

Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Навчально-науковий інститут цивільного захисту
Кафедра екологічної безпеки

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедри екологічної безпеки,
д. с.-г. н., професор
_____ Андрій КУЗИК
« ___ » _____ 2024 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: Екологічна діяльність міської станції компостування відходів
(на прикладі міста Львова)

Виконала:
здобувачка 4 курсу групи ЕК41з
спеціальності 101 Екологія Качмарська С.В.
Керівник: Ст. викладач кафедри екологічної
безпеки, к.геогр.н. Думас І.З
Рецензент: к.с-г.н., доцент Шукель І.В.

Львів – 2024

Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Навчально-науковий інститут цивільного захисту
Кафедра екологічної безпеки

Освітній ступінь бакалавр
Спеціальність 101 Екологія
Освітня програма «Екологія та охорона навколишнього природного середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
екологічної безпеки
д.с-г.н., професор

_____ Андрій КУЗИК
«__» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу

Здобувачі Качмарській Соломії Валеріївні

1. Тема «Екологічна діяльність міської станції компостування відходів (на прикладі міста Львова)»

керівник роботи: Думас Ірина Зіновіївна, к.геогр.н.

затвержені наказом ЛДУ БЖД від «13» лютого 2024 року № НС-21/90

2. Термін подання здобувачем роботи: «03» червня 2024 року

3. Початкові дані до роботи:

3.1. Савуляк В.І., Березюк О.В. Технічне забезпечення збирання, перевезення та підготовки до переробки твердих побутових відходів : монографія. Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. 218 с.

3.2. Управління та поводження з відходами : підручник / Т.П. Шаніна та ін. Одеса : Одеський державний екологічний університет, 2016. 270 с.

3.3. Радовенчик В.М., Гомеля М.Д. Тверді відходи: збір, переробка, складування : навчальний посібник. Київ : Кондор, 2010. 552 с.

4. Зміст дипломної роботи: Аналіз сучасного стану поводження з біовідходами в Україні, функціонування станції компостування органічних відходів у місті Львів, перспективи та рекомендації щодо поводження з органічними відходами у місті Львів.

5. Перелік графічного матеріалу: презентація Microsoft Power Point.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 4. Перспективи та рекомендації щодо поводження з органічними відходами у місті Львів	к.т.н., доцент Босак П.В., доцент кафедри екологічної безпеки		

7. Дата видачі завдання: «14» лютого 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розділ 1. Аналіз сучасного стану поводження з біовідходами в Україні	05.02.24- 23.02.24	виконано
2.	Розділ 2. Характеристика існуючих методів переробки органічної фракції твердих побутових відходів	26.02.24- 08.03.24	виконано
3.	Розділ 3. Станція компостування органічних відходів у місті Львів	11.03.24- 19.04.24	виконано
4.	Розділ 4. Перспективи та рекомендації щодо поводження з органічними відходами у місті Львів	22.04.24- 24.05.24	виконано
5.	Підготовка презентації та доповіді	27.05.24- 05.06.24	виконано

Здобувач _____

Соломія КАЧМАРСЬКА

Керівник роботи _____

Ірина ДУМАС

АНОТАЦІЯ

Качмарська С.В. “ Екологічна діяльність міської станції компостування відходів (на прикладі міста Львова)”. Кваліфікаційна робота бакалавра за спеціальністю 101 Екологія. ЛДУ БЖД. Львів. 2024. Складається з текстової частини, що містить 4 розділи, 58 сторінок, 12 рисунків, 1 таблиця, 52 літературних джерела.

Об’єктом дослідження є станція компостування органічних відходів міста Львова.

Мета – аналіз екологічних аспектів діяльності станції компостування органічних відходів міста Львова.

У роботі аналізується сучасний стан поводження з органічними відходами в Україні, описується склад, характеристики та вплив на довкілля біовідходів у складі побутових відходів. Аналізується основні методи переробки органічної фракції твердих побутових відходів. Основна увага приділяється аналізу функціонування станції компостування органічних відходів у місті Львів. У роботі описано особливості роботи станції компостування, технологію переробки органічної речовини та вплив станції на навколишнє середовище. У підсумковій частині роботи аналізуються перспективи щодо поводження з органічними відходами у місті Львів, зокрема про перехід міста на систему «Нуль відходів». Дипломна робота містить аналіз та висновки, які сприятимуть подальшому розвитку оптимального поводження з органічними відходами.

КОМПОСТУВАННЯ, СТАНЦІЯ КОМПОСТУВАННЯ, ОРГАНІЧНІ ВІДХОДИ, УТИЛІЗАЦІЯ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПОВОДЖЕННЯ З БІОВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ.....	9
1.1. Аналіз поводження з твердими побутовими відходами в Україні.....	9
1.2. Склад, характеристики, вплив на довкілля біовідходів у складі побутових відходів.....	11
1.3. Управління біовідходами у складі твердих побутових відходів.....	14
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ПЕРЕРОБКИ ОРГАНІЧНОЇ ФРАКЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ.....	20
2.1. Визначення поняття компостування.....	20
2.2. Технології утилізації біовідходів у складі побутових відходів.....	21
2.3. Застосування компосту.....	24
РОЗДІЛ 3 СТАНЦІЯ КОМПОСТУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ У МІСТІ ЛЬВІВ.....	27
3.1. Організація та поводження з органічними відходами у м Львові.....	27
3.2. Особливості роботи станції компостування органічних відходів міста Львова.....	33
3.3. Технологія переробки органічної речовини ТПВ на станції компостування в м. Львові.....	34
3.4. Вплив станції компостування органічних відходів на навколишнє середовище.....	38
РОЗДІЛ 4 ПЕРСПЕКТИВИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПОВОДЖЕННЯ З ОРГАНІЧНИМИ ВІДХОДАМИ У МІСТІ ЛЬВІВ.....	41
4.1. Перспективи переходу міста Львів до системи «Нуль відходів».....	41
4.2. Рекультивация Грибовицького сміттєзвалища.....	42
4.3. Механіко-біологічний комплекс перевантаження і переробки твердих побутових відходів.....	43
4.4. Львівська міська станція компостування.....	46
4.5. Перспективи розвитку сфери поводження з ТПВ в Україні.....	47
ВИСНОВКИ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	53

ВСТУП

Актуальність теми. Розвиток людської цивілізації супроводжується безпосереднім впливом на навколишнє середовище. Люди щодня продукують досить велику кількість відходів. І постає очевидна проблема правильного поводження, утилізації чи переробки відходів.

Ситуація у сфері поводження з відходами характеризується прогресуючим накопиченням їх з року в рік. Діяльність численних промислових підприємств в Україні призвела до накопичення близько 30 млрд. т промислових відходів на площі понад 160 тис. гектарів. Ситуація, що склалася в сфері поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) на сьогоднішній день є однією з найгостріших проблем в усіх країнах світу, зокрема і в Україні. Вона характеризується високими питомими обсягами утворення ТПВ і їх накопичення в довкіллі.

В Україні щорічно утворюється близько 12-14 млн. тон сміття, з якого в середньому лише 4 % надходить в повторну переробку [1]. Зібрані тверді побутові відходи накопичуються і зберігаються на переповнених сміттєвих звалищах і полігонах загальною кількістю 6,1 тисяч та площею понад 9,1 тис. га. За оцінками експертів щороку через відсутність системи вторинної переробки відходів Україна втрачає близько 808 тисяч тон паперу та картону, 1100 тисяч тон полімерів, 1134 тисяч тонн скла, 82 тисяч тонн заліза та 27 тисяч тонн кольорових металів, 236 тисяч тонн текстилю, 82 тисяч тонн деревини, 2614 тисяч тонн органічних відходів. Ці ресурси можуть бути використані для задоволення потреб людей без руйнування чи забруднення навколишнього середовища [2].

Система поводження з ТПВ в Україні є досить застарілою та не адаптованою до сучасності. Звалища та полігони ТПВ займають великі площі земельних ділянок, вони виділяють парникові гази й забруднюючі речовини, які потрапляють в атмосферу, гідросферу, у поверхневі шари ґрунту, ґрунтові води, надра. Відсутність роздільного збирання та утилізації відходів, що містять токсичні компоненти, підвищує ризик забруднення довкілля небезпечними

речовинами. Усе це негативно впливає на екосистеми, сільськогосподарську продукцію, а також знижує якість життя в розташованих поблизу житлових районах, призводить до підвищення захворюваності населення [3].

Екологічно-обґрунтоване поводження з ТПВ впливатиме позитивно на довкілля (клімат, екосистеми), а також здоров'я людей. І першим етапом у цьому є правильне (роздільне) збирання ТПВ населених пунктах, з метою їх подальшої утилізації.

Останнім часом спостерігається певний прогрес у цій сфері. Уряд України та місцеві органи влади активно працюють над вдосконаленням законодавства у сфері управління відходами, створенням нових сміттєзвалищ, а також підтримкою ініціатив з впровадження сучасних технологій переробки сміття. До того ж, з'являються та активно розвиваються різноманітні проекти та ініціативи з вторинної переробки сміття. Це може бути створення сміттесортувальних ліній, використання біологічних технологій для компостування органічних відходів, а також інші інноваційні підходи до переробки інших корисних відходів.

В Україні діють 17 підприємств з переробки макулатури, 39 – з переробки полімерів, 19 – з переробки пластикових пляшок, 16 – з переробки склобою, 44 компанії з переробки металу [1].

Проблемним питанням залишається переробка органічної складової твердих побутових відходів, оскільки потрапляючи в навколишнє середовище, вони швидко піддаються природним процесам біодеградації та несприятливо впливають на довкілля (неприємний запах, забруднення ґрунтів і поверхневих вод, підвищення ризику поширення збудників захворювань інше.)

Органічні відходи варто розглядати як цінний ресурс, який можна перетворити на товарну продукцію, що забезпечує додатковий прибуток підприємству та створює нові робочі місця.

Мета роботи – визначити та проаналізувати основні екологічні аспекти діяльності станції компостування органічних відходів міста Львова

Завдання роботи:

1. провести аналіз сучасного стану поводження з побутовими відходами, зокрема з органічними відходами у складі побутових відходів;
2. проаналізувати існуючу ситуацію у сфері управління біовідходами;
3. охарактеризувати основні способи компостування органічних відходів;
4. проаналізувати основні екологічні аспекти діяльності станції компостування органічних відходів;
4. розробити рекомендації щодо оптимізації утилізації біовідходів.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СИТУАЦІЇ ЩОДО ПОВОДЖЕННЯ З БІОВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ

1.1 Аналіз поводження з твердими побутовими відходами в Україні

Щороку в Україні утворюється 12-14 млн т твердих побутових відходів (ТПВ). Річна кількість відходів на душу населення становить близько 300 кг і постійно зростає. Збільшення показників утворення відходів пов'язане з підвищенням рівня життя. За показниками вторинної переробки сміття, сортування та утилізації наша держава займає одне із останніх місць в Європі. За різними даними, рівень переробки ТПВ в Україні коливається від 3 до 8 %, тоді як для країн Європейського Союзу він коливається від 45 до 60%. Більше 90 % ТПВ в Україні потрапляє на полігони та несанкціоновані звалища. Згідно з офіційними розрахунками, 10 000 га землі зайнято близько 6 700 полігонами та звалищами, хоча неофіційні показники можуть бути навіть ще вищими. Проте, за оцінками Міністерства розвитку громад та територій України, існує потреба щонайменше у 626 нових полігонах твердих відходів [3, 4].

Частково відходи вивозяться на заміські полігони, призначені для їх захоронення, частково потрапляють у місця неорганізованого зберігання (близько 10%), а ще близько 6% просто осідає на території міста і промислових підприємств. ТПВ сучасного міста представляють собою не тільки епідеміологічну, але й серйозну токсикологічну проблему, тому що вже на стадії збору близько 4% відходів є токсичними. Особливе місце серед ТПВ займають ртутні лампи, оскільки кожна з них містить від 80 до 120 мг ртуті. Серйозну проблему становлять також пластмаси і синтетичні матеріали, оскільки вони не піддаються процесам біологічного руйнування і можуть тривалий час (десятки років) перебувати в навколишньому середовищі [5]. До складу ТПВ також входять наступні компоненти: папір, картон, харчові відходи, дерево, метал чорний, метал кольоровий, текстиль, кістки, скло, шкіра, гума, взуття, каміння, фаянс, пластмаса (у тому числі, ПЕТ пляшки), малі

предмети (< 15 мм), великогабаритні відходи, будівельні відходи, небезпечні відходи.

В Україні частка органічних відходів у загальному обсязі побутових відходів є найбільшою і становить понад 40%, з них лише 0,01% усіх перевезених відходів потрапляє на компостування. Така тенденція є негативною, оскільки саме органічні відходи, які потрапляють на звалище, чинять суттєвий негативний вплив на довкілля, а також забруднюють інші компоненти, ускладнюючи їх відбір із загальної маси відходів [6].

Ще однією важливою проблемою є організоване та контрольоване вивезення відходів, так лише 78 % населення України вивозять сміття на санкціоновані звалища, інша частина населення утворене сміття вивозить на стихійні сміттєзвалища. За деякими джерелами існує понад 26 тисяч стихійних звалищ-смітників загальною площею біля 0,75 тис. га. За вказаний період лише близько 6 % ТПВ утилізовано, причому з них спалено 2 %.

Величезні обсяги складованих відходів на сміттєзвалищах є прямим чинником забруднення компонентів довкілля – ґрунту, поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря. Ускладнює ситуацію факт, що ця екологічна проблема дуже повільно вирішується, а кількість відходів постійно збільшується, тому й ситуація буде надалі погіршуватись [7, 8].

Досить часто в Україні сміттеві полігони використовуються понаднормово, коли час їхньої експлуатації вже давно минув. Таке ставлення неодноразово призводить до негативних наслідків, зокрема як пожежа та обвал на Грибовицькому сміттєзвалищі в 2016 році [9, 10]. Тому актуальним є питання аналізу сучасних методів утилізації ТПВ та перспективність їх застосування в населених пунктах.

Утилізація ТПВ – це процес їх розкладання під дією температури, хімічних, біологічних або механічних факторів, в результаті чого відбувається перетворення відходів в звичайний для використання вигляд: тепло (газ), добрива, рідке паливо (спирти) та ін.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі проаналізовано сучасний стан поводження з органічними відходами в Україні та, зокрема, у Львові. На сьогодні маємо низку важливих проблем у поводженні з відходами: лише 78 % населення України вивозять сміття на санкціоновані звалища, інша частина населення утворене сміття вивозить на стихійні сміттєзвалища; рівень переробки твердих побутових відходів у Україні коливається від 3 до 8 %, що є одним з найнижчих показників у Європі; низький рівень сортування відходів серед населення, особливо це стосується органічних відходів, адже їхня частка є найбільшою у загальному обсязі сміття (понад 40 %). І саме органічні відходи, які потрапляють на звалище, чинять суттєвий негативний вплив на довкілля, а також забруднюють інші компоненти, ускладнюючи їх відбір із загальної маси відходів.

Обґрунтовано, що найбільш простим способом знешкодження і переробки органічних побутових відходів є компостування. Це аеробний біологічний процес із виділенням тепла під впливом термофільних мікроорганізмів, які окислюють органічну речовину.

Низка угод та директив зобов'язує Україну до більш свідомого управління біовідходами у складі побутових відходів. Стратегія поведінки з органічними відходами передбачає повторну переробку відходів, компостування, утворення біогазу або ж відновлення матеріалів/енергії.

У роботі детально проаналізовано поняття компостування, його значення та технології утилізації біовідходів у складі побутових відходів. Компост має широке застосування: використовувати його можна як добриво, у сільському господарстві, у лісовому господарстві, у зеленому будівництві, для рекультивації земель, як паливо з попереднім брикетуванням тощо.

У роботі також проаналізовано особливості організації та поводження з органічними відходами у місті Львові. Розробкою та впровадженням сучасної системи управління відходами у Львові займається комунальне підприємство «Зелене Місто». Основними напрямками роботи підприємства «Зелене місто»

на сьогодні є: будівництво механіко-біологічного комплексу з переробки твердих побутових відходів, рекультивація Грибовицького сміттєзвалища та розвиток міської станції компостування органічних відходів.

Міська станція компостування органічних відходів почала працювати у 2020 році і є першою в Україні станцією такого типу. Міська станція компостування переробляє роздільно зібрані органічні відходи, що поступають від мешканців та суб'єктів господарювання міста та прилеглих територіальних громад. Результатом перероблення органічних відходів є сировина органічного походження (органічна підживка), яку може придбати кожен. Органічні відходи на станцію компостування надходять як від мешканців, так і від закладів та комунальних підприємств.

Проаналізовано основні етапи компостування органічних відходів на міській станції компостування, а саме: знезараження у спеціальних контейнерах, що триває 72 години, вивантаження органічних відходів і їх дозрівання у великих буртах (триває від 3 до 5 місяців), та стадія просіювання готового компосту через спеціальне сито для відокремлення грубої фракції. Неорганічне сміття відправляють на полігон.

Дослідження вказує на те, що токсикологічні характеристики компосту є значно меншими від прийнятих значень показників для добрив (український стандарт), а тому компост з органічної речовини міських ТПВ може використовуватись як добриво у сільському господарстві.

Компостувальна станція не зумовлює негативного екологічного впливу ні ґрунту, ні підземним водам, ні населенню. Процес компостування реалізується на спеціальному майданчику, який передбачає наявність наступних зон: зона компостування (дозрівання сировини у буртах), яка облаштована твердим удосконаленим покриттям та каналізаційною мережею збору поверхневих дощових і талих стічних вод.

Місто Львів у вересні 2020 року доєднався до проєкту «Перехід до «нуль відходів» у рамках програми «Zero Waste Cities», підписавши Меморандум між

Львівською міською радою та «Zero waste Europe». Програма надає європейську платформу знань щодо впровадження сучасних практик у сфері управління відходами. До системи комплексного плану вирішення проблем з відходами у місті належать: рекультивація Грибовицького сміттєзвалища, будівництво та впровадження в експлуатацію механіко-біологічного комплексу перевантаження і переробки твердих побутових відходів та розширення функціонування міської станції компостування органічних відходів.

Основними напрямками вдосконалення та розвитку сфери поводження з ТПВ в Україні є такі: удосконалення економічного механізму управління ТПВ, що передбачає впровадження принципу «забруднювач – сплачує»; упровадження у сферу поводження з відходами різних типів державно-приватного партнерства, а також інформаційне забезпечення усіх процесів поводження з ТПВ та екологічна освіта населення

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Переробка сміття в Україні: обладнання для екологічної безпеки держави. <https://konsort.com.ua/pererobka-smittyja-v-ukrayini/>
2. Вамболь В.В. Ідентифікація джерел формування екологічної небезпеки в місцях несанкціонованого нагромадження відходів. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. 2016. № 1(96). С. 122-128.
3. Матвеев Ю.Б., Пухнюк А. Ю. Полігони побутових відходів: ситуація та перспективи. Тверді побутові відходи. 2013. № 6. С. 37-42.
4. Кірейцева Г.В. Аналіз ситуації щодо поводження з твердими побутовими відходами в Україні // Кірейцева Г.В., Орловська А.В., Товкач Є.Ф.- Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”, 12 листопада 2020 року. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2020. – 200 с. – С. 68.
5. Дослідження впливу полігонів ТПВ на навколишнє середовище https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/25370/1/poligony_TPV_Kalashnyk.pdf
6. Климчик О.М., Горобець О.В. «Сфера поводження з твердими побутовими відходами в Україні: проблеми та перспективи,» Publishing House “Baltija Publishing”, с. 18-36, 2021. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-086-5-15>.
7. Сталінська І.В. Особливості екологічної безпеки у системі «тверді побутові відходи – навколишнє середовище – здоров'я людини». Науковий вісник НЛТУ України. 2016. Вип. 26(7). С. 238-244.
8. Шевченко О.А., Деркачов Е. А. Еколого-гігієнічна оцінка ступеня небезпеки території муніципальних звалищ та заходи щодо їх оздоровлення. 57 Проблеми збору, переробки та утилізації відходів: зб. наук. статей IV міжнар. наук.-практ. конференції. Одеса, 2002. С. 224-227.
9. Інформація, щодо ліквідації загорання на Грибовицькому сміттєзвалищі, <https://lv.dsns.gov.ua/news/nadzvicaini-podiyi/5642>.

10. Босак П.В., Попович В.В., Попович Н.П. Моніторинг надзвичайних ситуацій Львівської області, пов'язаних із пожежами на об'єктах із складуванням відходів. Науковий вісник Цивільний захист та пожежна безпека. 2 (10). 2020. 32-38 <https://doi.org/10.33269/nvcz.2020.2.32-38>

11. Постанова від 31 серпня 1998 р. N 1360 (Із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ N 1518 (1518-2002-п) від 11.10.2002)//Про затвердження Порядку ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів - 2002.

12. Душкін С.С, Дегтяр М.В. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія утилізації твердих побутових відходів» Харк. нац. акад. міськ. госп-ва Х: ХНАМГ, 2011.- 86 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу:<https://studfile.net/preview/5591794/>

13. Управління відходами в Україні – [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

http://ekosphaera.org/wpcontent/uploads/2018/02/Ukraine_Newsletter_01_ukr.pdf

14. Сафранов Т.А., Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Приходько В.Ю. Класифікація твердих муніципальних відходів – передумова формування ефективної системи поводження з їх потоками. Вісник Одеського державного екологічного університету. 2014. №18. С. 32-37.

15. Тверді побутові відходи в Україні: потенціал розвитку. Сценарії розвитку галузі поводження з твердими побутовими відходами. Підсумковий звіт. IFC, 2015. 110 с.

16. Компостування органічних відходів <http://zelenemisto.info/projects/kompostuvannya-organichnyh-vidhodiv/>

17. Управління відходами в Україні [Електр. ресурс]. Режим доступу: http://ekosphaera.org/wpcontent/uploads/2018/02/Ukraine_Newsletter_01_ukr.pdf

18. Касімов А.М., Семенов В.Т., Александров А.Н., Коваленко А.М. Тверді побутові відходи. Проблеми і вирішення. Технології, устаткування: навч. посібн. Харків: ХНАМГ, 2006. 301 с.

19. Попович В.В. Пожежна небезпека стихійних сміттєзвалищ та полігонів твердих побутових відходів. Збірник наукових праць ЛДУ БЖД. Пожежна безпека. №21, 2012. С. 140-147

20. Тимошенко С.А., Дудар Т.В. Аналіз впливу на довкілля паперових відходів Києва та Львова та технологій їх утилізації із використанням методу оцінки життєвого циклу. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. 2013. № 1(78). С. 104-108.

21. Горобець О.В., Галіцький В.А. Перспективні напрями утилізації органічних відходів. Наука. Молодь. Екологія – 2016: зб. матеріалів XII Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених (27 травня 2016 р., Житомир) ЖНАЕУ, 2016. С. 97-102.

22. Джигирей В.С. «Екологія та охорона навколишнього природного середовища» / В.С. Джигирей: Т-во «Знання», 2007.–286 с.

23. Скідан В. В. Виробництво біопалива в Україні: Проблеми та перспективи. [Електронний ресурс] / В. В. Скідан // Київський національний університет технологій та дизайну. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/14034/1/NRMSE2019_V2_P540-541.pdf

24. Качинський А. Механізми покращення навколишнього середовища //Україна - НАТО, 2004. - № 2.

25. Радовенчик В.М., Гомеля М.Д. Тверді відходи: збір, переробка, складування : навчальний посібник. Київ : Кондор, 2010. 552 с.

26. Звіт про стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2022 рік, Додаток 1
<https://mtu.gov.ua/files/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D1%96%D0%BB%201%20%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%96.pdf>

27. Проблеми державного регулювання у сфері поводження з відходами та шляхи їх вирішення – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/1386/>.

28. Директива 2008/98/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 19 листопада 2008 року про відходи та скасування певних Директив. – Режим доступу до ресурсу: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>

29. Національна стратегія поводження з твердими побутовими відходами в Україні / Звіт про існуючу ситуацію в секторі та стратегічні питання. Державний комітет України з питань житлово-комунального господарства Квітень 2004.– 220 с.

30. Закон «Про відходи» – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-вр>

31. Управління відходами в Україні – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ekosphaera.org/wpcontent/uploads/2018/02/Ukraine_Newsletter_01_ukr.pdf

32. Проблеми державного регулювання у сфері поводження з відходами та шляхи їх вирішення – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/1386/>.

33. Полігони твердих побутових відходів [Електронний ресурс]. – 2005. – http://media.voog.com/0000/0036/1658/files/ДБН_В.2.4_2-2005.pdf.

34. A. Naug, Auger recombination with traps in quantum-well semiconductors, *Applied Physics A Solids and Surfaces*, 10.1007/BF00331406, 56, 6, (567- 569), 1993.

35. Бузіна І.М., Рябченко В.С. Переробка органічної складової твердих побутових відходів шляхом компостування. Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика (20 листопада 2020 р.). С. 29-30.

36. Шацький В.В., Поволоцький А.А. Основні вимоги до процесу та біотехнічної системи компостування органічної сировини. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2015. Т. 157. С. 140-146.

37. Гаценко М.В. Компостування органічної речовини. Мікробіологічні аспекти. Сільськогосподарська мікробіологія. 2014. Т. 19. № 1. С. 11-20.

38. Швед О.В. Екологічна біотехнологія: Навч. посібник: у 2 кн. Кн. 1 / О.В. Швед, О.Б. Миколів, О.З. Комаровська-Порохнявець, В.П. Новіков. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010. – 424 с.

39. Горобець О.В., Галіцький В.А. Перспективні напрями утилізації органічних відходів. Наука. Молодь. Екологія – 2016: зб. матеріалів XII Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених (27 травня 2016 р., Житомир) ЖНАЕУ, 2016. С. 97-102.,

40. СОУ ЖКГ 03.09-014:2010 «Побутові відходи. Технологія перероблення органічної речовини, що є у складі побутових відходів». Видання офіційне, Київ, 2010. 39 с.

41. Схема санітарного очищення населених пунктів Львівської територіальної громади https://zelenemisto.info/wp-content/uploads/2023/11/shema_sanitarnogo_ochyshhennya_lvivska_mtg_1.pdf

42. Статут ЛКП «Зелене місто» 2023. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zelenemisto.info/wp-content/uploads/2023/06/statut-berezen-2023-roku.pdf>

43. Компостувальна станція Львова. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowastelviv.org.ua/lviv-compost-station/>

44. Показники стану якості повітря в санітарній зоні очисних споруд ЛМКП «Львівводоканал». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://emonitor-aqua.com/widget?id_group=18&type=chart&datestype=dateiso

45. Компостування органічних відходів: у Львові вперше перейшли від слів до діла. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/kompostuvannya-organichnyh-vidhodiv-u-lvovi-vpershe-pereyshly-vid-sliv-do-dila>

46. Львів – перше місто поза межами Європейського Союзу, яке приєдналось до проекту «Місто Нуль Відходів». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowastelviv.org.ua/>

47. Технічна рекультивация Грибовицького сміттєзвалища: що зроблено. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://city-adm.lviv.ua/news/city/housing-and-utilities/288846-tekhnichna-rekultyvatsiia-hrybovytskoho-smittiezvalyshcha-shcho-zrobleno>

48. Механіко-біологічний комплекс з перевантаження та переробки твердих побутових відходів (львівський сміттєпереробний завод) на вул. Пластовій, м. Львів. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://comfortbud.ua/uk/project/mehaniko-biologichnyj-kompleks-z-perevantazhennya-ta-pererobky-tverdyh-pobutovyh-vidhodiv-lvivskiy-smittyepererobnyj-zavod-na-vul-plastovij-m-lviv/>

49. Львів – перше місто поза межами Європейського Союзу, яке приєдналось до проекту «Місто Нуль Відходів». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowastelviv.org.ua/>

50. Popovych V., Bosak P., Dumas I., Kopystynskiy Yu., Pinder V. 2023. Ecological successions of phytocenoses in the process of formation of the phytomeliorative cover of landfills. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 1269 012011. <https://doi:10.1088/1755-1315/1269/1/012011>

52. Skyba T., Popovych V., Dominik A., Rudenko D., Bosak, P. 2020. Dose rate of the landfills of north-west podillya (Ukraine). 20th International Multidisciplinary Scientific Geoconference: Ecology, Economics, Education and Legislation, SGEM 2020 5.1, 259–266. <https://doi.org/10.5593/sgem2020/5.1/s20.033>