

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  
\_\_\_\_\_ Андрій КУЗИК  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 року

## **ДИПЛОМНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

на тему:  
«Вплив сміттєзвалища у с. Страхолісся Вишгородського району Київської  
області на стан ґрунтів прилеглих територій»

Виконав:  
здобувач 4 курсу, групи ЕК-41  
спеціальності 101 «Екологія»  
Мальченко І.О.  
Керівник:  
викладач Король К.А.  
Рецензент:  
д.с.-г.н., професор Кучерявий В.П.

Львів – 2023 року

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»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
екологічної безпеки  
\_\_\_\_\_ Андрій КУЗИК  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

### ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу  
Здобувачу \_\_\_\_\_ Мальченко Ірині Олегівні  
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема «Вплив сміттєзвалища у с. Страхолісся Вишгородського району Київської області на стан ґрунтів прилеглих територій»

керівник роботи: \_\_\_\_\_ Король Катерина Анатоліївна  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЛДУ БЖД від «07» лютого 2023 року № 74 од

2. Термін подання слухачем роботи: «27» березня 2023 р.

3. Початкові дані до роботи:

3.1. Попович В. В. Полігони твердих побутових відходів у вироблених кар'єрах, ярах, траншеях і особливості їх фітомеліорації. Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. Львів : РВВ НЛТУ України. 2012. Вип. 22.11. С. 119-128.

3.2. Тверді побутові відходи в Україні: Потенціал розвитку. Сценарії розвитку галузі поводження з твердими побутовими відходами.

3.3. Попович В.В., Король К.А., Мотрич С.І. Чинники впливу Броницького сміттєзвалища Львівської області на регіональну екологічну безпеку - Київ: Екологічні науки, 1 (28) 2020. – 378с.

3.4. Chemical Content of Landfill Neoreliefs in the Territory of the Subcarpathia Forestry District of Ukraine. KA Korol, VV Popovych, VF Pinder, TI Shuplat, PV Bosak Journal of Ecological Engineering 2022, 23 (12), 233-253

4. Зміст дипломної роботи (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ.

Розділ 1. Загальна характеристика відходів.

Розділ 2. Характеристика досліджуваної території.

Розділ 3. Методика дослідження.

Розділ 4. Запропоновані методи покращення стану субстратів на досліджуваній території.

Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу: схеми, рисунки, мультимедійна презентація.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 4.	Шуплат Т.І., викладач кафедри екологічної безпеки, к. с.-г. н.		

7. Дата видачі завдання: «10» лютого 2023 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ.		виконано
2.	Розділ 1. Загальна характеристика відходів.		виконано
3.	Розділ 2. Характеристика досліджуваної території.		виконано
4.	Розділ 3. Методика дослідження.		виконано
5.	Розділ 4. Покращення стану субстратів		виконано
6.	Підготовка презентації.		виконано

Здобувач

\_\_\_\_\_ (підпис)

Ірина МАЛЬЧЕНКО

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Катерина КОРОЛЬ

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Мальченко І.О. «Вплив сміттєзвалища у с. Страхолісся Вишгородського району Київської області на стан ґрунтів прилеглих територій». Дипломна робота за напрямом підготовки 101 Екологія, складається з текстової частини, що містить 4 розділи, 50 с., 15 рис., 3 табл., 47 джерел, 2 додаток.

Об'єкт – полігон твердих побутових відходів у селі Страхолісся Вишгородського району Київської області.

Мета роботи – оцінка впливу сміттєзвалища на стан довкілля та розробка шляхів щодо покращення екологічного стану довкілля у зоні його впливу.

Методи дослідження – методи локального екологічного моніторингу.

Охарактеризовано вплив твердих побутових відходів на довкілля та проаналізовано загальні властивості відходів. Ознайомлено з особливостями захоронення твердих побутових відходів в Україні. Розглянуто вплив полігону твердих побутових відходів у селі Страхолісся Вишгородського району Київської області на довкілля.

**ПОЛІГОН У СЕЛІ СТРАХОЛІССЯ ВИШГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ, ТВЕРДІ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ, ВПЛИВ, ДОВКІЛЛЯ, ЗАХОРОНЕННЯ, РЕКУЛЬТИВАЦІЯ.**

## **ЗМІСТ**

Перелік умовних позначень та скорочень	6
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВІДХОДІВ	9
1.1 Класифікація відходів	9
1.2 Поводження з відходами	11
1.3 Морфологічний склад відходів	12
1.4 Стан відходів в Україні	16
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ	20
2.1 Характеристика району	20
2.2 Характеристика полігону	23
2.3 Особливості накопичення та зберігання ТПВ на території	25
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ	27
3.1 Радіаційний стан території	27
3.2 Біоіндикаційні дослідження	31
РОЗДІЛ 4. ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ СУБСТРАТІВ	38
ВИСНОВКИ	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	46
ДОДАТКИ	50

## Перелік умовних позначень та скорочень

У дипломній роботі наведені нижче терміни вживаються у такому значенні:

ТПВ – тверді побутові відходи;

ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я;

НПС – навколишнє природне середовище;

ГДК – гранично допустима концентрація;

ВВП – валовий внутрішній продукт;

## ВСТУП

Щороку в Україні утворюється 11–13 млн тон твердих побутових відходів (ТПВ). Річна кількість відходів на душу населення становить близько 300 кг, при цьому спостерігається суттєва різниця в показниках утворення відходів між міською та сільською місцевостями. Збільшення показників утворення відходів пов'язане з підвищенням рівня життя, враховуючи співвідношення між динамікою ВВП на душу населення та рівнями питомого утворення відходів.

Система поводження з ТПВ в Україні є досить застарілою та не адаптованою до сучасності. Заходи щодо врегулювання цієї проблеми загалом на різних рівнях бажаного результату не приносять, і всі критичні питання щодо ТПВ залишаються відкритими.

Звалища та полігони ТПВ займають великі площі земельних ділянок, вони виділяють парникові гази й забруднюючі речовини, які потрапляють в атмосферу, гідросферу, у поверхневі шари субстрату, 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.

За різними даними, рівень переробки ТПВ в Україні коливається від 3 до 8%, тоді як для країн Європейського Союзу він складає до 60% ТПВ [1]. При цьому більше 90% ТПВ спрямовується 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 318 нових полігонах твердих відходів. Найбільша потреба у будівництві нових полігонів у Дніпропетровській області – 42 одиниці. [2]

Окрім того, що такі полігони займають земельні ділянки, вони виділяють парникові гази й забруднювальні речовини, які потрапляють в атмосферу,

поверхневі шари ґрунту, ґрунтові води та надра. Відсутність роздільного збирання та утилізації відходів, що містять токсичні компоненти, підвищує ризик забруднення навколишнього середовища небезпечними речовинами.

Площі сміттєзвалищ в Україні займають більшу територію, ніж площа об'єктів природного заповідного фонду України. Площа території яку займає сміття в Україні складає 7% від всієї території нашої держави, а площа об'єктів природного заповідного фонду – близько 6,7%. [3]

Теоретичною базою для проведення досліджень стали праці таких науковців у галузі екології, як Попович В.В., Мальований М.С., Сафранов Т. А., Бригінець К. Д, Петрук В.Г., Мудрак О.В. та інших вчених.

**Мета роботи-** оцінка впливу сміттєзвалища на стан довкілля та розробка шляхів щодо покращення екологічного стану довкілля у зоні його впливу.

**Об'єкт дослідження** – сміттєзвалище села Страхолісся Вишгородського району Київської області.



## РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВІДХОДІВ

### 1.1 Класифікація відходів

За інформацією обласних та Київської міської державних адміністрацій в Україні за минулий рік утворилось понад 54 млн м<sup>3</sup> побутових відходів (більше 15 млн тон), які захороняються на 6 тис. сміттєзвалищ і полігонів загальною площею майже 9 тис. га.

У 1707 населених пунктах впроваджено роздільне збирання побутових відходів. Працює 35 сміттесортувальних ліній, 1 сміттєспалювальний завод та 3 сміттєспалювальних установок. Перероблено та утилізовано близько 6,3 % побутових відходів, з них: 1,7 % спалено, а 4,6 % потрапило на заготівельні пункти вторинної сировини та сміттепереробні лінії.

На 19 полігонах влаштовано систему вилучення біогазу та експлуатуються когенераційні установки. При цьому 261 (4,3%) сміттєзвалище – перевантажене, 868 (14%) – не відповідають нормам екологічної безпеки. [2]

На даний час проблема поводження з ТПВ в Україні є актуальною та потребує інноваційних рішень для її вирішення.

Відповідно до Закону України «Про відходи», побутові відходи - відходи, що утворюються в процесі життя і діяльності людини в житлових та нежитлових будинках (тверді, великогабаритні, ремонтні, рідкі, крім відходів, пов'язаних з виробничою діяльністю підприємств) і не використовуються за місцем їх накопичення.

До твердих відходів відносять залишки речовин, матеріалів, предметів, виробів, товарів, продукції, що не можуть у подальшому використовуватися за призначенням. [4]

В свою чергу ТПВ розділяють на:

Сухі - вторинні ресурси, придатні для промислової переробки (пластмаси, склобій, метали, папір і текстиль), які складають 35-45% від загальної маси;

Вологі - біо відходи, що розкладаються для компостування (кухонні, харчові, садові відходи, а також вологі і забруднені відходи паперу) - 25-35%;

Інші - відходи, що не переробляються. До них у кожному конкретному випадку можуть бути віднесені і відходи, які потенційно переробляються, але економічно обгрунтовані технології переробки в даному регіоні для них відсутні (наприклад, одноразові підгузники або композитні упаковки). [5]

Відповідно до Державного класифікатора відходів ДК 005-96 до відходів належать:

- залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, тощо, утворені в процесі виробництва продукції або виконання робіт і втратили цілком або частково вихідні споживчі властивості (відходи виробництва);
- розкривні і супутні гірничі породи, що видобуваються у процесі розроблення родовищ корисних копалин;
- залишкові продукти збагачення та інших видів первинної обробки сировини (шлам, пил, відсів тощо);
- новоутворені речовини та їх суміші, утворені в термічних, хімічних та інших процесах і які не є метою даного виробництва (шлак, зола, кубові залишки, інші тверді та пастоподібні утворення, а також рідини та аерозолі);
- залишкові продукти сільськогосподарського виробництва (у т. ч. тваринництва), лісівництва і лісозаготівель;
- бракована, некондиційна продукція усіх видів економічної діяльності або продукція, що забруднена небезпечними речовинами і не придатна до використання;
- неідентифікована продукція, застосування (експлуатація) або вживання якої може спричинити непередбачені наслідки, у т. ч. мінеральні добрива, отрутохімікати, інші речовини;
- зіпсовані (пошкоджені) і неремонтоздатні чи відпрацьовані, фізично або морально зношені вироби та матеріали, які втратили свої споживчі властивості (відходи споживання);

- залишки продуктів харчування, побутових речей, пакувальних матеріалів тощо (побутові відходи);
- осади очисних промислових споруд, споруд комунальних та інших служб;
- залишки від медичного та ветеринарного обслуговування, медико-біологічної та хіміко-фармацевтичної промисловості, аптечної справи;
- залишкові продукти усіх інших видів діяльності підприємств, установ, організацій і населення;
- матеріальні об'єкти та субстанції, активність радіонуклідів або радіоактивне забруднення яких перевищує межі, встановлені чинними нормами, за умови, що використання цих об'єктів та субстанцій не передбачається (радіоактивні відходи). [6]

## 1.2 Поводження з відходами

Найпростішими й найпоширенішими спорудженнями по знешкодженню ТПВ є полігони. Сучасні полігони ТПВ – це комплексні природоохоронні спорудження, призначені для знешкодження й поховання відходів. Полігони будують по проектах у відповідності до Державних будівельних норм. Схема конструктивних елементів полігона представлена на рис. 1.1. [8]

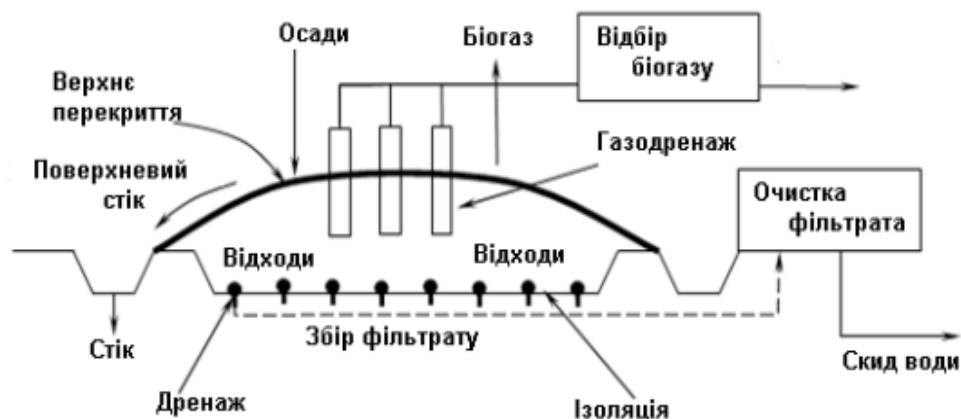


Рис. 1.1 Принципова схема облаштування полігона ТПВ

### 1.3. Морфологічний склад відходів

Відходи – це будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворюються у процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення.

Тверді побутові відходи (більш відомі як сміття або сміття) - складаються з предметів побуту, які ми використовуємо, а потім викидаємо, наприклад, упаковка продуктів, вирізки для трави, меблі, одяг, пляшки, харчові відходи, газети, техніка, фарба та ін. батареї.

За класифікацією відходи бувають:

1) всі відходи можна розділити на дві великі групи – відходи споживання та виробництва:

- відходи виробництва: продукти, які утворилися як побічні при створенні кінцевого продукту;
- відходи споживання: товари та вироби, які відслужили свій строк в побиті, а також непотрібні людині продукти та їх залишки, утворенні в системі господарства: тверді побутові відходи, велокогабаритні матеріали, побутова техніка та меблі, які відслужили свій термін, крупногабаритні гумові відходи, відпрацьовані акумулятори, ртутні лампи, автоллом, електронній лом (радіо- та телеапаратура).

2) Промислові, сільськогосподарські, побутові.

3) Згідно з агрегатним станом відходи поділяються на рідкі, тверді та газоподібні.

4) Каталог що класифікує відходи, призначений для використання державним та муніципальним управлінням, має кодову систему і являє собою перелік видів відходів, систематизованих за сукупністю пріоритетних ознак:

- відходи за походженням;
- відходи за агрегатним станом;
- відходи за хімічним станом;

- відходи за екологічною небезпекою.

За ієрархічною ознакою, відходи класифікуються : блоки, групи, підгрупи, позиції, субпозиції.

Блоки класифікуються:

- комунальні відходи (побутові включно);
- хімічні відходи;
- мінеральні відходи;
- органічно-природні відходи.

5) Промислові відходи - різноманіття відходів, створених в результаті виробничої діяльності людини (в промисловості, будівництві, сільському господарстві, на транспорті).

6) Небезпечні відходи (хімічні).

7) В окремих випадках використовуються класифікації відходів за певними можливостями їх утилізації.

8) При вирішенні проблеми твердих відходів необхідно виділити багатотоннажні відходи, адже саме ці відходи в найбільше забруднюють НПС і в той самий час можуть дати максимальний ефект при залученні в господарську діяльність.

Змішані відходи – більше всього складні для переробки і використання. Здебільшого ці відходи є металовмістовні і часто переробляються для отримання металу. Наявність в змішаних відходах органічних речовин дозволяє в процесах їх переробки використовувати термічні методи.

Радіоактивні відходи - утворюються при роботі з радіоактивними речовинами. Характеризуються підвищеним шкідливим впливом на організм людини та навколишнє середовище. Основна задача – знешкодження для подальшого безпечного видалення та захоронення.

Морфологічний склад сучасних ТПВ значно відрізняється від того, що був кілька десятиліть тому. Останнім часом почалось інтенсивне використання пакувального матеріалу і напівфабрикатів, що призводить до накопичення все більшої кількості не тільки паперу, а й полімерів.

Порівняння для країн з різним рівнем розвитку показує [20], що при переході від бідних до багатих країн досить суттєво змінюється вміст практично всіх складових відходів. З 2,3 % до 32 % зростає вміст паперу та картону, в той час, як вміст органічних відходів знижується із 61 % до 26 %. Змінюється також вміст скла та пластику. Для менш розвинутих країн вміст скла та пластику складає близько 5 %, причому, скла в 2 рази більше ніж пластику. Для перехідних країн сумарний вміст скла та пластику зростає до 13 %, з яких лише близько 2 % - скло, що зумовлено зручністю використання одноразової пластикової тари. [21-23]

Склад (морфологія) ТПВ є різною і може варіюватися у різних країнах чи навіть різних населених пунктах. Взагалі, якщо говорити про морфологію ТПВ, то перелік основних його компонентів є, в цілому, незмінним. Морфологічний склад твердих побутових відходів рекомендується визначати відповідно до «Методичних рекомендацій з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів» за такою класифікацією:

- харчові відходи (овочі, фрукти, відходи садівництва тощо);
- папір та картон;
- полімери (пластик, пластмаси);
- скло;
- чорні метали;
- кольорові метали;
- текстиль;
- дерево;
- небезпечні відходи (батареї, сухі та електролітичні акумулятори, тара від розчинників, фарб, ртутні лампи, телевізійні кінескопи тощо);
- кістки, шкіра, гума;
- залишок твердих побутових відходів після вилучення компонентів (дрібне будівельне сміття, каміння, тощо). [7]

В Європейському Союзі осередненим вважається наступний склад побутових відходів (у % по масі сухої речовини) [23-25]: харчові відходи – 20-

50; дворові відходи – 12-18; папір та картон – 20-42; текстиль – 1-6; пластмаси – 3-8; деревина – 1-8; скло – 4-12; метали – 3-12; інші неорганічні відходи – 1-20. Вважається, що із загальної маси відходів близько 75 % піддається біологічному розкладанню.

Фракційний склад являє собою вміст в суміші шматків відповідного розміру. Даний показник є важливий для процесів транспортування та обробки ТПВ, оскільки є визначальним при виборі обладнання окремих процесів, таких як: сепарація, розділення, компостування. [26] Встановлено, що до 2 % загальної маси ТПВ складають шматки з розміром більше 350 мм. 98 % відходів мають менший розмір шматків. (табл. 1.1) [27]

Таблиця 1.1

## Орієнтовний фракційний склад ТПВ

Найменування складових ТПВ	Вміст шматків (%) при розмірі, мм				
	350-250	250-150	150-100	100-50	<50
Папір, картон	3-8	9-11	9-11	7-9	2-8
Орган. відходи	-	0-1	2-10	7-13	17-22
Метал	-	0-1	0,5-1	0,8-1,6	0,3-0,5
Деревина	0,5-1	0-0,5	0-0,5	0,5-1	0-0,5
Текстиль	0,2-1,3	1,0-1,5	0,5-1,0	0,3-1,8	0-0,5
Кості	-	-	-	0,3-0,5	0,5-0,9
Скло	-	0-0,3	0,3-1,0	0,5-1,5	0-0,3
Шкіра, гума	-	0-1,0	0,5-2,0	0,5-1,5	0-0,3
Каміння	-	-	0,2-1,0	0,5-1,5	0,5-2,0
Пластмаса	0-0,2	0,3-0,8	0,2-0,5	0,2-0,5	0,2-0,5
Сміття	-	0-0,5	0-0,5	0-0,4	7,0-11,0
<b>Разом:</b>	4,0-10,0	11,0-15,0	18,0-22,0	20,0-30,0	30,0-40,0

Слід відзначити, що вміст різних фракцій коливається в значних межах і суттєво залежить від пори року, країни, кліматичної зони 2 % відходів, котрі не ввійшли в таблицю 1.2 представляють собою крупногабаритні відходи у вигляді побутової техніки, старих меблів, шматків будівельних конструкцій з різних матеріалів. [13, 14]

### 1.3 Стан відходів в Україні

На сьогоднішній день, в Україні 96 % ТПВ захоронюються, але за кордоном все більше країн відмовляються від такого застарілого способу вирішення проблеми. Сучасні полігони ТПВ повинні представляти собою спеціалізовані споруди, де здійснюється організоване контрольоване складування побутових відходів із дотриманням технічних і санітарних норм, забезпечується зниження негативного впливу відходів на атмосферне повітря, ґрунт, водний басейн до нормального рівня.

На даний момент більше 80% полігонів ТПВ не відповідають санітарним нормам, тобто по факту є звалищами. Внаслідок процесів що відбуваються на полігонах призводять до виділення небезпечних та шкідливих речовин. [52]

В Україні проблема утилізації відходів з кожним роком стає все гострішою. Використання застарілих методів утилізації і поховання ТПВ на полігонах – поширена практика в усіх містах України. Наслідками такого поводження з ТПВ є сучасна екологічна криза. За оцінками експертів з ОБСЄ територія країни забруднена на 94%. [28] Безвідповідальне використання полігонів ТПВ спричинює багато збитків, серед яких – обвал на Грибовицькому сміттєзвалищі в 2016 році [29] і загибель двох людей на полігоні побутових відходів в селищі міського типу Стрижавка в 2014 році. [30]

В Україні спостерігається тенденція до зростання кількості утворення побутових відходів. Розглянувши статистику утворення відходів слід констатувати, що із 2022 року кількість відходів за рік знизилася. Причиною є виключення із розрахунків утворення побутових відходів у анексованих та захоплених територіях.

В Україні запроваджено електронний сервіс ЕСОМАРА – інтерактивна карта, яка дає можливість направити інформацію про місця стихійних звалищ до Мінприроди.

Електронний сервіс "Есомара.gov.ua" включає інтерактивну карту сміттєзвалищ України та мобільний додаток де можна сповістити про виявлене



сміттєзвалище, це може зробити будь-який громадянин України. Достатньо зайти на сайт, зареєструватися і надіслати звернення. Кожен громадянин має можливість сфотографувати сміттєзвалище та надіслати на веб-портал Мінприроди. Мінприроди забезпечить оперативне надходження данної інформації до місцевих органів влади, які відповідають за їх своєчасну ліквідацію.

Україна належить до країн з високим рівнем урбанізації, де внаслідок зростання споживання надзвичайно актуальною є проблема поводження з побутовими відходами. Існуючі полігони твердих побутових відходів та сміттєзвалищ представляють собою значну екологічну небезпеку, яка буде діяти ще десятки років. Окрім того, що такі полігони займають земельні ділянки, вони виділяють парникові гази й забруднювальні речовини, які потрапляють в атмосферу, поверхневі шари субстрату, ґрунтові води. Пожежі, які виникають на сміттєзвалищах є тривалими, займають значну площу та потребують для гасіння велику кількість пожежно-рятувальних автомобілів та особового складу підрозділів ДСНС.

Із збільшенням рівня розвитку промисловості, зростанням міського населення, індустріалізацією та урбанізацією, фізико-хімічні властивості відходів стають складнішими, вони несуть ще більшу екологічну небезпеку для людей і довкілля.

Щоб аналізувати вплив сміттєзвалищ та полігонів на довкілля потрібно враховувати склад відходів, їх щільність, ступінь вологості тощо. Вплив сміттєзвалищ на організм людини досліджується безперервно. Науковці неодноразово у наукових працях відображають небезпеку побутових відходів, які містять надзвичайно токсичні речовини, що становлять не тільки епідеміологічну, але й серйозну токсикологічну проблему, адже на стадії збору близько 4% відходів є токсичними.

Згідно досліджень таких учених як Кучерявий, Мальований, Шмандій, Попович, Мандрик, Петрук, Мороз, Савуляк, Вайсман, Петров, Горох, Шаїмова, Ларіонов та інші відходи, що утворюються в результаті

життєдіяльності людей і вивозяться на міські полігони – це суміш складного морфологічного складу (чорні і кольорові метали, макулатура, склобій, пластмаса, харчова частина, камені, кістки, гума), а основну питому вагу в загальній масі полімерних відходів займає поліетилентерефталат (ПЕТФ) близько 25 %.

Проте, на сьогодні екологічна небезпека складування відходів є малодослідженою та далекою від розв'язання проблеми поводження з ними, а це негативно впливає на розвиток та подальше функціонування даних місцевостей. Дослідження вчених свідчать про значну екологічну небезпеку відходів, про потребу їх швидкого складування, видалення та надійної утилізації з метою охорони здоров'я населення і запобігання забрудненню довкілля, збереження рекреаційного призначення територій.

До екологічних небезпек слід віднести забруднення атмосфери від стаціонарних та пересувних джерел, водних об'єктів, поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ). Надзвичайно небезпечними явищами є горіння сміттєзвалищ, під час якого токсичні продукти неповного розпаду виділяються в атмосферу та осідають на прилеглі території та мігрують в екосистемах.

На основі літературних даних виявлено, що 0,1% ТПВ складають небезпечні відходи. На сьогоднішній день ці види відходів збираються разом з іншими ТПВ та складують на полігонах, де вони становлять серйозну небезпеку для довкілля та здоров'я людини.

Відомо, що процес складування відходів широко практикується по всій території України. Непоодинокими є випадки утворення несанкціонованих звалищ твердих побутових відходів на околицях та у лісопарковій рекреаційній зоні. Найнебезпечнішими для довкілля є відпрацьовані люмінесцентні лампи, свинцеві акумулятори тощо. Потребує вдосконалення система збору й утилізації будівельного сміття, побутової техніки, різноманітних батарей, про термінованих ліків, ртутних термометрів тощо.

Шкідливі речовини всмоктуються кореневою системою рослин, що впливає на якість ягід чи плодів. Стічні води забруднюють ґрунтові води та

ріки. Атмосфера забруднена газоподібними речовинами, які утворюються при розкладанні звалених матеріалів. Виникнення цих умов сприяє поступовому зникненню флори та фауни рекреаційної місцевості.

Для виведення сміттєзвалищ із експлуатації пропонується природна фітомеліорація, яка передбачає використання рудеральних фітоценозів-меліорантів при ренатурації девастованих ландшафтів. Багатьма вченими вже доведена ефективність використання рудероценозів для фітомеліорації сміттєзвалищ. Такий підхід є справедливим при недостатньому фінансуванні рекультиваційних робіт на сміттєзвалищах та малій увазі владних структур екологічним проблемам регіонів.

## РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ

### 2.1 Характеристика досліджуваного району

Ще 40 років тому в Україні практично не було пластикової упаковки. Продукти харчування продавалися в паперовій обгортці, залізних бляшанках або скляних пляшках. Все це розкладалось у довкіллі або здавалось у пункти прийому вторсировини. Більшість спожитого в сільській місцевості було продуктами власного виробництва, тобто вирощеним на власних ділянках, а отже – взагалі не мало упаковки. В останні десятиліття ситуація радикально змінилась. Майже всі продукти купуються і більшість із них мають кілька шарів пакування, виготовлених із синтетичних полімерних матеріалів.

Зміна умов споживання призвела до небаченого зростання кількості побутового сміття, а це, в свою чергу, – до появи десятків тисяч несанкціонованих звалищ. У минулому звалища обслуговували лише міста і промисловість. Тепер же, біля кожного з 60 000 населених пунктів України – від одного до десятків звалищ. І майже всі вони несанкціоновані. Не маючи куди подіти відходи, люди скидають їх до посадок, ярів, балок.

В Національній стратегії управління відходами в Україні до 2030 року йдеться про проблему відходів як про масштабну, і таку, яка викликана, в першу чергу, домінуванням в національній економіці ресурсоемних багатовідхідних технологій, а також відсутністю ефективного управління відходами. [9]

Неефективне управління відходами призводить до значного негативного впливу на довкілля (атмосферне повітря, підземні води, тваринний і рослинний світ, ґрунти, необхідність вилучення великих земельних ділянок), а також на здоров'я людей.

На сьогодні в Київській області кількість місць видалення відходів, що включені до реєстру складає 32 одиниці, вони займають площу близько 268,077

га, з них значна кількість полігонів перевантажені. [10] Карта розміщення полігонів ТПВ Київської області наведена на рис. 2.1.

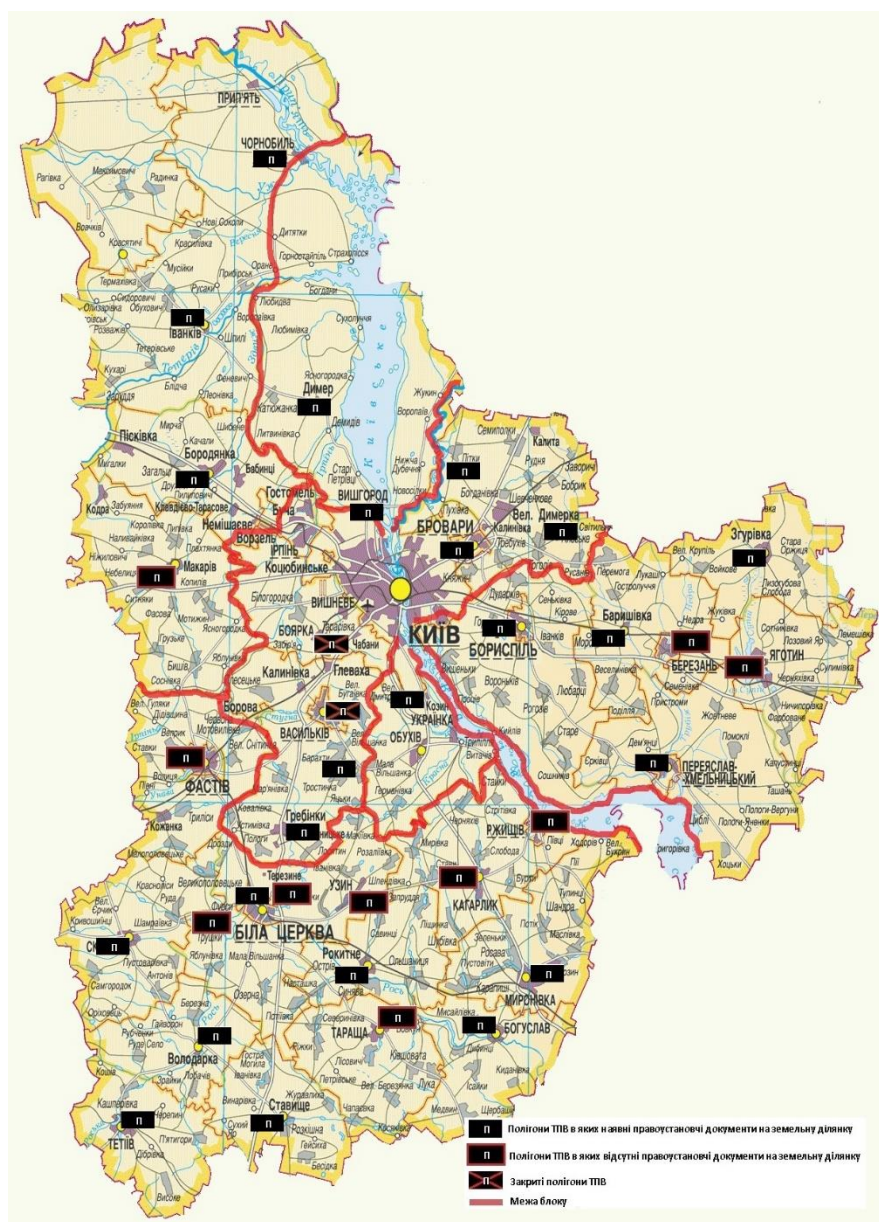


Рис. 2.1 Карта розміщення полігонів ТПВ Київської області

Також, слід відзначити, що більшість полігонів ТПВ не відповідає санітарним вимогам з експлуатації полігонів, а значна кількість полігонів вже вичерпала свій ресурс і стала фактором антропогенного навантаження на довкілля.

Поводження з ТПВ в Київській області є одним з пріоритетних і найважливіших напрямків як господарської, так і природоохоронної діяльності.

Воно включає в себе дії, спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, зберігання, перероблення, утилізацію і захоронення, включаючи контроль за цими операціями та нагляд за місцями захоронення.

Співвідношення обсягів ТПВ, що утворюються в міській та сільській місцевості складає 71,2 та 28,8 % відповідно. Проте, якщо міста практично повністю охоплені системою збирання та вивезення побутових відходів, то у сільській місцевості цей показник не перевищує 60-70%.

На сьогоднішній день ТПВ представляють собою суміш, яка складається з різноманітного непотребу. Але більш прискіпливий аналіз показує, що вона складається з харчових відходів, паперу, картону, деревини, металобрухту чорних і кольорових металів, кісток, шкіри, гуми, текстилю, скла, полімерних матеріалів. Але разом з тим, в цій суміші можна знайти солі ртуті з батарей, фосфоро-карбонати з флуоресцентних ламп, токсичні хімікати, які містяться в залишках фарб та розчинників, лаків та аерозолів, акумуляторах, тощо.

Морфологічний склад твердих побутових відходів, які утворюються на території області в залежності від відстані населених пунктів до м. Києва наведено на рис. 2.2.

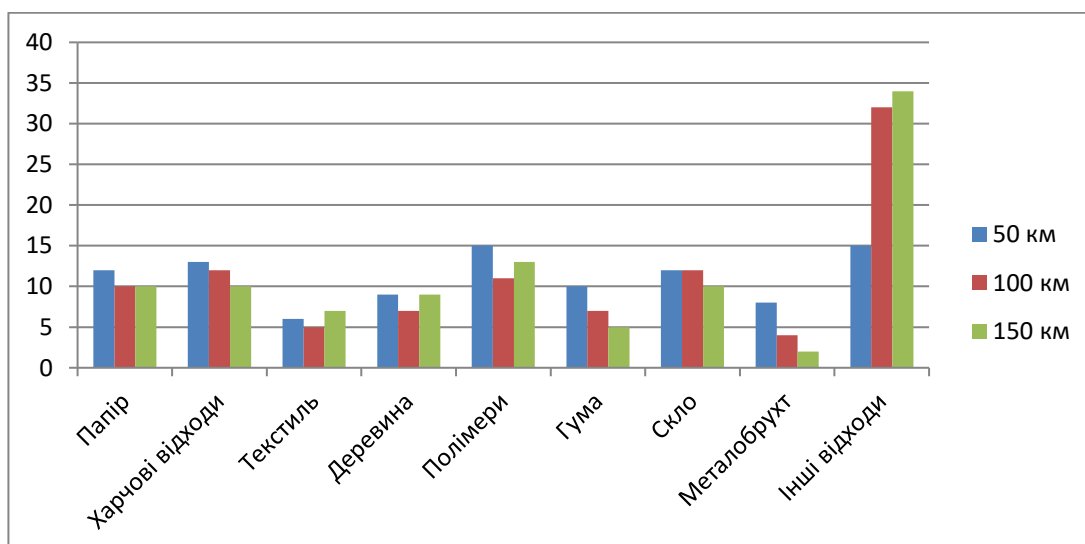


Рис. 2.2 Морфологічний склад ТПВ Київської області в залежності від відстані до м. Київ

Зростанню кількості ТПВ сприяють товари одноразового використання; товари народного споживання з короткочасним терміном служби людині, які населення купує, споживає та викидає, не дивлячись на їх залишкову вартість.

Сприяє росту потоку сміття і тара, яка, до того ж, видозмінює його. Так за останні п'ятдесят років в твердих побутових відходах зменшилась кількість скла та жерстяних банок, в той же час, значно зросла кількість пластику та інших полімерних матеріалів. На сучасному етапі розвитку суспільства кожна людина, за даними статистики, в середньому за місяць створює від 2 до 2,2 м<sup>3</sup> твердих побутових відходів, що мають тенденцію до постійного зростання.

Основні проблеми Київської області у сфері поводження з відходами:

- Застаріла система збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізації відходів, зношеність машин та контейнерів;
- Невідповідність існуючим санітарно-гігієнічним нормам та вимогам екологічної безпеки більшості сміттєзвалищ та полігонів;
- Недостатнє впровадження потужностей з перероблення ТПВ, роздільного збирання, сортування та вилучення ресурсоцінної сировини;
- Недосконалість законодавства та системи державного регулювання;
- Низькі ціни на тарифи з вивезення та розміщення твердих побутових відходів;
- Недостатнє охоплення сільської місцевості системою збирання і вивезення ТПВ. [11]

## **2.2 Характеристика полігону**

Якщо офіційно зареєстрований полігон твердих побутових відходів небезпечний в разі відсутності на його території сміттесортувального обладнання чи сміттєпереробного підприємства, то стихійне звалище небезпечніше в разі через відсутність контролю, а відтак – будь яких природоохоронних заходів, як і сплати податків.

Стихійне сміттєзвалище може містити різні відходи надвисокого рівню небезпеки. Окрім того, їх розміщують без урахування санітарних правил і норм.

Це зазвичай найбільш наближені до населених пунктів ділянки лісосмуг, яри вздовж трас, узбережжя водойм та степові зони, де вражаються отруйними речовинами значні території, гинуть рідкісні види флори й фауни, а населені пункти отримують забруднену воду і їдкий сморід від випарів у повітря. Тому Міністерство екології та природних ресурсів кілька років тому розмістило на своєму сайті інтерактивну мапу сміттєзвалищ України, де можна в онлайн режимі залишити повідомлення про координати стихійного звалища. [12]

Стихійні сміттєзвалища не можуть функціонувати, оскільки є джерелами наступних небезпек:

- розповсюдження інфекційних хвороб;
- забруднення підземних вод;
- утворення звалищного газу;
- самозаймання.

За словами місцевих мешканців на стихійному звалищі села Страхолісся Вишгородського району Київської області що кілька років виникають пожежі. До основних версій виникнення пожеж можна віднести самозаймання та підпал з метою зменшення об'ємів ТПВ на звалищі.

Так пожежі на звалищі, окрім небезпеки отруєння продуктами горіння, несуть небезпеку поширення пожежі на прилеглі території, а саме будинки та ліси Зони відчуження і зони безумовного (обов'язкового) відселення.

Органи місцевого самоврядування та місцева влада постійно намагається запобігти збільшенню території, що займає сміттєзвалище. Накладання штрафів та організація вивезення сміття до спеціально облаштованих полігонів не дають значних результатів.

Для повної ліквідації стихійного сміттєзвалища села Страхолісся та подальшої рекультивациі його території, відсутнє фінансування в бюджеті громади.



### 2.3 Особливості накопичення та зберігання ТПВ на території

Сміттєзвалище села Страхолісся Вишгородського району Київської області розташована на відстані менше 1 км від межі села і є стихійним сміттєзвалищем. Орієнтовне місце розташування стихійного сміттєзвалища виділено червоною лінією на рисунку 3.

Стихійні сміттєзвалища є одними із основних джерел забруднення навколишнього середовища. Такі смітники є у лісах, полях, балках: тони сміття викидаються і на узбіччя доріг. Окрім неестетичності, сміття забруднює довкілля та негативно впливає на людське здоров'я, адже воно, на відміну від полігнів, не є спеціально обладнаними, відтак продукти гниття і розпаду сміття потрапляють у ґрунт та воду. Температура гниття подекуди настільки висока, що часто легко призводить до займання сміття та викидів у повітря шкідливих речовин.

Крім того, несанкціоновані звалища сміття є середовищем для розмноження комах та гризунів, які є збудниками та переносниками різних інфекційних захворювань.

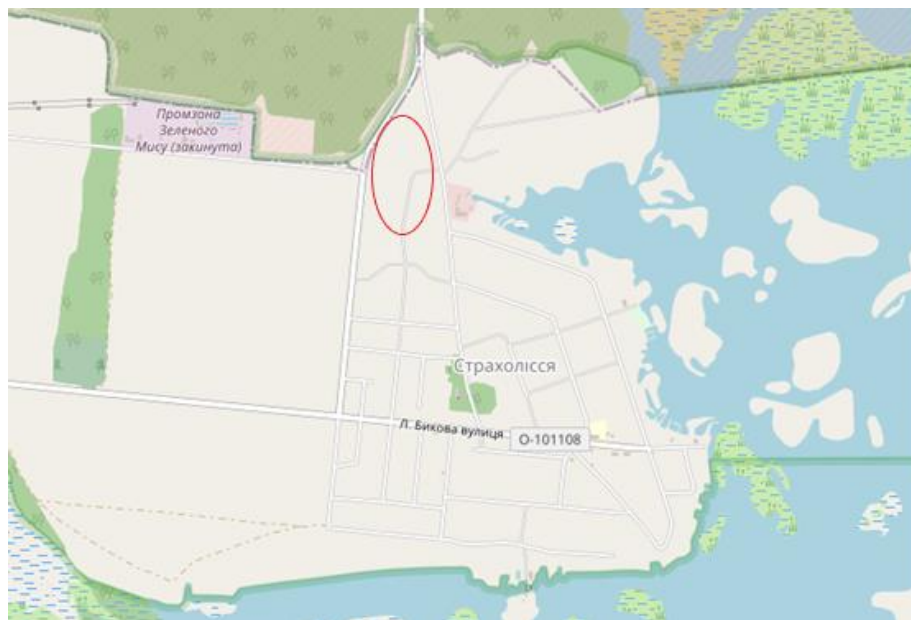


Рис.2.3 Орієнтовне місце розташування стихійного сміттєзвалища села Страхолісся Вишгородського району Київської області.

У зв'язку з відсутністю облаштованого відповідно до діючих норм сміттєзвалища та нерегулярною організацією вивезення сміття комунальними службами, місцеві жителі продовжують викидати сміття на стихійне сміттєзвалище.

За інформацією отриманою від місцевих жителів, стихійне звалище було організовано ще в кінці 80-х початку 90-х років і на даний час, не зважаючи на дії органів місцевої влади, продовжується його наповнення та збільшення території. Супутникове фото території стихійного сміттєзвалища показано на рис.2.4.



Рис. 2.4 Супутниковий знімок стихійного сміттєзвалища села Страхолісся Вишгородського району Київської області

Стихійне сміттєзвалище села Страхолісся Вишгородського району Київської області може містити різні відходи надвисокого рівня небезпеки. Окрім того, воно розміщене без урахування санітарних правил і норм. Це наближена до населеного пункту ділянки, де вражаються отруйними речовинами значні території, гинуть рідкісні види флори й фауни, а населення отримує забруднену воду і сморід від випарів у повітря, а вразі пожежі на звалищі небезпеку отруєння продуктами горіння.

## РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

### 3.1 Радіаційний стан території

Радіаційний моніторинг джерел - це моніторинг окремого джерела іонізуючого випромінювання (радіаційна установка певного призначення – медичного, технологічного, наукового та ін; радіаційно ядерний об'єкт, джерело радіаційної небезпеки) або виду діяльності з такими джерелами. [13]

Джерело іонізуючого випромінювання – це об'єкт, що містить радіоактивну речовину, або технічний пристрій, який створює, або в певних умовах здатний створювати, іонізуюче випромінювання. [14]

Радіоекологічний моніторинг – це збір первинної інформації (вимірювання потужності поглиненої в повітрі дози, визначення вмісту радіонуклідів в об'єктах навколишнього середовища, продуктах харчування, питній воді та ін.) з метою подальшого її використання для контролю радіаційно-гігієнічного та контролю дозиметричного. [13]

Після аварії на ЧАЕС площі забруднених територій в Україні значно збільшилися. Радіонуклідами забруднено понад 4,6 млн га земель 12 областей, у тім числі 3,1 млн га орних земель, близько 400 тис.га природних кормових угідь, понад 3 млн га лісів. Із землекористування вилучено 119 тис.га сільськогосподарських угідь, у тім числі 65 тис.га ріллі. [20]

Вимірювання потужності поглиненої в повітрі дози (ПЕД) гамма-випромінювання виконувалось як на території стихійного сміттєзвалища села Страхолісся так і на території населеного пункту.

Вимірювання виконувались за допомогою сертифікованого екотестеру «Soeks» зображеного на рис.3.1. Основні технічні характеристики екотестеру наведено в таблиці 3.1.



Рис. 3.1 Екотестер для вимірювання «Soeks»

Таблиця 3.1

## Технічні характеристики

Найменування характеристики	Значення
Діапазон вимірювання вмісту нітратів, мг/кг:	від 20 до 5000
Діапазон показань рівня радіоактивного фону, мкЗв/год:	до 1 000
Діапазон показань рівня радіоактивного фону, мкР/год:	до 100 000
Реєстрована енергія гамма-випромінювання, МеВ:	від 0.1
Пороги попередження, мкЗв/год:	від 0.3 до 100
Пороги попередження, мкР/год:	від 30 до 10 000
Час вимірювання, секунд:	до 10
Індикація показань:	безперервна, числова, графічна
Похибка вимірювання, не більш ніж:	+/- 15%

Сміттєзвалище села Страхолісія Вишгородського району Київської області є стихійним сміттєзвалищем і не має жодних бар'єрів чи огорож (рис.3.2).



Рис. 3.2 Сміттєзвалище села Страхолісся

Навіть під час виконання вимірювань на території сміттєзвалища, місцеві мешканці привозили та викидали сміття не реагуючи на зауваження та попередження. На рис. 3.3 можна побачити трактор що вивозить сміття на стихійне сміттєзвалище села Страхолісся.

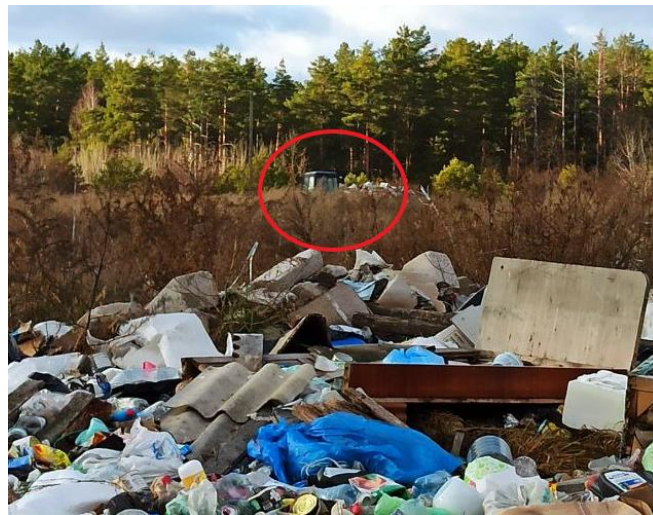


Рис. 3.3 Вивіз сміття на стихійне сміттєзвалище села Страхолісся

В кожній точці було виконано по три вимірювання на висоті близько 1 м від поверхні землі, результат вимірювання обраховувався як середнє значення. Вимірювання ПЕД гамма-випромінювання на сміттєзвалищі виконувались в орієнтовному центрі (рис. 3.4).



Рис. 3.4 Вимірювання ПЕД гамма-випромінювання на території стихійного сміттєзвалища села Страхолісся

Розташування точок виконання вимірювань на території села Страхолісся графічно зображено на рис. 3.5.



Рис. 3.5 Розташування точок виконання вимірювань на території с. Страхолісся

Результати виконання вимірювань ПЕД гамма-випромінювання наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

РЕЗУЛЬТАТ ВИМІРЮВАННЯ												
№ точки заміру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Результат, мкЗв/год	0,18	0,33	0,25	0,21	0,16	0,12	0,16	0,12	0,27	0,12	0,08	0,1

Відповідно до отриманих результатів фонові показники ПЕД гамма-випромінювання на стихійному сміттєзвалищі трохи вищі від результатів вимірювання в інших точках.

Також спостерігається незначне підвищення в точці №9, яке пов'язане з використання граніту під час будівництва пам'ятнику.

Найнижчі фонові значення були отримані в точках що знаходяться на відстані від доріг та споруд.

Територія села Страхолісся відповідно до «переліку населених пунктів, віднесених до зон радіоактивного забруднення внаслідок чорнобильської катастрофи» відноситься до зони гарантованого добровільного відселення. [15]

З огляду на отримані результати вимірювань, всі отримані результати знаходяться в межах природних фонових значень характерних для даного регіону.

З урахуванням відсутності контролю за територією стихійного сміттєзвалища села Страхолісся Вишгородського району Київської області та відсутністю будь яких даних щодо кількості та складу ТПВ на звалищі, розрахунок об'єму біогазу не виконувався.

### 3.2 Біоіндикаційні дослідження

В якості рослин для проведення дослідження біоіндикаційними індикаторами було використано два представники родини Brassicaceae: *Lepidium sativum* L. та *Sinapis alba* L. У відповідності до державних стандартів

ДСТУ 4138 – 2002 та ДСТУ – 2240-93 визначали розвиток та енергію проростання насіння у ґрунтах з досліджуваного сміттєзвалища. Було відібрано 7 зразків субстрату з території сміттєзвалища с. Страхолісся, Вишгородського району, Київської області. Зразки субстрату відбирались з усіх сторін горизонту, на глибині 10 см методом конверта, та на перетині головних доріг підїзду, біля КПП зони відчуження (Рис.3.6).

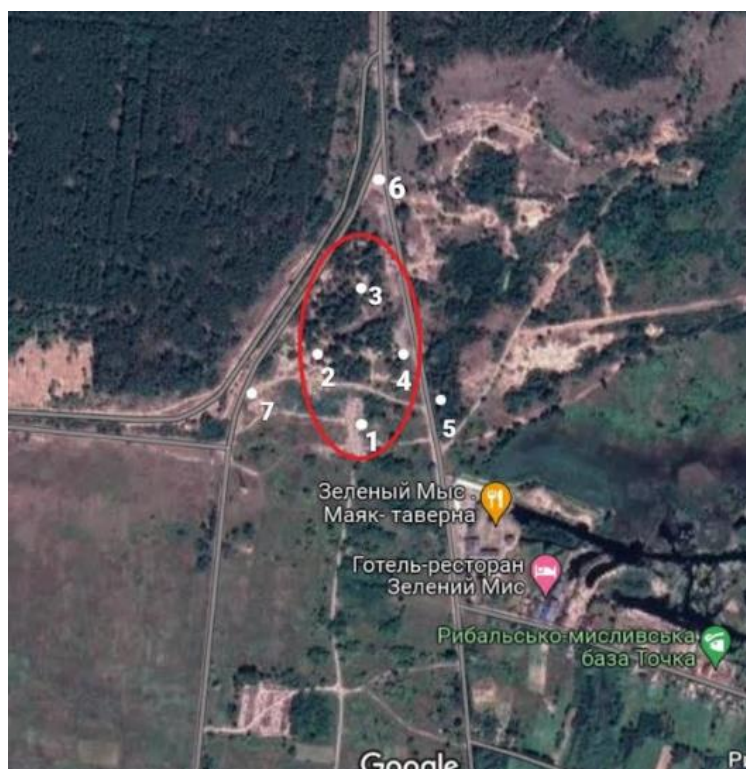


Рис. 3.6 Розташування точок відбору прою субстрату на території сміттєзвалища у селі Страхолісся Київського району

В лабораторних умовах засівали по 10 насінин кожної із тест – рослин у чашки Петрі, закладали та знімали сіянці в один і той самий час. Дослід проводився при кімнатній температурі + 20° С при природньому освітленні у приміщенні лабораторії кафедри екологічної безпеки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. Періодично проводився полив дистильованою водою. Через 10 діб сіянці були вилучені з досліджуваних субстратів. Протягом досліду проводилося спостереження за низкою показників:

- кількістю пророщених екземплярів рослин у чашці Петрі;
- вимірювання довжини надземної частини рослини;



- вимірювання довжини кореневої системи. (рис. 3.7)



Рис. 3.7 Пророщені рослини в субстраті перед початком замірів  
(фото автора, 2023 р.)

У відповідності до отриманих результатів можна розподілити досліджувані едафотопи за наступними групами:

- забруднення відсутнє – проростання насіння 90-100%;
- слабке забруднення – проростання насіння 60-90%;
- середнє забруднення – проростання насіння 20-60%;
- сильне забруднення – проростання насіння менше 20%.

Ступені забруднення субстратів, аналізували з кількості паростків досліджуваних рослин, які проросли. Враховувалась особливість, що при підвищеній концентрації забруднюючих речовин у субстратах сповільнюється проростання насіння та знижується інтенсивність фізіологічного розвитку сіянців. (рис. 3.7)

Перші паростки *Lepidium sativum* L., почали з'являтися на 2 день. Пророщення усіх паростків ми спостерігали на 5 день. На 10 день проведення дослідження рослини були вийняті з пророщеного середовища та опрацьовані. Найкращу динаміку проростання показало насіння *Lepidium sativum* L., з

південної сторони – 10 сіянців. Дещо нижчою було проростання в центрі – лише 7 пророщених сіянців *Lepidium sativum* L., а північна, східна, західна сторони – 9 сіянців *Lepidium sativum* L., Північний бік сміттєзвалища виявився слабо забрудненим, а інші сторони показали середню ступінь забруднення субстратів. *Lepidium sativum* L., який був висаджений на зразках субстратів Страхоліського сміттєзвалища показав найвищу динаміку пророщеного кореню на південно-східному боці сміттєзвалища з довжиною 3,1 см кореня. Дещо нижчий ріст кореню зафіксовано з південно-західного боку – 2,1 см та північного – 1,5 см кореню *Lepidium sativum* L., Найнижчий ріст кореню був зафіксований з південної сторони – 1,3 см.

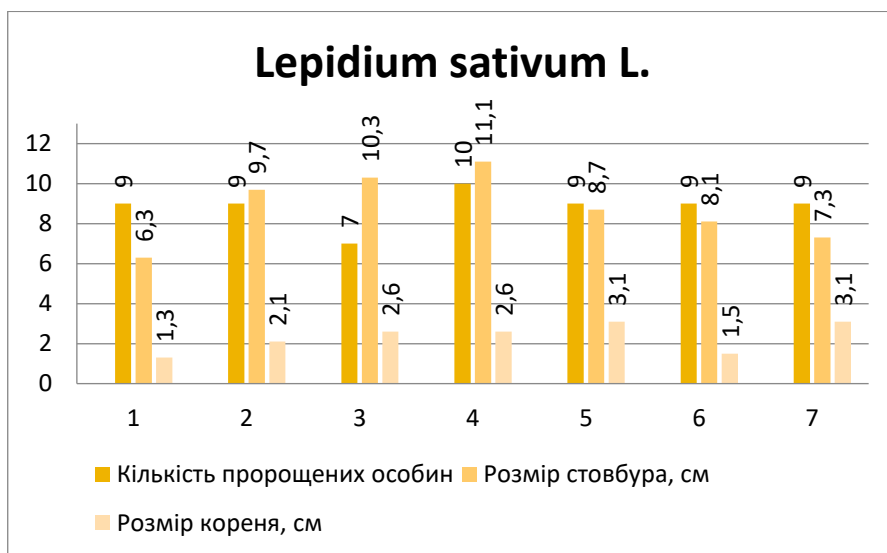


Рис. 3.8 Аналіз пророщеного *Lepidium Sativum* L. на досліджуваних зразках субстрату

Перші проростання паростків *Sinapis alba* L. з'явилися на 3 день. на 6 день були зафіксовані пророщені усі дослідженні парости *Sinapis alba* L. На 10 день проведення дослідження рослини були вибрані з пророщеного середовища та опрацьовані їх біометричні параметри.

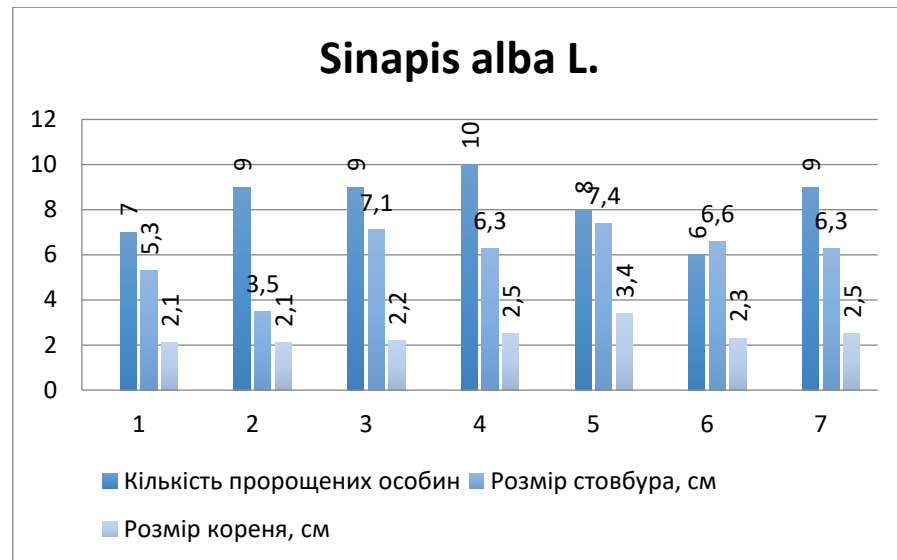


Рис. 3.9 Аналіз пророщеного *Sinapis Alba L.* на досліджуваних зразках субстрату

Страхоліське сміттєзвалище показало найвищу динаміку для проростання *Sinapis alba L.* з південної сторони у кількості 10 пророщених сіянців *Sinapis alba L.* Дещо гіршу з західної сторони – 9 сіянців. На території даного сміттєзвалища субстрати класифікуємо як слабо забруднені. Проростання на субстратах Страхоліського сміттєзвалища найвищу динаміку показало з південного боку – 10 сіянців, з східного та південного – 9 сіянців *Sinapis alba L.* Значно нижча вона з північного боку – 6 сіянців. Субстрати на даному сміттєзвалищі є слабо забрудненими, а з північного боку – середньо забрудненими. см. Виходячи із отриманих результатів пророщених *Sinapis alba L.* присутнє слабе забруднення субстратів сміттєзвалища. *Sinapis alba L.*, який був висаджений на зразках субстратів Страхоліського сміттєзвалища показав найвищу динаміку пророщеного кореню на східному боці сміттєзвалища з довжиною 3,4 см кореня. Дещо нижчий ріст кореню зафіксовано в центрі – 2,2 см *Lepidium sativum L.*, Найнижчий ріст кореню був зафіксований з південної сторони – 2,1 см.

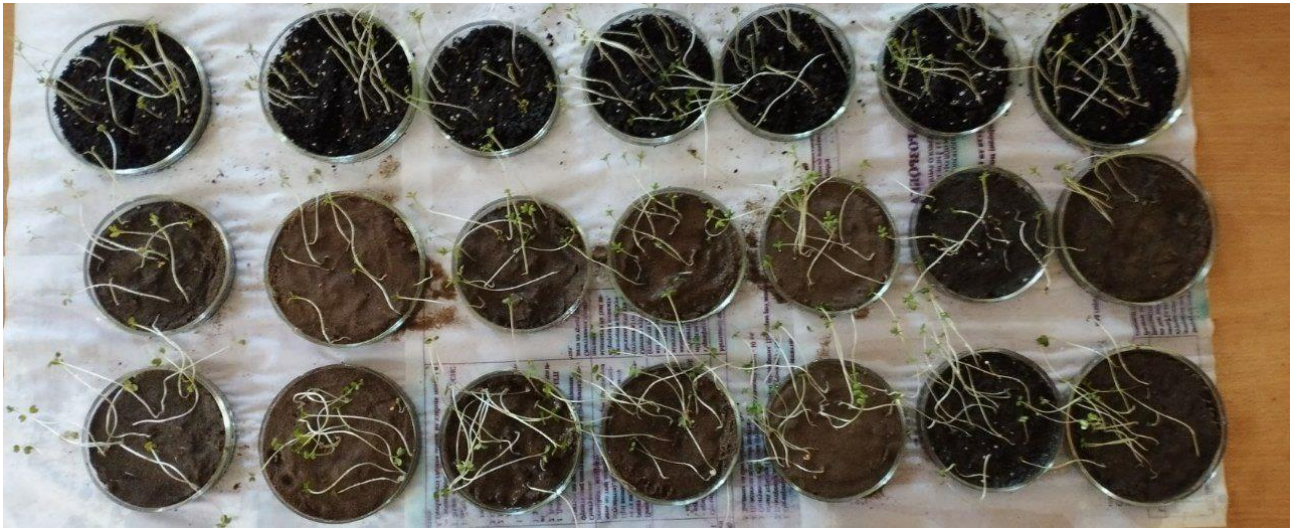


Рис. 3.10 Зразки субстрату з пророщеними тест – рослинами  
(фото автора, 2023 р.)

### ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 3

В наслідок проведених лабораторних досліджень біоіндикації субстратів тест-культурами – *Lepidium sativum* L., *Sinapis alba* L. та замірів радіації на території Страхоліського сміттєзвалища встановлено, що найбільш толерантним видом до техногенних забруднень є родина *Brassicaceae*. Цей вид родини найбільше реагує на рівень забруднення у поєднанні із вологістю субстрату в польових умовах.

Радіаційний фон в умовах розташування сміттєзвалища, зважаючи на територіальне сусідство з зоною відчуження знаходиться в нормі та зафіксованих перевищень фону в досліджуваному районі не фіксувалося.

Оскільки ці види розвивається на досліджуваних субстратах усіх ділянок, можна вважати, що субстрати не несуть в собі великого навантаження забруднених територій. Опираючись на дослідження, які проводилися в даній галузі в постпірогенних територіях можна вважати, що вміст важких металів та радіоактивні речовини можуть переважати в рослинності яка там росте.

## РОЗДІЛ 4.

### МЕТОДИ ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ СУБСТРАТІВ

Традиційні методи рекультивації субстрату, порушених територій, передбачає роботу з подальшою їх хімічною або фізичною обробкою. Хімічна обробка передбачає використання сильних окиснювачів, що змінюють властивості субстрату, часто залежні від рН. Фізична обробка використовує тепло, що перетворює забруднення сировою нафтою на більш прості сполуки, але які все ще можуть бути шкідливими. Утворювані в результаті термічної обробки газоподібні сполуки, можуть вимагати подальшої обробки перед потраплянням у довкілля.

Крім того, може бути застосована обробка субстрату на місці з використанням таких методів, як місцева екстракція, екстракція ґрунтових парів, розпилення повітря та стабілізація. Однак, ці методи обов'язково потребують детального вивчення ділянки задля ефективності, вони є складними і також можуть бути дорогими.

Метод фітореMediaції є економічно ефективною альтернативою відновленню субстрату шляхом прискорення видалення забруднюючих речовин з субстрату за допомогою фізіологічних процесів життєдіяльності рослин і мікроорганізмів, що живуть на коренях рослин.

ФітореMediaція - це процес біореMediaції, який використовує різні види рослин для видалення, перенесення, стабілізації та знищення забруднюючих речовин у субстраті та ґрунтових водах. Існує кілька різних типів механізмів фітореMediaції. Серед них:

- Біодеградація ризосфери (ризодегарація);

Під час цього процесу рослини виділяють природні речовини через кореневу систему, забезпечуючи поживними речовинами мікроорганізми в субстраті. Мікроорганізми посилюють біологічну деградацію.

Ризодегарація визначається, як деградація субстрату через посилену мікробіологічну активність у ризосферній зоні субстрату, яка знаходиться

приблизно на відстані 1-5 мм від поверхні субстрату. Мікроорганізми приносять рослині користь, надаючи необхідні амінокислоти, вітаміни та цитокініни для покращення росту рослин, в той час як коріння рослин забезпечує для мікробів середовище існування, що розкладають вуглеводні.

- Фітостабілізація;

При фітостабілізації зона кореневої системи рослин діє як стабілізатор знерухомлюючи забруднюючі речовини у субстраті, запобігаючи таким чином впливу вуглеводнів у забрудненому субстраті за межами ділянки через ерозію, вилуговування або дисперсію. Для процесу фітостабілізації потрібна розгалужена коренева система, оскільки поглинання і накопичення вуглеводнів відбувається саме в кореневій зоні, кореневій оболонці та клітинах. Тобто у цьому процесі хімічні сполуки, що виробляються рослиною, фіксують забруднюючі речовини, а не розкладають їх.

- Фітоекстракція (також фітонакопичення);

У цьому процесі коріння рослин сорбує забруднюючі речовини разом з іншими поживними речовинами та водою. Забруднююча маса не руйнується, а потрапляє в пагони і листя рослин. Цей метод використовується в першу чергу для відходів, що містять важкі метали. Метали накопичуються у надземних пагонах рослин, які збираються і або переплавляються для потенційної переробки металів, або утилізуються як небезпечні відходи. Як правило, легко біологічно доступні метали для поглинання рослинами включають кадмій, нікель, цинк, миш'як, селен і мідь. Помірно біологічно доступними металами є кобальт, марганець і залізо. Свинець, хром і уран не дуже біологічно доступні. Свинець можна зробити набагато більш біологічно доступним шляхом додавання до субстрату хелатуючих агентів. Аналогічно, доступність урану та радіоактивного цезію-137 можна підвищити за допомогою лимонної кислоти та аміачної селітри, відповідно.

- Гідропонні системи для очищення водних потоків (ризofільтрація);

Ризосферна фільтрація схожа на фітоаккумуляцію, але рослини, які використовуються для очищення, вирощують у теплиці, їх коріння у воді.

Систему можна використовувати для очищення підземних вод за межами підприємства. Тобто ґрунтові води викачуються на поверхню для поливу цих рослин. Як правило, гідропонні системи використовують штучне ґрунтове середовище, таке як пісок, змішаний з перлітом або вермикулітом. Коли коріння насичуються забруднювачами, їх збирають і утилізують.

- Фітоволатилізація (Фіто-випаровування);

Під час цього процесу рослини поглинають воду, що містить органічні забруднювачі, і виділяють її в повітря через листя. Випаровування рослин може відбуватися через поглинання забруднюючих речовин корінням рослин, метаболізм і транспорт у рослинах у різних формах і, нарешті, випаровування з поверхонь рослин.

- Фітодеградація;

У цьому процесі рослини фактично метаболізують і руйнують забруднювачі всередині рослинних тканин. Вони вивільняють певні ферменти, такі як дегалогеназа, нітроредуктаза і лакказа, які діють як каталізатор хімічних реакцій, здатних прискорити процес деградації забруднювачів.

- Гідравлічний контроль;

У цьому процесі дерева опосередковано усувають забруднення, контролюючи потік ґрунтових вод. Коли коріння досягають рівня ґрунтових вод, дерево діє як природний водяний насос і розвиває щільну кореневу систему, яка поглинає велику кількість води. Тополя, наприклад, здатна витягувати з землі 30 галонів води на день, а осика може поглинати до 350 галонів на день. Найбільш широко використовуваними та досліджуваними рослинами є тополі. Військово-повітряні сили США використовували тополі з ціллю утримання трихлоретилену в ґрунтових водах. В штаті Айова Агентство з охорони навколишнього середовища продемонструвало дію тополь як природних насосів, що утримують токсичні гербіциди, пестициди і добрива від потрапляння у водойми та підземні води. Інженерний корпус армії США експериментував з рослинами водноболотних угідь для знищення вибухонебезпечних сполук у субстраті та ґрунтових водах.

Занурені та плаваючі види зменшили вміст тринітротолуолу до 5% від початкової концентрації. Соняшник, використовуючи ризофільтрацію, був успішно використаний для видалення радіоактивних забруднень з води ставків в ході випробувань в Чорнобилі, Україна.

ФітореMediaція ефективно використовується для відновлення неорганічних та органічних забруднювачів у субстраті та ґрунтових водах. Різні рослини, включаючи ріпак (*Brassica napus* L.), овес (*Avena sativa*) і ячмінь (*Hordeum vulgare*), переносять і накопичують такі метали, як селен, мідь, кадмій і цинк.

Різні фактори навколишнього середовища та його компонентів впливають на механізми фітореMediaції або змінюють їх. Тип субстрату та вміст органічної речовини у ньому можуть обмежувати біодоступність забруднень. Вологість в субстраті та водно-болотних угіддях впливає на ріст рослин/мікробів і доступність кисню для аеробного дихання. Температура також впливає на швидкість протікання процесів розкладання. Доступність поживних речовин може впливати на ступінь і швидкість деградації забрудненого субстрату. Нарешті, сонячне світло може трансформувати вихідні сполуки в сполуки, що можуть мати інший рівень токсичності і біодоступності, ніж вихідні сполуки. Ці різноманітні фактори НС є причиною вивітрювання - втрати певних фракцій забруднюючої суміші - в результаті чого в субстраті залишаються лише найбільш стійкі сполуки.

Останнім часом вчені у лабораторіях проводять масштабні дослідження різних видів рослин, які можуть бути використані в рекультиватії забруднених субстратів.

З огляду на отримані результати вимірювань, всі отримані результати знаходяться в межах природних фонових значень характерних для даного регіону.

Перевагами фітореMediaції ми можемо назвати:

– застосування методів фітореMediaції є економічно ефективним.



– технології фіторемедіації ефективно застосовуються на великих територіях із середнім рівнем забруднення.

– застосування технологій фіторемедіації дозволяє отримувати цінні метали та воду.

– для застосування цих технологій потрібні лише традиційн сільськогосподарські практики; немає необхідності в будівництві спеціальних об'єктів, а також у підготовці персоналу для його реалізації.

– технології фіторемедіації не споживають електричної енергії, ані виробляють забруднюючі викиди парникових газів.

– це технології, що зберігають ґрунт, воду та атмосферу.

– вони є методами знезараження з найменшим впливом на довкілля.

Недоліки та обмеження можемо надати:

– методи фіторемедіації можуть мати ефект тільки в області, зайнятій коренем рослин, тобто в обмеженій зоні і глибині.

– фіторемедіація не є повністю ефективною в запобіганні вимивання аб просочування забруднюючих речовин підземними водами.

– методи фіторемедіації є повільними методами дезактивації, оскільки вони вимагають часу очікування для росту рослин і пов'язаних з ними мікроорганізмів.

– на ріст і виживання рослин, що використовуються в цих методах, вплива ступінь токсичності забруднюючих речовин.

– застосування методів фіторемедіації може чинити негативний вплив на природні екосистеми, у яких вони впроваджуються, оскільки завдяки біоаккумуляції забруднюючих речовин у рослинах, можуть переходити до харчових ланцюгів через первинних і вторинних споживачів.

Тому фіторемедіація вважається одним із найбільш перспективних методів для очищення забруднень у промислово розвинених країнах. Метод полягає у використанні рослин для очищення ґрунтів та ґрунтових вод від поллютантів: важких металів, радіонуклідів, вуглеводнів та інших шкідливих сполук.

Серед переваг фітореMediaції в порівнянні з традиційними ремедіаційними технологіями можна відзначити відсутність або невелику кількість утворення вторинних відходів, мінімальні порушення природних екосистем, економічність, можливість застосування на різних за розмірами територіях, відносна простота реалізації та естетичність. Крім того, вирощування рослин призводить до відновлення ґрунту і запобігає ерозії. Економічна доцільність фітореMediaції також є вагомим аргументом на користь цієї технології.

## ВИСНОВКИ

Проблема твердих побутових відходів є актуальною й досить гострою для Київської області. Утворення відходів з року в рік зростає, тоді як значна частка цих відходів видалається на полігони та сміттєзвалища, які експлуатуються неналежним чином, внаслідок чого створюють негативний вплив на навколишнє природне середовище та здоров'я людей. Проблеми твердих побутових відходів частково вирішуються в містах, однак стають досить актуальними для сільської місцевості. У сільських населених пунктах майже не проводиться організований вивіз ТПВ, в більшості населених пунктів відсутні програми поводження з твердими побутовими відходами та схеми санітарної очистки населених пунктів, не ведуться реєстри об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів і місць їх видалення, все це призводить до утворення стихійних сміттєзвалищ та погіршує санітарний стан населених пунктів

Київською обласною державною адміністрацією впроваджується Концепція впровадження сучасної системи поводження з побутовими відходами, яка визначає базові підходи щодо реформування самої структури управління усіма процесами поводження з відходами. Дані підходи спрямовані на вибір оптимальних шляхів реорганізації обліку, збору, транспортування, переробки та утилізації відходів; створення інвестиційного проекту щодо організації сортування відходів, переробки ТПВ та утилізації ресурсоцінних відходів.

Першочерговою проблемою в сфері поводження з відходами для Київської області є практична відсутність достовірної систематизованої інформації щодо потоків відходів (їх якісний склад, об'єми, доля ресурсоцінних відходів і можливості їх переробки в області та ін.). А також проблеми, які пов'язані з функціонуванням полігонів (сміттєзвалищ).

Більшість полігонів ТПВ не відповідає санітарним вимогам з експлуатації полігонів, а значна кількість полігонів вже вичерпала свій ресурс і стала фактором антропогенного навантаження на довкілля.

Сміттєзвалище села Страхолісся Вишгородського району Київської області є стихійним сміттєзвалищем, з урахуванням відсутності контролю за територією та відсутністю будь яких даних щодо кількості та складу ТПВ на звалищі, розрахунок об'єму біогазу не виконувався.

ФітореMediaція вважається одним із найбільш перспективних методів для очищення забруднень у промислово розвинених країнах. Метод полягає у використанні рослин для очищення ґрунтів та ґрунтових вод від поллютантів: важких металів, радіонуклідів, вуглеводнів та інших шкідливих сполук. Серед переваг фітореMediaції в порівнянні з традиційними реMediaційними технологіями можна відзначити відсутність або невелику кількість утворення вторинних відходів, мінімальні порушення природних екосистем, економічність, можливість застосування на різних за розмірами територіях, відносна простота реMediaції та естетичність. Крім того, вирощування рослин призводить до відновлення ґрунту і запобігає ерозії.

Економічна доцільність фітореMediaції також є вагомим аргументом на користь цієї технології.

Отже, аналізуючи результати експериментальних досліджень, можемо зробити висновок про те, що представники родини БРАЦІАЛІЄ можуть бути рекомендовані для відновлення якості ґрунтів на території досліджуваного сміттєзвалища. Застосування якого у технології фітореMediaції значно підвищило якісні характеристики ґрунту. Навіть, у порівнянні з умовно чистим ґрунтом (контролем).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Попович В. В. Полігони твердих побутових відходів у вироблених кар'єрах, ярах, траншеях і особливості їх фітомеліорації. Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. Львів : РВВ НЛТУ України. 2012. Вип. 22.11. С. 119-128.
2. Petlovanyi M. V., Zubko S. A., Popovych V. V., Sai K.S. 2020. Physicochemical mechanism of structure formation and strengthening in the backfill massif when filling underground cavities. *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*, 2020, No. 6, pp. 142-150. <https://doi.org/0.32434/0321-4095-2020-133-6-142-150>
3. Karabyn V., Popovych V., Shainoha I., Lazaruk Y. Long-term monitoring of oil contamination of profile-differentiated soils on the site of influence of oil-and-gas wells in the central part of the Boryslav-Pokuttya oil-and-gas bearing area. *Petroleum and Coal*. 61(1). 81-89.
4. Zeng D., Chen G., Zhou P., Xu H., Qiong A., Duo B., Lu X., Wang Z., Han Z. 2021. Factors influencing groundwater contamination near municipal solid waste landfill sites in the Qinghai-Tibetan plateau. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 211 <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.111913>
5. Yaoa J., Konga Q., Qiu Z., Chena L., Shenc D. 2019. Patterns of heavy metal immobilization by MSW during the landfill process. *Chemical Engineering Journal*, 375 <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.122060>
6. Xu S., Zeeshan M., Qasim M., Zhang T., Wang R., Li C., Ge S. 2021. Diversity, abundance and expression of the antibiotic resistance genes in a Chinese landfill: Effect of deposit age. *Journal of Hazardous Materials*, 417 <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126027>
7. Wang Q., Ko J.-H., Liu F., Xu Q. 2021. Leaching characteristics of heavy metals in MSW and bottom ash co-disposal landfills. *Journal of Hazardous Materials*, 416 <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126042>
8. Wang P., Wu D., You X., Su Y., Xie B. 2021. Antibiotic and metal resistance genes are closely linked with nitrogen-processing functions in municipal solid waste

- landfills Journal of Hazardous Materials, 403  
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123689>
9. Wang P., Wu D., You X., Li W., Xie B. 2019. Distribution of antibiotics, metals and antibiotic resistance genes during landfilling process in major municipal solid waste landfills. *Environmental Pollution*, 255  
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113222>
10. Suna D., Honga X., Cuic Z., Dua Y., Huid K., Zhua E., Wub K., Hui K. 2019. Treatment of landfill leachate using magnetically attracted zero-valent iron powder electrode in an electric field. *Journal of Hazardous Materials*  
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121768>
11. Bilardi S., Calabrò P., Greco R., Moraci N. 2018. Selective removal of heavy metals from landfill leachate by reactive granular filters. *Science of the Total Environment*, 644  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.353>
12. Souza W., Rodrigues W., Filho M., Alves J., Oliveira T. 2018. Heavy metals uptake on *Malpighia emarginata* D.C. seed fiber microparticles: Physicochemical characterization, modeling and application in landfill leachate *Waste Management*, 78 P. 356–365  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.06.004>
13. Ray S., Mishra A., Kalamdhad A. 2021. Evaluation of equilibrium, kinetic and hydraulic characteristics of Indian bentonites in presence of heavy metal for landfill application. *Journal of Cleaner Production*, 317  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128396>
14. Obiri-Nyarko F., Duah A., Karikari A., Agyekum W., Manu E., Tagoe R. 2021. Assessment of heavy metal contamination in soils at the Kpone landfill site, Ghana: Implication for ecological and health risk assessment *Chemosphere*, 282  
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131007>
15. Liu S., Xi B., Qiu Z., He X., Zhang H., Dang Q., Zhao X., Li D. 2019. Succession and diversity of microbial communities in landfills with depths and ages and its association with dissolved organic matter and heavy metals *Science of the Total Environment*, 651  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.267>

16. Li R., Li L., Zhang Z., Chen G., Tang Y. 2021. Limiting factors of heavy metals removal during anaerobic biological pretreatment of municipal solid waste landfill leachate Hazardous Materials, 416 <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126081>
17. Hassana A., Pariatambya A., Ossaia I., Hamid F. 2020. Bioaugmentation assisted mycoremediation of heavy metal and metalloid landfill contaminated soil using consortia of filamentous fungi Biochemical Engineering Journal 157 <https://doi.org/10.1016/j.bej.2020.107550>
18. Francisca F.M., Glatstein D.A. 2019. Environmental application of basic oxygen furnace slag for the removal of heavy metals from leachates, Journal of Hazardous Materials <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121294>
19. Esfahani A., Zhai L., Sadmani A. (2021). Removing heavy metals from landfill leachate using electrospun polyelectrolyte fiber mat-laminated ultrafiltration membrane. Journal of Environmental Chemical Engineering, 9 <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105355>
20. Deng M., Kuo D., Wu Q., Zhang Y., Liu X., Liu S., Hu X., Mai B., Liu Z., Zhang H. 2018. Organophosphorus flame retardants and heavy metals in municipal landfill leachate treatment system in Guangzhou, China. Environmental Pollution, 236 <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.042>
21. Argun M., Akkuş M., Ateş H. (2020). Investigation of micropollutants removal from landfill leachate in a full-scale advanced treatment plant in Istanbul city, Turkey. Science of the Total Environment, 748 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141423>
22. Adelopo A.O., Haris P.I., Alo B.I., Huddersman K., Jenkins R.O. 2018. Multivariate analysis of the effects of age, particle size and landfill depth on heavy metals pollution content of closed and active landfill precursors Waste Management, 78 <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.05.040>
23. Abiriga D., Vestgarden S., Klempe H. (2020) Groundwater contamination from a municipal landfill: Effect of age, landfill closure, and season on groundwater

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140307>

24. Calabrò P.S., Gentili E., Meoni C., Orsi S., Komilis D. 2018. Effect of the recirculation of a reverse osmosis concentrate on leachate generation: A case study in an Italian landfill. Waste Management <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.03.007>

25. Alam R., Ahmed Z., Howladar M.F. (2019) Evaluation of heavy metal contamination in water, soil and plant around the open landfill site Mogla Bazar in Sylhet, Bangladesh, Groundwater for Sustainable Development, doi: <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100311>

26. Bakhshoodeha R., Alavib N., Oldhama C., Santosd R., Babaeie A., J. Vymazalg, Paydary P. 2020. Constructed wetlands for landfill leachate treatment: A review. Ecological Engineering, 146 <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.105725>

27. Hussein M., Yoneda K., Mohd-Zaki Z., Amir A., Othman N. 2019. Heavy Metals in Leachate, Impacted Soils and Natural Soils of Different Landfills in Malaysia: An Alarming Threat, Chemosphere, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.1288741>

28. Наказ Міністерства охорони здоров'я від 14 липня 2020 року № 1595 Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 31 липня 2020 року №722/35005 «Про затвердження Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті»

29. Генсирук С., Шевченко С., Бондар В., Шеляг-Сосонко Ю., Коваль Я., Зайцев В., Кравчук Ю. Комплексное лесохозяйственное районирование Украины и Молдавии. 1981. Наукова Думка. Під редакцією Генсирука.

30. Відбір проб ґрунту для визначення забруднення промисловими токсикантами (важкими металами) // Програма державної гідрометереологічної служби Мінекоресурсів України, 2004р.

31. Державний класифікатор України. Класифікатор відходів ДК 005-96. v0089217-96, Редакція від 01.05.2008.

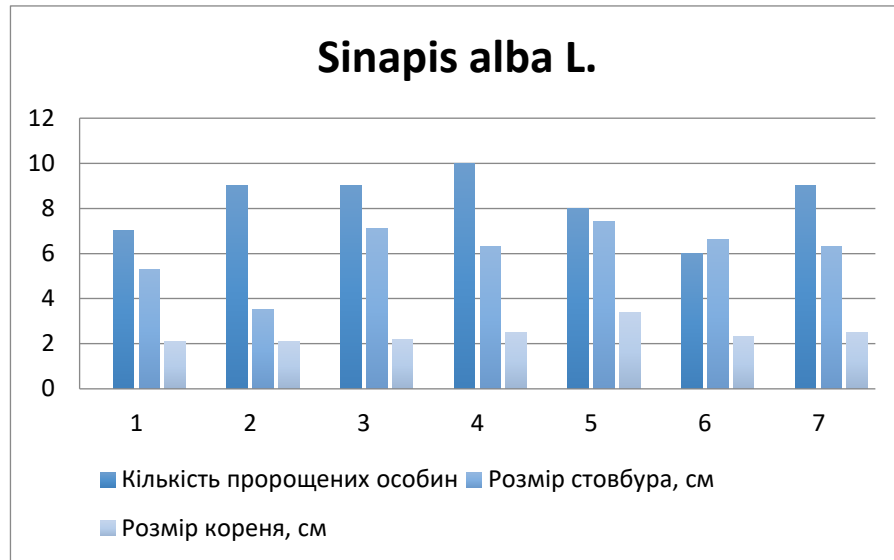


32. «Методичні рекомендації з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів» затверджені наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України №39 від 16.02.2010.
33. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 р. № 820.
34. Концепція впровадження сучасної системи поводження з побутовими відходами у Київській області 2017-2022 рр. Київська обласна державна адміністрація, Департамент екології та природних ресурсів – 2017 <https://ecomapa.gov.ua/>
35. Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку». 39/95-ВР, Редакція від 16.10.2013.
36. Валерко Р. А. Особливості біотестування антропогенно забруднених субстратів з метою їх екотоксичної оцінки. 2013. № 2. С. 262 – 266
37. Черп М.О. Проблема твердых бытовых отходов: комплексный подход / М.О. Черп, В.Н. Винниченко. – М.: Эколайн, 1996. – 40 с.
38. Систер В.Г. Твердые бытовые отходы. Справочник / В.Г. Систер, А.Н. Мирный, Л.Ф. Скворцов и др. – М.: АКХ им. К.Д. Панфилова, 2001. – 319 с.
39. Павлюк У.В. Львівське сміттєзвалище як еколого-економічна загроза населенню міста і прилеглих територій / У.В. Павлюк // Вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту, 2010. – Вип. IV (40). Економічні науки. – С. 367-371.
40. Бобович Б.Б. Переработка отходов производства и потребления: Справочное издание / Б.Б. Бобович, В.В. Девяткин. – М.: «Интермет Инжиниринг», 2000. – 496 с.
41. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» зі змінами та доповненнями відповідно до Закону № 1697-VII від 14 жовтня 2014 року.
42. Попович В. В. Фітомеліорація як засіб виведення сміттєзвалищ із експлуатації / Вісник ЛДУ БЖД №11, 2015. – 126-130 с.

43. Мальований М. С. Тверді побутові відходи м. Львова та їх вплив на довкілля / М.С. Мальований, О.Я. Голодовська, М.І. Пастернак // Хімія, технологія речовин та їх застосування : [збірник наукових праць]. – Львів : 2011. - № 700. - С. 250-252 .
44. Геник Я. В. Еколого-біологічні основи відновлення ландшафтів, порушених звалищами та полігонами твердих побутових відходів / Я. В. Геник// Науковий вісник НЛТУ України. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. Вип. 19.2. – С. 77-82.
45. Попович В.В., Король К.А., Мотрич С.І. Чинники впливу Броницького сміттєзвалища Львівської області на регіональну екологічну безпеку - Київ: Екологічні науки, 1 (28) 2020. – 378с.
46. Король К.А. Фізико-хімічні властивості талого снігу сміттєзвалищ туристично-рекреаційного комплексу Львівської області. - Київ: Екологічні науки, 2(41) 2020. – 171-178 с.
47. Котяш І.О., Король К.А. Екологічна проблема сміттєзвалищ на території України - Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення: Збірник наукових Праць Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. – Львів: ЛДУ БЖД, 2022. – 568 с.

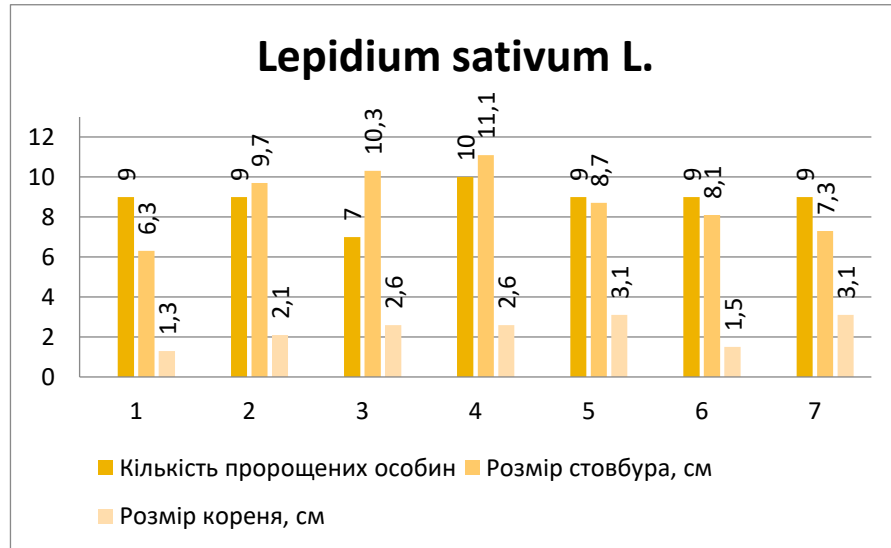
## **ДОДАТКИ**

## ЗАМІРИ БІОІНДІАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ SINAPIS ALBA L.



<b>Sinapis Alba L.</b>							
<b>Кількість пророщених особин</b>	7	9	9	10	8	6	9
<b>Розмір стовбура, см</b>	5,3	3,5	7,1	6,3	7,4	6,6	6,3
<b>Розмір кореня, см</b>	2,1	2,1	2,2	2,5	3,4	2,3	2,5

## ЗАМІРИ БІОІНДИЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ *LEPIDIUM SATIVUM L.*



<b>Lepidium sativum L.</b>							
<b>Кількість пророщених особин</b>	9	9	7	10	9	9	9
<b>Розмір стовбура, см</b>	6,3	9,7	10,3	11,1	8,7	8,1	7,3
<b>Розмір кореня, см</b>	1,3	2,1	2,6	2,6	3,1	1,5	3,1