

СУТІСНО-ЗМІСТОВНА ОСНОВА ТА ОСОБЛИВОСТІ ОСВОЄННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В РОЗРІЗІ ПОНЯТТЯ «ЕНЕРГІЯ-ІЗ-СМІТТЯ»¹

Матвєєва Юлія Анатоліївна

старший викладач кафедри управління імені Олега Балацького

Сумський державний університет

ORCID: 0000-0002-3082-5551

y.matvieieva@management.sumdu.edu.ua

Росохата Анна Сергіївна

старший викладач кафедри маркетингу

Сумський державний університет

ORCID: 0000-0001-6944-1515

a.rosokhata@kmm.sumdu.edu.ua

Коваленко Євген Володимирович

старший викладач кафедри економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування,

заступник директора Департаменту міжнародної освіти

Сумський державний університет

kovalenko@econ.sumdu.edu.ua

Гавриленко Олексій Миколайович

докторант

Сумський державний університет

ORCID: 0000-0002-7276-550X

gavrilenkoan@gmail.com

Анотація. Стаття присвячена дослідженню сутнісно-змістовній основі та особливостям освоєння сучасних технологій в розрізі поняття «енергія-із-сміття». **Метою статті** є розвиток теоретичних та методичних основ освоєння сучасних технологій в розрізі поняття «енергія-із-сміття». **Результати.** Досліджено зарубіжний досвід в контексті формування ефективної системи перетворення відходів в енергію. Розглянуто основні підходи щодо визначення сутності поняття перетворення відходів в енергію (waste to energy (WtE)). **Практичне значення результатів дослідження.** Під час дослідження сутнісно-змістовної основи виконано бібліометричний аналіз з використанням таких програмних засобів як VOSviewer, Web of Science, Scopus Tools Analysis та Google Trends. Визначено технології, що допомагають перетворити відходи на енергію. На базі аналізу науково-літературних джерел встановлено основні етапи, особливості та переваги перетворення відходів у енергію.

Ключові слова: «відходів в енергію» (WtE), управління відходами, тверді побутові відходи (ТПВ), відновлювана енергія, спалювання відходів, сталий розвиток.

DOI: <https://doi.org/10.32782/bsnau.2023.3.11>

Постановка проблеми у загальному вигляді.

Переробка відходів у енергію є важливим компонентом сталого поводження з відходами, особливо в регіонах з обмеженою системою сміттєзвалища і бажанням зменшити вплив утилізації відходів на навколишнє середовище. Необхідно зазначити, що особливе значення має баланс між скороченням відходів, переробкою та рекуперацією енергії, щоб створити комплексну стратегію управління відходами. Система перетворення сміття в енергію має подвійну мету: зменшення обсягів відходів, що відправляються на звалища, та генерування відновлюваної енергії. У свою чергу запровадження ефективної системи перетворення відходів в енергію (waste to energy (WtE)) в Україні повинно базуватися на кращих

світових практиках управління відходами з метою досягнення успіху в цій галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В сучасних умовах формування ефективної системи перетворення відходів в енергію (waste to energy (WtE)) в Україні повинно базуватися на позитивному досвіді управління відходами в країнах з високим рівнем екологічної свідомості (Норвегія [6; 7], Швейцарія, Швеція, Данія, Німеччина, Нідерланди) з метою оптимального управління соціо-еколого-економічним розвитком.

В роботах [6; 7; 8; 9] авторами досліджено поточний і майбутній норвезький сектор WtE.

Виробництво енергії з відходів (WtE) є важливою частиною стратегії поводження з відходами в Норве-

¹ Ця робота була підтримана Міністерством освіти і науки України (науково-дослідна тема 0123U100112 «Післявоєнне відновлення енергетики України: оптимізація управління відходами з урахуванням здоров'я населення, екологічних, інвестиційних, податкових детермінант»; (науково-дослідна тема 0122U000769 «Трансфер зелених інновацій в енергетиці України: мультиплікативна стохастична модель переходу до вуглецево-нейтральної економіки»).

гії. Норвегія активно використовує технології WtE для управління відходами та виробництва енергії, одночасно зменшуючи захоронення та викиди парникових газів. Ключовими аспектами перетворення відходів у енергію в Норвегії є:

- Норвегія має кілька заводів, які переробляють відходи в енергію по всій країні. Ці установки спалюють тверді побутові відходи (ТПВ) для виробництва тепла та електроенергії;

- заводи з переробки відходів у Норвегії виробляють як електроенергію, так і тепло. Вироблена електроенергія зазвичай подається в мережу, тоді як тепло часто використовується для систем централізованого тепlopостачання, які постачають тепло в будинки та підприємства. Цей підхід комбінованого виробництва тепла та електроенергії є ефективним способом максимізації виробництва енергії з відходів;

- Норвезькі заводи з переробки відходів відомі своєю високою ефективністю та низькими викидами. Сучасні установки WtE оснащені передовими технологіями для зменшення забруднення повітря та забезпечення чистого спалювання відходів. Ці об'єкти підпадають під дію суворих екологічних норм;

- Норвегія приділяє значну увагу сортуванню та переробці відходів, щоб зменшити кількість відходів, які відправляються на заводи WtE. Громадян заохочують відокремлювати відходи, що підлягають переробці, від відходів, які не підлягають переробці;

- у деяких випадках Норвегія імпортувала відходи з інших країн, щоб повністю використовувати свої потужності з виробництва енергії. Ця практика викликала суперечки, оскільки деякі стверджують, що вона може перешкоджати зусиллям щодо зменшення відходів і переробки в інших регіонах;

- урядова політика та нормативні акти в Норвегії підтримують розвиток та експлуатацію об'єктів, які переробляють відходи в енергію, як частину ширшої стратегії управління відходами. Ця політика спрямована на зменшення захоронення, сприяння відновленню енергії та мінімізацію впливу на навколишнє середовище від утилізації відходів;

- підхід Норвегії до використання відходів для отримання енергії узгоджується з її прихильністю до стійких та екологічно чистих практик. Країна прагне зменшити свій вуглецевий слід і перейти до більш замкнутої економіки шляхом ефективного управління ресурсами відходів. Перетворення відходів у енергію відіграє важливу роль у стратегії поводження з відходами в Норвегії, але країна також приділяє значну увагу зменшенню відходів, переробці та сталому розвитку. Мета полягає в тому, щоб мінімізувати утворення відходів і максимізувати відновлення ресурсів за допомогою різних заходів, з яких перетворення відходів в енергію є лише одним із компонентів.

За даними State of Green, що фінансується датським урядом, Норвегія має найбільшу частку відходів енергії при виробництві централізованого тепла.

Відходи для виробництва енергії стали кращим методом утилізації сміття в ЄС. На сьогодні у Європі є 420

заводів, обладнаних для забезпечення теплом і електроенергією понад 20 мільйонів людей.

Швейцарія також бере активну участь в ініціативах з перетворення відходів на енергію (WtE) в рамках своєї стратегії управління відходами та використання відновлюваних джерел енергії. В країні створено ефективну систему поводження з відходами, яка включає в себе об'єкти перетворення відходів у енергію. До ключових факторів щодо перетворення відходів в енергію в Швейцарії необхідно віднести: 1) у Швейцарії по всій країні є численні заводи з переробки відходів. Ці установки призначені для спалювання твердих побутових відходів (ТПВ) та інших відходів, які не підлягають переробці, для виробництва тепла та електроенергії; 2) Швейцарські підприємства з утилізації відходів відомі своїми передовими технологіями та високими екологічними стандартами. Ці об'єкти використовують найсучасніші системи контролю забруднення повітря для мінімізації викидів і забезпечення чистого спалювання. Попіл, який утворюється в процесі спалювання, ретельно обробляється та безпечно утилізується; 3) Країна дотримується ієрархії поводження з відходами, яка надає пріоритет запобіганню утворенню відходів, повторному використанню, переробці та компостуванню перед перетворенням відходів у енергію чи захороненням. Такий підхід заохочує до зменшення утворення відходів і сприяє переробці та відновленню ресурсів; 4) перетворення відходів у енергію узгоджується з цілями Швейцарії щодо відновлюваної енергетики та сталого розвитку. Перетворюючи відходи в енергію, країна зменшує залежність від викопного палива та сприяє досягненню своїх цілей щодо використання відновлюваної енергії. Об'єкти Швейцарії, які переробляють відходи, відомі своєю ефективністю та дотриманням екологічних стандартів, і вони відіграють вирішальну роль у управлінні відходами, які не підлягають переробці, одночасно виробляючи відновлювану енергію для потреб країни.

Швеція розробила передову та ефективну систему управління відходами під час виробництва енергії із сміття. Ключовими особливостями переробки відходів у Швеції є: 1) Високі показники утилізації відходів: у Швеції один із найвищих показників утилізації відходів у світі, приблизно 99% побутових відходів переробляються, компостуються або перетворюються на енергію; 2) Швеція приділяє значну увагу сортуванню відходів біля джерела. Домогосподарства та підприємства заохочуються відокремлювати вторинну відходів від непереробленої. Це зменшує кількість відходів, які відправляються на заводи WtE; 3) у Швеції є мережа заводів, які переробляють відходи, стратегічно розташовані по всій країні. Ці об'єкти спалюють відходи, які не підлягають переробці, для виробництва електроенергії та тепла. Заводи WtE у Швеції високоефективні та оснащені передовими технологіями контролю забруднення; 4) Зменшення захоронення: Швеція значно зменшила свою залежність від захоронення. Відходи, які не можна переробити або використати для відновлення енергії, мінімально захоплюються, що сприяє зменшенню викидів парникових газів на звалищах; 5) Підхід циклічної економіки: Страте-

гія управління відходами Швеції узгоджується з підходом циклічної економіки, наголошуючи на відновленні ресурсів із відходів і мінімізуючи утворення відходів шляхом переробки та ініціатив щодо зменшення кількості відходів; 6) Поінформованість громадськості: Уряд Швеції активно сприяє підвищенню обізнаності громадськості щодо поводження з відходами та переробки. Просвітницькі кампанії заохочують громадян брати участь у сортуванні та переробці сміття; 7) Відновлення ресурсів: Швеція розглядає відходи як цінний ресурс і зосереджується на відновленні матеріалів та енергії з них. Такий підхід сприяє досягненню цілей сталого розвитку країни та зменшує вплив на навколишнє середовище; 8) Цілі сталого розвитку. Практики Швеції щодо перетворення відходів на енергію узгоджуються з її ширшими цілями сталого розвитку, включаючи скорочення викидів парникових газів, перехід на відновлювані джерела енергії та сприяння піклуванню про навколишнє середовище.

Загалом шведська система перетворення відходів у енергію є невід'ємною частиною стратегії поводження з відходами, сприяючи високим показникам утилізації відходів, ефективному використанню ресурсів і зменшенню впливу на навколишнє середовище. Дану систему вважають моделлю для інших країн, які прагнуть прийняти практику сталого поводження з відходами.

Переробка відходів у енергію (WtE) у Данії передбачає комплексний та ефективний процес, який поєднує спалювання відходів із виробництвом енергії.

Німеччина має добре розвинену та високоефективну систему перетворення відходів у енергію (WtE), яка відіграє вирішальну роль у стратегіях країни щодо управління відходами та використання відновлюваних джерел енергії. Німеччина заохочує розділення відходів у джерелі з роздільним збором вторинної сировини, органічних відходів і залишків відходів. Транспортування відходів: зібрані відходи транспортуються до об'єктів переробки відходів за допомогою спеціальних транспортних засобів. Транспортна інфраструктура добре організована, щоб мінімізувати викиди та забезпечити ефективну доставку відходів. Так за статистичними даними [10] у 2022 році Німеччина мала найбільшу встановлену потужність муніципальних енергетичних установок у Європі. Тоді по всій країні було встановлено близько 1068 мегават. Загалом потужність відходів у Європі склала 5,1 гігават.

Авторами роботи [5] енергії з відходів (WtE) визнається як складний технологічний процес у сфері відновлюваної енергії. Відходи, які не переробляються перетворюються на енергію у вигляді тепла, пари або електрики. Електрика генерується та подається в мережу і розподіляється домогосподарствам, промисловостям, громадам тощо. Отже, WtE є економічно ефективною та гігієнічною альтернативою переробки залишок відходів, зменшуючи їх обсяг на 90%. WtE є невід'ємною частиною для досягнення 100% ВДЕ в майбутньому разом з іншими відновлюваними джерелами. Таким чином WtE є одним із основних методів утилізації відходів, але на сьогодні недостатньо використовується у сучасній практиці.

Формування цілей статті (постановка завдання).

Метою статті є розвиток теоретичних та методичних основ освоєння сучасних технологій в розрізі поняття «енергія-із-сміття» на базі бібліометричного аналізу з використанням таких програмних засобів як VOSviewer, Web of Science, Scopus Tools Analysis та Google Trends.

Результати дослідження. З метою дослідження термінологічної спрямованості наукових публікацій у перетворення відходів в енергію, була обрана база даних Scopus®, що містить бібліографічні відомості про наукові публікації в рецензованих журналах, книгах та конференціях. Вибірку публікацій отримано за пошуковими словами «waste» та «energy». Загалом, вихідна вибірка склала 157,101 публікацій. Візуалізація поняттєвої мережі представлена на рис. 1.

Застосування програмного забезпечення VOSviewer (версія 1.6.15) дозволило виокремити п'ять кластерів досліджень у галузі перетворення відходів в енергію (WtE). Таким чином виокремилися такі напрямки досліджень як утилізація відходів, спалювання відходів або «відходи в енергію», особливості управління відходами, тверді побутові відходи, перетворення енергії, табл. 1.

Аналіз публікацій, що присвячені тематиці перетворення відходів в енергію в БД Scopus® визначає актуальність обраного дослідження. Так, протягом останніх 30 років кількість наукових праць з теми характеризується позитивною динамікою, рис. 2.

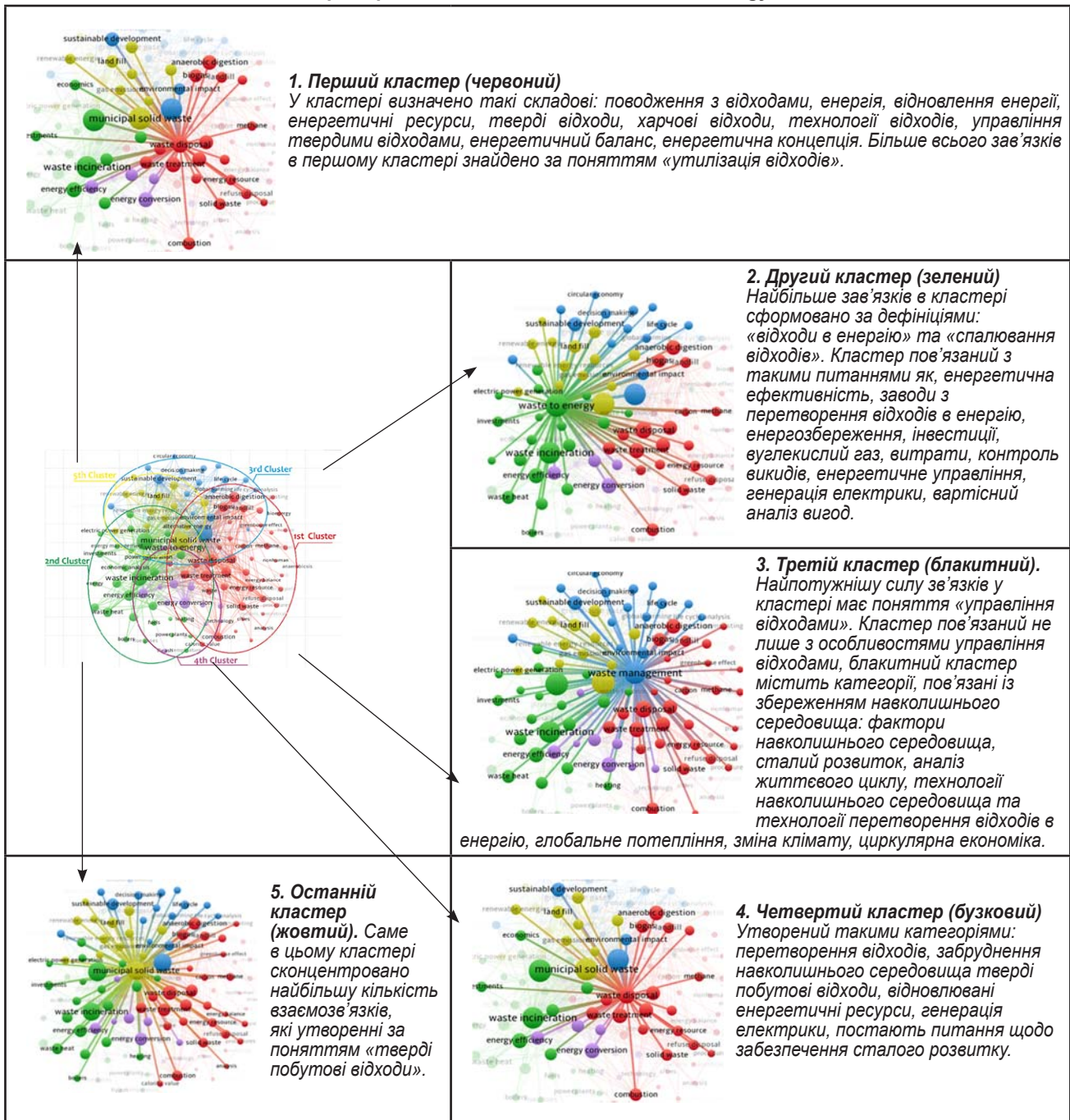
До найбільш популярних журналів, в яких розкривається тематика перетворення відходів в енергію належать такі: Bioresource Technology (2708 наукових праць), Journal Of Cleaner Production (2676 наукових праць), Energy (2005 наукових праць), Waste Management (1890 наукових праць), Journal Of Hazardous Materials (1830 наукових праць), Water Science And Technology (1726 наукових праць), Science Of The Total Environment (1664 наукові праці), Chemosphere (1571 наукова праця).

До організацій, що фінансують дослідження у галузі «відходів в енергію» належать: Національний фонд природничих наук Китаю, Національна ключова програма досліджень і розвитку Китаю, Фонди фундаментальних досліджень для центральних університетів, Міністерство енергетики США, Національний науковий фонд, Європейська комісія, Національний дослідницький фонд Кореї, Наукова рада інженерно-фізичних наук, Європейський фонд регіонального розвитку. Зокрема особливу зацікавленість до напрямку waste to energy виявляють країни: США, Китай, Індія, Велика Британія, Італія, рис. 3.

У свою чергу Сполучені Штати та Китай здійснили суттєвий внесок у дослідження тематики перетворення відходів в енергію (WtE). Найбільш популярним методом, що використовувався був метод оцінки життєвого циклу. Основні галузі досліджень зосереджені на викидах парникових газів, особливостях впливу на навколишнє середовище та інноваціях в енергетичні технології.

За дослідженнями громадської зацікавленості до тематики перетворення відходів в енергію на базі використання програмного інструменту Google Trends було визначено країни, популярність запитів яких визначилась найвищою: Ямайка, Гана, Тринідад і Тобаго, Ірландія.

Таблиця 1 – Сутнісно-змістовна характеристика кластерів досліджень за фільтрами TITLE-ABS-KEY «waste» та «energy»



Джерело: побудовано авторами на базі застосування програмного забезпечення VOSviewer (версія 1.6.15)

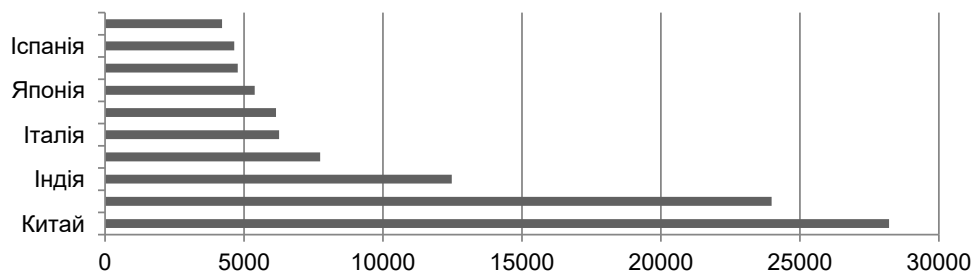


Рисунок 3 – Рівень наукової зацікавленості серед країн світу до тематики waste to energy

Джерело: побудовано авторами на основі даних БД Scopus®

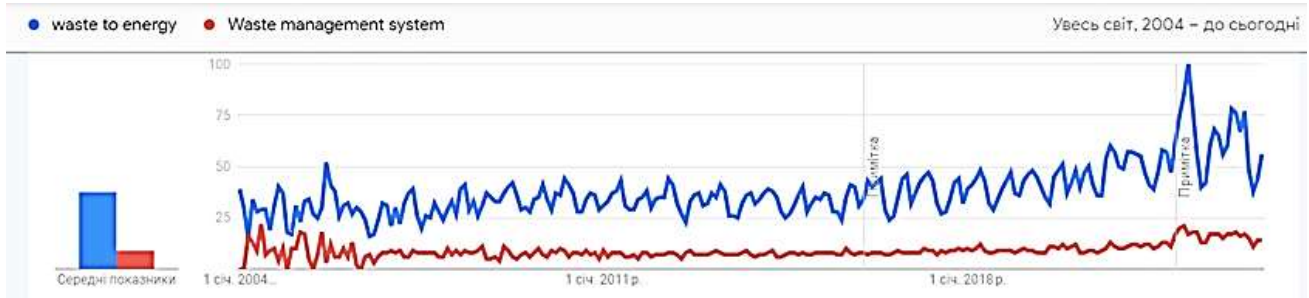


Рисунок 4 – Рівень громадської зацікавленості серед країн світу до тематики waste to energy

Джерело: побудовано авторами на основі Google Trends

природних процесів, в енергію, що використовується. Цей процес, відомий як переробка відходів або відновлювана енергетика. Такий підхід дозволяє використовувати відходи як джерело енергії замість їх простого збору або знешкодження. Відходи можуть бути перетворені на енергію за допомогою різних технологій, таких як: спалювання відходів, біогаз, гідроенергія, вітроенергія, табл. 2.

Також під перетворенням відходів у енергію (WtE) розуміють процес генерації енергії, як правило, у формі електроенергії та/або тепла, шляхом перетворення відходів. Це тип технології відновлюваної енергії, яка спрямована на використання енергії, що міститься в різних видах відходів. WtE – це процес рекуперації енергії, який використовує технології перетворення відходів для виробництва тепла та електроенергії з матеріалів, що не підлягають повторному використанню та переробці.

Перетворення відходів у енергію (WtE) або енергія з відходів (EfW) – це процес виробництва енергії у вигляді електроенергії та/або тепла в результаті первинної обробки відходів або переробки відходів у джерело палива. WtE є формою відновлення енергії. Більшість процесів WtE генерують електроенергію та/або тепло безпосередньо шляхом спалювання або виробляють горюче паливо, таке як метан, метанол, етанол або синтетичне паливо. Необхідно зазначити, що аббревіатури WtE, EfW досить часто використовуються як синоніми фахівцями з управління відходами в усьому світі. Основні етапи, особливості та переваги перетворення відходів у енергію репрезентовані на рис. 5.

Рисунок 5 репрезентує такі етапи:

1) Збір відходів і попередня обробка: відходи, такі як тверді міські відходи (побутове сміття), промислові

відходи або сільськогосподарські залишки, збираються та транспортуються на об'єкт для переробки відходів. Відходи можуть пройти сортування, подрібнення та інші етапи попередньої обробки для видалення негорючих матеріалів і підвищення ефективності спалювання.

2) Спалювання або термічна обробка: відходи піддаються контрольованому спалюванню в спеціалізованих установках, відомих як сміттеспалювальні заводи або установки для переробки відходів. Відходи спалюють при високих температурах, часто за наявності надлишку повітря, для отримання тепла. У процесі горіння утворюється пара або гарячі гази.

Рекуперація енергії: тепло, що утворюється в результаті спалювання відходів, використовується для виробництва пари, яка приводить в дію турбіну, підключену до генератора. Генератор перетворює механічну енергію в електричну. Крім того, тепло можна використовувати безпосередньо для централізованого опалення або промислових процесів.

3) Контроль викидів: об'єкти з виробництва енергії з відходів включають системи контролю забруднення для мінімізації впливу на навколишнє середовище. Ці системи включають технології очищення димових газів, такі як скрубери, електростатичні фільтри та тканинні фільтри, які вловлюють і видаляють забруднюючі речовини перед викидом вихлопних газів в атмосферу.

4) Управління залишками: після спалювання зола, що залишилася, обробляється для видалення будь-яких небезпечних компонентів, а потім утилізується контрольованим способом, часто на спеціально відведених звалищах.

Перетворення відходів у енергію має такі переваги, зокрема:

Таблиця 2 – Технології, що допомагають перетворити відходи на енергію

Спалювання відходів:	Біогаз:	Гідроенергія:	Вітроенергія:
Велика частина відходів містить органічні матеріали, які можуть бути спалені для виробництва тепла або електроенергії. При цьому процесі відходи піддаються контрольованому згорянню в спеціальних установках, таких як сміттеспалювальні заводи або установки з використанням біомаси.	Деякі відходи, особливо органічні матеріали, можуть бути розкладені природним шляхом або у спеціальних установках для виробництва біогазу. Біогаз може бути використаний як джерело енергії для виробництва тепла, електроенергії або як паливо для транспортних засобів.	Деякі відходи, зокрема стічні води або водні потоки, можуть бути використані для генерації відроенергії. Гідроенергетичні установки використовують потужність водного потоку для приводу турбін, які генерують електроенергію.	Відходи можуть бути використані для підтримки вітроенергетичних установок.

Джерело: побудовано авторами

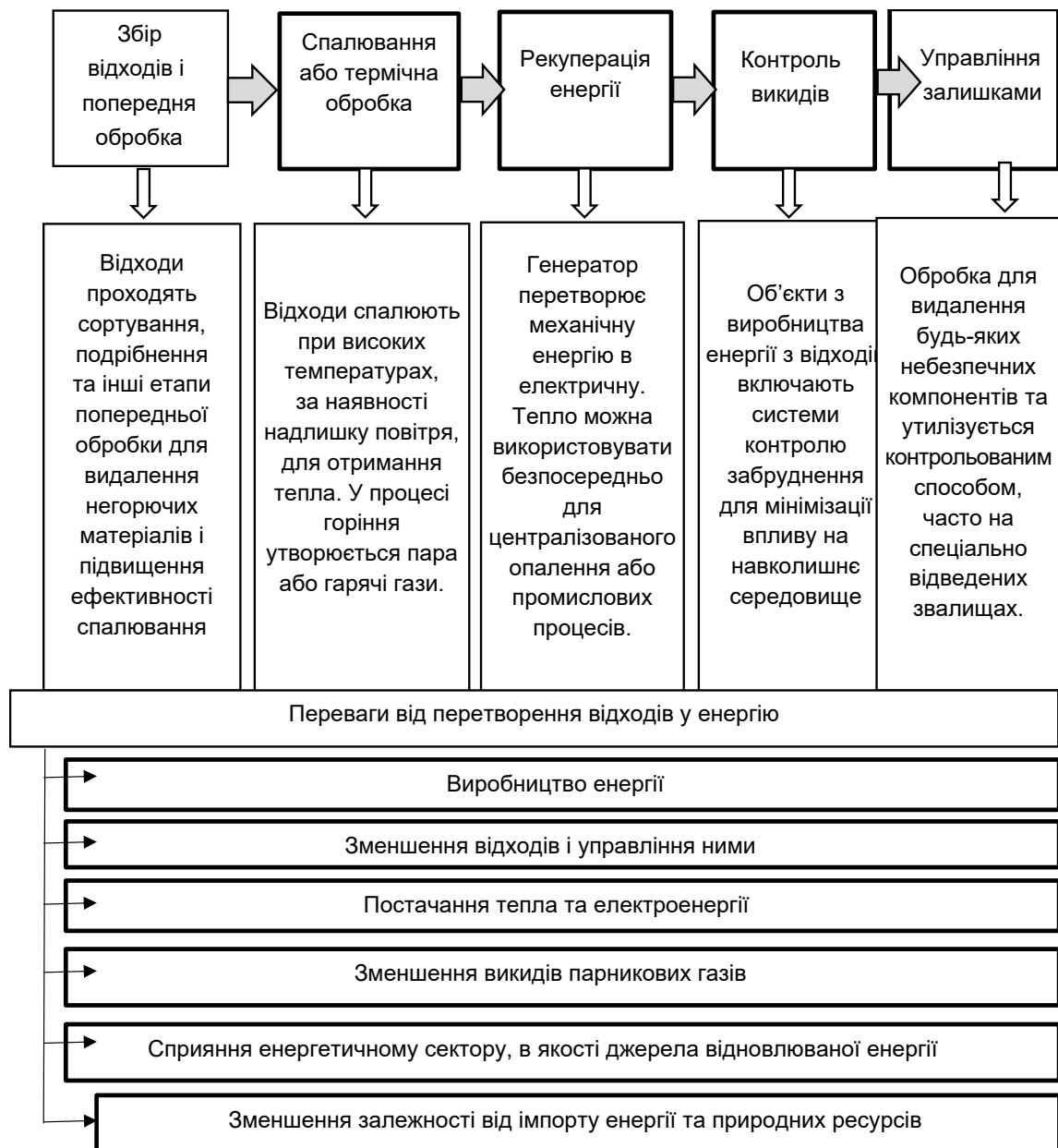


Рисунок 5 – Етапи, особливості та переваги перетворення відходів у енергію
Джерело: побудовано авторами на базі узагальнення наукових праць

1) Виробництво енергії: зменшує залежність від викопного палива, використовуючи відходи як джерело палива, тим самим сприяючи виробництву відновлюваної енергії.

2) Зменшення відходів і управління ними: це допомагає перенаправляти відходи зі сміттєзвалищ, зменшуючи обсяг відходів і пов'язані з цим екологічні проблеми, такі як викиди метану внаслідок розкладання відходів.

3) Постачання тепла та електроенергії: об'єкти, що переробляють відходи, можуть стати надійним джерелом тепла та електроенергії, сприяючи задоволенню місцевих енергетичних потреб і потенційно компенсуючи використання невідновлюваних джерел енергії.

4) Зменшення викидів парникових газів: уловлюючи викиди метану зі звалищ і замінюючи джерела енергії на основі викопного палива, перетворення відходів у енергію може допомогти зменшити викиди парникових газів і боротися зі зміною клімату.

гію може допомогти зменшити викиди парникових газів і боротися зі зміною клімату.

5) Перетворення відходів на енергію (WtE) є ключовим питанням системи управління відходами. З точки зору енергетичної системи, WtE сприяє розвитку низьковуглецевого суспільства. Ключова перевага WtE полягає в тому, що сприяє енергетичному сектору, будучи джерелом енергії. Цей метод є джерелом відновлюваної енергії, адже надає можливість зробити процес вуглицево-нейтральним обмеживши спалювання відходів, не отриманих з викопного палива. З точки зору наслідків для навколишнього середовища ця вуглицева нейтральність допомагає WtE перевершити захоронення в секторі поводження з відходами та виробництво енергії на основі вугілля чи нафти в енергетичному секторі.

6) WtE є стратегією управління відходами, який можна використовувати для задоволення зростаючих потреб у енергії та зменшення залежності від імпорту енергії та природних ресурсів, на додаток до зменшення кількості відходів для утилізації.

Енергія з відходів (WtE) є важливим елементом сталого ланцюга управління відходами. Це економічно та екологічно обґрунтований спосіб забезпечити відновлюване джерело енергії, зменшуючи відходи зі звалищ.

Список використаної літератури:

1. Scopus®. URL: <https://www.scopus.com>
2. Wikipedia. The free encyclopedia. Waste-to-energy (2023). URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Waste-to-energy>
3. Waste to Energy Overview. What is Waste-to-Energy? URL: <https://www.babcock.com/home/renewable/waste-to-energy/waste-to-energy-technology/>
4. Ishrat Mubeen, Alfons Buekens. (2019) Energy From Waste: Future Prospects Toward Sustainable Development. Current Developments in Biotechnology and Bioengineering. Waste Treatment Processes for Energy Generation, pp. 283–305. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780444640833000142>
5. Namrata Joshi. Waste-to-energy, 100% Renewables. URL: https://renewablesroadmap.iclei.org/wp-content/uploads/2021/11/Waste-to-Energy_Final-1.pdf
6. Tønnesen, A., Guillen-Royo, M., Cottis Hoff, S. (2023). The integration of nature conservation in land-use management practices in rural municipalities: A case study of four rural municipalities in Norway. *Journal of Rural Studies*, 101, 103066. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85164311580&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=e74172b881d1e02b59aafbbeb6e88156&sot=b&sdt=b&cluster=scosubtype%2C%22ar%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28Norway+AND+waste+to+energy%29&sl=46&sessionSearchId=e74172b881d1e02b59aafbbeb6e88156>
7. Kirikkaleli, D., Addai, K., Karmoh, J.S. (2023) Environmental innovation and environmental sustainability in a Nordic country: evidence from nonlinear approaches. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(31), pp. 76675–76686. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85160361014&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=e74172b881d1e02b59aafbbeb6e88156&sot=b&sdt=b&cluster=scosubtype%2C%22ar%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28Norway+AND+waste+to+energy%29&sl=46&sessionSearchId=e74172b881d1e02b59aafbbeb6e88156>
8. Becidan M., Wang L., Fossum M., Midtbust H.O., Stuen J., Bakken J.I., Evensen E. (2015), Norwegian waste-toenergy (wte) in 2030: challenges and opportunities, *Chemical Engineering Transactions*, 43, 2401–2406 DOI: 10.3303/CET1543401
9. Carine Lausset, Francesco Cherubini, Gabriel David Oreggioni, Gonzalo del Alamo Serrano, Michael Becidan, Xiangping Hu, Per Kr. Rørstad, Anders Hammer Strømman (2017). Norwegian Waste-to-Energy: Climate change, circular economy and carbon capture and storage. *Resources, Conservation and Recycling*. Vol. 126, pp. 50–61.
10. Energy & Environment. Statista Energy Installed capacity of municipal waste energy in Europe from 2010 to 2022, by country(in megawatts) URL: <https://www.statista.com/statistics/1122082/europe-waste-to-energy-capacity-by-country/>

References:

1. Scopus®. URL: <https://www.scopus.com>
2. Wikipedia. The free encyclopedia. Waste-to-energy (2023) URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Waste-to-energy>
3. Waste to Energy Overview. What is Waste-to-Energy? URL: <https://www.babcock.com/home/renewable/waste-to-energy/waste-to-energy-technology/>
4. Ishrat Mubeen, Alfons Buekens. (2019) Energy From Waste: Future Prospects Toward Sustainable Development. Current Developments in Biotechnology and Bioengineering. Waste Treatment Processes for Energy Generation, pp. 283–305. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780444640833000142>
5. Namrata Joshi. Waste-to-energy, 100% Renewables. URL: https://renewablesroadmap.iclei.org/wp-content/uploads/2021/11/Waste-to-Energy_Final-1.pdf
6. Tønnesen, A., Guillen-Royo, M., Cottis Hoff, S. (2023). The integration of nature conservation in land-use management practices in rural municipalities: A case study of four rural municipalities in Norway. *Journal of Rural Studies*, 101, 103066. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85164311580&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=e74172b881d1e02b59aafbbeb6e88156&sot=b&sdt=b&cluster=scosubtype%2C%22ar%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28Norway+AND+waste+to+energy%29&sl=46&sessionSearchId=e74172b881d1e02b59aafbbeb6e88156>
7. Kirikkaleli, D., Addai, K., Karmoh, J.S. (2023) Environmental innovation and environmental sustainability in a Nordic country: evidence from nonlinear approaches. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(31), pp. 76675–76686. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85160361014&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=e74172b881d1e02b59aafbbeb6e88156&sot=b&sdt=b&cluster=scosubtype%2C%22ar%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28Norway+AND+waste+to+energy%29&sl=46&sessionSearchId=e74172b881d1e02b59aafbbeb6e88156>
8. Becidan M., Wang L., Fossum M., Midtbust H.O., Stuen J., Bakken J.I., Evensen E. (2015), Norwegian waste-toenergy (wte) in 2030: challenges and opportunities, *Chemical Engineering Transactions*, 43, 2401–2406 DOI: 10.3303/CET1543401
9. Carine Lausset, Francesco Cherubini, Gabriel David Oreggioni, Gonzalo del Alamo Serrano, Michael Becidan, Xiangping Hu, Per Kr. Rørstad, Anders Hammer Strømman (2017). Norwegian Waste-to-Energy: Climate change, circular economy and carbon capture and storage. *Resources, Conservation and Recycling*. Vol. 126, pp. 50–61.
10. Energy & Environment. Statista Energy Installed capacity of municipal waste energy in Europe from 2010 to 2022, by country(in megawatts) URL: <https://www.statista.com/statistics/1122082/europe-waste-to-energy-capacity-by-country/>

Yuliia Matvieieva, Senior Lecturer at the Department of Management named after Oleg Balatskyi, Sumy State University

Anna Rosokhata, Senior Lecturer of the Department of Marketing, Sumy State University

Yevhen Kovalenko, Senior Lecturer of the Department of Economics, Entrepreneurship and Business Administration, Sumy State University

Oleksii Havrylenko, Doctoral Student, Sumy State University

ESSENTIAL-CONTENTIVE BASIS AND FEATURES OF THE MASTERY OF MODERN TECHNOLOGIES IN SECTION OF THE CONCEPT ENERGY TO WASTE

Abstract. *The article is devoted to the study of the essential and substantive foundations and features of the development of modern technologies in terms of the concept of "energy from waste". The article's purpose is the development of the theoretical and methodological foundations of modern technology development in terms of the concept of "energy from waste". The foreign experience in the context of effective system formation for waste transformation into energy was studied. The main approaches to determining the essence of the concept of waste to energy (WtE) were considered. The practical significance of the research results is that during the research of the essential and substantive bases, a bibliometric analysis was performed using such software tools as VOSviewer, Web of Science, Scopus Tools Analysis, and Google Trends. Technologies that help to convert waste into energy are identified. Based on the analysis of scientific and literary sources, the main stages, features, and advantages of converting waste into energy are established.*

Key words: *waste to energy (WtE), waste management, solid waste (SW), renewable energy, waste incineration, sustainable development.*

Дата надходження до редакції: 16.07.2023 р.