

МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет плодовоовочівництва, екології та захисту рослин

Кафедра екології та безпеки життєдіяльності

Допущено до захисту

«___» (_____) 2024 року

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Ольга ВАСИЛЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПОЛІГОНУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ
ВІДХОДІВ М. СМІЛА

Виконав: студент 2 курсу, групи 21-м-ек
спеціальності 101 Екологія
КОМАРЕНКО Роман Володимирович

Керівник: НІКІТІНА Ольга, к. с.-г. н., доцент

Умань – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ . ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПОЛІГОНІВ ДЛЯ ЗАХОРОНЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ (огляд літератури)	5
1.1 Загальна характеристика полігону для твердих побутових відходів	5
1.2 Фільтрат та рекультивація полігонів твердих побутових відходів	10
1.3 Експлуатація полігонів для твердих побутових відходів	11
РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	15
2.1 Умови проведення досліджень	15
2.2 Характеристика об'єкту досліджень	16
2.3 Методика проведення досліджень	17
2.4 Охорона праці та захист населення	18
РОЗДІЛ 3 Результати досліджень	20
3.1 Вплив полігону на атмосферне повітря	20
3.2 Вплив полігону ТПВ при експлуатації на ґрунти	21
3.3 Вплив полігону ТПВ на водне середовище	23
3.4 Заходи для мінімізації впливу полігонів твердих побутових відходів на довкілля	26
РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТОВАННЯ ЗАХОДІВ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ ВПЛИВУ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ НА ДОВКІЛЛЯ	30
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	34
ДОДАТКИ	38

ВСТУП

Полігони ТПВ концентрують в одному місці велику кількість небезпечних речовин, які утворюються внаслідок різноманітних хімічних, ферментативних та біохімічних реакцій. У результаті цих процесів виникають біогаз, фільтрат, тверда маса, а також виділяється тепло. Основну небезпеку становить фільтрат, що є джерелом токсичних речовин, які потрапляють у підземні та поверхневі води. Біогаз, що виділяється з полігонів, забруднює атмосферу, а тверда маса формує техногенні нашарування в ґрунті [1].

Особливу загрозу полігони становлять для водних ресурсів, оскільки більшість із них в Україні не відповідають екологічним вимогам. Відсутність необхідної інженерної інфраструктури на більшості полігонів не забезпечує захисту біосфери від забруднень.

Зростання населення планети спричиняє збільшення кількості твердих побутових відходів, що призводить до забруднення атмосфери, гідросфери та літосфери токсичними речовинами. Це негативно впливає на екосистеми, спричиняючи деградацію ґрунтів, зниження біорізноманіття рослинного і тваринного світу, а також численні інші екологічні наслідки [2].

Раніше роль полігонів виконували удосконалені звалища — спеціально відведені території, де відходи складували, розрівнювали та ущільнювали. Однак сучасні полігони потребують впровадження нових технологій для мінімізації їхнього впливу на довкілля.

Актуальність теми.

Проблема негативного впливу полігонів твердих побутових відходів (ТПВ) на довкілля залишається надзвичайно актуальною. Поховання відходів виробництва та споживання залишається найпоширенішим методом їх утилізації. В Україні на полігонах захоронюють близько 97% ТПВ, що становить приблизно 22 млн тонн щорічно. Це спричиняє значні екологічні проблеми через масштабні викиди забруднюючих речовин в атмосферу.

Об'єктом дослідження – взаємодія полігону твердих побутових відходів

з довкіллям.

Предметом дослідження – забруднення довкілля внаслідок діяльності полігону твердих побутових відходів.

Мета дослідження: дослідити вплив полігонів ТПВ на навколишнє середовище на прикладі полігону м. Сміла.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні задачі:

- визначити умови знаходження ТПВ на досліджуваному полігоні;
- провести комплексний аналіз впливу функціонуючого полігону на повітряне середовище, підземні води та ґрунти;
- надати рекомендації проведення заходів щодо мінімізації забруднення навколишнього середовища біля звалищ та полігонів ТПВ.

Методи дослідження: санітарно-гігієнічні, аналітичні та статистичні.

Наукова новизна. Вперше здійснено комплексний аналіз та огляд наукових джерел з метою виявлення ключових особливостей функціонування полігонів твердих побутових відходів. Здійснено екологічну оцінку впливу полігону ТПВ у м. Сміла на навколишнє середовище.

Практична цінність Проведене дослідження є комплексним аналізом впливу функціонуючого полігону ТПВ на навколишнє середовище і може бути використана для розробки моделювання та прогнозування впливу такого об'єкту на довкілля..

Апробація результатів роботи Основні положення кваліфікаційної роботи представлялися і обговорювалися на XIII Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції «Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства»

Структура та обсяг дипломної роботи. Загальний обсяг роботи становить 38 сторінки комп'ютерного тексту. Дипломна робота складається з вступу, 4 розділів, висновків та 1 додатку. Список використаних джерел нараховує 40 джерел.

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПОЛІГОНІВ ДЛЯ ЗАХОРОНЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ (огляд літератури)

1.1 Загальна характеристика полігону для твердих побутових відходів

Полігон твердих побутових відходів (ТПВ) — це складна інженерна споруда, призначена для зберігання та безпечної утилізації різних типів відходів. До складу ТПВ входять такі матеріали, як кольорові й чорні метали, папір, картон, пластик, скло, а також органічні залишки: вироби зі шкіри, харчові відходи та рослинні рештки. Для розміщення промислових відходів на полігонах разом із ТПВ встановлено певні вимоги: сміття не повинно бути самозаймистим, вибухонебезпечним, а його вологість не має перевищувати 85%. Крім того, рівень токсичності таких відходів має відповідати нормам для твердих утильних матеріалів, що визначається за результатами аналізу водної витяжки [1].

Проблематика функціонування полігонів ТПВ є актуальною в сучасних наукових дослідженнях, зважаючи на часті випадки порушень екологічних норм. Громадськість висловлює занепокоєння через екологічні наслідки, які спричиняє розміщення та діяльність полігонів, що впливають на довкілля в зонах житлової, робочої та рекреаційної діяльності. Зростання кількості несанкціонованих звалищ, відсутність промислового сортування відходів та негативний вплив сміттєспалювальних заводів на атмосферу лише загострюють цю проблему [2].

Розв'язання питань, пов'язаних із розміщенням і експлуатацією полігонів ТПВ, супроводжується численними екологічними проблемами, багато з яких залишаються невирішеними. Основною з них є негативний вплив на різні компоненти довкілля в зоні розташування таких об'єктів. Значна частина цього впливу обумовлена наявністю токсичних і шкідливих речовин на полігонах [1].

Санітарні правила розроблені для юридичних і фізичних осіб, діяльність яких пов'язана з розміщенням, проєктуванням, будівництвом і експлуатацією об'єктів, а також для органів державного санітарно-епідеміологічного нагляду. Розмір санітарно-захисної зони визначається на основі забезпечення того, щоб на її межах та за їх межами концентрація забруднюючих речовин у повітрі не перевищувала гранично допустимих значень, як і допустимі рівні фізичних впливів на атмосферу населених пунктів [2].

Для зменшення ризиків для довкілля та здоров'я населення, організації, промислові об'єкти та виробництва, які є джерелами шкідливих впливів, повинні бути відокремлені санітарно-захисними зонами від територій житлової забудови, зон ландшафтно-рекреаційного призначення, місць відпочинку, курортів, санаторіїв та інших чутливих зон.

Закриття полігонів твердих побутових відходів (ТПВ) обов'язково супроводжується необхідністю рекультивації — процесу повернення земель у придатний для використання стан. Це комплекс заходів, спрямованих на відновлення господарської цінності територій та покращення екологічної ситуації. Рекультивація починається після завершення захоронення відходів.

Процес рекультивації проходить у два основні етапи:

1. Технічний етап. Він включає підготовку та доставку матеріалів для створення рекультиваційного покриття, будівництво необхідних інженерних споруд, установку захисних екранів, організацію збору та обробки стічних вод і фільтрату, а також вилучення звалищного газу для подальшої утилізації [1, 3].

2. Біологічний етап. Завдання цього етапу — відновлення продуктивності ґрунту. Проводяться агротехнічні заходи для підготовки ґрунту до подальшого використання, що сприяє збереженню екологічної рівноваги, яка вже постраждала через діяльність людини.

Рекультивація має дотримуватися санітарно-гігієнічних норм для забезпечення охорони атмосферного повітря, ґрунтів, ґрунтових і поверхневих вод.

На основі міжнародного досвіду можливо розглядати альтернативні підходи:

1. Будівництво газопереробної станції. Оскільки значна частина звалищного газу складається з метану, його можна використовувати як енергоносіє. Проте будівництво таких станцій потребує значних фінансових інвестицій і тривалого терміну окупності, що робить цей варіант дорожчим порівняно зі стандартною рекультивацією.

2. Створення рекреаційних зон. На місці закритих полігонів можуть бути облаштовані громадські простори, такі як парки або культурно-розважальні зони. Це сприяє соціальному розвитку та покращенню умов проживання населення.

В Україні стратегічне питання розміщення полігонів ТПВ залишається гострим. Серед основних проблем — необхідність перегляду чинного законодавства, уточнення норм санітарно-захисних зон і вдосконалення процесу планування земельних ділянок для будівництва полігонів [2, 4].

Рациональне управління полігонами ТПВ та їх рекультивація є ключовими завданнями для збереження екологічної рівноваги та забезпечення сталого розвитку.

Необхідно запровадити чіткі та жорсткі правила, які регулюватимуть розширення зон розміщення полігонів твердих побутових відходів (ТПВ). Держава повинна приділити увагу резервуванню потенційних територій для виділення земельних ділянок під ці об'єкти. Важливо також розробити систему співпраці між суб'єктами держави для оптимізації використання фінансових, людських та земельних ресурсів [5, 6].

Щодо утримання та експлуатації наявних полігонів, актуальною проблемою є недотримання вимог законодавства: полігони переповнені, перевищуються гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин, що призводить до екологічних проблем. Одним із шляхів вирішення є посилення контролю з боку профільних органів та міністерств.

Сучасні методи моніторингу, зокрема використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА), можуть значно покращити управління полігонами. Завдяки спеціальному технічному й фотообладнанню БПЛА дозволяють здійснювати екологічний, протипожежний, технічний та санітарний контроль. Цей підхід забезпечує швидкий аналіз даних, створення цифрових 3D-моделей місцевості та моніторинг викидів небезпечних газів і ризиків виникнення пожеж. Регулярний незалежний моніторинг допоможе вчасно виявляти й усувати проблеми у сфері поводження з ТПВ [7].

Полігони та звалища є джерелами вторинного забруднення, яке впливає на повітря, ґрунти, а також поверхневі й підземні води. Внаслідок цього відходи та продукти їх розкладу можуть негативно впливати на здоров'я людей. Тому вивчення еколого-гігієнічної ролі полігонів та розробка заходів для запобігання їх шкідливому впливу є вкрай важливими.

Під час вирішення питання про захоронення твердих побутових відходів (ТПВ) важливо враховувати регіональні особливості, зокрема:

- Кліматичні фактори: різко континентальний клімат, часті температурні інверсії, відсутність тривалого весняного періоду, висока інтенсивність сонячної радіації, а також характерний вітровий режим.
- Геологічні умови: схильність ґрунтів до просідання.
- Гідрогеологічні особливості: близькість ґрунтових вод, висока проникність водоносних горизонтів, ризики підтоплення.

Необхідно також враховувати можливість міграції шкідливих речовин у атмосферу та водні ресурси в умовах значного антропогенного навантаження на природне середовище [8].

Для точної оцінки екологічного впливу полігонів ТПВ першочергово слід дослідити процеси вимивання шкідливих речовин із відходів у лабораторних умовах [1, 9].

Сьогодні, завдяки активному використанню технологій у виробництві, людство стикається зі значними обсягами побутових та промислових відходів. З часом їх накопичення переросло у серйозну проблему. Уряди розвинених країн

все більше зосереджують увагу на захисті довкілля, заохочуючи розвиток технологій переробки, утилізації та очищення територій від сміття. [3, 4].

Як відомо, значна частина твердих побутових відходів (ТПВ) сьогодні зберігається на природних або спеціально облаштованих полігонах і звалищах. Однак цей підхід є одним із найменш ефективних у вирішенні проблеми твердих відходів. Полігони займають великі площі, часто родючих земель, і сприяють накопиченню вуглецевмісних матеріалів, таких як поліетилен, папір, гума, пластик і деревина. Ці матеріали нерідко спалюються, що призводить до виділення шкідливих газів у навколишнє середовище. Крім того, сміттєзвалища забруднюють поверхневі та підземні води через проникнення дощових опадів у відходи. [5, 10].

Полігони ТПВ – складні техногенні об'єкти, які негативно впливають на всі компоненти навколишнього природного середовища [1, 6].

Сучасний полігон — це інженерна конструкція для розміщення відходів у спеціально обладнаних і захищених ділянках, розташованих на поверхні землі або у виїмках. У таких місцях відбуваються біологічні, хімічні та фізичні процеси, що сприяють розкладанню відходів, утворенню фільтрату та звалищного газу (ЗГ). Завдяки гетерогенній природі відходів і різноманітним характеристикам полігону екосистема сміттєзвалища є досить складною. Ця різноманітність забезпечує певну стабільність, але система чутливо реагує на зовнішні фактори, зокрема температуру, рН, наявність токсичних речовин, рівень вологості та окисно-відновний потенціал. Процес стабілізації відходів проходить у п'ять послідовних і визначених фаз. [2, 7, 8]:

- 1) Початкова фаза адаптації: Цей етап починається з розміщення твердих побутових відходів (ТПВ) та накопичення вологи на звалищах. Активне мікробне співтовариство починає формуватися лише тоді, коли рівень вологи досягає необхідного для його підтримки.

- 2) Перехідна фаза: Характеризується зміною умов на звалищі — від аеробного середовища до анаеробного.

3) Фаза кислотоутворення: Відбувається інтенсивний гідроліз ТПВ, під час якого мікроби перетворюють органічні біорозкладні компоненти на проміжні леткі органічні кислоти, які накопичуються у високих концентраціях.

4) Фаза метанового бродіння: У цій фазі метаногенні бактерії використовують проміжні кислоти, перетворюючи їх на метан і вуглекислий газ.

5) Фаза дозрівання: На завершальному етапі стабілізації звалища доступні поживні речовини та субстрати стають обмеженими. Викиди газів різко знижуються, а концентрація фільтрату стабілізується на значно нижчому рівні. Крім газових і рідинних викидів, незначне забруднення спричиняють відходи, які переносяться вітром, а також активність шкідників та комах. [9, 11].

1.2 Фільтрат та рекультивация полігонів твердих побутових відходів

Утворення фільтрату — неминучий процес, що супроводжує тривале зберігання відходів будь-якого типу. Атмосферна волога (дощ, сніг), проникаючи через шар відходів, насичується різними речовинами, перетворюючись на складну хімічну рідину з неприємним запахом [3, 12].

Ця рідина становить серйозну загрозу для довкілля. Потрапляючи у ґрунтові води або природні водойми, фільтрат може завдати масштабної шкоди екосистемі, отруюючи території на значні відстані. Тому збирання та очищення фільтрату є обов'язковими для функціонування великих сміттєвих полігонів. Витрати на ці заходи включаються до бюджету полігону ще на стадії його проєктування [13, 14].

Фільтрат — це багатокомпонентний розчин із високим вмістом хімічних речовин, або, іншими словами, сильно мінералізовані стічні води. Для визначення його складу проводять експертизу, яка зазвичай виявляє у фільтраті важкі метали, розчинені солі, продукти розкладу органічних речовин та сполуки азоту. Згідно з нормами СанПіН, аналіз фільтрату повинен виконуватися для кожного полігону. Недотримання цієї вимоги карається

значними штрафами [4, 13].

Для знешкодження дренажних вод застосовується безліч різноманітних технологій [4, 15]:

1. механічна фільтрація;
2. відстоювання;
3. біохімічне очищення з використанням спеціальних добавок;
4. фізико-хімічні (комплексні) методи;
5. випарювання;
6. обробка лазерним випромінюванням;
7. електродіаліз тощо.

Вибір методу для очищення фільтрату залежить від фінансових можливостей організації, яка обслуговує об'єкт, але ці заходи є обов'язковими, згідно СанПіН та інструкцій з експлуатації полігонів сміття [3, 14].

У наукових центрах та інститутах були розроблені спеціальні обладнання та прилади, для відкачування газу, що утворився в похованому смітті, в якому міститься до 60% метану, такі дані дозволяють визначити, що таке паливо нічим не поступається паливу, що видобувається з природних надр. За підрахунками відомо, що в середньому одна тонна ТПВ виробляє близько 100 – 200 м³ газу, з якого 60 – 120 м³ чистого метану [3, 16].

Збір такого палива, у найкоротший термін окупає всі витрати на створення або закупівлю потрібного обладнання. Таке джерело доходу, може, не лише постачати паливо підприємства чи організації з утилізації твердих відходів, а й навіть райони міст чи невеликі населені пункти. А, головне, перевага цієї технології в тому, що вона запобігає попаданню шкідливого газу в повітря та атмосферу. Отже, технологія відкачування газу дає не лише фінансовий прибуток, а й працює як захисний щит перед довкіллям, на шляху у небезпечних елементів ТПВ [4, 15].

1.3 Експлуатація полігонів для твердих побутових відходів

Аналіз існуючих підходів до управління ТПВ дозволив сформулювати

групи вимог щодо поводження з відходами, що визначають стійке функціонування полігону [8, 17, 18]. Так, сприятливими земельними ділянками з погляду розміщення полігонів вважаються:

- відкриті, добре продувні (провітрювані), незатоплювані та невідтоплювані, що допускають проведення природоохоронних заходів та виконання інженерних рішень, що забезпечують запобігання забрудненню навколишнього середовища;

- розташовані з підвітряного боку щодо знаходження населених пунктів та рекреаційних зон відповідно до троянди вітрів;

- розташовані нижче водозабори господарсько-питного водопостачання, рибоводних господарств;

- віддалені від аеропортів на 15 км і більше, від сільськогосподарських угідь та транзитних магістральних доріг на 200 м, від лісових масивів та лісопосадок, не призначених для рекреації, на 50 м;

- на яких забезпечується дотримання 500 м санітарно-захисної зони від житлової забудови до меж полігону;

- з переважаючими ухилами у бік населених пунктів, промислових підприємств, сільськогосподарських угідь та лісових масивів не більше 1,5%; [9, 16].

- із заляганням ґрунтових вод при найбільшому підйомі їх рівня не менше 1 м від нижнього рівня відходів, що складаються; - з переважанням у геологічному розрізі порід, що екранують;

- з розвиненим регіональним водотривким горизонтом, що характеризується відсутністю «гідрогеологічних вікон» і значних площей тріщинуватих зон;

- з відсутністю небезпечних геологічних процесів (зсувних, карстовосуффозійних, яружно-ерозійних тощо).

Таким чином, ці обмеження (вимоги) дозволяють виділити області допустимих розміщень полігонів ТПВ, а також області заборони. При виборі

майданчика для облаштування полігону ТПВ слід враховувати, що площа даної ділянки вибирається, як правило, з умови терміну експлуатації не менше 15-20 років. Більше того, ділянка складування ТПВ розбивається на черзі експлуатації з урахуванням забезпечення прийому відходів протягом 3-5 років [9, 17].

Звичайно, розбивка ділянки складування на черзі виконується з урахуванням рельєфу місцевості. Таким чином, можна сформулювати такі вимоги до проектування полігону ТПВ. Також слід зазначити, що полігони ТПВ повинні протягом встановленого часу обслуговувати відповідні міста та населені пункти у повному обсязі [19, 20].

Інакше кажучи, обсяг ТПВ, який можуть прийняти полігони, повинен бути не меншим від загального обсягу ТПВ, що виробляється різними об'єктами інфраструктури міст і населених пунктів.

Також на полігоні часто розташовуються лінії по сортуванню та переробці відходів, лабораторії для експрес-аналізів та інші подібні споруди, які не вважаються обов'язковими, але дозволяють отримати прибуток з утилізації ТПВ та запобігти негативному впливу на екологію [8, 18, 21].

Робота будь-якого полігону ТПВ регламентується також внутрішніми інструкціями, серед яких правила прийому сміття для складування та зберігання. Справа в тому, що звичайний полігон побутових відходів не має права приймати небезпечне сміття, наприклад, ртутні лампи, медвідходи, радіоактивні матеріали, промислове сміття і так далі. На рис. 2.1. показано сучасне влаштування полігону ТПВ.

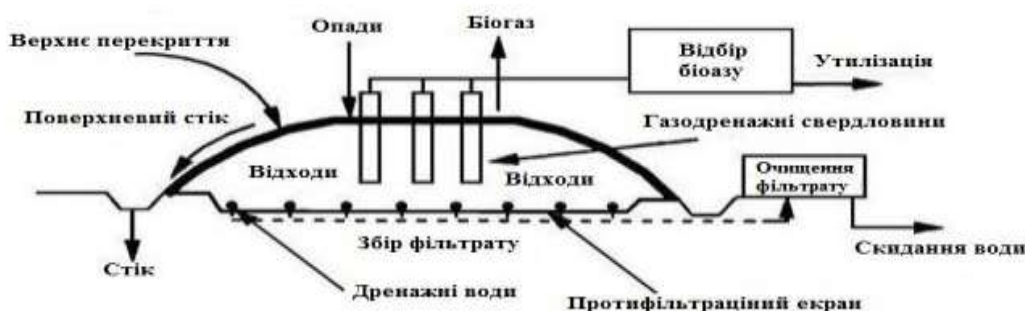


Рис. 2.1. – Схематичне влаштування полігону ТПВ

Якщо об'єкт працює відповідно до всіх правил і норм, то «заборонене»

сміття виявляється ще на етапі розвантаження, і в цьому випадку працівники можуть відмовитися прийняти небезпечний вантаж. Прийом сміття на зберігання здійснюється за договором, який укладається з підприємством, відповідальним за збирання та вивезення відходів. Як правило, фірма-замовник отримує спеціальні талони на різні види сміття, а кожен водій сміттєвозу після зважування привезеного вантажу підписує акт здачі відходів [9, 22].

Малонебезпечне промислове сміття (відходи лісопиляння, паперові та картонні залишки, пісок, будматеріали тощо) може бути утилізовано і на звичайному полігоні ТПВ, якщо така можливість спочатку була передбачена при проектуванні об'єкта. Але щодо особливо небезпечних відходів виробництва, то для них організують спеціальні місця зберігання, які можуть сильно відрізнятися від стандартних. Наприклад, полігон промислових відходів зазвичай має власний цех, де відбувається знезараження небезпечного сміття. Така обробка дозволяє знизити негативний вплив на екологію, а також зменшити обсяг відходів там, де це можливо [8, 23-25].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Умови проведення досліджень

Враховуючи основні географічні чинники, а саме : клімат, ґрунт, рельєф місцевості, гідрологію і рослинність – наша країна поділена на п'ять регіонів. Наше сміттєзвалище розташоване у м. Сміла і віднесене до Центрального регіону. Також знаючи природні умови території, ми можемо сказати, що область має рівнинний рельєф і належить до лісостепової зони.

Діяльність полігону по порам року характеризуються різкими змінами атмосферного тиску, температури і вологості.

Зима помірна, температури нижче -20°C трапляються дуже рідко. Взимку середня температура поверхні землі, зазвичай, також як і середня температура повітря та становить в середньому -5°C в грудні та $+ 21^{\circ}\text{C}$ в липні. Зазвичай, ґрунт починає відтавати пізньою весною та замерзати рано восени. Замерзання ґрунту змінюється залежно від товщини снігового покриву. Висота середнього снігового покриву варіюється від 5 до 12 см та може досягати і 20-25 см. Найбільша глибина замерзання ґрунту, зазвичай, спостерігається в грудні-січні та становить 40-70 см; інколи досягаючи глибини 120 см.

Весна загалом прохолодна та дощова, інколи морозна з сніговими опадами до початку травня. Літо прохолодне та супроводжується частими зливами та різкими змінами температури при проходженні атмосферних фронтів.

Найвища зафіксована температура в м. Умань становила 36.3°C в липні. Найнижча зафіксована температура в м. Умань становила -20.5°C в лютому.

Середньорічний рівень опадів у м. Умань становить 568 мм. Місяць, протягом якого спостерігаються найбільше опадів, червень з рівнем опадів 104,7 мм. Місяць найменшої кількості опадів – березень, коли їх рівень становить 32,4 мм.

2.2 Характеристика об'єкту досліджень

Полігон ТПВ м. Сміла розташований в адміністративних межах Залевківської сільської ради. Під сміттєзвалище ТПВ виділено земельну ділянку площею 4,0 га.

Тверді побутові відходи завозяться на полігон спеціальним автотранспортом. Вивантажені з машин ТПВ складаються на картах. Оптимальний розмір робочої карти: ширина 5м., довжина 30м. На робочій карті розмічають тижневу робочу карту. За п'ять днів утворюється шар ущільнених ТПВ висотою 2,0м. Транспорт, який завозить відходи в зону складування, розвантажується біля робочої карти. Площадка розвантаження транспорту розбивається на дві ділянки. На одній розвантажується транспорт, на другій працюють бульдозери .

Ущільнення здійснюється 4-х кратним проходом бульдозера по одному сліду. Укладання відходів передбачено двома методами – насування і зштовхування .

Також на території полігону утворюється фільтрат - це складна за хімічним і фізичним складом рідина, яка утворюється при проходженні атмосферних опадів крізь товщу твердих побутових відходів на полігоні. Він містить отруйні органічні, неорганічні речовини і важкі метали, максимально концентрується в нижніх шарах ТПВ, забруднюючи токсинами ґрунт. Має темно-коричнє забарвлення і містить дуже велику кількість завислих речовин (6-8мг/л), нітратів (10,5 г/л), хлору (5-8 г/л). Реакція лужна, рН 7,8- 8,2.

Фільтрат та забруднена фільтратом вода височуються в підніжжі полігону та збираються у збірниках, які є організованими шляхом відсипки дамб. Проте на дні відстійників протифільтраційний екран відсутній. Для зволоження поверхні полігону деяку кількість забрудненої води перекачують на сміттєзвалище з наступним поверненням у збірники.

2.3 Методи дослідження

Для оцінки рівня забруднення атмосферного повітря та ґрунту полігоном ТПВ м. Сміла відбирали проби з території полігону на межі санітарно-захисної зони проммайданчика полігону.

Проби відбиралися для визначення вмісту таких речовин:

– стан атмосферного повітря: пил, аміак, вуглеводні, метан, ксилол, толуол, діоксид азоту, оксид вуглецю, діоксид сірки, формальдегід, сірководень;

– стан ґрунтів: барій, вісмут, кадмій, кобальт, літій, марганець, мідь, миш'як, нікель, свинець, стронцій, талій, титан, хром, цинк, нітрати, нітрити.

Для визначення рівня забруднення підземних вод полігоном ТПВ м. Сміла відбирали проби з двох свердловин на межі санітарно-захисної зони проммайданчика полігону. У пробах води визначали вміст наступних речовин: нітрити, нітрати, хлориди, сульфати, барій, кадмій, марганець, мідь, миш'як, нікель, ртуть, свинець, стронцій, загальний хром.

Вплив на гідросферу відбувається внаслідок міграції забруднюючих речовин із відходів у підземні води. До складу матеріалів, що складаються в накопичувачах, входить ряд хімічних елементів та їх сполук (макрокомпонентів та мікроелементів), які знаходяться у важкорозчинних формах. Котловани полігону в основі мають глиняні замки, що запобігає забрудненню підземних вод.

Ґрунт є найстабільнішим середовищем на відміну інших компонентів довкілля, відповідно міграція забруднюючих речовин у ній відбувається щодо повільно. Для відкритих накопичувачів та складів відходів виробництва перекритість ґрунту абіотичними техногенними наносами практично відсутня. За результатами виробничого контролю екологічний стан ґрунтів у зоні впливу полігону оцінюється як допустимий.

2.4 Охорона праці на полігоні ТПВ

Охорона праці на полігоні твердих побутових відходів (ТПВ) є невід'ємною частиною функціонування цього об'єкта. Полігони є джерелом підвищених ризиків для працівників через можливість контакту з токсичними речовинами, механічними ушкодженнями та несприятливими умовами праці. У цьому розділі розглянуто основні аспекти забезпечення безпеки праці, аналіз ризиків та розроблено рекомендації щодо їх мінімізації [26].

На полігоні ТПВ працівники можуть стикатися з такими небезпеками:

- Хімічні ризики: контакти з токсичними відходами, біогазом (метан, сірководень).
- Біологічні ризики: патогенні мікроорганізми, шкідники (гризуни, комахи).
- Фізичні ризики: травмування через нерівний рельєф, небезпечні зони навантажувачів, обвалення відходів.
- Кліматичні фактори: вплив високих/низьких температур, вітру, опадів.

Для мінімізації ризиків розроблено комплекс організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів.

Організаційні заходи:

- Інструктажі з охорони праці:
 - Вступний інструктаж (під час працевлаштування).
 - Первинний інструктаж на робочому місці.
 - Періодичний (щоквартальний) інструктаж.
- Розподіл зон полігону: виділення безпечних маршрутів пересування та зон для виконання робіт.
- Контроль виконання правил безпеки: регулярний моніторинг дотримання вимог працівниками.

Технічні заходи:

- Забезпечення індивідуальних засобів захисту (ІЗЗ):
 - Спецодяг (костюми зі стійких до хімічних речовин матеріалів).

- Респіратори для роботи в зонах виділення біогазу.
- Захисні рукавички та взуття.
- Встановлення обладнання для моніторингу повітря: детектори метану та сірководню.
- Обладнання техніки: оснащення навантажувачів та транспорту сигнальними маяками й захисними екранами.

Санітарно-гігієнічні заходи:

- Регулярна дезінфекція зон праці.
- Облаштування санітарних вузлів і місць для миття рук.
- Вакцинація працівників проти інфекційних захворювань.

Охорона праці на полігонах ТПВ регулюється такими законодавчими та нормативними актами:

1. Закон України "Про охорону праці".
2. Державні санітарні норми і правила щодо поводження з відходами (ДСанПіН 2.2.7.029-99).
3. Правила безпеки під час роботи з вантажопідйомними механізмами.
4. Норми видачі засобів індивідуального захисту працівникам на підприємствах.

Для забезпечення оперативного реагування на надзвичайні ситуації, такі як пожежі або викиди метану, розробляється план дій:

- Складання схеми евакуації з зазначенням безпечних зон.
- Навчання працівників реагуванню на аварійні ситуації.
- Наявність аварійного комплексу (вогнегасники, газоаналізатори, аптечки).

Впровадження комплексних заходів з охорони праці дозволяє мінімізувати ризики для здоров'я працівників на полігоні ТПВ та забезпечити безпечні умови виконання робіт. Необхідно забезпечити постійний моніторинг умов праці та підвищувати обізнаність працівників щодо безпеки [27].

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Вплив полігону на атмосферне повітря

Виявлено, що вплив на атмосферне повітря пов'язано з підвищенням його загазованості при роботі будівельної техніки, транспорту на етапі будівництва, транспорту і допоміжного обладнання на етапі експлуатації, підвищенням запиленості повітря при розробці ґрунтів, рух машин і механізмів, зберіганні і транспортуванні сипучих матеріалів без дотримання технологічних вимог [28].

Також розкладання і гниття окремих складових ТПВ сприяють виділенню в повітря неприємних запахів. Тому на полігоні передбачена проміжна ізоляція (щодобова в теплий період часу $t > +5^{\circ}\text{C}$ і з інтервалом 3 доби - у холодний) і остаточна (щодо закриття всій площі або її ділянок) значно зменшується, а з часом і зовсім припиняє появу в повітрі неприємних запахів. У випадках порушення технології складування та ізоляції ТПВ фонові концентрації неприємних запахів в повітрі збільшуються, в результаті з'являється стійкий специфічний запах розкладаються відходів [29].

Щоб повітря не засмічувалось леткими фракціями відходів, на основних напрямках їх розлітання необхідно встановлювати тимчасові сітчасті переносні елементи, огорожі. Періодично, один раз на квартал, огорожу, що затримує легкі фракції, слід очищати.

Звалищний газ (ЗГ) – газ, що утворюється в результаті анаеробного бродіння відходів в тілі полігону. Основними компонентами звалищного газу є парникові гази, діоксид вуглецю і метан. Крім того, ЗГ містить безліч токсичних органічних сполук, які є джерелами неприємного запаху [30].

Встановлено, що при накопиченні ЗГ можуть формуватися вибухо-пожежонебезпечні умови як на самих полігонах ТПВ, так і в будівлях і спорудах, розташованих поблизу них. Накопичення газу в тілі звалища часто викликає самозаймання ТПВ. Процес горіння супроводжується утворенням токсичних речовин, зокрема, діоксинів. ЗГ також надає згубно впливає на рослинний покрив. Так, причиною придушення рослинного покриву, яке

регулярно спостерігається навколо звалищного тіла, є накопичення ЗГ в паровому просторі ґрунтового покриву, що викликає асфіксію кореневої системи.

3.2 Вплив полігону ТПВ при експлуатації на ґрунти

В результаті аналізу виявлено, що основним джерелом забруднення ґрунту є фільтратні стоки полігону, які накопичуються у ґрунтах, та внаслідок значних атмосферних опадів, що викликають перелив фільтрату, потрапляють у об'єкти довкілля. Це складна за хімічним складом рідина з яскраво вираженим неприємним запахом біогазу [13, 31].

Джерелом забруднення фільтрату в основному є розкладання харчових відходів і окислювання металів, так як процес розпаду складних органічних речовин відбувається вкрай повільно.

Виявлено, що фільтрат утворюється на ділянці захоронення відходів протягом теплого і холодного пір року. У теплий період - опади у вигляді дощу. Утворення фільтрату в холодну пору року пов'язане з таненням снігу на поверхні покладених відходів за рахунок тепла, що виділяється при розкладанні органічної речовини в товщі звалищного тіла, а також похованням значної частини снігу спільно з укладуючими відходами [32].

На основі літературних джерел встановлено, що фільтрат містить забруднення, які характеризуються наступними показаннями, мг/л: ХСК – 1500–51 тис., БПК – 1500–4800, сульфати – 650–2900, хлориди – 650–2900, залізо – 200–1700. Відомо, що більшість забруднень, переважно неорганічних, не затримуються в ґрунті під час проходження через неї фільтрату, потрапляють у підземні води і можуть виявитися причиною систематичного погіршення якості водозабору.

Фільтрат, проходячи через товщу відходів, збагачується токсичними речовинами, що входять до складу відходів або які є продуктами їх розкладу (важкими металами, органічними, неорганічними сполуками) [33].

Після літературного огляду, можна проаналізувати хімічні показники

фільтрату з міського полігону по утилізації ТПВ наведені в таблиці 3.1.

Так на звалищах, споруджених без дотримання правил охорони навколишнього середовища (що не мають протифільтраційного екрану, системи відводу й очищення фільтрату), фільтрат вільно стікає по рельєфу, потрапляє у ґрунт, ґрунтові і підземні води. Проникнення фільтрату в ґрунти і ґрунтові води може призвести до значного забруднення навколишнього середовища не тільки шкідливими органічними і неорганічними сполуками, але і яйцями гельмінтів, патогенними мікроорганізмами.

Таблиця 2.1

**Хімічні показники фільтрату з полігону по утилізації ТПВ м. Сміла
з наглядових колодязів проба №1, №2 від 25.03.24 р.**

Назва	Проба №1	Проба №2	Позначення одиниці вимірювання	ГДК
pH	9,5	9,5	мг/дм ³	6,5-8,5
Хлориди	10000	10000	мг/дм ³	80,4
Сульфати	21,8	21,6	мг/дм ³	77
Аміак	2380	2459	мг/дм ³	30
Нітрити	16,43	16,69	мг/дм ³	0
Нітрати	95,06	114,06	мг/дм ³	0,64
Специфічні речовини характерні для місцевих умов				
Феноли	50,5	49,14	мг/дм ³	0,001
Мідь	0,322	0,280	мг/дм ³	0,012
Свинець	0,112	0,117	мг/дм ³	0,03
Цинк	0,149	0,160	мг/дм ³	0,084
Cd	0,025	0,028	мг/дм ³	0,001

Для оцінки впливу діючого полігону на ґрунти було проведено аналіз показників складу ґрунту, в результаті дослідження було виявлено перевищення ГДК за наступними показниками у таких пробах (табл.3.2):

Таблиця 3.2

Результати дослідження складу ґрунтів поблизу полігону

Показник	Фактичне значення	ГДК
Проби, що була відібрана в 50 м на південний захід від полігону		
рН	5,8	5,5
Сульфати	<240	160
Проби, що відібрані приблизно в 50 м на південь від полігону		
Сульфати	<240	160
Проби, що відібрані на території колишнього садового кооперативу, в 200 м на північ від полігону		
рН	5,7	5,5
Сульфати	<240	160
Проби, що відібрані в лісосмузі, за СЗЗ полігону		
рН	5,9	5.5

3.3 Вплив полігону ТПВ на водне середовище

Проблема збереження довкілля поряд із проблемою державної безпеки є ключовим моментом глобальної проблеми сталого розвитку. Важливу роль у здійсненні цієї проблеми відіграє раціональне використання землі, води та живих ресурсів, охорона навколишнього середовища (включаючи об'єкти: атмосферу, ґрунти, поверхневі та підземні води). Діяльність людини призвела до формування техносфери, до елементів якої належать різні місця складування відходів: прудинакопичувачі, землеробські поля зрошення, шламосховища, хвостосховища та полігони твердих побутових та промислових відходів (ТПВ) [34].

Проникнення фільтрату в ґрунти та ґрунтові води може призвести до прямого знищення навколишньої флори та фауни, а також до забруднення ґрунтових вод, ґрунту та наземних вододжерел. Основні компоненти фільтрату можна поєднати у такі чотири класи: основні елементи та іони: кальцій, магній, залізо, натрій, амоній, карбонати, сульфати, хлориди; розсіяні метали: марганець, хром, нікель, свинець, кадмій; різні хімічні сполуки, кількість яких зазвичай вимірюється загальним органічним вуглецем та хімічним

споживанням кисню (ГПК), окремі органічні речовини, такі, як фенол; мікроорганізми [35].

Слід зазначити, що найбільший негативний вплив полігони, призначені для розміщення ТПВ, надають на поверхневі та підземні води. В Україні більшість полігонів не задовольняють вимогам, що висуваються до умов складування відходів, і представляють звалища на яких немає інженерна інфраструктура, що забезпечує захист об'єктів біосфери від забруднень. Протягом усього життєвого циклу полігон поховання ТПВ є джерелом екологічної небезпеки для довкілля.

Вплив полігону на об'єкти гідросфери обумовлено фільтраційними водами, що утворюються при деструкції ТПВ, які формуються в результаті інфільтрації атмосферних. опадів, віджимних вод, біохімічних та хімічних процесів розкладання відходів. Найбільш значущими факторами, що впливають на вміст та обсяг фільтраційних вод, є морфологічний склад ТПВ, потужність полігону, вологість відходів, кліматичні умови, інженерна інфраструктура полігону, попередня обробка відходів [36].

Одним з головних шляхів поширення забруднення з території складування відходів являються поверхневі води, що стікають з території під час сильних дощів і особливо фільтрат. Встановлено, що состав і концентрація неорганічних та органічних забруднень вод залежать від складу відходів, способу експлуатації, місця складування, інтенсивності і характеру процесу розкладання, проникливості шару, а також від сукупності кліматичних умов.

Стоки потенційно можуть забруднювати ґрунт і ґрунтові води на території навколо полігонів, як наслідок небезпеку при добуванні таких вод для питного водопостачання [13, 37].

Там, де на звалищах є системи збору стоків, обсяги потрапляння у ґрунт і воду шкідливих речовин знижуються, а оброблені стоки потім скидають у поверхневі води.

В результаті проведеного експериментального дослідження з відбором проб підземних вод зі спостережувальних свердловин полігону за 2023 та 2024

роки виявилося перевищення показників за сольовим амонієм, загальним залізом, БСК. Зведену таблицю результатів вимірювання наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 2.3

**Результати вимірювання складу підземних вод
спостережувальних свердловин полігону ТПВ за 2023 та 2024 рр.**

Показник	Познач ення одини ці вимір ю вання	Дата відбору				ГДК
		06.10.10		16.09.11		
		свердл ов ина №1	свердл ов ина №2	свердло вина №1	свердло вина №2	
рН	Од. рН	6,6	6,5	7,5	7,9	6,5-8,5
Запах	Бал	1	1	-	-	2
Кольоровість	град.	20	20,0	-	-	10
Прозорість	См	30	30	-	-	Не менше 30
Сухий залишок	См	712,0	722,0	484	492	1000,0
Завислі речовини	Мг/дм³	0,28	0,27	-	-	0.75
Амоній сольовий	Мг/дм³	0,23	0,28	2,1	4,36	2,6
Нітрити	Мг/дм³	0,03	0,04	0,18	0,09	3,3
Нітрати	Мг/дм³	27,3	26,8	56	1,8	40,0
ХСК	МгО₂/дм³	5,0	10,0	15,0	28,0	30
БСК _п	МгО₂/дм³	3,0	3,5	3,7	6,8	6.0
Хлориди	Мг/дм³	22,7	25,0	22,2	23,4	350,0
Сульфати	Мг/дм³	67,0	69,5	53,6	54,8	500,0
Ортофосфати	Мг/дм³	3,2	3,3	3,4	3,3	3,5
Залізо загальне	Мг/дм³	0,16	0,11	4,1	29,8	0,3
Хром загальний	Мг/дм³	За мчм	За мчм	-	-	0,5
Мідь	Мг/дм³	За мчм	За мчм	-	-	1,0
Цинк	Мг/дм³	0,015	0,014	-	-	1,0
Нікель	Мг/дм³	За мчм	0,07	-	-	0,1
Кадмій	Мг/дм³	За мчм	За мчм	-	-	0,001
Марганець	Мг/дм³	0,03	0,015	-	-	0,1
Свинець	Мг/дм³	За мчм	За мчм	-	-	0,03

За мчм - поза межами чутливості

Отже, зараження підземних і поверхневих вод, ґрунтів продуктами вилуговування, виділення неприємного запаху, розкид відходів вітром, мимовільне загоряння полігонів, безконтрольне утворення метану і неестетичний вигляд є тільки частиною проблем. Однак, з огляду на безліч причин (серед яких основними є нестача вільних земель під нові полігони, відсутність коштів на їх будівництво, або впровадження прогресивних технологій поводження з відходами) звалища ТПВ продовжують експлуатуватися. Тому необхідним стає впровадження на полігонах ТПВ природоохоронних заходів, що дозволяють знизити їх навантаження на навколишнє середовище. Одним з найбільш актуальних дієвих заходів є установка на полігонах систем збору та утилізації звалищного газу.

Забруднення підземних вод за рахунок діяльності полігона - основна екологічна небезпека, яка постійно посилюється. До теперішнього часу забруднення водоносних горизонтів перевищує допустиму норму в десятки, сотні, а по деяким компонентам - і в тисячі разів.

Особливо небезпечні води, що просочуються старих сховищ і звалищ, в яких не проводилося характерного для теперішнього часу поділу (сортування) побутових та промислових відходів. У масі таких відходів може відбуватися взаємодія між речовинами, що утворилися при анаеробному бродінні, та токсичними речовинами промислових відходів, що призводить до утворення ще шкідливіших речовин.

3.4 Заходи для мінімізації впливу полігонів твердих побутових відходів на довкілля

Для мінімізації впливу полігонів ТПВ на компоненти навколишнього середовища необхідно здійснювати комплексне управління у сфері поводження з відходами, а також дотримання всіх вимог експлуатації діючих полігонів та заходів з рекультивації закритих полігонів [38].

Серед управлінських організаційних заходів можна запропонувати:

– запровадити ефективну систему роздільного збору сміття і відповідного електронного обліку полатити за надані послуги населенням з його поділом на:

- а) харчові та інші органічні відходи рослинного і тваринного походження, які не підлягають іншим методам переробки окрім компостування;
- б) неорганічна складова сміття, що піддається сортуванню (папір, пластик, метал, текстиль, скло, гума, інші мілкі фракції);
- в) інші відходи (крупна фракція, будівельне сміття тощо).

– на основі оголошеного тендеру створити спеціалізоване підприємство і видавати ліцензію на утилізацію будівельного сміття для фірм, які займаються будівництвом, монтажем і ремонтними роботами та зобов'язати укладання договору із цим підприємством на утилізацію будівельного сміття [4, 13].

Ці та інші заходи по вирішенню проблем з ТПВ дозволять наблизити наш регіон до цивілізаційного європейського простору.

Також запропонуємо технологічні заходи щодо зменшення впливу полігону на природне середовище:

- Створити пристрій водовідводу від полігону і від місць складування ТПВ (вертикальне планування, водовідвідна канава тощо).
- Впроваджувати пристрій дизбар'єру і ями «Баккарі».
- Складувати ТПВ у котловані.
- Територію полігону огородити огорожею.
- Проводити дезінфекцію та дератизацію ТПВ, сміттевозів, машин і механізмів.
- Проводити проміжну ізоляція шарів ТПВ (при висоті шару не більше 2,5 м) ґрунтом завтовшки 0,20 м.
- Проводити контроль свердловин і організацію робіт по відборі проб для лабораторних досліджень (періодично не менше 2 разів на рік - навесні та восени, а також при затяжних дощах) [39].
- В якості ізолюючих ґрунтів використовувати супіщані, з метою

поліпшення фільтрації виділяючих газів з товщини відходів.

- Улітку при температурі повітря $+ 10^0$ С і більше, один раз на 7суток територію складування необхідно поливати дез. Засобами.

- Регулярно очищувати водовідвідну каналу та ін.

Для виключення можливого забруднення гірських порід зони аерації і підземних вод існують два підходи:

- недопущення попадання зайвої кількості вологи в тіло полігону;
- захист ґрунтових вод за допомогою правильного гідрогеологічного обґрунтування вибору місця для розміщення полігону, облаштування водонепроникної основи полігону, збір і очищення дренажних вод, що видаляються [40].

Під першим підходом мається на увазі перехоплення поверхневого стоку з боку водозбору за допомогою будівництва нагірних каналів; пониження ґрунтових вод із застосуванням ловецьких каналів; перекриття заповнених ділянок або черг полігону водонепроникним шаром.

Другий підхід полягає у створенні умов для виключення проникнення дренажних вод (фільтрату) в ґрунтові води: створення протифільтраційного екрану в основі полігону; облаштування дренажної системи для відведення фільтру з товщі тіла звалища; створення системи очищення фільтрату на локальних очисних спорудах або вивезення його на централізовані очисні споруди.

Найефективнішим інженерним засобом зменшення впливу полігону твердих побутових відходів на ґрунти та підземні води є використання протифільтраційних екранів. Захисні екрани основи і поверхні полігону - це конструктивні елементи, що забезпечують природоохоронні функції [18].

Щодо мінімізації впливу полігону на атмосферне повітря, то особливу увагу необхідно звернути на заходи зниження негативного впливу звалищного газу, що утворюється в товщі тіла звалища при складуванні ТБО на полігонах. На 98% він складається з метану і діоксиду вуглецю і може використовуватися в якості палива [22].

.

РОЗДІЛ 4

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТОВАННЯ ЗАХОДІВ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ ВПЛИВУ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ НА ДОВКІЛЛЯ

Полігони твердих побутових відходів (ТПВ) є одним із основних джерел негативного впливу на довкілля через виділення токсичних речовин, метану та забруднення ґрунтів і вод. Мінімізація цього впливу вимагає впровадження заходів, які поєднують екологічну ефективність та економічну доцільність. У цьому розділі проаналізовано еколого-економічну обґрунтованість трьох основних заходів: рекультивації, будівництва систем збору біогазу та впровадження сортувальних ліній.

Для оцінки ефективності заходів здійснено аналіз показників впливу полігонів ТПВ на основі таких даних:

- Щорічний обсяг утворення ТПВ: 500 тис. тонн.
- Обсяг виділення біогазу: 65 м³/тонну.
- Витрати на управління полігоном: 1 500 грн/тонну.

Варіанти заходів і їх розрахунок

1. Рекультивація полігонів

Рекультивація передбачає створення ізоляційного шару для зменшення просочування забруднень у ґрунти та води.

- Вартість рекультивації: 80 грн/м².
- Площа полігону: 300 000 м².
- Результат: зменшення забруднень на 50%.

Розрахунок витрат:

$$C_{\text{рекультивація}} = 300000 \times 80 = 24000000 \text{ грн}$$

2. Будівництво системи збору біогазу

Цей захід дозволяє зменшити викиди метану та отримати додатковий дохід від генерації електроенергії.

- Вартість будівництва: 3 500 грн/тонну відходів.
- Щорічний обсяг біогазу: $500000 \times 65 = 32500000 \text{ м}^3$.
- Потенційний дохід від продажу електроенергії: 2 грн/м³ біогазу.

Розрахунок витрат і доходів:

$$C_{\text{система}} = 500000 \times 3500 = 1750000000 \text{ грн.}$$

$$D_{\text{доходи}} = 32\,500\,000 \times 2 = 65\,000\,000 \text{ грн/рік.}$$

3. Впровадження сортувальної лінії

Сортування дозволяє зменшити обсяг відходів на 25% і знизити витрати на управління.

- Вартість встановлення: 10 000 000 грн.
- Щорічна економія: $500000 \times 25\% \times 1500 = 187500000 \text{ грн/рік.}$

Таблиця 4.1

Порівняльний аналіз варіантів

Захід	Витрати, грн	Економія/Дохід, грн/рік	Час окупності, років	Зменшення впливу, %
Рекультивация	24000 000	-	-	50
Система збору біогазу	1750000000	65000000	27	70
Сортувальна лінія	10000000	187500000	0,05	25

На основі аналізу встановлено, що найекономічніше вигідним є впровадження сортувальної лінії, що окуповується за менше ніж один рік. Рекультивация є важливим екологічним заходом, але має високу початкову вартість без економічного ефекту. Система збору біогазу перспективна для тривалого використання, але потребує значних капіталовкладень.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Отже, на основі проведеного нами дослідження в даній дипломній роботі, попередньо проаналізувавши весь вище викладений матеріал, ми можемо зробити наступні висновки:

1. На підставі проведеного аналізу наукової літератури, нами було визначено, що полігон твердих побутових відходів (далі ТПВ) – це об'єкт, що є складною спорудою, призначеною не тільки для зберігання, але і для безпечної утилізації різних видів відходів.

2. Полігони твердих побутових відходів є спеціальними спорудами, призначеними для ізоляції та знешкодження ТПВ, та повинні гарантувати санітарно-епідеміологічну безпеку населення. На полігонах повинна забезпечуватися статична стійкість ТПВ з урахуванням динаміки ущільнення, мінералізації, газовиділення, максимального навантаження на одиницю площі, можливості раціонального використання ділянки після закриття полігону.

3. Однак переважна більшість полігонів ТПВ в Україні не відповідають умовам санітарних норм. Внаслідок цих помилок виникла велика кількість екологічних проблем. А саме, забруднення підземних вод фільтратом з цих звалищ, шляхом інфільтрації забруднених вод у підземні водоносні горизонти та міграції забруднюючих компонентів разом з підземним потоком. Найбільш уразливими компонентами навколишнього середовища при цьому є ґрунтові та поверхневі води, породи зони аерації, також забруднюється атмосферне повітря. Запобігання ризику забруднення навколишнього середовища від полігонів та звалищ ТПВ, залежить від знань про закономірності міграції хімічних елементів та органічних сполук.

4. Згідно з отриманими результатами аналізу у зоні впливу полігону ТПВ в м. Сміла спостерігається перевищення вмісту шкідливих речовин у ґрунтах порівняно з фоном та ГДК по нітратам, сірці, хлоридам.

5. В результаті проведеного експериментального дослідження з відбором проб підземних вод зі спостережувальних свердловин полігону за 2023 та 2024 роки виявилось перевищення показників за сольовим амонієм,

загальним залізом, БСК.

6. Слід зазначити, що процеси, які відбуваються на полігонах та звалищах у різний період існування залишаються мало вивченими та становлять великий інтерес для наступних досліджень

Для мінімізації впливу полігонів ТПВ на компоненти навколишнього середовища необхідно здійснювати комплексне управління у сфері поводження з відходами, а також дотримання всіх вимог експлуатації діючих полігонів та заходів з рекультивації закритих полігонів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Міністерство розвитку громад та територій України. [Електронний ресурс <http://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/use-bilshe-ukrayinskih-teritorialnih-gromad-vprovadzhuyut-sortuvannya-smittyu/>] (дата звернення: 10.08.2019);
2. Міністерство екології та природних ресурсів України Інтерактивна мапа // режим доступу [Електронний ресурс: <https://есomаpa.gov.ua/>] (дата звернення: 20.09.2019);
3. S. Baig, I.Coulomb, P, Courant Treatment of landfill leachates: Lapeyrouse and Satrod case studies. Ozone science and engineering 1999. P. 1–22.
4. Mersiowsky L. Stegmann R. Long-term Behavior of PVC Products and fate of Phthalate Plasticizers under Landfill Conditions. VII International waste management and landfill symposium. Sardinia. 1999. Vol. I. P. 193–199.
7. Тверді побутові відходи в Україні: потенціал розвитку сценарії розвитку галузі поводження з твердими побутовими відходами / Підсумковий звіт за 2018 рік/ Міжнародна фінансова корпорація (IFC, Група Світового банку). 114 с.
8. Хоменко І.О., Бабаченко Л.В., Падій Я.В. Проблеми та напрями переробки твердих побутових відходів в Україні // Економіка і суспільство. 2017. № 12. С. 454-459.
9. Екологічні наслідки побутових відходів: Т.П. Шаніна, О.Р. Губанова, М.О. Клименко, Т.А. Сафранов, В.Ю. Коріневська, О.О. Бедункова, А.І. Волков. За ред. Т.А.Сафранова, М.О. Клименка, Одеса: 2011. 258 с.
10. Хазова Н. Вплив твердих побутових відходів на навколишнє середовище / Н. Хазова. С. 257-263.
11. Батлук В.А. «Основи екології» / В.А. Батлук. К.: Знання, 2017. 305 с.
12. Canziani R, Cossu R. Landfill hydrology and leachate production. Land filling: Process, Technology and Environmental Impact. London. 1994. P. 122–123.
13. Степняк С.В. Методи очистки стоків зі сміттєзвалищ. Інформаційно-аналітичний збірник «Санітарна очистка міст та комунальний автотранспорт».

Вип. 4. К, 2002. С. 72–77.

14. Ceçen, F. Aktas O. Effect of PAC addition in combined treatment of landfill leachate and domestic wastewater in semi-continuously fed-batch and continuous-flow reactors. *Water SA*. 2001. 27 (2). P. 177–188.

15. Degtyar M. Intensification of wastewater purification of municipal solid waste landfills. *Technology audit and production reserves*. № 2/3(46), 2019, DOI: 10.15587/2312-8372.2019.166312.

16. М.В. Дегтяр. Інтенсифікація процесів очищення висококонцентрованих стічних вод. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. Зб. наукових праць. Вип. 1 (69). Рівне: НУВГП, 2015. С. 111–116.

17. Дослідження параметрів накопичувачів на міському сміттєзвалищі "Збиранка".

18. Голець Н.Ю., Мальований М.С., Малик Ю.О. Розрахунок класу небезпеки фільтрату Грибовицького полігону ТПВ: вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності: Львів, 2017.

19. Зозуля І. І., Ковалишин В. В., Ничай Б. В., Комплексний проект з рекультивації полігону с. Грибовичі, том 3: Львів, 2013

20. Орфанова, М. М. Утилізація та рекуперація відходів : конспект лекцій / М. М. Орфанова. 2-ге вид. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2010. 100 с.

21. Бригінець К.Д. Утилізація промислових відходів. Основи утилізації відходів: конспект лекцій К.Д. Бригінець, К.О. Абашина; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х.: ХНАМГ, 2012. 58 с.

22. Молчанова А. В. Екологічні аспекти впливу полігонів твердих побутових відходів на агроландшафт, водне середовище та атмосферне повітря // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 4. С. 102-110.

23. Автореферат Орлової Тетяни Олександрівни. Оцінки екологічного стану земельних ділянок, зайнятих відходами та об'єктами поводження з ними : автореф. дис. к. т. н. / Т. О. Орлова. К., 2018. 148 с.

24. Апостолук С.О., Джигирей В.С., Апостолук А.С. та ін. Промислова

екологія: Навч. посіб. К.: Знання, 2005. 474 с.

25. Беренгартен М.Б. Управління відходами у міському господарстві. / М.Б. Беренгартен, І.А. Васильєва, В.В. Девяткін, Н.Є. Ніколайкіна // Навчальний посібник за ред. В.Г. Сістєра. МДУЕ., 120 с.

26. Джигирей В.С. Безпека життєдіяльності. Львів:Афіша,1999. 254с.

27. Дмитренко І.А. Екологічне право України: Підручник.2-ге вид., переробл. та допов. К.:Юрінком Інтер, 2001.

28. Методичні рекомендації із збирання, утилізації та знешкодження фільтрату полігонів побутових відходів: Затверджені наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України № 421 від 20.08.2012 р.

29. Білявський Г.О. Основи загальної екології: Підруч. для студ. природ. фак. вищих навч.закладів.-2- ге вид. зі змінами.К.:Либідь,1995.–368с.

30. Бойчук Ю.Д.. Екологія і охорона навколишнього середовища. Навч.пос. Суми: ВД «Університетська книга».-К.:ВД «Княгиня Ольга»,2005.-302с.

31. Гаджікерімов В.В. Природоподібні технології очищення фільтраційних вод, що утворюються на полігонах ТКО. Економіка будівництва та природокористування. 2019. С.67-76.

32. Гладишев Н.Г. Логістичні аспекти управління відходами/Н.Г. Гладишев, Д.Є. Биков, А.А. Шишканова// Вісник державного економічного університету. СДЕУ, 2006 №5 (23). С. 31-37.

33. Гладишев Н.Г. Полігон як елемент логістичного ланцюга у сфері поводження з відходами. вересень, 2007. С. 16-19.

1. Голубін А. Поводження з відходами як об'єкт системного аналізу. Журнал «РИЗИК: Ресурси, Інформація, Постачання, Конкуренція», №4 / 2008. З. 28-32.

34. Державний комітет України з питань житлово-комунального господарства: Національна стратегія поводження з твердими побутовими відходами в Україні: Стратегія та план дій. Звіт № 59219 від 3.12.2004.

35. Жук Г. В. Екологічні аспекти використання біогазів полігонів твердих побутових відходів для потреб енергопостачання населених пунктів України. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. – 2018. №26. С. 69-74.
36. Лесь А. В. Еколого-економічні проблеми поводження із твердими побутовими відходами . Збірник наукових праць. Економічні науки. – Чернівці : Книги ХХІ, 2018. С.155-162
37. Макаренко Н. А. Вплив полігонів твердих побутових відходів на атмосферне повітря прилеглих сільських територій. Таврійський науковий вісник. №97. С. 243–249.
38. Мороз О.В. Економічні аспекти вирішення екологічних проблем утилізації твердих побутових відходів: [Монографія] . Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2003. 110 с.
39. Навроцький Р. Л. Досвід країн Європейського союзу в сфері безпечного поводження з твердими побутовими відходами. Економіка і суспільство. 2016. №7. С. 620-625.
40. Плаксіна А. О. Вплив полігонів тпв на навколишнє середовище. 2015. С. 246–250.

ДОДАТКИ