

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХІМІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ
Кафедра екології та охорони навколишнього середовища

Дипломна робота магістра

ОЦІНКА ЯКОСТІ ҐРУНТІВ НА ТЕРИТОРІЯХ, ПРИЛЕГЛИХ ДО
ПОЛІГОНУ ТПВ В МІСТІ УЖГОРОД

Виконав: студент II курсу
спеціальності 101 Екологія
Рейка Владислав Михайлович
Керівник:
к.х.н., доц. Роман Л.Ю.
Рецензент:
к.х.н., доц. Сухарева О.Ю.

Ужгород 2024

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1.ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	6
1.1.Проблеми забруднення земель в Україні	6
1.2. Вплив відходів на екологічний стан земель	11
1.3. Огляд нормативно-правової бази щодо поводження з ТПВ	11
1.4. Використання сучасних технологій утилізації та переробки ТПВ.....	17
РОЗДІЛ 2.ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	20
2.1. Техніка безпеки та охорона праці при проведенні	20
2.2. Характеристика полігону ТПВ с. Барвінок та особливості досліджуваної території.....	21
2.3. Методики відбору зразків ґрунтів та аналізу показників якості ґрунтів.....	23
2.4. Методи визначення фізико-хімічних показників якості ґрунтів.....	25
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	299
3.1. Динаміка змін у стані земель на території полігону ТПВ м. Ужгорода...	29
3.2. Вплив полігону ТПВ на екосистеми прилеглих територій	37
3.3. Оцінка можливостей рекультивації земель полігону ТПВ	38
3.4. Рекомендації щодо покращення екологічного стану земель на території полігону	40
ВИСНОВКИ	42
РЕЗЮМЕ.....	43
SUMMARY.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	4345
ДОДАТКИ	49

ВСТУП

Забруднення земель є однією з ключових екологічних проблем, що вимагають нагального вирішення в Україні, зокрема у зв'язку з неефективним управлінням твердими побутовими відходами (ТПВ). У місті Ужгород, як і в багатьох інших населених пунктах, полігони для захоронення відходів є джерелами потенційної загрози для навколишнього середовища. Зокрема, полігон ТПВ у селі Барвінок потребує ретельного моніторингу та оцінки його впливу на земельні ресурси та екосистеми прилеглих територій.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю оцінки стану земель на полігонах ТПВ та пошуку можливостей для їх відновлення і рекультивації. Накопичення великих обсягів відходів, відсутність ефективних технологій переробки та рекультивації, а також слабкий контроль за екологічним станом полігонів створюють серйозну загрозу для якості ґрунтів, водних ресурсів та здоров'я людей. Проведення дослідження дозволить встановити динаміку змін у стані земель та визначити можливі шляхи їх поліпшення.

Тема дипломної роботи є важливою у контексті розробки нових підходів до екологічного моніторингу та управління ТПВ. Дослідження спрямоване на аналіз поточного стану земель полігону, оцінку впливу відходів на довкілля, а також вивчення перспектив екологічного відновлення території.

Мета дослідження полягає у визначенні динаміки змін якості ґрунтів на території полігону ТПВ м. Ужгород та розробці рекомендацій щодо необхідності їх рекультивації та поліпшення екологічної ситуації досліджуваних територій.

Задачі дослідження:

1. Провести аналіз екологічного стану полігону ТПВ у с. Барвінок.
2. Визначити динаміку змін у стані ґрунтів на полігоні впродовж 2023-2024 років.

3. Оцінити вплив полігону на прилеглі екосистеми.
4. Дослідити сучасні методи моніторингу та утилізації ТПВ.
5. Розробити рекомендації щодо покращення екологічного стану територій, прилеглих до полігону.

Об'єкт дослідження – оцінка якості ґрунтів територій в околі полігону ТПВ м. Ужгород.

Предмет дослідження – динаміка змін екологічного стану земель, що зазнають впливу полігону ТПВ.

Методи дослідження включають аналіз літературних джерел, польові дослідження, відбір зразків ґрунтів та їх фізико-хімічний аналіз.

Наукова новизна дослідження полягає у визначенні впливу полігону ТПВ м.Ужгород на прилеглі екосистеми впродовж 2023-2024 років. Протягом зазначеного періоду встановлено негативну динаміку змін якості ґрунтів, зокрема, за показниками вмісту нітратів і катіонів важких металів. Що пов'язано з значною кількістю відходів різних видів: побутова техніка, будівельні відходи, поліматеріали, відходи органічного походження, тощо.

Практичне значення полягає у можливості використання результатів дослідження для оптимізації управління полігоном та підвищення рівня екологічної безпеки на місцевому рівні.

Особистий внесок здобувача полягає у аналізі літературних джерел, проведенні польових досліджень, відборі проб ґрунту, аналізі отриманих експериментальних даних та розробці рекомендацій щодо поліпшення екологічного стану полігону.

Апробація результатів дослідження. Основні результати, що викладені у роботі доповідались на:

- IV міжнародному науковому симпозіумі в рамках Еразмус+. Модуль Жан Моне: Сталий розвиток – стан, перспективи. Концепція еко-системних послуг: Європейський досвід, м.Львів-Славське, 13–16 лютого 2024 року. Тема доповіді: «Моніторинг екологічного стану земель території полігону ТПВ міста Ужгорода»;

- міжнародній науково-практичній конференції «Наука, освіта, технології і суспільство в умовах глобалізації»: збірник тез доповідей, м. Біла Церква, 10 червня 2023 року. Тема доповіді: «Оцінка впливу полігону міста Ужгорода на якість ґрунтів прилеглих територій»;

- XIX Міжнародній науково-практичній конференції «Радіаційна, техногенно-екологічна та біологічна безпека: стан, шляхи і заходи покращення» в рамках «Ольвійського форуму-2024: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі», м. Миколаїв, 20-23 червня 2024 р. Тема доповіді: «Оцінка якості ґрунтів на території полігону ТПВ міста Ужгорода».

Структура роботи включає три розділи: літературний огляд, експериментальну частину та обговорення результатів. Загальний обсяг роботи становить 50 сторінок, включає 7 таблиць, 9 рисунків і 31 джерело літератури.

РОЗДІЛ 1

ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1. Проблеми забруднення земель в Україні

Забруднення земель є однією з найгостріших екологічних проблем, що загрожують Україні. У країні, яка володіє приблизно 8% світового запасу чорнозему, стан ґрунтів уже вийшов за рамки суто аграрного питання та став проблемою екологічної безпеки. Деградація ґрунтів, забруднення хімікатами та інші фактори впливають не лише на сільське господарство, але й на здоров'я населення та екосистеми [1].

Україна вирізняється високим рівнем господарського використання земель – до 92% території країни залучено в господарську діяльність, що значно перевищує середні показники розвинених країн Європи, де цей показник становить не більше 35%. Більше половини (понад 54%) земель України розорані, що створює великі ризики для їхньої деградації. Особливо високий рівень розораності спостерігається на Півдні та в центральних областях, де цей показник може сягати 90%.

Проблема полягає не тільки у великій кількості розораних земель, але й у неправильному використанні ґрунтів. Зокрема, порушення агротехнологій та недотримання правил сівозміни призводять до виснаження ґрунтів і зниження вмісту гумусу – головного показника родючості. У первозданних чорноземах вміст гумусу сягає близько 10%, тоді як сучасні українські чорноземи містять лише 3,7–4% цієї речовини.

Крім того, через надмірну розораність і неправильне використання землі відбуваються значні викиди CO₂ у атмосферу, що перевищують рівні викидів, спричинених промисловістю. Виснажені ґрунти швидко піддаються ерозії, що особливо небезпечно в умовах кліматичних змін. Це вже спричиняє зміщення ґрунтових зон, що призводить до стрімкого розширення степових територій.

Чорноземи України є одним із найцінніших ресурсів, але їхня деградація відбувається колосальними темпами. Використання земель без дотримання агротехнологічних норм призводить до того, що ґрунти втрачають свої природні властивості. Основною причиною деградації є вирощування монокультур, таких як соняшник, кукурудза та соя, без дотримання сівозміни. Ці культури виснажують ґрунти, що робить їх вразливими до ерозії.

За оцінками експертів, за останні 100 років Україна втратила третину свого гумусного шару. Темпи його відновлення є надзвичайно повільними – 10 см чорнозему відновлюються приблизно за 2 тисячоліття. Це означає, що без ефективних заходів із відновлення та збереження ґрунтів, деградація може стати незворотною.

Ще однією важливою проблемою є хімічне забруднення ґрунтів. Українські фермери часто використовують велику кількість пестицидів, прагнучи підвищити врожайність. Це особливо небезпечно для українських чорноземів, які мають високу буферну здатність – вони можуть поглинати великі кількості хімікатів і поступово вивільняти їх у навколишнє середовище протягом десятиліть або навіть століть [2].

Крім пестицидів, ґрунти забруднюються важкими металами, особливо в зонах промислових міст, вздовж автомобільних доріг та у районах техногенних катастроф. Хімічне забруднення значно впливає на якість сільськогосподарської продукції. В Україні досі немає належної системи обліку отруєнь ґрунтів пестицидами та іншими шкідливими речовинами, що значно ускладнює оцінку реальних масштабів проблеми. Відомо, що до 95% шкідливих речовин, що потрапляють у організм людини через їжу, походять саме з ґрунтів.

Окремо слід відзначити використання заборонених у Європі пестицидів. Деякі препарати, які заборонені в ЄС [1] через їхню шкідливість, досі активно використовуються в Україні, що значно посилює проблему хімічного забруднення.

Воєнні дії на території України спричинили масштабну та довготривалу деградацію довкілля, зокрема ґрунтових екосистем [3]. Заміновані ділянки, вирви від обстрілів, зсуви ґрунтів, знищена військова техніка на полях — усе це вказує на серйозні пошкодження ґрунтового покриву з руйнівними наслідками як для здоров'я ґрунтів, так і для людей.

Якщо не здійснити належні заходи з відновлення, постраждалі землі поступово втратять родючість і здатність до самовідновлення. Однак найбільш небезпечним є хімічне забруднення, яке створює ризик вирощування токсичної сільськогосподарської продукції, ставлячи під сумнів безпечність таких земель для використання.

Попри те, що поки неможливо повністю оцінити масштаби пошкоджень ґрунтових ресурсів, уже зараз зрозуміло, що тривалість та інтенсивність бойових дій значно впливають на погіршення екологічної ситуації. Чим довше триває війна, тим більша шкода завдається довкіллю, зокрема ґрунтам.

Україна стикається з серйозними екологічними викликами, пов'язаними зі станом земельних ресурсів. Надмірна розораність, деградація чорноземів та хімічне забруднення ґрунтів загрожують не лише сільському господарству, але й здоров'ю населення та стабільності екосистем [1]. Для запобігання подальшому погіршенню ситуації необхідно впроваджувати комплексні заходи з відновлення ґрунтів, впроваджувати сучасні технології в аграрному секторі, а також посилювати контроль за використанням хімічних препаратів.

Без належної уваги до цієї проблеми ми ризикуємо втратити один із найцінніших природних ресурсів – український чорнозем.

Основні чинники антропогенного впливу на земельні ресурси та ґрунти залишаються серйозною загрозою для екологічної безпеки та здоров'я населення. Моніторинг стану ґрунтів, що здійснюється обласними центрами контролю і профілактики хвороб (ЦКХП), дозволяє оцінити можливий негативний вплив на здоров'я людей на територіях підвищеного ризику.

У 2021 році в Україні було проведено хімічний аналіз 9674 проб ґрунтів [4]. З них 3,9% не відповідали санітарним нормам, що є зростанням порівняно з 3,0% у 2020 році та 3,6% у 2019. Зокрема, із 4324 проб на вміст важких металів 5,4% перевищували допустимі норми. Аналіз пестицидів показав, що 2,3% з 1506 проб не відповідали вимогам, що також є незначним збільшенням порівняно з попередніми роками (рис.1.1.1).

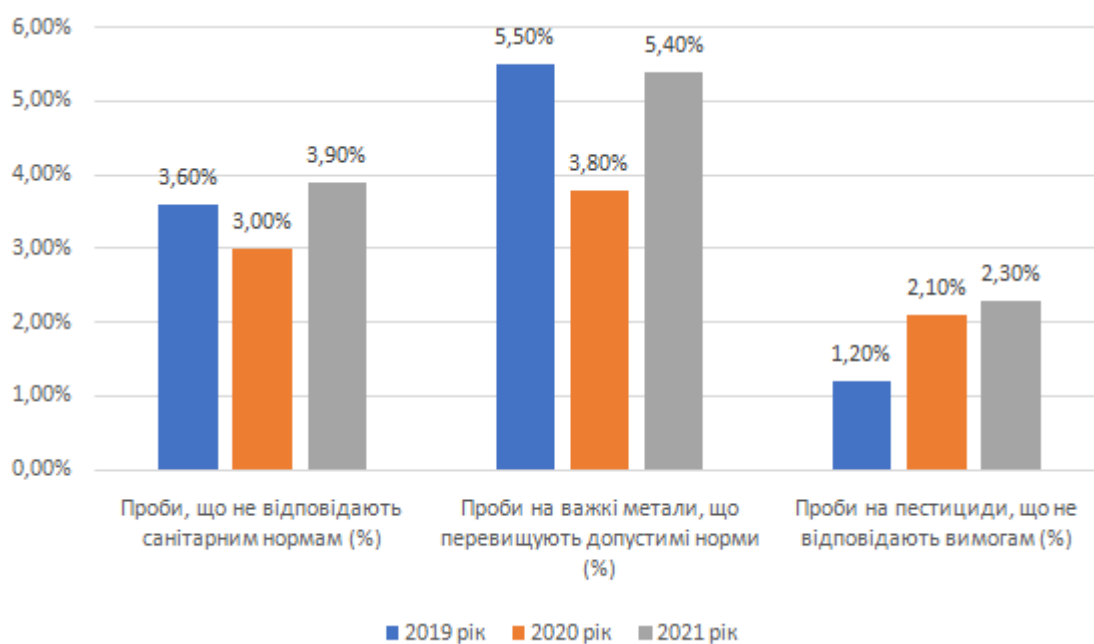


Рис. 1.1.1. Хімічний аналіз ґрунтів в Україні з 2019 по 2021 [4]

Дослідження ґрунтів на наявність гельмінтів показало, що 2,2% із 30322 проб не відповідали нормам, що є суттєвим покращенням порівняно з 5,0% у 2020 році. Щодо мікробіологічних показників, то із загальної кількості, а саме 9991 проби, 7,4% їх складало перевищення допустимих рівнів забруднення (рис.1.1.2).

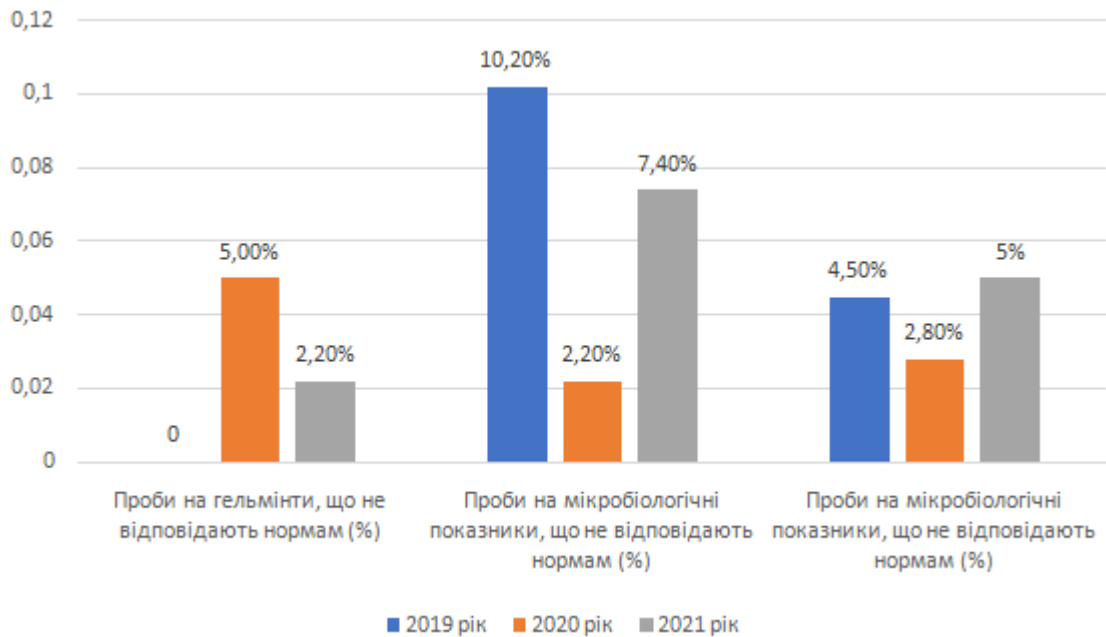


Рис. 1.1.2. Дослідження ґрунтів щодо наявності гельмінтів та мікробіологічних показників в Україні з 2019 по 2021 [4]

Хоча загальна кількість досліджених проб ґрунтів дещо зменшилася, зареєстровано зростання кількості проб, що не відповідали нормативам, особливо на територіях промислових підприємств, у санітарно-захисних зонах цих підприємств, у зонах впливу транспортних магістралей та місць видалення відходів. Особливо проблемними залишаються зони зберігання токсичних відходів, непридатних або заборонених пестицидів, а також території колишніх складів для зберігання небезпечних речовин. У житлових масивах, дитячих майданчиках і поблизу закладів також спостерігаються випадки перевищення норм забруднення.

Моніторинг хімічного стану ґрунтів у місцях зберігання токсичних відходів на території підприємств у 2021 році показав покращення [5]: серед 179 проб не було виявлено жодної, що перевищує норми (проти 0,8% у 2020 році і 0,4% у 2019). Однак поза межами підприємств ситуація залишалася складнішою: із 263 проб 6,5% не відповідали нормативам, що є підвищенням порівняно з 5,3% у 2020 і 6,2% у 2019. У житлових зонах ситуація дещо

покращилася, проте 2,7% з 2741 проб все ще не відповідали нормам (у 2020 – 3,1%, у 2019 – 3,7%).

Незважаючи на деяке зниження забрудненості ґрунтів наднормативними кількостями забруднювачів, проблема залишається гострою. Зростання концентрацій шкідливих речовин у зонах впливу промисловості та транспорту вимагає посилення контролю та впровадження більш жорстких заходів для охорони земельних ресурсів та ґрунтів [6].

1.2. Вплив відходів на екологічний стан земель

Вплив твердих побутових відходів (ТПВ) на екологічний стан земель є однією з найбільш значущих проблем сучасної екології. Полігони, на яких накопичуються відходи, виступають джерелом різноманітних забруднень, що завдають шкоди як ґрунту, так і всій навколишній екосистемі. Відходи, особливо ті, що не піддаються біологічному розкладу (рис. 1.2.1.), стають постійним фактором ризику для земельних ресурсів, створюючи довгострокові екологічні проблеми [7].



Рис. 1.2.1. Типовий вміст побутових відходів на полігонах [7]

Несанкціоновані сміттєзвалища є джерелами значного забруднення ґрунтів, утворюючи специфічні техногенні зони [3]. На таких стихійних полігонах може скупчуватися будівельне сміття та отруйні речовини, які зазвичай відсутні на контрольованих полігонах. Часто підприємства також скидають відходи на ці нелегальні звалища.

Через порушення вимог до облаштування місць для видалення відходів, зокрема відсутність спеціального інженерного обладнання для збору та зберігання відходів, такі звалища нерідко стають місцем займання або тління [7]. Це загрожує ґрунтам інтенсивним забрудненням, що, у свою чергу, небезпечно для верхніх шарів ґрунтових вод, а отже, для здоров'я людей і живих організмів, що мешкають поблизу. На рис. 1.2.2. продемонстровано загальну характеристику відходів.

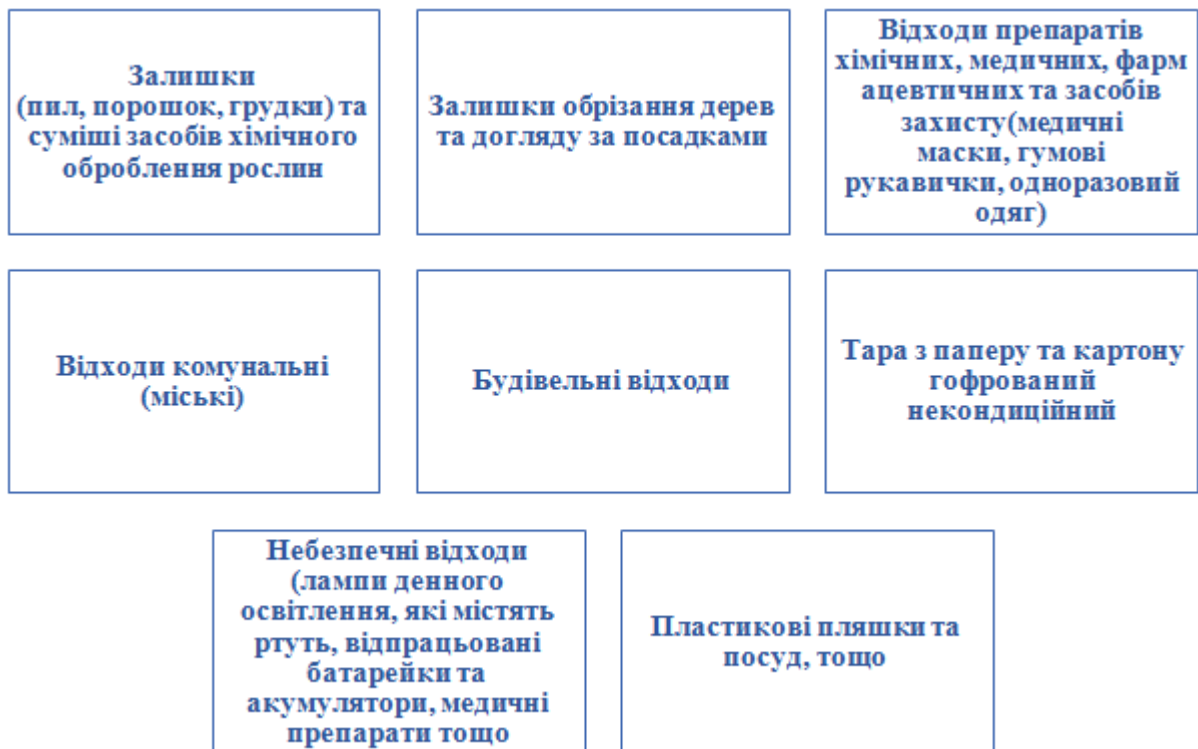


Рис. 1.2.2. Загальна характеристика відходів, що викидаються на неконтрольовані сміттєзвалища [7]

Полігони ТПВ здебільшого створюються на периферії міст і сіл, що знижує прямий вплив на мешканців, але створює значні проблеми для ґрунтів і природних ресурсів.

Відходи, що накопичуються на полігонах, поступово розкладаються, вивільняючи токсичні речовини, які можуть проникати у верхні та нижні шари ґрунту [7]. Одним із найнебезпечніших процесів є фільтрація фільтратів — рідин, що утворюються внаслідок розкладу відходів і містять велику кількість токсичних хімічних сполук. Ці речовини можуть легко проникати у ґрунт і досягати підземних вод, що створює загрозу для водних екосистем і здоров'я людей, які використовують ці ресурси.

Деякі відходи, зокрема електронні прилади, батареї, фарби тощо, містять важкі метали (свинець, кадмій, ртуть), які при розкладі виділяються в ґрунт і можуть залишатися там протягом десятиліть. Важкі метали надзвичайно небезпечні через свою токсичність і здатність накопичуватися в біологічних системах. Крім того, такі відходи, як пластикові вироби, можуть містити стійкі органічні забруднювачі, які не розкладаються природним шляхом і можуть значно впливати на хімічний склад ґрунтів [8].

Полігони ТПВ є джерелом викидів газів, що утворюються внаслідок розкладу органічних відходів. Основними газами є метан (CH_4) та вуглекислий газ (CO_2). Метан є особливо небезпечним, оскільки він має високу парникову активність, що сприяє глобальному потеплінню. Крім того, ці гази можуть накопичуватися в ґрунті і створювати умови для його деградації. Частина цих газів також потрапляє в атмосферу, погіршуючи якість повітря і створюючи додаткові загрози для здоров'я населення, особливо в районах, що розташовані поруч з полігонами [9].

Відходи часто є джерелом розмноження патогенних мікроорганізмів, вірусів та паразитів. Таке біологічне забруднення особливо небезпечне в умовах погано організованого збору та переробки відходів. Мікроорганізми можуть потрапляти в ґрунт і поширюватися на прилеглі території, викликаючи поширення хвороб серед тварин і людей.

Накопичення великої кількості ТПВ на полігонах може призвести до зміни природного рельєфу місцевості [2, 8]. Відходи можуть утворювати високі пагорби та значно змінювати водний баланс території, перешкоджаючи природному стоку дощової води. Це може призвести до застою води, підтоплень, що сприяє розмиванню ґрунтів та їх подальшій деградації. Зміни в рельєфі можуть також призводити до ерозії ґрунтів, що особливо небезпечно для сільськогосподарських угідь.

Забруднення земель через полігони ТПВ має катастрофічні наслідки для місцевої флори та фауни [5, 7]. Ґрунти, забруднені важкими металами і хімічними речовинами, втрачають свою родючість, що призводить до зниження продуктивності рослин та їх різноманіття. Рослинність на таких територіях часто повністю деградує або стає значно меншою. Водночас на забруднених землях можуть рости лише стійкі до хімічного забруднення види, що змінює природний ландшафт і екосистему.

Втрата біорізноманіття — ще один значний наслідок забруднення земель. Забруднення ґрунтів та вод негативно впливає на життєдіяльність тварин, особливо водних видів, які залежать від чистоти водойм. Крім того, токсичні речовини, що потрапляють у харчові ланцюги, можуть призводити до мутацій та захворювань у тварин, що загрожує знищенню певних видів та порушенню екологічного балансу.

Проблема забруднення земель також має важливі соціально-економічні наслідки [9]. Полігони ТПВ часто розташовані поблизу населених пунктів, де проживають люди, що зазнають негативного впливу від сусідства з відходами. Погіршення якості ґрунтів, забруднення вод і повітря може призводити до погіршення здоров'я мешканців прилеглих районів. Дослідження показують, що в таких районах частіше фіксуються випадки респіраторних, онкологічних та інфекційних захворювань.

Крім того, зниження продуктивності земель впливає на сільське господарство і може призводити до економічних втрат для місцевих фермерів. Забруднені землі непридатні для ведення сільськогосподарської

діяльності, що призводить до зниження врожаїв та економічних втрат для місцевої громади.

Для мінімізації впливу відходів на екологічний стан земель необхідно впроваджувати ефективні стратегії управління відходами, такі як [10]:

- сортування та переробка відходів. Зменшення кількості ТПВ, що потрапляють на полігони, можливо через розширення системи сортування відходів на різних рівнях — від домогосподарств до великих підприємств. Важливо також підвищувати рівень переробки та повторного використання відходів.

- рекультивация земель. Відновлення земель, забруднених полігонами ТПВ, є важливим кроком для повернення територій до природного стану. Це включає комплекс заходів, таких як очищення ґрунтів, їх рекультивация та насадження рослинності, що здатна відновити екосистему.

- моніторинг стану земель. Постійний екологічний контроль за станом ґрунтів на полігонах дозволяє своєчасно виявляти небезпечні рівні забруднення та вживати заходів для його усунення. Використання сучасних технологій, таких як дистанційне зондування та ґрунтовий аналіз, допомагає отримувати точні дані про екологічний стан територій.

Таким чином, вплив відходів на екологічний стан земель — це складна проблема, яка потребує комплексного підходу до вирішення. Ефективне управління відходами, очищення забруднених територій та постійний моніторинг екологічного стану є ключовими елементами для збереження здорових земельних ресурсів і природних екосистем [11].

1.3. Огляд нормативно-правової бази щодо поводження з ТПВ

Проблема управління твердими побутовими відходами (ТПВ) є актуальною для України, оскільки обсяг відходів зростає, а система їх обробки та утилізації потребує вдосконалення. Нормативно-правова база, що регулює поводження з ТПВ, складається з кількох ключових законів,

постанов та рішень, які визначають правила і стандарти для організацій та підприємств, що працюють у цій сфері.

Основним нормативним актом, що регулює питання поводження з відходами в Україні, є Закон України "Про відходи" [12]. Цей закон визначає основні поняття, принципи управління відходами, а також права та обов'язки органів влади, підприємств та громадян у сфері утилізації та переробки відходів. Закон встановлює вимоги до збирання, транспортування, зберігання, утилізації та ліквідації відходів, включаючи небезпечні, що є важливим для забезпечення екологічної безпеки.

Закон України "Про житлово-комунальні послуги" (№ 2189-VIII від 09.11.2017 р. та № 1875-IV від 24.06.2004 р.) [13] визначає правові основи надання комунальних послуг, зокрема вивезення побутових відходів. Важливим чинником цього закону є регулювання тарифів на послуги, обов'язки постачальників послуг та права споживачів, що сприяє створенню прозорої системи управління ТПВ.

Закон України "Про місцеве самоврядування" (№ 280/97-ВР від 21.05.1997 р.) надає органам місцевого самоврядування повноваження у сфері організації благоустрою територій та управління відходами [14]. Це включає право визначати порядок вивезення побутових відходів, укладати договори з підприємствами, що здійснюють ці послуги, а також контроль за дотриманням норм і стандартів у цій сфері.

“Державні санітарні норми та правила утримання територій населених місць”, затверджені наказом МОН України № 145 від 17.03.2011 р., встановлюють вимоги до утримання територій, що впливають на управління ТПВ. Ці норми містять рекомендації щодо забезпечення чистоти, безпеки та санітарного стану територій [15].

Рішення Київської міської ради, такі як "Про правила благоустрою міста Києва" (від 25 грудня 2008 року N 1051/1051) та "Про визначення послуги з вивезення побутових відходів окремою комунальною послугою" (від 17 квітня 2018 року N 479/4543), підтверджують важливість регулювання

місцевих питань управління твердими побутовими відходами (ТПВ). Ці документи встановлюють чіткі правила та процедури, що сприяють організованому вивезенню відходів, їх утилізації та забезпечують комфортне і безпечне середовище для мешканців столиці. Також вони покладають відповідальність на відповідні органи за контроль за дотриманням норм благоустрою, що є критично важливим для підтримання екологічної безпеки та покращення якості життя населення. Рішення сприяють формуванню системи управління ТПВ, що включає впровадження сучасних технологій для зменшення негативного впливу на довкілля та населення.

Процес контролю за дотриманням Ліцензійних умов провадження господарської діяльності у сфері поводження з небезпечними відходами регламентується окремими постановами, що забезпечують контроль за виконанням норм та правил. Також, затвердження типової форми первинної облікової документації N 1-ВТ “Облік відходів та пакувальних матеріалів і тари” є важливим кроком у забезпеченні прозорості в обліку та звітності в сфері управління відходами.

Таким чином, нормативно-правова база України щодо поводження з ТПВ є багатогранною та багатоетапною, об'єднуючи законодавчі ініціативи на різних рівнях. Подальше вдосконалення цієї бази та інтеграція сучасних підходів до управління відходами можуть значно покращити екологічну ситуацію в країні.

1.4. Використання сучасних технологій утилізації та переробки ТПВ

Сучасні технології утилізації та переробки твердих побутових відходів (ТПВ) є ключовим інструментом для вирішення проблеми накопичення відходів, зменшення їхнього негативного впливу на довкілля та отримання додаткових ресурсів [16]. У світовій практиці активно застосовуються такі підходи:

- полігонне захоронення;

- сортування твердих побутових відходів для видалення шкідливих компонентів і їх подальша утилізація з метою вилучення цінних ресурсів;
- утилізація твердих побутових відходів шляхом спалювання.

Полігонне захоронення залишається найпоширенішим методом у багатьох країнах, хоча його доцільність обмежена для відходів, які можна переробити. Для зменшення негативного впливу на екосистеми використовуються спеціалізовані полігони, обладнані системами ізоляції та збору газів, які утворюються під час розкладання органічних речовин.

Сучасні технології сортування ТПВ дозволяють виділяти ресурсоцінні матеріали (пластик, папір, метал, скло) для їхньої повторної переробки. Це сприяє зменшенню обсягу захоронюваних відходів і використанню відновлених матеріалів у промисловості.

Термічна утилізація ТПВ є популярною у країнах з високою щільністю населення. Завдяки сучасним сміттєспалювальним заводам із багатоступеневою системою газоочищення значно знижуються викиди шкідливих речовин. Цей метод також дозволяє перетворювати енергію від спалювання на тепло або електроенергію, що робить його економічно доцільним.

Це інноваційна технологія, що передбачає термічну переробку відходів при температурах 1350–1600°C без доступу кисню. Вона дозволяє отримувати синтетичний газ, рідке паливо та інертні тверді залишки, які можна використовувати у будівництві.

Біологічна переробка органічної складової ТПВ сприяє виробництву компосту, що використовується як добриво [16]. Це екологічно чистий і недорогий метод утилізації, що зменшує обсяги полігонного поховання.

У розвинених країнах домінує термічна переробка ТПВ [16]. У Японії спалюється до 82% сміття, у США — 81%, у Данії — 78%. Такі показники забезпечуються завдяки застосуванню найкращих доступних технологій: печі на механічних колошникових решітках, печі з вихровим киплячим шаром та системами багатоступеневої газоочистки.

В Україні впровадження сучасних технологій утилізації відходів залишається на початковій стадії. Сортування та переробка ТПВ обмежені, а більшість сміття складається на полігонах [17].

Запровадження сучасних технологій утилізації ТПВ в Україні потребує [10, 17]:

- створення інфраструктури для сортування й переробки сміття;
- модернізації існуючих сміттєспалювальних заводів;
- державної підтримки для розвитку високотемпературного піролізу та інших інноваційних технологій.

Ці заходи сприятимуть зменшенню екологічного навантаження, оптимізації використання ресурсів і досягненню більш сталого управління відходами.

РОЗДІЛ 2

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1. Техніка безпеки та охорона праці при проведенні експериментальних робіт

При проведенні досліджень у хімічній лабораторії безпека та охорона праці є ключовими елементами, які вимагають серйозного підходу та дотримання встановлених норм [18]. Невиконання правил техніки безпеки може призвести до серйозних наслідків, включаючи травми, отруєння, пожежі чи забруднення навколишнього середовища. Тому важливо знати і дотримуватися правил безпеки, щоб мінімізувати ризики під час роботи в лабораторії.

Перед початком будь-якої роботи в лабораторії необхідно ретельно ознайомитися з характеристиками речовин, з якими ви плануєте працювати. Це включає вивчення паспортів безпеки (SDS) на хімічні речовини, які містять інформацію про їхню токсичність, запалюваність, реактивність та інші небезпечні властивості. При роботі в лабораторії необхідно мати відповідне захисне спорядження, яке включає:

- лабораторний халат;
- окуляри або захисні щитки;
- рукавички;
- взуття з неслизькою підошвою.

Використовувати витяжні шафи або хімічні шафи при роботі з токсичними або летючими речовинами.

Не допускається вживання їжі, напоїв або куріння в лабораторії. Це може призвести до забруднення їжі та рідини хімічними речовинами, що є небезпечним для здоров'я.

Не виливати небезпечні речовини в каналізацію або смітник. Для цього необхідно використати спеціальні контейнери для збору відходів, що відповідають вимогам законодавства.

2.2. Характеристика полігону ТПВ с. Барвінок та особливості досліджуваної території

На сьогоднішній день у селі Барвінок, що знаходиться в Ужгородському районі, функціонує єдиний сміттеполігон, площа якого складає 9 гектарів. Полігон поділений на три частини, одна з яких, так звана "перша карта", потребує термінового ремонту.

Полігон розпочав свою діяльність у 1998 році [19]. План експлуатації котловану складав глибину 6 метрів на термін не менше 25 років. Однак реальність виявилася іншою: котлован заповнився набагато швидше, ніж передбачалося. Це сталося, переважно, через велику кількість пластикової тари, що надходила. На сьогодні технологічна потужність полігону вже майже вичерпана. Таким чином, за 15 років активного використання, існуючі розрахунки не виправдали себе.

Однією з найбільш серйозних проблем, що виникали на цьому сміттєзвалищі, стало масштабне загоряння у 2007 році, яке охопило площу 2 гектари. Гасіння пожежі тривало більше двох тижнів, в результаті чого токсичний дим покрив усе село. Взимку ризик повторного загоряння є мінімальним, але влітку навіть просте скло від розбитих пляшок, під впливом сонячних променів, може стати причиною загоряння [19].

Останнім часом на сміттєполігоні було реалізовано систему відведення газу, яка має на меті запобігти виникненню пожеж. Свердловини, викачуючи біогаз, допомагають знизити ризик загоряння. Також був побудований насип по периметру полігону для запобігання засміченню прилеглої території. Однак ці заходи все ще недостатні, оскільки не охоплюють усю територію сміттєзвалища. Випаровування на полігоні залишається легкозаймистим, і у

випадку пожежі знадобиться провести повне відновлення території та закрити полігон.

На даний момент полігон приймає відходи не лише з міста Ужгород, але й з інших населених пунктів Ужгородського району. У зв'язку з практично повним виснаженням його технологічної потужності, полігон не зможе приймати додаткові відходи в цьому році. Це підкреслює необхідність термінового вирішення питання шляхом відкриття нового сміттєзвалища та рекультивації існуючого.

На місцевому рівні також обговорюється можливість будівництва сміттєпереробного заводу. Проте реалізація цього проекту стикається зі значними перешкодами [20]. По-перше, громада активно висловлює свою стурбованість через відсутність інформації про наміри місцевої влади. Не проводилося жодних обговорень чи громадських слухань, що призводить до відсутності діалогу між адміністрацією та населенням. Це породжує побоювання серед жителів, що їхнє життя може опинитися в тіні сміття.

Крім того, існує складність у визначенні нових місць для розташування полігону, яке має відповідати численним обов'язковим вимогам. Потрібен дозвіл місцевої ради, і полігон повинен розташовуватися на безпечній відстані від населених пунктів та підземних вод, з дотриманням умов, таких як глибина підземних вод на мінімум 6 метрів та відстань від найближчих населених пунктів — не менше 3 кілометрів. Це означає, що питання виділення земельної ділянки під новий полігон залишається невирішеним протягом останніх кількох років.

Сміттєзвалище обслуговується ТОВ "АВЕ Ужгород", яке здійснює збір та вивезення твердих побутових відходів. Згідно з оцінками, щомісячний обсяг побутових відходів з різних джерел — житлових будинків, приватних ділянок, підприємств та установ — становить від 18 до 22 тисяч кубічних метрів, що еквівалентно приблизно 15-20 вантажівкам сміття. Щоденний обсяг сміття, яке надходить на полігон, становить близько 500-550 кубічних метрів [20].

Полігон розташований на відстані 10 км від центру Ужгорода та 2,3 км від села Барвінок. Обсяг накопичених відходів на полігоні оцінюється в 2365 тис. тонн або 6764 тис. м³. На даний момент виконані певні інженерні роботи, такі як розробка проектно-технічної документації, влаштування траншей для відведення стоків і будівництво відстійника для фільтрата. Проте, система відведення поверхневих вод на полігоні ще не функціонує, а фільтрат, замість відведення, скупчується у великих обсягах в котловані. Також на території полігону відсутня належна дорога до місця вивезення, дезінфікатор для автомобільних коліс, а також вагова та автомийка. Це не лише ускладнює процеси роботи полігону, а й порушує основні вимоги експлуатації таких об'єктів (Додатки А, Б).

Отже, основним завданням для міста залишається вдосконалення системи захоронення відходів на полігоні шляхом будівництва сортувальної станції або установки, а також спеціальної касети для захоронення органічних матеріалів з подальшим використанням біогазу. Однак для реалізації цих ініціатив потрібні значні інвестиційні ресурси та активна участь громади в обговоренні цих проектів, що допоможе налагодити конструктивний діалог та знайти спільні рішення для поліпшення екологічної ситуації в регіоні.

2.3. Методики відбору зразків ґрунтів та аналізу показників якості ґрунтів

Для оцінки якості ґрунтів навколо сміттєзвалища у селі Барвінок було проведено відбір зразків ґрунту з декількох ділянок. Усереднені проби ґрунту, масою 1 кг відбирались за наступним принципом віддаленості від досліджуваного об'єкту:

№1 – ґрунти з тіла полігону,

№2 – ґрунти за 50 м,

№3 – ґрунти за 100 м від тіла полігону.

Вибірка ґрунту здійснювалася з трьох різних місць, що дозволило отримати репрезентативні дані про його стан [21].

Проби ґрунтів відбирались два рази:

- 1) у період з 15 по 19 травня 2023 року;
- 2) 11-14 листопада 2024 року.

Відібрані зразки ґрунту підлягали експериментальним роботам, щодо оцінки їх фізико-хімічних характеристик, визначити можливі негативні впливи від діяльності сміттєзвалища.

Лабораторні дослідження проведено відповідно до нормативних документів (табл.2.3.1.).

Таблиця 2.3.1.Характеристика випробування

№ з/п	Позначення НД	Назва нормативного документу
1	ДСТУ 4405:2005	Якість ґруну. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ПА
2	ДСТУ 4729:2007	Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ПА ім. О.Н.Соколовського
3	ДСТУ: 7608:2014	Якість ґрунту. Потенціометричний метод визначення активності іонів водню в ґрунтових пастах
4	ГОСТ 26212-91	ґрунти. Визначення гідролітичної кислотності методом Каппена
5	ГОСТ 26483-85	Приготування сольової витяжки та визначення її рН
6	ГОСТ 26483-85	ґрунти. Метод визначення обмінної кислотності
7	ГОСТ 26951-86	ґрунти. Визначення нітратів іонометричним методом
8	Інструкція №58	Визначення загального азоту в ґрунті розрахунковим методом
9	Інструкція №62	Визначення гігроскопічної вологи ґрунту

Для забезпечення коректності результатів були визначені умови проведення випробувань, що наведені у таблиці 2.3.2.

Таблиця 2.3.2. Умови проведення випробування

Місце проведення випробувань	Температура	Вологість	НД
	Відповідно до НД/фактичне - значення		
Аналітична лабораторія	18-27/19,0-19,4	Не більше 75/70	ДСН 3.3.5.042-99
Вагова	18-27/19,0-19,4	Не більше 75/71	
Титриметрична лабораторія	18-27/19,0-19,4	Не більше 75/71	

Умови проведення випробувань відповідали нормативним вимогам, що забезпечило точність та достовірність отриманих результатів. Всі вимірювання проводилися відповідно до встановлених стандартів, що гарантує високий рівень надійності та відтворюваності результатів аналізу.

Після збору зразків та проведення аналізу отримані дані дозволять зробити висновки про екологічний стан ґрунтів у районі сміттєзвалища, а також виявити можливі негативні впливи на навколишнє середовище, що можуть бути наслідком накопичення відходів.

2.4. Методи визначення фізико-хімічних показників якості ґрунтів

Методи підготовки та обробки проб залежать від цілей аналізу. Хімічний склад ґрунтів та є стабільним у часі та просторі, особливо щодо матричних елементів.

Для оцінки якості ґрунтів проби відібрано на глибині 10-20 см. Зібраний ґрунт висушували кілька діб на повітрі, уникаючи прямих сонячних променів, щоб припинити мікробіологічні процеси, які можуть змінити вміст біогенних елементів і органічних сполук. Важливо враховувати, що сушка проб може змінити показники рН, гідролітичну кислотність, вміст двовалентного заліза та біогенних елементів. Повітряно-сухий ґрунт очищено

від сторонніх частинок і ретельно перемішано. Методом квартування зроблено середню пробу. Далі ґрунти просіяно крізь сито (діаметр отворів 0,25 мм). Таким чином отримано однорідну пробу.

Методи визначення фізико-хімічних показників якості ґрунтів є ключовими для оцінки їхнього стану, родючості та безпеки для сільськогосподарського використання.

Методи визначення фізико-хімічних показників якості ґрунтів регламентовані національними стандартами України та забезпечують отримання точних і відтворюваних результатів для оцінки родючості й екологічного стану ґрунтів.

1. Визначення кислотності (рН):

Відповідно до ДСТУ ISO 10390-2001, рівень кислотності ґрунтів встановлено за допомогою потенціометричного методу. Для цього готували водну або сольову витяжку, в якій виміряно рН за допомогою рН-метра. Цей показник є важливим для оцінки придатності ґрунту для вирощування різних сільськогосподарських культур [22].

2. Визначення вмісту гумусу [23]:

Використано метод Тюріна (ДСТУ 4289:2004). Суть методу полягає в окисненні органічної речовини хромовою сумішшю з подальшим титруванням залишку.

3. Аналіз рухомих сполук фосфору [24]:

Визначення рухомих сполук фосфору здійснювалось за методом Кірсанова. Метод базується на екстракції фосфору з ґрунту 0,2 н розчином хлоридної кислоти (рН=1). Співвідношення ґрунти:розчин складає 1:5, температура кімнатна (18-20°C), збовтування суспензії відбувалось протягом 1 хв, а настоювання зразків у розчині – 15 хв. Далі рухомі форми фосфору визначали спектрофотометрично за інтенсивністю забарвлення молібденової сині.

4. Ємність катіонного обміну та насиченість основами [25]:

Визначено керуючись ДСТУ ISO 11260-2001 за допомогою розчину хлориду барію. Цей показник відображає здатність ґрунту утримувати йони і забезпечувати рослини доступними поживними елементами.

5. Визначення вмісту азоту:

Для визначення загального азоту використано модифікований методу К'ельдаля ДСТУ ISO 11261-2001 передбачає. Метод базується на кислотному розкладі органічних сполук ґрунту з наступним кількісним аналізом отриманого амонійного азоту [26].

6. Визначення вмісту карбонатів:

Об'ємний метод, описаний у ДСТУ ISO 10693-2001, застосовується для аналізу вмісту карбонатів у ґрунті. Цей метод дозволяє оцінити ступінь карбонатності ґрунтів, що впливає на їхню родючість і хімічні властивості [27].

7. Гранулометричний склад [28]:

Для визначення гранулометричного складу ґрунту застосовується ГОСТ 12536-79, який передбачає використання ситового та гідрометричного аналізу. Ці методи дозволяють визначити вміст піску, пилу та глини, що є ключовими для характеристики фізичних властивостей ґрунту.

8. Вологість ґрунту [29]:

Методи визначення вологості ґрунту регламентуються ГОСТ 28268-89. Ґрунт висушують до постійної маси при температурі 105 °С, що дозволяє оцінити його водоутримуючу здатність.

Ці методи дають змогу комплексно оцінити стан ґрунтів, їхню родючість, екологічну безпеку та потенціал для використання у сільському господарстві. Вони є основою для агрохімічного паспортизування ґрунтів, моніторингу їхнього стану та прийняття рішень щодо оптимізації землекористування.

Аналіз валового вмісту важких металів Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} [27].

Для визначення вмісту важких металів застосовано метод атомно-абсорбційної спектрометрії. Дані дослідження проведено в лабораторії –

«УкрХімАналіз», висококваліфікованим лаборантом на атомно-абсорбційному спектрофотометрі PinAAcle900T, а сама лабораторія є сертифікована, що гарантує достовірність отриманих результатів.

Таблиця 2.4.1. Характеристика випробування

№ з/п	Позначення НД	Назва нормативного документу
1	ДСТУ 4770. 2: 2007	Визначення вмісту рухомих сполук цинку в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрометрії.
2	ДСТУ 4770. 3: 2007	Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрометрії.
3	ДСТУ 4770. 9: 2007	Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрометрії.
4	ДСТУ 4770.6:2007	Визначення вмісту рухомих сполук міді в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрометрії.

Ці методи дають комплексну картину стану ґрунтів, дозволяючи коригувати агротехнічні заходи для покращення їхньої родючості та екологічної безпеки.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Динаміка змін у стані земель на території полігону ТПВ м. Ужгорода

Оцінку якості ґрунтів проводили за показниками кислотності, рухомого фосфору, нітрогену амонійного, нітратного, та визначення валового вмісту важких металів: Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} . Результати проведених аналітичних досліджень якості ґрунту у пробах, відібраних весною 2023 року представлено у таблиці 3.1.1.

Таблиця 3.1.1. Оцінка якості ґрунтів на території полігону ТПВ
м. Ужгорода (весна, 2023 рік)

№ з.п.	Показник	Нормована величина [30]	Номер проби		
			1	2	3
1	2	3	4	5	6
1	Рухомий фосфор, мг/кг	120-170	43,57±0,01	35,27±0,02	5,48±0,02
2	Вміст амонійного азоту, мг/кг	31– 40	6,14±0,02	4,18±0,01	19,24±0,02
3	Вміст нітратів, мг/кг	не більше 130	181,59±0,02	167,45±0,03	128,69±0,02
4	Доступні форми азоту, мг/кг	170	187,73±0,01	171,63±0,01	147,93±0,02
5	Водневий показник водної витяжки ґрунту, од.рН	≤ 7	6,80±0,01	6,64±0,02	7,14±0,03
6	Водневий показник сольової витяжки ґрунту, од.рН	5,0 –5,7	6,21±0,02	5,66±0,01	6,08±0,01

1	2	3	4	5	6
7	Гідролітична кислотність, ммоль/100 гргрунту	1,5 – 2,6	3,40±0,02	3,52±0,01	3,11±0,01
8	Обмінна кислотність, ммоль/100 гргрунту	0,04	0,05±0,01	0,06±0,01	0,02±0,01
9	Кадмій-іон, мг/кг	0,7	2,91±0,1	1,87±0,1	1,21±0,1
10	Плюмбум-іон, мг/кг	6,0	8,1±0,1	6,2±0,1	5,8±0,1
11	Купрум-іон, мг/кг	3,0	5,7±0,1	4,1±0,1	3,2±0,1
12	Цинк-іон, мг/кг	23,0	25,0±0,2	20,1±0,1	18,5±0,2

Результати експериментальних досліджень якості ґрунту у пробах, відібраних восени 2024 року представлено у таблиці 3.1.2.

Таблиця 3.1.2. Оцінка якості ґрунтівна території полігону ТПВ м. Ужгорода (осінь, 2024 рік)

№ з.п.	Показник	Нормована величина [30]	Номер проби		
			1	2	3
1	2	3	4	5	6
1	Рухомий фосфор, мг/кг	120-170	40,23±0,01	30,09±0,02	4,82±0,01
2	Вміст амонійного азоту, мг/кг	31– 40	8,08±0,01	6,32±0,02	22,11±0,01
3	Вміст нітратів, мг/кг	не більше 130	195,11±0,01	180,25±0,01	140,09±0,02

1	2	3	4	5	6
4	Доступні форми азоту, мг/кг	170	190,45±0,02	175,82±0,01	150,31±0,03
5	Водневий показник водної витяжки ґрунту, од.рН	≤ 7	6,6±0,1	6,5±0,1	7,2±0,1
6	Водневий показник сольової витяжки ґрунту, од.рН	5,0 – 5,7	5,9±0,1	5,7±0,2	6,2±0,1
7	Гідролітична кислотність, ммоль/100 грґрунту	1,5 – 2,6	3,7±0,1	3,6±0,1	3,2±0,1
8	Обмінна кислотність, ммоль/100 грґрунту	0,04	0,06±0,01	0,05±0,01	0,03±0,01
9	Кадмій-іон, мг/кг	0,7	2,95±0,2	1,88±0,1	1,20±0,3
10	Плюмбум-іон, мг/кг	6,0	8,0±0,1	6,5±0,1	5,8±0,1
11	Купрум-іон, мг/кг	3,0	5,5±0,1	4,0±0,1	3,2±0,2
12	Цинк-іон, мг/кг	23,0	25,5±0,2	20,2±0,1	18,3±0,1

Аналізуючи дані таблиць 3.1.1. та 3.1.2. можемо відмітити негативні зміни у якості ґрунтів на територіях, прилеглих до полігону ТПВ. Майже усі, визначувані нами, показники якості ґрунтів перевищують допустимі нормовані значення як у 2023 році, так і в поточному (рис. 3.1.1.- 3.1.5.).

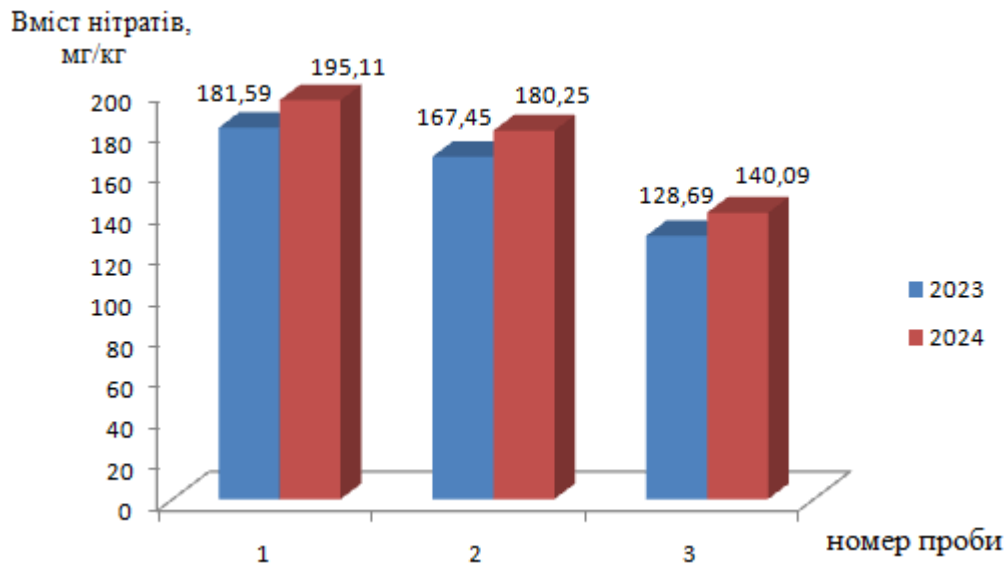


Рис. 3.1.1. Моніторинг вмісту нітратів у ґрунтах в околі полігону ТПВ м.Ужгород

З даних діаграми (рис. 3.1.1.) чітко простежується негативна динаміка змін якості ґрунтів біля полігону вже за півтори роки дослідження. Навіть за 100 м від полігону (проба №3) у ґрунтах спостерігається підвищений (на 10 мк/кг) вміст нітратів порівняно з нормованим значенням (не більше 130 мк/кг). А в пробі №1 цей показник перевищував на 41 мк/кг ту 2023 році та на 65 мк/кг у 2024 році.

Динаміку змін вмісту у пробах ґрунту важких металів продемонстровано на рис. 3.1.2.-3.1.5.

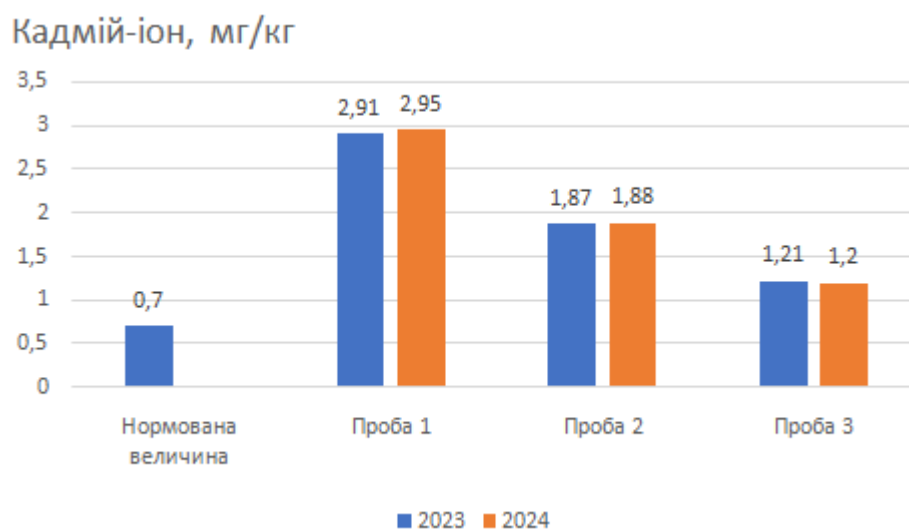


Рис. 3.1.2. Моніторинг вмісту катіону Кадмію у ґрунтах в околі полігону ТПВ м.Ужгород

У весняний період 2023 року рівень кадмій-іону у всіх пробах перевищує нормовану величину 0,7 мг/кг, з найбільшим значенням у пробі №1 (2,91 мг/кг). У осінньому періоді 2024 року рівень кадмію в пробах залишається високим, з найбільшим значенням у пробі №1 (2,95 мг/кг), але в цілому зберігається негативна тенденція до стабільності забруднення.

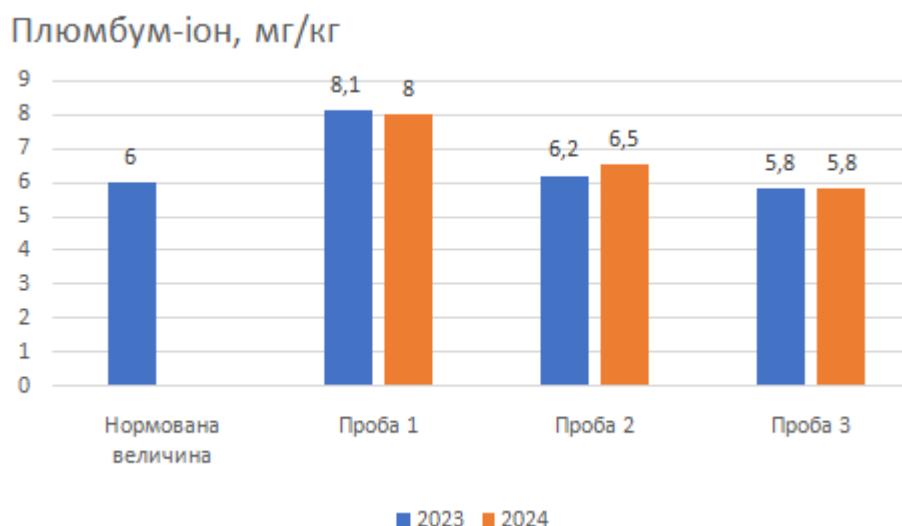


Рис. 3.1.3. Моніторинг вмісту катіону Плюмбуму у ґрунтах в околі полігону ТПВ м.Ужгород

У весняний період 2023 року рівень Pb^{2+} в пробах перевищує норму (6,0 мг/кг) в пробі №1 та № 2, але в пробі № 3 (за 100 м від полігону) його рівень залишається в межах норми. В осінньому періоді 2024 року рівень досліджуваного катіону також перевищує норму в пробі № 1, але інші проби мають значення, що близькі до ГДК. Це свідчить про негативний вплив полігону на якість ґрунтів.

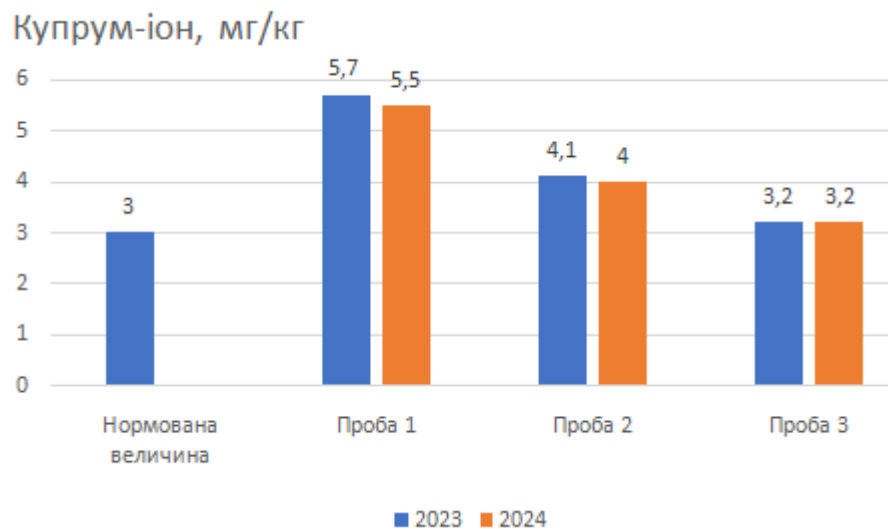


Рис. 3.1.4. Моніторинг вмісту катіону Купруму(II) у ґрунтах в околі полігону ТПВ м.Ужгород

У весняний період 2023 року рівень купрум-іону(II) перевищував нормовану величину у всіх пробах, з найбільшим значенням у пробі № 1. У осінній період 2024 року рівень Cu^{2+} в пробах залишається високим, з найбільшим значенням у пробі № 1, що також вказує на негативний вплив полігону м.Ужгород та погіршення якості ґрунтів безпосередньо біля нього.

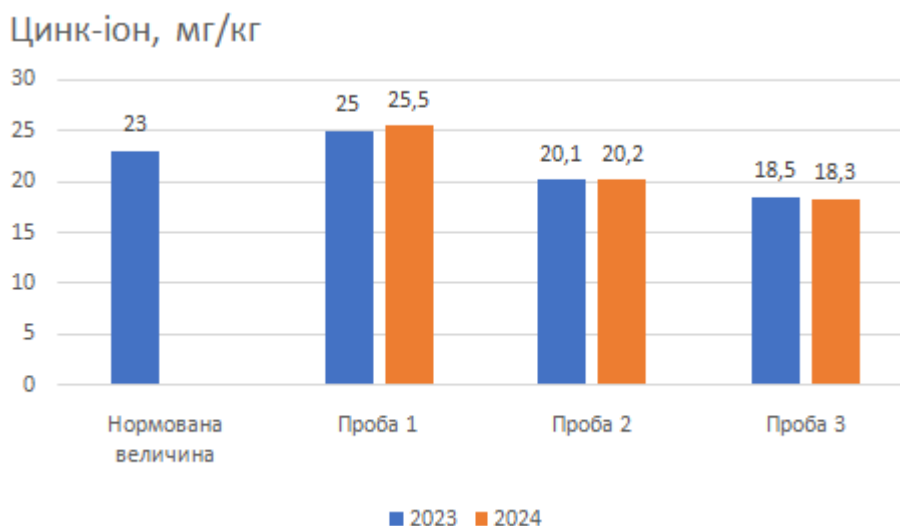


Рис. 3.1.5. Моніторинг вмісту катіону Цинку у ґрунтах в околі полігону ТПВ м.Ужгород

Значення цинк-іонів у весняний період 2023 року перевищував нормовану величину у пробі № 1, але в пробі № 2 і № 3 рівень був нижчим і знаходився в межах допустимих значень. Осінню 2024 року рівень цинку також перевищує норму в пробі №1, але в пробах № 2 і № 3 він є нижчим.

У 2024 році рівні забруднення для всіх іонів залишаються стабільними або незначно зменшуються в порівнянні з 2023 роком. В більшості проб рівень перевищує норму, що свідчить про наявність забруднення.

Оцінку екологічного стану та ймовірні джерела забруднення досліджуваних проб ґрунтів запропоновано у таблиці 3.1.3.

Таблиця 3.1.3. Аналіз джерел забруднення полігону ТПВ м. Ужгорода

Показник	Оцінка	Джерело
1	2	3
Рухомий фосфор	Значно нижчий за норму у всіх пробах.	Винос добрив із прилеглих сільськогосподарських земель або недостатня рекультивація ґрунтів.

1	2	3
Амонійний азот	Значення нижче норми на полігоні та 50 м, але різко зростає на 100 м.	Органічні залишки, продукти розкладання харчових відходів або фільтрат полігону.
Нітрати	Перевищення допустимого рівня в усіх пробах.	Розкладання органічних речовин, добрива, змив із прилеглих сільськогосподарських територій.
Доступні форми азоту	Показник перевищує норму в усіх зразках.	Аналогічно до амонійного азоту та нітратів, розкладання органічних залишків.
Водневий показник	Нейтральна або слабокисла реакція у водній витяжці та сольовій витяжці.	Викиди кислотних залишків або витік кислих речовин із полігону.
Гідролітична та обмінна кислотність	Вищі за норму, що свідчить про значну деградацію ґрунту.	Накопичення органічних кислот із продуктів розкладання побутових відходів.
Кадмій	Значне перевищення норми у всіх пробах.	Старі батарейки, електронні пристрої, пластик.
Плюмбум	Перевищення норми у зразках.	Металевий брухт, акумулятори, електроніка.
Купрум(II)	Вища за норму у всіх зразках.	Старі електричні кабелі, фарби, металеві вироби.
Цинк	Перевищення норм на полігоні та прилеглих ділянках.	Залишки оцинкованого металу, батарейки.

Основними джерелами забруднення є побутові та електронні відходи, органічні рештки та викиди з полігону.

Накопичення важких металів (кадмій, плумбум, купрум(II), цинк) у ґрунтах прилеглих до полігону ТПВ м.Ужгород вказує на його значний техногенний вплив.

Високі концентрації азоту та кислотність сигналізують про деградацію ґрунту та потребу в екологічній реабілітації.

3.2. Вплив полігону ТПВ на екосистеми прилеглих територій

Полігони твердих побутових відходів (ТПВ) є одним із найбільших джерел забруднення навколишнього середовища. Вплив полігону ТПВ с. Барвінок поблизу м. Ужгорода поширюється на різні компоненти екосистеми, включаючи ґрунт, повітря, водні ресурси, флору та фауну прилеглих територій [30].

Полігон ТПВ спричиняє значні зміни у складі та властивостях ґрунтів. Забруднення важкими металами, такими як свинець, кадмій, цинк та мідь, знижує родючість ґрунту та порушує функціонування ґрунтової біоти. Крім того, забруднюючі речовини проникають у ґрунт разом із фільтратом, викликаючи накопичення органічних кислот, аміаку, фенолів та інших токсичних сполук. Це призводить до деградації структури ґрунту та втрати його здатності до самоочищення.

Полігон створює значну загрозу і для водних ресурсів, зокрема поверхневих та підземних вод. Недостатня герметизація полігону сприяє потраплянню забруднювачів у водоносні горизонти, зокрема сполук азоту, важких металів і токсичних органічних речовин. Відходи, що потрапляють у водойми, змінюють фізико-хімічні показники води, такі як рівень кисню та рН, що негативно впливає на життєдіяльність водної флори та фауни.

Виділення газів із полігону є джерелом значного забруднення атмосфери. Анаеробний розклад органічних відходів спричиняє виділення метану і вуглекислого газу, що сприяє глобальному потеплінню. Окрім того, викиди сірководню, аміаку та летких органічних сполук створюють загрозу

для здоров'я населення і довкілля. Запилення частинками сміття та мікропластику сприяє їх рознесенню вітром на прилеглі території.

Забруднення території полігону досить негативно впливає на біорізноманіття [31]. Зниження якості ґрунтів і вод обмежує ріст рослин, особливо чутливих видів, тоді як токсичні речовини у воді, повітрі та ґрунті створюють несприятливі умови для існування тварин, зокрема комах, земноводних і птахів.

Погіршення стану екосистем безпосередньо позначається і на соціально-економічному середовищі. Забруднення довкілля впливає на здоров'я місцевих жителів, знижує продуктивність сільського господарства через погіршення якості ґрунтів, а також призводить до втрати естетичної та рекреаційної цінності прилеглих територій.

Полігон ТПВ м. Ужгорода чинить багатовекторний негативний вплив на екосистеми прилеглих територій [32]. Для мінімізації цих наслідків необхідно вдосконалити систему збору та утилізації фільтрату, запровадити сучасні технології обробки відходів та провести меліоративні роботи з метою відновлення екосистем.

3.3. Оцінка можливостей рекультивації земель полігону ТПВ

Рекультивація земель полігону твердих побутових відходів (ТПВ) є важливим етапом екологічного відновлення територій, що зазнали значного антропогенного впливу. Можливості рекультивації земель на полігоні с. Барвінок поблизу м. Ужгорода можна оцінити з огляду на фізико-хімічні властивості ґрунтів, масштаби забруднення, геоморфологічні особливості території та доступність сучасних технологій [31].

Перше завдання рекультивації – усунення джерел забруднення. Це включає герметизацію полігону, контроль за виділенням фільтрату, встановлення систем збору й очищення інфільтраційних вод, а також захист ґрунтів від подальшого проникнення токсичних речовин. Для полігону в с.

Барвінок потрібно впровадити системи багатоступеневої фільтрації, які здатні ефективно очищувати воду від важких металів, органічних сполук і залишків хімічних забруднень.

Наступним кроком є створення технологічного шару на поверхні полігону, який забезпечить стабілізацію відходів і запобігатиме проникненню вологи. Для цього застосовуються спеціальні ізоляційні матеріали, такі як геомембрани, геотекстиль або щільні глинисті шари.

Після завершення технічного етапу рекультивації проводиться біологічна рекультивація. Вона включає нанесення родючого шару ґрунту, що створює сприятливе середовище для росту рослин. Першочергово висаджуються види рослин, стійкі до забруднень, які сприяють фітозбагаченню й природному очищенню ґрунту. Для полігону с. Барвінок підходять злакові культури та багаторічні трави, які швидко укріплюють верхній шар ґрунту.

Важливим елементом є довгостроковий моніторинг території після рекультивації. Це передбачає регулярний контроль якості ґрунтів, підземних вод і повітря. Аналіз проб дає змогу вчасно виявляти нові джерела забруднення або небажані зміни в екосистемі.

Рекультивація земель полігону ТПВ також може включати інтеграцію рекреаційних зон або промислових об'єктів, якщо це дозволяє екологічний стан території. У багатьох країнах успішно реалізовано перетворення колишніх полігонів на парки, зони для відпочинку або навіть на сонячні електростанції.

Для полігону в с. Барвінок важливим є також врахування специфіки забруднень і можливості залучення інвестицій для впровадження сучасних технологій. Додатково слід забезпечити просвітницьку роботу серед місцевого населення для залучення громади до екологічного відновлення.

Таким чином, можливості рекультивації земель полігону ТПВ с. Барвінок значною мірою залежать від правильної реалізації технічних і біологічних заходів, фінансування та відповідного моніторингу.

Використання сучасних технологій і комплексний підхід дозволять суттєво покращити екологічний стан території та сприятимуть її інтеграції в навколишнє середовище.

3.4. Рекомендації щодо покращення екологічного стану земель на території полігону

Основний полігон твердих побутових відходів часто створює суттєве навантаження на навколишнє середовище через забруднення ґрунтів, води та повітря. Однак є низка заходів, які можуть сприяти поліпшенню його екологічного стану:

- запровадити чітку систему сортування відходів, яка дозволить відокремлювати матеріали, придатні для переробки, такі як пластик, скло, папір і метал. Це зменшить обсяги сміття, що потрапляє на полігон, і сприятиме повторному використанню цінних ресурсів.

- органічні відходи, як-от залишки їжі чи рослинні матеріали, можна компостувати. Отриманий компост можна застосовувати для покращення ґрунту або вирощування рослин, що сприятиме зменшенню кількості відходів і відновленню родючості земель.

- енергетичне використання відходів — ще один важливий напрям. Спалювання або утилізація біогазу можуть стати джерелом енергії, скоротивши залежність від традиційних енергоресурсів і зменшивши викиди парникових газів.

- для контролю стану довкілля доцільно впровадити систему моніторингу, яка відстежуватиме якість повітря, ґрунту та води в зоні полігону. Це дозволить оперативно виявляти забруднення й уживати заходів для його ліквідації.

- вторинне використання матеріалів також є перспективним напрямом. Наприклад, пластикові пляшки можуть стати сировиною для виробництва текстильних волокон або інших продуктів.

Також інформаційні кампанії для населення, спрямовані на популяризацію сортування, рециклінгу та компостування, сприятимуть підвищенню екологічної свідомості та активній участі громадян у збереженні довкілля.

Підтримка підприємств і ініціатив, які займаються переробкою відходів, також є важливим кроком. Забезпечення фінансової та нормативної підтримки таких проектів сприятиме створенню робочих місць і зниженню екологічного навантаження.

Залучення громадськості до процесу прийняття рішень щодо полігону через громадські слухання та консультації забезпечить врахування думок місцевих жителів і сприятиме розвитку довіри до заходів з управління відходами.

ВИСНОВКИ

1. Полігон твердих побутових відходів (ТПВ) на території села Барвінок займає площу 3,7 га. Згідно з проектом, його передбачений обсяг становить 1260 тис. тонн. Однак, станом на теперішній час (після початку експлуатації у листопаді 1998 року) накопичено понад 1143,4 тис. тонн ТПВ. Це свідчить про те, що полігон наближається до свого проектного навантаження, і необхідність впровадження сучасних підходів до управління відходами стає критичною для забезпечення екологічної безпеки прилеглих територій.
2. Встановлено негативну динаміку змін якості ґрунтів, на прилеглих територіях впродовж 2023-2024 років.
3. У досліджуваних зразках ґрунтів встановлено перевищення нормованих значень за показниками нітрогену нітратного (на 10-65 мк/кг) та вмісту катіонів важких металів: Cd^{2+} на 1-2 мк/кг; Pb^{2+} на 0,5-2 мк/кг; Cu^{2+} на 0,2-2,5 мк/кг; Zn^{2+} на 0-2,5 мк/кг.
4. Встановлено, що джерелами надходження нітрогену нітратного є розкладання органічних речовин, добрива та змив із прилеглих сільськогосподарських територій. Джерелами надходження важких металів є старі батарейки, електронні пристрої, пластик, металевий брухт, акумулятори, старі електричні кабелі, фарби, металеві вироби, а також залишки оцинкованого металу.
5. Для відновлення земель, що підлягають негативному впливу полігону, варто створити детальну програму рекультивації, що передбачатиме використання фітореMediaції, застосування органо-мінеральних добрив для поліпшення ґрунтів та залучення науково-дослідних інституцій до оцінки ефективності цих заходів.

РЕЗЮМЕ

Робота присвячена дослідженню впливу полігону в с. Барвінок (біля м. Ужгород, Закарпаття) на якість ґрунтів прилеглих територій. Дослідження проведено впродовж 2023-2024 років.

Встановлено негативний вплив функціонування полігону на ґрунти. Досліджено, що протягом зазначеного періоду спостерігається негативна динаміка змін якості ґрунтів, зокрема, за показниками вмісту нітратів і катіонів важких металів. Виявлено перевищення нормованих значень за показниками нітрогену нітратного (на 10-65 мк/кг), вмісту катіонів важких металів: Cd^{2+} на 1-2 мк/кг; Pb^{2+} на 0,5-2 мк/кг; Cu^{2+} на 0,2-2,5 мк/кг; Zn^{2+} на 0-2,5 мк/кг.

Запропоновано шляхи покращення якості ґрунтів за допомогою створення детальної програми рекультивації, включаючи фітореMediaцію та застосування органо-мінеральних добрив для поліпшення ґрунтів, а також залучення науково-дослідних інституцій для оцінки ефективності цих заходів.

Ключові слова: забруднення ґрунтів, полігон ТПВ, екологічний стан, моніторинг земель, місто Ужгород.

SUMMARY

The work is dedicated to the study of the impact of the landfill in the village of Barvinka (near the city of Uzhhorod, Zakarpattia) on the soil quality of the adjacent territories. The research was conducted during 2023-2024.

It was established that the operation of the landfill has a negative impact on the soil. The study found a negative trend in the changes in soil quality over the specified period, particularly concerning the content of nitrates and heavy metal cations. Exceedances of the regulated values were found for the indicators of nitrate nitrogen (10-65 $\mu\text{g}/\text{kg}$), and heavy metal cations: Cd^{2+} by 1-2 $\mu\text{g}/\text{kg}$; Pb^{2+} by 0.5-2 $\mu\text{g}/\text{kg}$; Cu^{2+} by 0.2-2.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$; Zn^{2+} by 0-2.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

It is proposed to improve soil quality through the development of a detailed reclamation program, including phytoremediation and the use of organo-mineral fertilizers to enhance the soil, as well as involving research institutions to assess the effectiveness of these measures.

Keywords: soil pollution, landfill, ecological condition, land monitoring, Uzhgorod city.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Головний сайт для агрономів. URL: <https://superagronom.com>
2. Хоменко І.О., Бабаченко Л.В., Падій Я.В. Проблеми та напрями переробки твердих побутових відходів в Україні. *Економіка і суспільство*. 2017. Вип. 12. С. 454–459.
3. Забруднення земель внаслідок агресії росії проти України. URL: <https://ecoaction.org.ua>
4. Офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua>
5. Музиченко-Козловська О.В., Данилович Т.Б., Гавриляк А.С., Дзюрах Ю.М. Аналізування діяльності системи моніторингу стану ґрунтів в Україні. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»*. №25(53). С. 4–10.
6. Звіт про стратегічну екологічну оцінку проєкту Стратегії розвитку Закарпатської області на період до 2027 року. Ужгород: *Вол. ресурс. центр*, 2024. 111 с.
7. Офіційний сайт Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України». URL: <https://www.iogu.gov.ua/>
8. Михайлова Є. О. Пластикове забруднення – одна з головних екологічних проблем людства. *Комунальне господарство міст*. 2020. Том 4, № 157. С. 109–121. doi: 10.33042/2522-1809-2020-4-157-109-121.
9. Михайлова Є.О., Ворохоб'ян М.І., Мороз М.О., Панчева Г.М. Принципи впровадження екологічного маркування продукції. *Комунальне господарство міст*. 2018. Вип. 144. С. 43–50.
10. Чеболда І.Ю. Порівняльна характеристика структури землекористування територіальних громад різних типів. *Вісник Харківського національного університету імені ВН Каразіна Серія" Екологія"*, 2022. Т.1. С. 88-93.
11. Оверко Г.Я. Податок на нерухоме майно, відмінне від земельної ділянки в Україні. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції

- «Сучасні напрями розвитку економіки, підприємництва, технологій та їх правового забезпечення». 01-02 червня 2023, 337 с.
12. Офіційний сайт Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua>
 13. Офіційний сайт Верховної Ради України. Закон України «Про місцеве самоврядування України». Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1997, № 24, ст.170. URL: <https://zakon.rada.gov.ua>
 14. Закони України. Екоспецтрас. URL: <https://ecospectrans.com.ua/zakony-ukrayiny>.
 15. Коломієць Л.В. Регіональна екологія. Методичні рекомендації до практичних занять та самостійної роботи. 2024. 59 с.
 16. Рейка В.М., Роман Л.Ю. Моніторинг екологічного стану земель території полігону ТПВ міста Ужгорода. Сталий розвиток – стан, перспективи. Концепція еко-системних послуг: Європейський досвід: збірка матеріалів IV міжнародного наукового симпозиуму в рамках Еразмус+. Модуль Жан Моне, м.Львів-Славське, 13–16 лютого 2024 року. Київ: Яроченко Я.В., 2024. С.197.
 17. Рейка В.М., Роман Л.Ю. Оцінка впливу полігону міста Ужгорода на якість ґрунтів прилеглих територій. *Наука, освіта, технології і суспільство в умовах глобалізації: збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції*, м.Біла Церква, 10 червня 2023 року. Біла Церква: ЦФЕНД, 2023. Част.2. С.11-12.
 18. Рейка В.М., Роман Л.Ю. Оцінка якості ґрунтів на території полігону ТПВ міста Ужгорода *Матеріали XIX Міжнародної науково-практичної конференції «Радіаційна, техногенно-екологічна та біологічна безпека: стан, шляхи і заходи покращення» в рамках «Ольвійського форуму-2024: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі»*, м. Миколаїв, 20-23 червня 2024 р. С.128.
 19. ДСТУ 4405:2005 Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ПА. БУДСТАНДАРТ

- Online - нормативні документи будівельної галузі України. URL: <https://online.budstandart.com>
20. Про затвердження нормативів гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах, а також переліку таких речовин: Постанова Каб. Міністрів України від 15.12.2021 № 1325. URL: <https://zakon.rada.gov.ua>
21. ДСТУ ISO 10390:2001 Якість ґрунту. Визначання рН (ISO 10390:1994, IDT). Київ: Держстнадарт України. Чинний від 1.04.2002р.
22. ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини. Київ: Держстнадарт України. Чинний від 01.07.2005р.
23. ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. Київ: Держстнадарт України. Чинний від 01.07.2005р.
24. ДСТУ ISO 11260-2001 Якість ґрунту. Визначання ємності катіонного обміну та насиченості основами з використанням розчину хлориду барію (ISO 11260:1994, IDT). Київ: Держстнадарт України. Чинний від 01.04.2002р.
25. ДСТУ ISO 11261-2001 Якість ґрунту. Визначання загального вмісту азоту. Модифікований метод К`ельдаля (ISO 11261:1995, IDT) Київ: Держстнадарт України. Чинний від 01.07.2006р.
26. ДСТУ ISO 10693-2001 Якість ґрунту. Визначання вмісту карбонатів. Об`ємний метод (ISO 10693:1995, IDT). Київ: Держстнадарт України. Чинний від 01.07.2003р.
27. ДСТУ Б В.2.1-19:2009 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення гранулометричного (зернового) та мікроагрегатного складу. Київ: Держстнадарт України. Чинний від 01.10.2010р.
28. ДСТУ 4288:2004 Якість ґрунту. Паспорт ґрунтів. Київ: Держстнадарт України. Чинний від 01.07.2005р.
29. Корбут М., Сафранов Т., Мальований М. Методичні підходи до оцінки екологічних ризиків від полігонів твердих побутових відходів. *Herald of*

Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, Т. 337, №3(2), С. 187-196. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-337-3-28>

30. Смирнова Д.Є. Розробка методики оцінки впливу на довкілля полігону твердих побутових відходів з використанням даних дистанційного зондування Землі. Харків: ХАІ, 2022. 163 с.
31. Русіна Н.Г., Люльчик В.О., Петрова О.М., Кушнірук О.М., Рудько О.М. Еколого-технічні засади рекультивації земель закритих полігонів твердих побутових відходів (ТПВ). *Екологічні науки*. 2021. № 5(38). С.127 – 131. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.5-38.21>
32. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 р.: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820-р. URL: zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-p.

ДОДАТКИ

Додаток А

План місцевості с.Барвінок



Візуальне фото полігону с. Барвінок

