути пов'язані за допомогою співавторства, спільного використання, цитування, бібліографічного зв'язку або спільного цитування. В якості вхідних даних для VOSviewer можна використовувати файли бібліографічної бази даних (наприклад, Web of Science, Scopus, Dimensions, файли Lens і PubMed) і файли менеджера посилань (наприклад, RIS, EndNote і Файли RefWorks).

На попередньому етапі визначасмо основні параметрами аналітичного огляду. Бажано мати дані щодо галузі знань, типи документів для огляду, ключові слова і словосполучення. Глибина пошуку є також вагомою характеристикою. Виходячи з основної мети дослідження, пропонуємо проводити літературний аналіз за даними наукометричної бази Scopus з глибиною пошуку не менше ніж за 20 років.

Як приклад, було проведено аналіз для словосполучень: waste AND recycling AND ceramic. Вхідними параметрами для аналізу було визначено: 1) Галузі знань: Науки про матеріали, Інженерна справа, Екологічні науки, Хімічна інженерія, 2) Ключові слова: відходи, переробка, керамічні матеріали, управління відходами, склокераміка. 3) За типом документів: статті, звіти, тези конференцій. За результатами обробки даних виявлено 1 577 документів, в яких відповідним чином з'являються ці словосполучення (рис. 4).

Documents Preprints Patents Secondary documents Research data

1,577 documents found [Analyze results](#)

Refine search

Filters [Clear all](#)

Year [Clear](#)

Range Individual

2024 - 2024 [>](#)

Author name [v](#)

Subject area [Clear \(7\)](#)

- Limited to Materials Science 767
- Limited to Engineering 678
- Limited to Environmental Science 568
- Limited to Chemical Engineering 183
- Limited to Energy 172

[Cancel](#) [Exclude](#) [Limit to](#)

Document title	Authors	Source	Year	Citations
1 Recycling of municipal sewage sludge from Brazilian wastewater treatment plants for the manufacture of environmentally friendly ceramic bricks	da Silva, J.B., Zai, T., Werner, E.S., ... Souza, M.T., Rodríguez, E.D.	Case Studies in Construction Materials, 21, e03610	2024	0
2 Electronic cooling and energy harvesting using ferroelectric polymer composites	Zou, K., Bai, P., Li, K., ... Wang, Q., Zhang, G.	Nature Communications, 15(1), 6670	2024	0
3 Simultaneous utilization of copper and non-metals from waste integrated circuits for precious metal melting capture and organics thermal detoxification	Xia, L., Liu, Y., Xu, Z.	Journal of Hazardous Materials, 479, 135689	2024	0
Discover early research ideas View preprints published by authors to have an early idea of upcoming research documents. View 43 preprints				
4 Effect of green gel system upon the properties of phosphorus tailings foamed ceramics	Fu, F., Hu, N., Yang, S., ... Tang, R., Chen, G.	Ceramics International, 50(20), pp. 38748–38760	2024	0

Рисунок 4 – Скрін екрану з результатами обробки даних

Потім для візуалізації інформаційно-аналітичного аналізу було використано VOSviewer для вивчення спільної появи ключових слів у статтях, що охоплюють період із січня 2004 року до грудня 2024 року.

Аналіз проводився за критеріями: Бібліографічний зв'язок, Сумісність ключових слів, Повний підрахунок, Мінімальна кількість взаємопов'язаних ключових слів – 5. У нашому випадку із загального числа ключових слів 12453, маємо – 1381 порогових значень.

Кожен рік розглядався як окремий таймфрейм, а як

тип вузла позначалося «Ключове слово». Аналіз показав, що три ключових слова зустрічалися одночасно понад 1381 разів: «переробка» (1220 випадків), «керамічні матеріали» (486 випадків) та «управління відходами» (205 випадків), «склокераміка» (215 випадків). Отже, це передбачає сильну кореляцію між дослідженням поводження з відходами, переробка керамічних і склокерамічних матеріалів, управління відходами, як показано на рисунку 5. З проаналізованих ключових слів безумовна більшість відповідає умовам запиту.

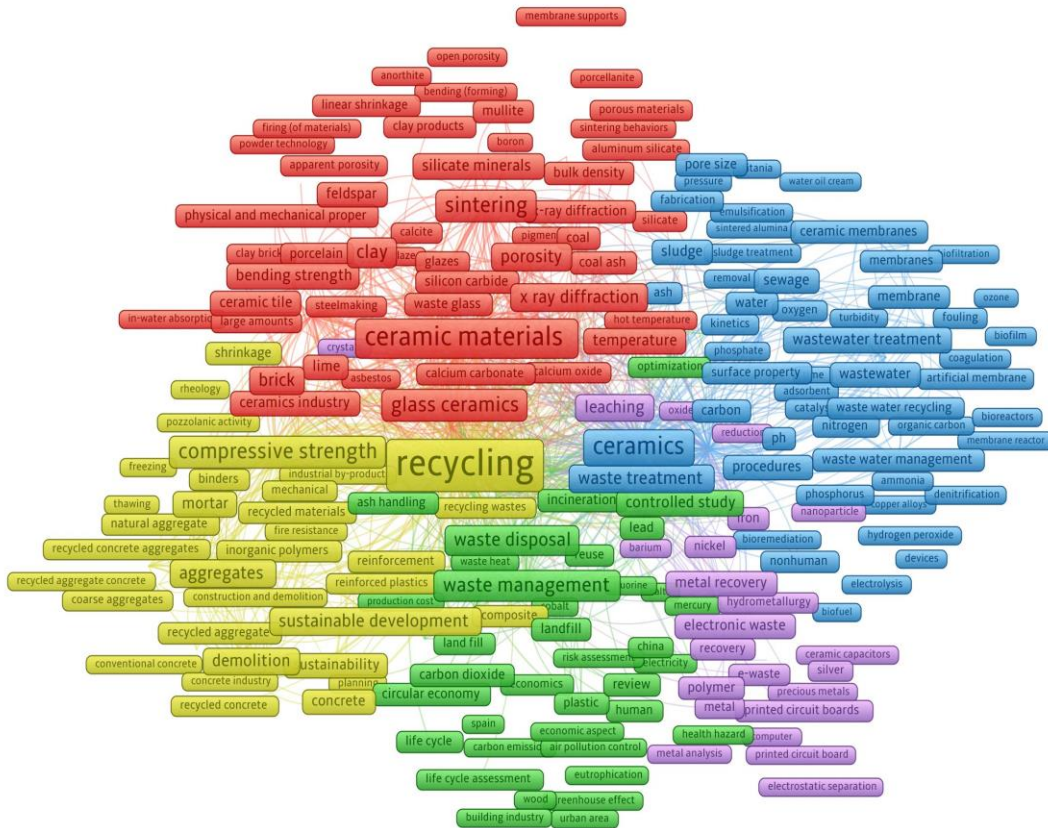


Рисунок 5 – Спільне входження ключових слів

Аналізуючи отриману карту можна відзначити чітко виявлені 5 основних кластерів словосполучень, які пов'язані між собою. Всі кластери займають майже рівномірну позицію за кількістю появи словосполучень. Перший кластер – безпосередньо відходи кераміки та склокераміки та інше всього 286 позицій (червоний колір). Другий кластер, не менш значущий (223 позиції, зелений колір), тверді відходи, циркуляційна економіка, екологічна безпека та інше. Третій кластер – відходи, переробка відходів, очисні технології (205 позицій, синій колір), Четвертий кластер – сталий розвиток, контрольоване дослідження, переробка відходів, очисні технології та інше (180 позицій, жовтий колір), П'ятий кластер – відходи електроніки, е-відходи, полімери, електростатичне розділення відходів, та інше (107 позицій, фіолетовий колір).

Не менш цікавим є карта часу по роках (рис. 6), що показує найбільшу зацікавленість цими дослідженнями по роках. Кольорова градація демонструє найбільш активний

інтерес науковців і дослідників до цієї проблеми в період з 2014 по 2020 роки. Крім того, візуально можна бачити за словосполученням, які наукові інтереси цікавлять дослідників останні 5 років: Circular economy, Life circle, Greenhouse effect, Large amounts waste. Таким чином, візуалізація є безумовним підтвердженням актуальності вибраних пріоритетів щодо розбудови проблеми поводження з відходами.

У цілому можна зазначити, що саме візуалізація є додатковим механізмом для пришвидшення аналізу інформаційно-аналітичних даних. Не важко зрозуміти, що простим перебором даних можна визначитись з перспективними напрямками в технологіях поводження з відходами, а також зрозуміти основні тенденції цієї галузі знань.

Висновки і перспективи.

Останнім часом все більше уваги приділяють процесу моделювання в різних галузях знань. Результати цієї роботи, безумовно, стануть базовими для закладання

3. Analysis of scientific research methodology (2023)/ Nazirova, E. Sh., Tursunov, J. A./ Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. 3(8), August,2023, pp 17–23
4. Abu-Qudais, M. 'd, & Abu-Qdais, H. A. (2000). Energy content of municipal solid waste in Jordan and its potential utilization. *Energy Conversion and Management*, 41(9), 983–991. Available from [https://doi.org/10.1016/s0196-8904\(99\)00155-7](https://doi.org/10.1016/s0196-8904(99)00155-7).
5. Hussain, K., Khan, N. A., Vambol, V., Vambol, S., Yeremenko, S., Sydorenko, V. (2022). Advancement in Ozone base wastewater treatment technologies: Brief review. *Ecological Questions*, 33 (2), p.1-23. <https://doi.org/10.12775/eq.2022.010>.
6. Vambol, V., Kowalczyk-Ju'sko, A., Jó'zwiakowski, K., Mazur, A., Vambol, S., & Khan, N. A. (2023). Investigation in techniques for using sewage sludge as an energy feedstock: Poland's experience. *Ecological Questions*, 34(1). Available from <https://doi.org/10.12775/EQ.2023.007>, <https://apcz.umk.pl/EQ/article/view/40325>.
7. *Advances in Energy from Waste. Transformation Methods, Applications and Limitations Under Sustainability (2024)*/ Viola Vambol, Sergij Vambol, Nadeem A Khan, Nastaran Mozaffari, Niloofar Mozaffar / Woodhead Publishing is an imprint of Elsevier. 1st Edition - July 22, 2024 - p. 976. eBook ISBN: 9780443138461, URL: <https://shop.elsevier.com/books/advances-in-energy-from-waste/vambol/978-0-443-13847-8>
8. C. George Thomas (2022) / *Research Methodology and Scientific Writing*/ Springer International Publishing, 2022, p. 620. ISBN: 97830306486 https://www.google.com.ua/books/edition/Research_Methodology_and_Scientific_Writ/TiHqzqEACAAJ?hl=ru
9. Mousami V. Munot, Vinayak Bairagi (2019) / *Research Methodology A Practical and Scientific Approach*/ CRC Press, 2019, p. 320. ISBN: 9781351013253, https://www.google.com.ua/books/edition/Research_Methodology/5tKFDwAAQBAJ?hl=ru&gbpv=0
10. Morgan Shields (2019) / *Research Methodology and Statistical Methods*/ EDTECH, 2019, p. 300. ISBN: 9781839473326, https://www.google.com.ua/books/edition/Research_Methodology_and_Statistical_Met/p-PEDwAAQBAJ?hl=ru&gbpv=0
11. Anastasiia Sholokhova, Gintaras Denafas, Valeriy Mykhalenko (2021) / The organic output from mechanical–biological treatment plants as a source of microplastics: Mini-review on current knowledge, research methodology and future study perspectives/ *Waste Management and Research* , 39(5), pp 652–663 DOI:10.1177/0734242X20983914
12. L. Markina, S. Vambol, V. Vambol, A. Kowalczyk-Ju'sko, O. Vlasenko, Nadeem A. Khan, Muhammad Salam, (2024), *Advances in Energy from Waste. Transformation Methods, Applications and Limitations Under Sustainability. CHAPTER 11 Critical factors and risks affecting municipal solid waste management strategies and waste-to-energy generation*, Pages 371–402. URL: <https://shop.elsevier.com/books/advances-in-energy-from-waste/vambol/978-0-443-13847-8>
13. Xiao, Y., & Watson, M. (2019). Guidance on conducting a systematic literature review. *Journal of Planning Education and Research*, 39(1), 93–112. Available from <https://doi.org/10.1177/0739456X17723971>, <https://journals.sagepub.com/home/jpe>
14. Viola Vambol, Sergij Vambol (2024), *Advances in Energy from Waste. Transformation Methods, Applications and Limitations Under Sustainability CHAPTER 26 Case study of atmospheric protection in thermal waste treatment*, Pages 371–402. URL: <https://shop.elsevier.com/books/advances-in-energy-from-waste/vambol/978-0-443-13847-8>
15. Manual for VOSviewer version 1.6.20. URL: https://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.20.pdf

REFERENCES

1. Vian Ahmed, Alex Opoku, Zeeshan Aziz (2016) / *Research Methodology in the Built Environment. A Selection of Case Studies*/ Published March 18, 2016 by Routledge ISBN 9781138849471. p. 308 URL: https://www.researchgate.net/publication/299594215_Research_Methodology_in_the_Built_Environment_A_Selection_of_Case_Studies
2. Scientific research approaches and methodologies: important details for researchers / Saber Benaissa, Khaled Baouche (2023)/ *Journal of Human and Society sciences. Vol. 12 № 1 Year:2023 pp: 567–577*, URL:https://www.researchgate.net/publication/370750603_Scientific_research_approaches_and_methodologies_important_details_for_researchers
3. Analysis of scientific research methodology (2023)/ Nazirova E. Sh., Tursunov J. A./ Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. 3(8), August,2023, pp 17–23
4. Abu-Qudais, M. 'd, & Abu-Qdais, H. A. (2000). Energy content of municipal solid waste in Jordan and its potential utilization. *Energy Conversion and Management*, 41(9), 983–991. Available from [https://doi.org/10.1016/s0196-8904\(99\)00155-7](https://doi.org/10.1016/s0196-8904(99)00155-7).
5. Hussain, K., Khan, N. A., Vambol, V., Vambol, S., Yeremenko, S., Sydorenko, V. (2022). Advancement in Ozone base wastewater treatment technologies: Brief review. *Ecological Questions*, 33 (2), p.1–23. <https://doi.org/10.12775/eq.2022.010>.
6. Vambol, V., Kowalczyk-Ju'sko, A., Jó'zwiakowski, K., Mazur, A., Vambol, S., & Khan, N. A. (2023). Investigation in techniques for using sewage sludge as an energy feedstock: Poland's experience. *Ecological Questions*, 34(1). Available from <https://doi.org/10.12775/EQ.2023.007>, <https://apcz.umk.pl/EQ/article/view/40325>.
7. *Advances in Energy from Waste. Transformation Methods, Applications and Limitations Under Sustainability (2024)*/ Viola Vambol, Sergij Vambol, Nadeem A Khan, Nastaran Mozaffari, Niloofar Mozaffar / Woodhead Publishing is an imprint of Elsevier. 1st Edition - July 22, 2024. p. 976. eBook ISBN: 9780443138461, URL: <https://shop.elsevier.com/books/advances-in-energy-from-waste/vambol/978-0-443-13847-8>
8. C. George Thomas (2022) / *Research Methodology and Scientific Writing*/ Springer International Publishing, 2022, p. 620. ISBN: 97830306486 https://www.google.com.ua/books/edition/Research_Methodology_and_Scientific_Writ/TiHqzqEACAAJ?hl=ru
9. Mousami V. Munot, Vinayak Bairagi (2019) / *Research Methodology A Practical and Scientific Approach*/ CRC Press, 2019, p. 320. ISBN: 9781351013253, https://www.google.com.ua/books/edition/Research_Methodology/5tKFDwAAQBAJ?hl=ru&gbpv=0
10. Morgan Shields (2019) / *Research Methodology and Statistical Methods*/ EDTECH, 2019, p. 300. ISBN: 9781839473326, https://www.google.com.ua/books/edition/Research_Methodology_and_Statistical_Met/p-PEDwAAQBAJ?hl=ru&gbpv=0
11. Anastasiia Sholokhova, Gintaras Denafas, Valeriy Mykhalenko (2021) / The organic output from mechanical–biological treatment plants as a source of microplastics: Mini-review on current knowledge, research methodology and future study perspectives/ *Waste Management and Research* , 39(5), pp 652–663 DOI:10.1177/0734242X20983914

12. L. Markina, S. Vambol, V. Vambol, A. Kowalczyk-Juśko, O. Vlasenko, Nadeem A. Khan, Muhammad Salam, (2024), *Advances in Energy from Waste. Transformation Methods, Applications and Limitations Under Sustainability*. CHAPTER 11 Critical factors and risks affecting municipal solid waste management strategies and waste-to-energy generation, Pages 371–402. URL: <https://shop.elsevier.com/books/advances-in-energy-from-waste/vambol/978-0-443-13847-8>
13. Xiao, Y., & Watson, M. (2019). Guidance on conducting a systematic literature review. *Journal of Planning Education and Research*, 39(1), 93–112. Available from <https://doi.org/10.1177/0739456X17723971>, <https://journals.sagepub.com/home/jpe>
14. Viola Vambol, Sergij Vambol (2024), *Advances in Energy from Waste. Transformation Methods, Applications and Limitations Under Sustainability* CHAPTER 26 Case study of atmospheric protection in thermal waste treatment, Pages 371–402. URL: <https://shop.elsevier.com/books/advances-in-energy-from-waste/vambol/978-0-443-13847-8>
15. Manual for VOSviewer version 1.6.20. URL: https://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.20.pdf