

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ**

Допускається до захисту
«___»_____ 2025р.
Зав. кафедри _____

(підпис)
к.б.н., доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Магістр

(рівень вищої освіти)

**на тему: "Екологічна оцінка впливу об'єкту оброблення відходів
Товариства з обмеженою відповідальністю "Грінера Стрий" на стан
довкілля та розробка заходів з мінімізації негативного впливу"**

Виконала студентка VII курсу, групи Еко-71з
спеціальності 101 «Екологія»

Бермес Наталія Сергіївна

Керівник: Наталія ПАНАС

Консультант: Юрій КОВАЛЬЧУК

Дубляни 2025

Міністерство освіти та науки України
Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій імені С.З. Гжицького

Факультет агротехнологій та охорони довкілля

Кафедра екології та захисту довкілля

Рівень вищої освіти «магістр»

Спеціальність 101 «Екологія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри _____
 доцент, к.б.н. Петро ХІРІВСЬКИЙ

« _____ » _____ 2025р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студентці

Бермес Наталії Сергіївні

1. Тема роботи: Екологічна оцінка впливу об'єкту оброблення відходів Товариства з обмеженою відповідальністю "Грінера Стрий" на стан довкілля та розробка заходів з мінімізації негативного впливу Керівник кваліфікаційної роботи кандидат біологічних наук, доцентка Панас Наталія Євгенівна

Затверджені наказом по університету від « _____ » _____ 20 ____ р. № _____

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 12 грудня 2025 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи: З В І Т з оцінки впливу на довкілля «Експлуатація об'єкту оброблення відходів, що не є небезпечними, потужністю більше 100 тонн на добу ТОВ «Грінера Стрий» розроблений Компанією "ЦЕНТР ЛТД".

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити)
Вступ

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Класифікація змішаних побутових відходів та морфологічний склад, властивості

1.2 Процеси на полігонах та екологічні ризики

1.3 Методи утилізації та оброблення відходів

1.4 Законодавче та нормативне регламентування у галузі управління відходами і оцінювання впливу на довкілля

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Загальна характеристика ТОВ «ГРІНЕРА СТРИЙ»

2.2 Технологічні процеси збору, захоронення та оброблення відходів на підприємстві

2.3 Характеристика методів і засобів досліджень

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Оцінка впливу ТОВ «Грінера Стрий», пов'язаного з утворенням і управлінням відходами на полігоні

3.2 Оцінка впливу діяльності ТОВ «Грінера Стрий» на атмосферне повітря

3.3 Оцінка впливу діяльності ТОВ «Грінера Стрий» на водні ресурси

3.4 Оцінка шумового та вібраційного впливу ТОВ «Грінера Стрий»

3.5 Оцінка впливу ТОВ «Грінера Стрий» на ґрунти та надра

3.7 Розрахунок обсягу біогазу ТОВ «Грінера Стрий»

3.8 Заходи зменшення негативного впливу ТОВ «Грінера Стрий» на стан довкілля

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

4.1 Стан охорони праці

4.2 Заходи щодо вдосконалення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки

4.3 Захист населення в надзвичайних ситуаціях

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості): світлини, рисунки, схеми, таблиці, графіки

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Примітка
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3	Панас Н. Є., доцент кафедри екології			
4	Ковальчук Ю.О., доцент кафедри УПБВ			

7. Дата видачі завдання 07 вересня 2025 р.

Календарний план

№п /п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1	Написання вступу та розділу «Огляд літератури»		
2	Написання розділу «Об'єкт та методи досліджень»		
3	Написання розділу «Результати досліджень»		
4	Написання розділу «Охорона праці та захист населення», підготовка висновків, оформлення списку використаних джерел		

Здобувач _____ Наталія БЕРМЕС
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Наталія ПАНАС
(підпис)

УДК 504.064:628.4:502.3

Екологічна оцінка впливу об'єкту оброблення відходів Товариства з обмеженою відповідальністю "Грінера Стрий" на стан довкілля та розробка заходів з мінімізації негативного впливу. Бермес Н. С. Кваліфікаційна робота. Кафедра екології та захисту довкілля. Дубляни, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, 2025.

67 стор. текст. част., 11 рисунків, 9 таблиць, 28 джерел.

Надано екологічну оцінку діяльності об'єкта оброблення відходів Товариства з обмеженою відповідальністю "Грінера Стрий" щодо його впливу на стан довкілля. Висвітлено загальну інформацію про підприємство, включаючи опис основних виробничих процесів та допоміжних підрозділів. Проаналізовано перелік найбільш поширених та небезпечних забруднюючих речовин, що утворюються під час роботи підприємства та можуть потрапляти у довкілля, а також визначено їхні потенційні обсяги з урахуванням державних нормативів обліку. Проаналізовано джерела забруднення окремих складових навколишнього середовища, описано їхні характеристики в процесі виробництва та розглянуто чинні й потенційні заходи з мінімізації шкідливого впливу на природу.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Класифікація змішаних побутових відходів та морфологічний склад, властивості	9
1.2 Процеси на полігонах та екологічні ризики	11
1.3 Методи утилізації та оброблення відходів	12
1.4 Законодавче та нормативне регламентування у галузі управління відходами і оцінювання впливу на довкілля	15
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	17
2.1. Загальна характеристика ТОВ «ГРІНЕРА СТРИЙ»	17
2.2 Технологічні процеси збору, захоронення та оброблення відходів на підприємстві.....	22
2.3 Характеристика методів і засобів досліджень	32
3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	35
3.1 Оцінка впливу ТОВ «Грінера Стрий», пов'язаного з утворенням і управлінням відходами на полігоні	36
3.2 Оцінка впливу діяльності ТОВ «Грінера Стрий» на атмосферне повітря....	38
3.3 Оцінка впливу діяльності ТОВ «Грінера Стрий» на водні ресурси	44
3.4 Оцінка шумового та вібраційного впливу ТОВ «Грінера Стрий»	46
3.5 Оцінка впливу ТОВ «Грінера Стрий» на ґрунти та надра	48
3.6 Розрахунок інфільтрації фільтрату ТОВ «Грінера Стрий»	49
3.7 Розрахунок обсягу біогазу ТОВ «Грінера Стрий»	52
3.8 Заходи зменшення негативного впливу ТОВ «Грінера Стрий» на стан довкілля	54
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ	58
4.1 Стан охорони праці	58
4.2 Заходи щодо вдосконалення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки	59
4.3 Захист населення в надзвичайних ситуаціях	61
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65

ВСТУП

Актуальність теми. Відходи — це будь-які речовини, матеріали або предмети, від яких їх власник відмовляється, планує або зобов'язаний позбутися.

У повсякденному житті та в процесі діяльності людини постійно утворюються змішані побутові відходи. Такі відходи утворюються і накопичуються у житлових приміщеннях, закладах соціальної, культурної та побутової сфери, а також у громадських, навчальних, лікувальних, торговельних та інших установах. До таких відходів належать змішані або роздільно зібрані матеріали від домогосподарств, зокрема: папір і картон, скло, пластмаси, деревина, текстиль, метали, різноманітна упаковка, органічні та біологічні відходи, електричне та електронне обладнання, батареї та акумулятори, небезпечні компоненти побутових відходів, великогабаритні предмети та ремонтні матеріали. Також до цієї категорії можуть належати відходи з інших джерел, якщо їхній хімічний та матеріальний склад схожий на склад відходів домогосподарств. Такі відходи зазвичай не підлягають повторному використанню на місці їх утворення та потребують подальшої утилізації або передачі на спеціалізовані об'єкти збору та переробки.

Щороку в населених пунктах України утворюється орієнтовно 35 млн м³ змішаних побутових відходів. Основна їх частина розміщується на приблизно 770 полігонах, які займають сумарно близько 3 тис. га, а незначна частка спрямовується на утилізацію, зокрема шляхом спалювання на спеціалізованих заводах.

Накопичення побутових відходів суттєво визначається сезоном року, погодними умовами, рівнем благоустрою житла та добробутом населення. У їхньому складі переважають харчові залишки (20–40 %), а також папір і картон (10,3–26,4 %). Крім того, відзначається вміст скла (1,1–9 %), металів (1–5,8 %), текстильних матеріалів (0,2–8 %), деревини (0,75–3,7 %), полімерних відходів (0,6–6 %) та інших компонентів у менших кількостях [22].

Забезпечення організації збору, перевезення, обробки та утилізації побутових відходів на території міста є функцією органів місцевого самоврядування, які виступають як суб'єкти публічної влади та діють на основі управління комунальною (муніципальною) власністю. Виконання цих повноважень спрямоване на підтримання санітарної безпеки, охорону навколишнього середовища та створення належних умов для життя населення і функціонування громадських об'єктів [25].

Для збирання відходів задіяно понад 7,5 тисяч спеціалізованих автомобілів, що належать 56 автопідприємствам і 650 цехам. Водночас парк техніки застарів: майже три чверті транспортних засобів відпрацювали свій ресурс і потребують списання. При нормативній заміні 12% фактично оновлюється лише близько 1% автопарку. Крім того, високі тарифи на послуги з управління побутовими відходами призвели до зменшення кількості укладених договорів із населенням та організаціями.

Для збору та тимчасового зберігання побутових відходів застосовують контейнери. Однак через недосконалу конструкцію механізму розвантаження вони швидко деформуються та виходять з ладу. Деякі контейнери взагалі не мають кришок, що підвищує вологість сміття, прискорює процеси гниття у теплу пору та спричиняє примерзання відходів до стінок у мороз. Це значно ускладнює їхнє транспортування та робить переробку майже неможливою. Крім того, при несвоєчасному вивезенні сміття контейнери перетворюються на місця поширення гризунів, шкідливих комах і потенційно небезпечних інфекцій [22].

Мета і завдання досліджень. Мета дослідження цієї дипломної роботи полягає у вивченні та оцінці впливу діяльності ТОВ «Грінера Стрий» на стан довкілля, зокрема на формування та управління змішаними побутовими відходами, а також у процесі планування заходів щодо мінімізації шкоди довкіллю. Отримані дані та результати аналізу мають висвітлити проблеми управління відходами та запропонувати ефективні шляхи зменшення їхнього екологічного навантаження.

Завдання дослідження полягають у вивченні структури та обсягів утворення змішаних побутових відходів у регіоні та на полігоні, аналізі системи збору, транспортування, тимчасового зберігання та утилізації відходів на підприємстві, оцінці екологічних ризиків і негативного впливу діяльності ТОВ «Грінера Стрий» на довкілля, а також у розробці практичних рекомендацій для посилення екологічного захисту та вдосконалення системи управління відходами.

Об'єкт дослідження: Товариство з обмеженою відповідальністю «Грінера Стрий».

Предмет дослідження: Екологічний стан довкілля, пов'язаний із функціонуванням полігону та системи управління змішаними побутовими відходами.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Класифікація змішаних побутових відходів та морфологічний склад, властивості

Класифікаційний каталог відходів подається як впорядкований перелік їх різновидів, сформований на основі ключових критеріїв, зокрема:

- походження;
- агрегатного та фізичного стану;
- наявності небезпечних характеристик;
- рівня потенційного шкідливого впливу.

У практиці управління відходами нерідко використовується класифікація, що враховує потенціал їх утилізації. Виходячи з функціонального призначення діяльності людини, усі відходи поділяють на дві узагальнені групи: відходи виробництва, які виникають як побічний продукт технологічних процесів, та відходи споживання, що утворюються внаслідок втрати матеріалами споживчих властивостей у побутовому середовищі [14].

Відповідно до місця виникнення відходи класифікують на такі основні категорії:

- побутові, що формуються в процесі життєдіяльності населення;
- промислові, які утворюються під час функціонування підприємств та виробничих об'єктів;
- сільськогосподарські, пов'язані з веденням рослинництва, тваринництва та переробкою сільськогосподарської продукції;
- медичні, що генеруються закладами охорони здоров'я та під час надання медичних послуг [12].

За фізичним (агрегатним) станом відходи поділяються на тверді, рідкі та газоподібні.

За рівнем небезпеки впливу на здоров'я людини та стан довкілля змішані побутові відходи розмежовують на: надзвичайно небезпечні, високонебезпечні, середнього ступеня небезпеки та малонебезпечні.

Для організації ефективної переробки доцільно виділяти такі групи відходів: органічні, неорганічні, змішані та радіоактивні[14].

Згідно з міжнародними дослідженнями, структура змішаних побутових відходів часто має значну частку органіки, що становить від 30 % до понад 40–50 %, а також значні долі паперу/картону, полімерів (пластиків) і інших матеріалів. Наприклад, у дослідженні MSW з одного з міст було зафіксовано, що органічні відходи складають понад 40 % від загалу, пластик — близько 15–20 %, папір/картон — біля 16–18 %, інші фракції (метали, скло, текстиль тощо) заповнювали решту обсягу [1].

В Україні Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України (раніше Мінінфраструктури) 03 травня 2024 року затвердило Методичні рекомендації з визначення морфологічного складу побутових відходів (наказ № 409). Цей нормативний документ закладає уніфіковану методику відбору проб, поділу на фракції, зважування та статистичного аналізу, що дає змогу отримати репрезентативні дані щодо складу змішаних побутових відходів у громадах[16].

Такий морфологічний склад визначає і екологічні ризики, і шляхи утилізації. Органічна фракція є джерелом біодеградації всередині полігону: під дією мікроорганізмів виникає біогаз, утворюється фільтрат — рідина, що може містити розчинені органічні сполуки, азот, хлориди, потенційно важкі метали, токсичні речовини. Пластик, папір, картон, інші неорганічні чи полімерні матеріали значно уповільнюють природну деградацію, збільшують об'єм сміття, потребують сортування та/або термічної/механічної переробки[1].

Склад та експлуатаційні характеристики змішаних побутових відходів визначаються відповідно до спеціалізованих методик, з урахуванням чинної нормативно-правової бази та вимог Закону України «Про управління відходами». Середня щільність побутових відходів в Україні становить приблизно 0,19–0,23

т/м³. Цей показник є варіабельним і залежить від рівня благоустрою житлової забудови та сезонних змін.

Для впорядкованого житлового фонду щільність змішаних побутових відходів у весняно-літній період зазвичай становить 0,18–0,22 т/м³, тоді як в осінньо-зимовий період вона підвищується до 0,20–0,25 т/м³. У житлових будинках, обладнаних пічним опаленням, цей показник є суттєво більшим і коливається в межах 0,30–0,60 т/м³, що зумовлено особливостями складу відходів та специфікою їх утворення.

Санітарно-бактеріологічні характеристики змішаних побутових відходів визначаються значною часткою вологих органічних компонентів, які піддаються біохімічному розкладанню з утворенням специфічного гнильного запаху та фільтрату. У разі висихання продукти неповного розкладу формують пил, насичений хімічними забруднювачами та мікрофлорою, концентрація якої може становити від кількох сотень до десятків мільярдів мікроорганізмів у 1 г сухої речовини. Такі процеси зумовлюють істотне погіршення якості повітря, а також забруднення ґрунтів і поверхневих та підземних вод. Розносниками патогенних мікроорганізмів, пов'язаних із побутовими відходами, виступають комахи (зокрема мухи), гризуни, птахи та безпритульні тварини (собаки й коти) [14].

1.2 Процеси на полігонах та екологічні ризики

Полігони змішаних побутових відходів діють на довкілля комплексно — через повітря (викиди газів, запахи, дим під час пожеж), через воду (фільтрат — джерело забруднення підземних та поверхневих вод), через ґрунт (накопичення важких металів і органічних контамінантів) і через біоценози (порушення місцевого ґрунтового та водного життя). Інтенсивність і масштаб впливу визначаються як технічним облаштуванням (наявність геомембран, дренажу, дегазаційних систем, системи збору фільтрату), так і експлуатаційними практиками (ущільнення, щоденне покриття ґрунтом, сортування) та природними умовами (тип ґрунту, опади, глибина ґрунтових вод, рельєф).

Ключовими факторами, що визначають вплив полігонів на стан довкілля є:

- Структура та гідрогеологія ділянки (проникність шарів, відстань до водоносних горизонтів): визначає швидкість і траєкторію міграції фільтрату; у піщаних ґрунтах забруднення рухається швидше, ніж у глинах.
- Склад відходів та вік карт: свіжі карти виробляють інший фільтрат, ніж старі; високий вміст органіки підвищує ризик утворення метану і сильнішого БСК у фільтраті.
- Наявність інженерних бар'єрів і систем контролю: герметичні підстилаючі шари та належний дренаж значно знижують екологічний ризик.
- Кліматичні фактори: річна сума опадів, температура впливають на кількість утворюваного фільтрату та швидкість біологічних процесів[10].

Утворення фільтрату. Фільтрат — це водний розчин, який виникає внаслідок просочування атмосферних опадів або внутрішньої вологи крізь масив відходів. Його склад дуже варіює (за органічною навантагою, рН, вмістом амонію, хлоридів, важких металів, мікрополіруючих речовин) і залежить від віку полігону (свіжі ділянки мають один склад, старі — інший), клімату, конструкції підстилаючих шарів та режимів експлуатації. Через широкий спектр забруднювачів фільтрат є одним з найнебезпечніших джерел хімічного та біологічного навантаження на довкілля. Оглядові статті з технологій очищення й характеристики фільтрату описують типові концентрації забрудників і сучасні підходи до їхньої нейтралізації (біологічні реактори, мембранні технології, комбіновані системи) [11].

Утворення полігонного газу. Полігонний (ландфіл-) газ утворюється під дією анаеробних мікроорганізмів, які розкладають органічні фракції відходів. Головними компонентами є вуглекислий газ (CO_2) і метан (CH_4), крім них — сірководень, органічні леткі сполуки (VOC) і сліди інших газів. Інтенсивність генерації газу залежить від вмісту біодеградуваної органіки, температури, вологості та аерації масиву. Для прогнозу вироблення газу використовують першопорядкові моделі розпаду (LandGEM, IPCC, CDM-tool), які дозволяють

оцінити пікові та інтегральні об'єми метану для планування дегазаційних систем або енергетичних когенераційних установок[4].

1.3 Методи утилізації та оброблення відходів

Оброблення та утилізація відходів передбачають здійснення технологічних процедур, що змінюють їхні хімічні, фізичні чи біологічні властивості з метою забезпечення безпечного транспортування, зберігання, утилізації або видалення. Відповідно до Закону України «Про управління відходами» захоронення нездійсненої обробки побутових відходів заборонено, що зумовлює необхідність їх попереднього сортування, вилучення небезпечних фракцій та підготовки до подальшої переробки.

Оброблення та утилізація відходів є комплексним процесом, який передбачає виконання сукупності технологічних заходів, спрямованих на зміну хімічних, фізичних або біологічних властивостей відходів з метою забезпечення їх безпечного транспортування, зберігання, подальшої переробки, утилізації чи остаточного видалення.

Відповідно до вимог Закону України «Про управління відходами», захоронення побутових відходів без попередньої обробки заборонене, що обумовлює необхідність їх сортування, вилучення небезпечних компонентів і підготовки до повторного використання або перероблення.

Серед основних підходів до оброблення відходів важливе місце посідають термічні методи, зокрема спалювання та піроліз. Спалювання здійснюється шляхом повного окиснення відходів у високотемпературних установках, що дозволяє суттєво зменшити їх обсяг, забезпечити санітарне знезараження та отримати теплову енергію, яку застосовують у системах теплопостачання або для виробництва електроенергії, а утворені шлак і зола можуть використовуватися у будівельній галузі. Піроліз, на відміну від спалювання, відбувається в безкисневому середовищі та забезпечує розкладання органічної частини відходів із утворенням горючих газів, рідких продуктів і твердого вуглецевого залишку,

при цьому метод характеризується нижчим рівнем викидів і можливістю комплексного використання продуктів переробки.

Значну роль у системі управління відходами відіграють біологічні методи, до яких належать аеробне компостування та анаеробна ферментація. Компостування базується на мікробіологічному розкладанні органічної фракції відходів за наявності кисню, супроводжується виділенням тепла та дозволяє отримати стабілізований компост, придатний для використання у сільському господарстві чи рекультивації земель. Анаеробна ферментація, що відбувається без доступу повітря, сприяє утворенню біогазу — відновлюваного джерела енергії, а також зменшенню маси й об'єму органічних відходів.

Перед застосуванням біологічних або термічних методів відходи, як правило, проходять механіко-біологічну обробку, яка включає сортування, вилучення небезпечних складових, відбір вторинної сировини, такої як метали, папір, пластик і скло, та підготовку біорозкладної частини до подальшої переробки.

Важливим елементом сучасної системи поводження з відходами є рециклінг, що передбачає повернення матеріалів у виробничий цикл або їх повторне використання, зокрема переробку макулатури, переплав металевої тари та повторне застосування склотари після відповідної санітарної обробки. Захороненню на полігонах підлягають лише залишкові відходи, які пройшли попереднє оброблення та відповідають вимогам екологічної безпеки, а сучасні полігони обладнуються системами захисту ґрунтових вод, збору фільтрату та дегазації, що відповідає нормам європейського законодавства.

На полігони допускаються лише відходи, що пройшли оброблення й здатні до біологічного розкладання відповідно до вимог європейського законодавства. Сучасні системи складування включають захист ґрунтових вод, збір фільтрату та дегазацію [12].

1.4 Законодавче та нормативне регламентування у галузі управління відходами і оцінювання впливу на довкілля

На державному рівні ключовим та базовим нормативно-правовим документом у галузі управління відходами є Закон України «Про управління відходами» [25], який прийнято на заміну попереднього Закону України «Про відходи». Цей документ гармонізований із законодавством Європейського Союзу та виступає основним нормативно-правовим документом, який визначає правові засади, основні принципи та методи організації цього процесу.

Суттєвим нововведенням закону стало введення терміну «полігон відходів», а також класифікація полігонів за видами відходів — для небезпечних, не небезпечних та інертних. Це визначення узгоджується з положеннями Директиви Ради ЄС №1999/31/ЄС «Про захоронення відходів» від 26 квітня 1999 року [23]. Визнання терміна «полігон відходів» відповідно до законодавчих норм дозволяє чітко відмежувати такі об'єкти від сміттєзвалищ, що, у свою чергу, сприяє боротьбі з несанкціонованими звалищами та підвищує рівень екологічної безпеки під час захоронення відходів.

Закон «Про управління відходами» [25] містить низку інших прогресивних положень. Закон визначає ієрархію управління відходами та вводить новий вид відповідальності — адміністративно-господарську. Уперше на нормативному рівні введено термін «рециклінг», під яким розуміється вид операції з відновлення відходів, що передбачає їх перероблення з отриманням продукції, матеріалів або речовин, придатних для подальшого застосування як за початковим, так і за альтернативним цільовим призначенням. При цьому до рециклінгу належать операції з перероблення органічної складової відходів, однак він не поширюється на процеси енергетичного використання відходів, а також на їх перетворення у паливні або заповнювальні матеріали.

Важливим також є Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 01.12.2010 № 435 «Про затвердження Правил експлуатації полігонів побутових відходів» [20], який визначає вимоги до

організації та безпечного функціонування полігонів. Документ регламентує порядок прийому, сортування, утилізації та захоронення побутових відходів, умови технічної експлуатації полігонів, контроль за дотриманням санітарних та екологічних норм, а також заходи для мінімізації негативного впливу на здоров'я населення та довкілля. Цей наказ є ключовим при плануванні та управлінні полігонами змішаних побутових відходів.

Також під час управління відходами необхідно керуватися рядом нормативно-правових актів, що регламентують екологічні, санітарні та процедурні вимоги. Зокрема, Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» (№2059-VIII від 23.05.2017) [24] визначає порядок проведення ОВД, підготовку звіту, проведення громадських обговорень та критерії, за якими оцінюється допустимість планованої діяльності, що може створювати значний вплив на довкілля. Крім того, важливими є Державні санітарні правила ДСП №173-96[13], які встановлюють вимоги до планування територій, розмірів санітарно-захисних зон, мінімальних відстаней до житлової забудови, а також інших умов, спрямованих на забезпечення санітарної безпеки під час проєктування та експлуатації об'єктів з управління відходами. Ці документи забезпечують комплексний підхід до екологічної та санітарної безпеки у сфері управління відходами.

Позитивним аспектом розвитку національної системи управління відходами є також затвердження національного переліку відходів, який містить чіткі критерії віднесення відходів до небезпечних та позначення видів їхнього шкідливого впливу, а також національного переліку відходів, гармонізованого з європейськими стандартами.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Загальна характеристика ТОВ «ГРІНЕРА СТРИЙ»

Полігон змішаних побутових відходів у місті Стрий діє з 1949 року і є основним майданчиком для розміщення, обліку та контролю відходів. До 2021 року управління полігоном здійснювала Стрийська міська рада, виконуючи функції організації процесів збору, переміщення відходів і їх подальше захоронення. Для підвищення ефективності експлуатації та забезпечення дотримання екологічних норм функції управління полігоном були передані ТОВ «Грінера Стрий» на підставі Договору управління майном від 12.05.2021 р.

На даний момент ТОВ «Грінера Стрий» здійснює безпосереднє керівництво експлуатацією полігону, що включає контроль за прийомом і розміщенням відходів, дотримання вимог щодо екологічної безпеки та санітарного стану, ведення обліку обсягів і складу відходів, а також забезпечення належного технічного стану об'єкта. При цьому органи місцевого самоврядування продовжують відповідати за формування загальної стратегії управління побутовими відходами та контроль за дотриманням законодавчих норм, при цьому виконання безпосередніх операційних функцій передається спеціалізованим організаціям для забезпечення ефективного функціонування системи управління відходами.

Товариство з обмеженою відповідальністю «ГрінЕра Стрий» — сучасне та інноваційне підприємство, що працює у сфері управління змішаними побутовими відходами. Компанія розпочала свою діяльність у 2016 році та швидко зарекомендувала себе як надійний перевізник і партнер у сфері екологічного менеджменту.

ТОВ «Грінера Стрий» здійснює вивезення змішаних побутових відходів, вторинної сировини, будівельного сміття та великогабаритних відходів. До останніх належать меблі (дивани, шафи тощо), великогабаритна побутова техніка (наприклад, холодильники, плити, телевізори) та сантехнічні вироби (ванни, умивальники, туалети). В рамках впровадження сучасної системи

поводження з відходами на обслуговуваних територіях застосовується чотирьохфракційна система роздільного збору змішаних побутових відходів із використанням контейнерів закритого типу.

Зовнішній вигляд території полігону змішаних побутових відходів наведений на рисунках 2.1-2.4.



Рисунки 2.1-2.4 – Зовнішній вигляд території полігону змішаних побутових відходів (згідно даних:

<https://www.facebook.com/share/p/1DVdD6Sfm9/?mibextid=wwXIfr>)

Відходи поділяються на змішані, вторинну сировину, органічні рештки та скло. Впровадження даного підходу підвищує екологічну свідомість громадян, скорочує обсяги захоронення сміття та стимулює розвиток культури роздільного збору відходів у регіоні. ТОВ «Грінера Стрий» розташоване за адресою: Львівська область, Стрийський район, Стрийська територіальна громада, м. Стрий, вул. Нижанківського, без номера. Підприємство функціонує на земельній ділянці площею 23,1522 га. Найближча житлова забудова знаходиться південніше полігону змішаних побутових відходів на відстані приблизно 725 метрів. Відповідно санітарно захисна зона розміром 500 метрів для полігону змішаних побутових відходів ТОВ «Грінера Стрий» - витримана (рисунок 2.5).

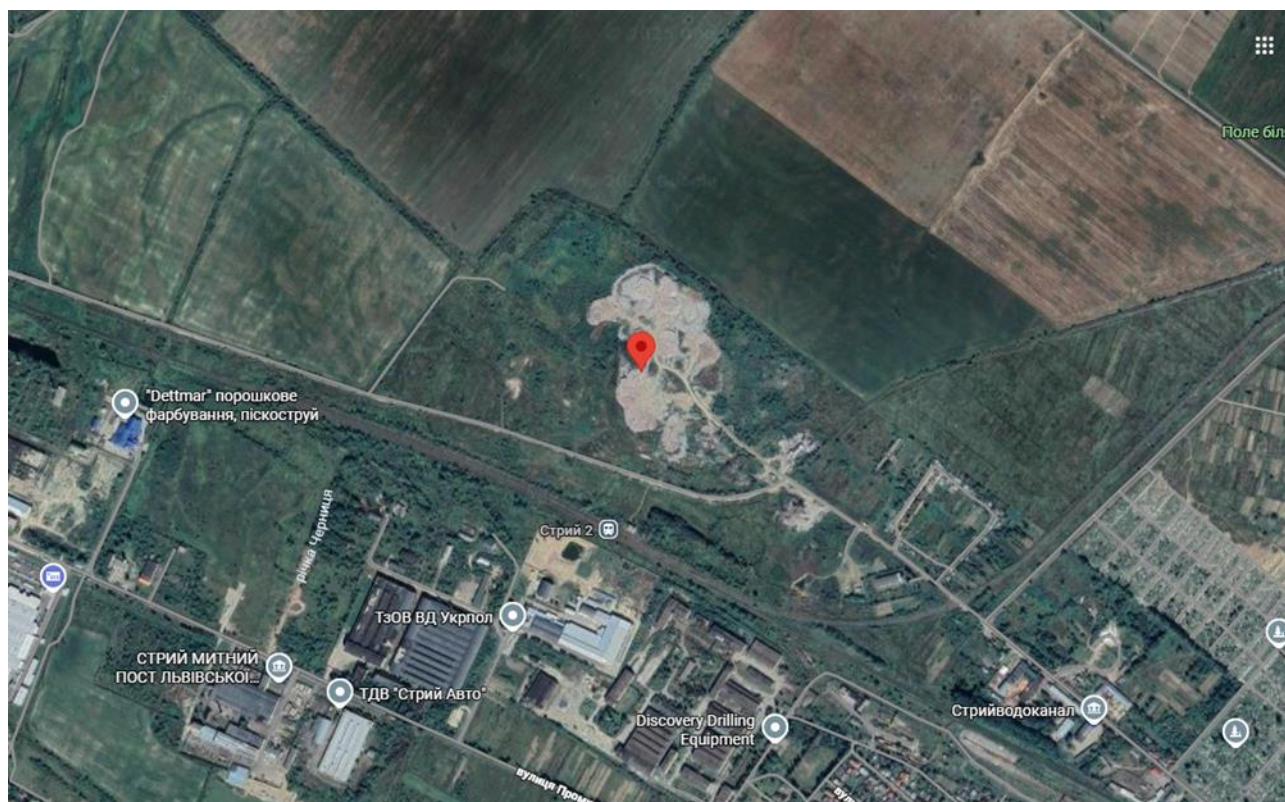


Рисунок 2.5 - Розміщення полігону змішаних побутових

Таблиця 2.1 - Геодезичні координати промайданчика

Широта			Довгота		
Градуси	Хвилини	Секунди	Градуси	Хвилини	Секунди
(0)	(,)	(,,)	(0)	(,)	(,,)
ТОВ «Грінера Стрий»					
Львівська обл, Стрийський р-н., м. Стрий, вул. Нижанківського б/н					
49	16	34	23	49	33

Користування земельною ділянкою здійснюється на підставі Договору управління майном (Стрийським полігоном змішаних побутових відходів), укладеного 12 травня 2021 року між Стрийським МККП та ТОВ «Грінера Стрий» (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 - Вивіска на території полігону
(згідно даних: звіту ОВД)

Стрийський полігон змішаних побутових відходів є діючим об'єктом, який функціонує з 1949 року. До 2021 року його експлуатацію та обслуговування забезпечувала Стрийська міська рада. Наразі діяльність з управління полігоном здійснює товариство з обмеженою відповідальністю «Грінера Стрий».

Керівником товариства з обмеженою відповідальністю «ГрінЕра Україна» є Михалусь Богдан Миронович. Основним видом діяльності компанії відповідно до КВЕД є 38.11 — збір безпечних відходів. У своїй роботі підприємство застосовує сучасну спеціалізовану техніку та інноваційне обладнання, що відповідає європейським екологічним стандартам. Для забезпечення ефективного збору змішаних побутових відходів використовуються закриті підземні та наземні контейнери, а також сміттєвози стандарту «Euro 6», які характеризуються низьким рівнем викидів забруднюючих речовин та підвищеною енергоефективністю. Застосування цього підходу сприяє поліпшенню якості обслуговування і мінімізації негативного впливу на

навколишнє середовище та сприяє розвитку екологічно безпечної системи управління відходами в регіоні. [23,20].

Потужність підприємства становить:

- щодо сортування змішаних побутових відходів– 75 000 тонн на рік (або близько 378 000 м³/рік, що еквівалентно 238 тоннам на добу);
- щодо отримання відсортованої товарної продукції – 31 752 тонни на рік, у тому числі:
 - пластмаса, ПЕТ-пляшки – 9 827 т/рік;
 - папір і картон – 7 560 т/рік;
 - текстиль – 6 048 т/рік;
 - деревина – 4 158 т/рік;
 - скло – 3 024 т/рік;
 - чорний метал – 1 134 т/рік;
- щодо складування змішаних побутових відходів – 43 848 тонн на рік;
- щодо заповнення карт полігону ущільненими відходами – 73 080 тонн на рік.

Наразі полігон змішаних побутових відходів приймає відходи згідно з Національним переліком відходів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 1102 від 20 жовтня 2023 року (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 - Орієнтовний перелік відходів

20 Побутові відходи (відходи домогосподарств та подібні відходи комерційних організацій, промислових підприємств, установ), включаючи окремо зібрані фракції та відходи інфраструктури населених пунктів	
20 01 08	Кухонні відходи та відходи підприємств громадського харчування, що піддаються біологічному розкладу
20 01 99	Інші відходи цієї підгрупи
20 02 Садові та паркові відходи (включаючи відходи кладовищ)	
20 02 01	Відходи, що піддаються біологічному розкладу
20 02 02	Ґрунт і каміння
20 02 03	Інші, не здатні до біологічного розкладу відходи
20 03 Інші побутові відходи та відходи інфраструктури населених пунктів	
20 03 01	Змішані побутові відходи
20 03 02	Відходи ринків
20 03 03	Змет від прибирання вулиць
20 03 04	Шлами септичних ємностей
20 03 06	Відходи від очищення стічних вод
20 03 07	Великогабаритні відходи
20 03 99	Інші побутові відходи цієї підгрупи

На підставі додатку 1 Закону України «Про управління відходами» від 20 червня 2022 року № 2320-IX та Переліку операцій із видалення відходів ТОВ «Грінера Стрий» виконує наступні певні операційні дії (таблиця 2.3)

Таблиця - 2.3 Перелік відходів з видалення відходів

ПЕРЕЛІК операцій з видалення відходів	
D1	Розміщення на поверхні чи в землі, у тому числі захоронення тощо
D5	Захоронення на спеціально обладнаних полігонах, у тому числі захоронення у відокремлених секціях, закритих та ізольованих одна від одної та від навколишнього природного середовища, тощо

2.2. Технологічні процеси збору, захоронення та оброблення відходів на підприємстві

Проектна потужність підприємства становить:

- сортування змішаних побутових відходів – до 75 тис. т/рік (≈ 238 т/добу);
- відсортована продукція – 31,75 тис. т/рік, зокрема: пластмаса і ПЕТ – 9,8 тис. т, папір і картон – 7,6 тис. т, текстиль – 6,0 тис. т, деревина – 4,2 тис. т, скло – 3,0 тис. т, чорні метали – 1,1 тис. т;
- складування змішаних побутових відходів – 43,8 тис. т/рік;
- ущільнення та заповнення карт полігону – 73,1 тис. т/рік.

До складу допоміжних і побутових споруд полігону змішаних побутових відходів входять: контрольно-пропускний пункт, контрольно-дезінфікуюча зона (мийка коліс), автомобільна вага з операторною, повітка для техніки, електромеханічна майстерня, дві ємності для збору фільтрату, дренажна насосна станція, відкрита автостоянка, трансформаторна підстанція (КТП-100-10/0,4 кВ), дві пожежні водойми та очисні споруди поверхневих стоків (сепаратор нафтопродуктів 20 л/с).

Зона складування змішаних побутових відходів включає: карти складування №1 і №2, дренажну систему в їх основі, об'їзні та експлуатаційні

дороги, лоткову систему збору поверхневих вод, а також систему моніторингу з гідроспостережними свердловинами.

Побутові відходи з м. Стрий доставляються автотранспортом до приймального вузла, де проходять радіаційний контроль і зважування. Після цього сміття вивантажується біля бункера для тимчасового зберігання. Великогабаритні предмети вилучаються вручну, а решта відходів подається на сортувальну лінію, де здійснюється їх розподіл за видами. Відібрана вторсировина надходить у контейнери, а залишки сміття завантажуються на причеп і транспортуються трактором на полігон для захоронення.

З метою скорочення обсягів захоронення та подовження строку експлуатації полігону використовується мобільна сортувальна лінія МСЛ-1 продуктивністю 7–15 т/год, яка забезпечує відбір придатних до повторного використання матеріалів — деревини, металу, паперу, пластику та скла.

До складу лінії входять: приймальний бункер зі скребковим і стрічковим конвеєрами, барабанний сепаратор, сортувальний транспортер, кабіна на 8 робочих місць із бункерами (0,4 м³ кожен) та стрічковий магнітний сепаратор для вилучення металів. Кабіна обладнана вентиляцією, опаленням, освітленням і пультом керування.

Сортувальна лінія має потужність 7–15 т/год і складається з приймального бункера, барабанного сепаратора та сортувальної кабіни на 8 робочих місць. При насипній щільності сміття 0,2 т/м³ її продуктивність становить близько 75 м³/год. Лінія працює 315 днів на рік у дві 8-годинні зміни.

Відходи подаються грейферним навантажувачем у бункер, звідки транспортер направляє їх у барабанний сепаратор. Він відділяє близько 30% органічної фракції, яку можна використовувати для рекультивації полігону чи компостування. Сепаратор обладнаний шнеком, ножами для розривання пакетів, встановлений на металевій рамі й має укриття від опадів. Привід барабана — мотор-редуктор потужністю 5,5 кВт.

Після просіювання залишки потрапляють на транспортер, який подає їх у кабіну ручного сортування. Тут відходи розділяють за видами: папір і картон,

полімери, деревину, гуму, скло, метал. Відібрана сировина накопичується у бункерах по 0,4 м³ кожен. Кабіна оснащена вентиляцією, освітленням, опаленням і пультом керування.

Вторинна сировина (папір, текстиль, пластик, поліетилен, ПЕТ) подається вилковим навантажувачем до пресів, після чого спресовані брикети зберігаються на складі або відвантажуються споживачам. Скло та деревина тимчасово накопичуються у відкритому складі й вивозяться автотранспортом. Решта несорттованих відходів транспортується на полігон для захоронення. Над стрічковим транспортером встановлено магнітний сепаратор, який видаляє металеві домішки.

Відходи складаються на картах №1 і №2, де висоту шару контролюють за допомогою репера. Відходи укладаються шарами по 0,2–0,5 м, ущільнюються 4-разовим проходом бульдозера, утворюючи вал висотою до 2 м. Після стабілізації полігону (приблизно 2 роки) на його поверхні влаштовується захисний екран.

Укладання відходів здійснюється двома способами — зіштовхуванням і насуванням.

Метод зіштовхування застосовується до заповнення карт до рівня верху схилу котловану — відходи укладаються згори вниз.

Метод насування передбачає формування шарів знизу вгору. Технологічна схема укладання змішаних побутових відходів методом зіштовхування наведена на рисунку 2.7

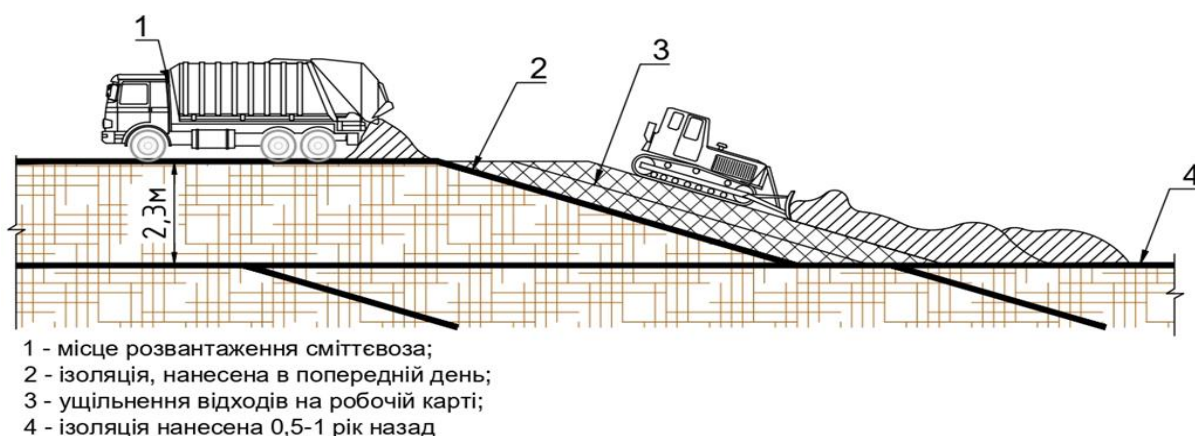
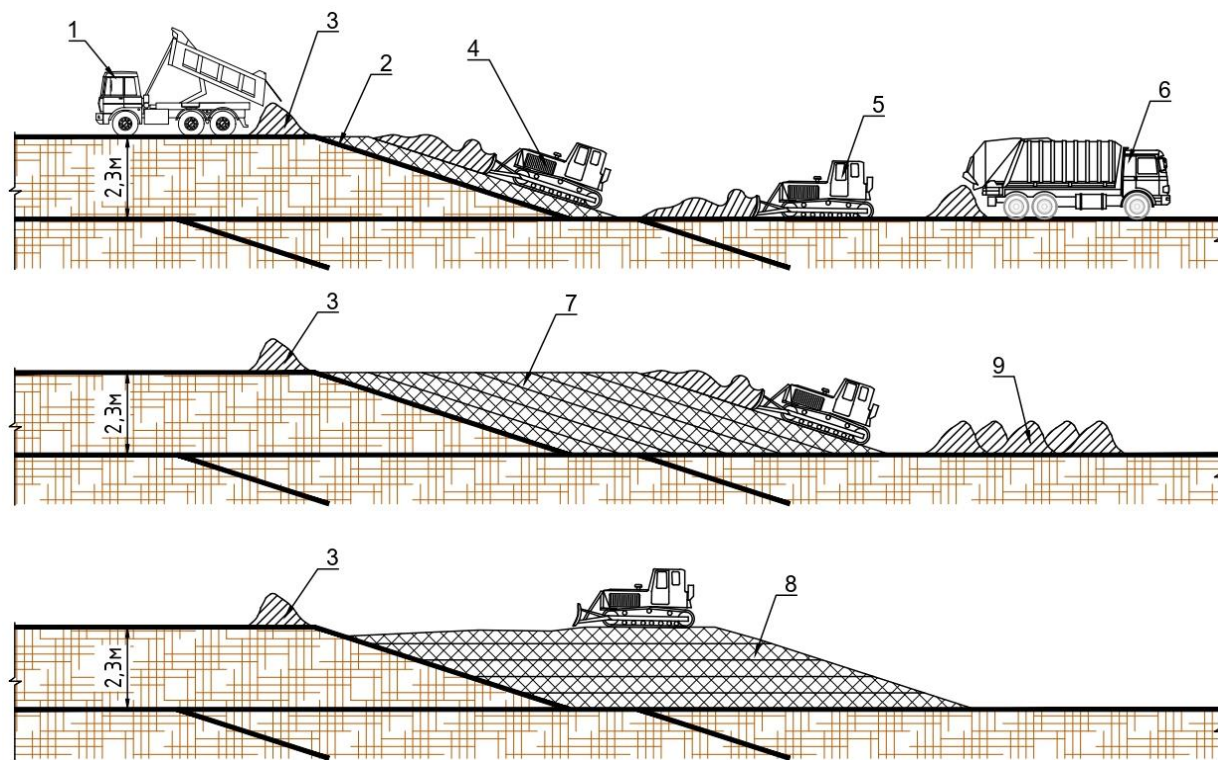


Рисунок 2.7 - Технологічна схема укладання змішаних побутових відходів методом зіштовхування (згідно даних: звіту ОВД)

Технологічна схема укладання змішаних побутових відходів методом насування(згідно даних: звіту ОВД) наведена на рисунку 2.8.



- 1 - доставка ґрунту автосамоскидом;
- 2 - ізоляційний шар;
- 3 - ґрунт для ізоляції;
- 4 - ущільнення тпв бульдозером;
- 5 - транспортування ТПВ бульдозером від місця розвантаження сміттєвоза до робочої карти;

- 6 - сміттєвоз на місці розвантаження;
- 7 - укладка похилих шарів;
- 8 - укладка горизонтальних шарів;
- 9 - вивантаженні ТПВ.

Рисунок 2.8 - Технологічна схема укладання змішаних побутових відходів методом насування(згідно даних: звіту ОВД)

Відходи укладаються шарами товщиною 0,2–0,5 м, які ущільнюються бульдозером. З ущільнених шарів формується вал із пологим схилом до 2 м над рівнем площадки розвантаження. Наступні вали насувають до попередніх. На ущільнений шар відходів заввишки 2 м наносять ізолюючий шар ґрунту (0,2 м): улітку – щодня, за температури нижче +5 °С – раз на тиждень. Розвантаження сміттєвозів здійснюється на ділянках, укладених і ізольованих не менше трьох місяців тому.

Таке ущільнення підвищує міцність і стійкість масиву відходів, зменшує пористість, водопроникність і ризик зсувів. Ґрунт для ізоляції доставляють

автоприцепом; узимку можуть застосовуватись зола, шлак або будівельні відходи.

Система збору фільтрату. Фільтрат — це рідка фаза, що утворюється під час захоронення змішаних побутових відходів через високу вологість відходів та атмосферні опади. Обсяг фільтрату залежить від кількості опадів, випаровування, складу відходів і тривалості експлуатації полігону.

Для його збору передбачено дві герметизовані ємності по 200 м³: одна використовується як відстійник, інша — для очищеного фільтрату. Вивезення здійснюється автотранспортом на очисні споруди КП «Стрийводоканал» (договір № б/н від 15.09.2022 р.). Частина очищеного фільтрату використовується для зволоження карт складування з метою покращення ущільнення.

Дренаж виконаний із поліпропіленових труб. Система збору та відведення фільтрату функціонує протягом усього періоду експлуатації полігону та після його закриття.

Система моніторингу підземних вод. Для контролю за можливим впливом полігону на підземні води пробурені чотири гідропостережні свердловини глибиною 6,5 м у напрямку природного дренажу. Їх конструкція забезпечує герметичність, можливість відбору проб і відкачування води. Біля свердловин встановлені інформаційні таблички.

Моніторинг виконується уповноваженими організаціями (Стрийський РВ ДУ «Львівський ОЦКПХ МОЗ»).

Свердловина № 1, глибиною 6,5 метрів, пробурена 2021 році.

Свердловина № 2, глибиною 6,5 метрів, пробурена 2021 році.

Свердловина № 3, глибиною 6,5 метрів, пробурена 2021 році.

Свердловина № 4, глибиною 6,5 метрів, пробурена 2021 році.



Рисунок 2.9 - Гідроспостережні свердловини ТОВ «Грінера Стрий»
(фотофіксація вересень 2024р., згідно даних: звіту ОВД)

Використання звалищного газу. Звалищний газ після збагачення (до 94–95 % метану) може подаватись у газові мережі як заміник природного газу, що дозволяє підвищити енергоефективність і скоротити викиди.

Противільтраційний екран. Згідно з вимогами ДБН В.2.4-2-2005 [17], основа противільтраційного екрана має складатися з природного мінерального шару з коефіцієнтом фільтрації не більше ніж 1×10^{-9} м/с.

На полігоні ТОВ «Грінера Стрий» для цього використано місцеві ґрунти шару ПЕ-4 із коефіцієнтом фільтрації $1,2 \times 10^{-10}$ м/с, що відповідає нормативним вимогам.

Використання екрану забезпечує гідроізоляцію та охорону довкілля, перешкоджаючи проникненню фільтрату в підземні води.

Біогаз. Органічна фракція відходів у товщі полігону за умов обмеженого доступу кисню розкладається анаеробно, утворюючи біогаз, до складу якого входять переважно метан (55–75 %) і діоксид вуглецю (25–45 %), а також незначні домішки водню, сірководню, азоту та інших сполук.

Основні напрями утилізації біогазу включають:

- спалювання для отримання електричної й теплової енергії;
- факельне знешкодження для зниження ризику займання та неприємних запахів;
- збагачення метаном і використання як заміника природного газу.

Використання біогазу сприяє підвищенню енергоефективності та зниженню викидів парникових газів.

Газозбірні свердловини. Для відведення біогазу з товщі полігону передбачено вертикальні газозбірні свердловини, що буряться на глибину 75–90 % від шару відходів.

У свердловину встановлюють перфоровану поліетиленову трубу діаметром 110 мм із гравійною обсіпкою. Верхня частина труби виводиться на поверхню для під'єднання до системи трубопроводів збору газу.

Така конструкція забезпечує ефективне відведення газів, запобігає їх неконтрольованому виходу та сприяє стабільній роботі полігону.

Устаткування для відкачування та утилізації біогазу. Для відкачування біогазу застосовується комплексна компресорна станція, яка включає додатковий сепаратор вологи, механічний фільтр, відцентрову газодувку та лічильник газу для точного обліку. У випадку підвищеного вмісту сірководню в біогазі до складу станції рекомендовано інтегрувати вугільний фільтр, що забезпечує зниження концентрації сірководню до значень, встановлених виробником когенераційного обладнання.

Устаткування компресорної станції змонтоване на єдиній рамі та закріплене на фундаменті, що забезпечує стабільність і надійність експлуатації. Робота станції здійснюється в автоматичному режимі, що гарантує безпечне та ефективне відкачування біогазу. Система управління включає автоматику та контрольний газоаналізатор для постійного моніторингу вмісту метану та кисню, при цьому оптимальні умови роботи забезпечуються за концентрацій метану 40–60% та кисню не більше 3%.

До складу біогазової електростанції входить комплекс електроспоживчого обладнання, необхідного для збору, транспортування та утилізації біогазу, а саме:

- дренажний колодязь із насосним обладнанням;
- компресорна станція з усіма допоміжними елементами;
- модуль когенераційних установок у контейнерному виконанні;
- трансформаторні підстанції;
- операторська для контролю та моніторингу процесів.

Вироблена електроенергія може використовуватися для потреб самого підприємства або передаватися у загальну електромережу, що забезпечує інтеграцію системи виробництва енергії в існуючу інфраструктуру. Використання біогазу дозволяє підвищити енергетичну ефективність та знизити екологічне навантаження на довкілля. Також, на полігоні змішаних побутових відходів у місті Стрий впроваджено комплексну систему збору та утилізації полігонного біогазу, що є важливим елементом сучасної екологічно безпечної експлуатації полігонів. У межах спільного проєкту Стрийської міської ради та

компанії «ГрінЕра-Україна» було введено в експлуатацію біогазову електростанцію, призначену для перетворення метану, що утворюється під час анаеробного розкладу органічної частини відходів, у електроенергію.

Система газозбирання включає 62 вертикальні газові свердловини, пробурені на глибину 6–12 м по тілу полігону. Через систему поліетиленових колекторів та газопроводів біогаз надходить до газозбірного пункту, де проходить попередню підготовку (регулювання тиску, видалення конденсату). Далі газ подається до газопоршневої когенераційної установки німецького виробництва, що працює на полігонному газі. У двигуні біогаз згорає, приводячи в дію генератор, який виробляє електроенергію, що подається до промислової електромережі через трансформаторну підстанцію. Зовнішній вигляд біогазової електростанції наведений на рисунку 2.10.

Пускова потужність біогазової електростанції становить 300 кВт, з технічною можливістю збільшення виробітку до 800 кВт у наступних етапах. Реалізація проекту дає змогу суттєво зменшити викиди метану — одного з найактивніших парникових газів, — а також частково компенсувати енергетичні потреби регіону за рахунок вторинних енергоресурсів. Це комплексне рішення зменшує екологічний тиск на територію полігону та підвищує рівень енергетичної ефективності об'єкта.



Рисунок 2.10 – Зовнішній вигляд біогазової електростанції (згідно даних: <https://www.facebook.com/share/p/1DVdD6Sfm9/?mibextid=wwXIfr>)

На території Стрийського полігону змішаних побутових відходів додатково реалізовано проєкт встановлення сонячних фотопанелей, що працюють як допоміжне джерело енергії для об'єкта. Це рішення було прийняте з огляду на технічну необхідність: відповідно до оновлених стандартів електромереж робоча напруга має становити 400 В, тоді як біогазова електростанція генерує 380 В. Для стабілізації системи живлення та підвищення надійності енергетичної інфраструктури полігону було встановлено додатковий фотогенераційний модуль. Зовнішній вигляд сонячних фотопанелей надано на рисунку 2.11.

За інформацією монтажної компанії «АльтЕнерготех», сонячні панелі дозволяють забезпечувати частину власних потреб полігону електроенергією (зокрема технічні будівлі, насосне обладнання, системи моніторингу), а надлишок виробленої енергії може подаватися до промислової мережі. Використання сонячної генерації підвищує енергонезалежність об'єкта та знижує навантаження на зовнішні мережі, що створює синергію між двома технологіями — біогазовою та сонячною.



Рисунок 2.11 – Зовнішній вигляд сонячних фотопанелей (згідно даних:

<https://www.facebook.com/share/p/1DVdD6Sfm9/?mibextid=wwXIfr>)

Використання транспорту. На підприємстві для виробничих потреб використовується низка транспортних засобів, інформація про які наведена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Перелік транспортних засобів задіяних при планованій діяльності

№	Найменування транспортного засобу (автотранспорту)	Кількість
1	CAT D7 бульдозер	1
2	CAT 963 бульдозер	1
3	Sinomas (бульдозер)	1
4	ATLAS (екскаватор)	1
5	КРАЗ 256 (самоскид)	1
6	КРАЗ 6510 (самоскид)	1
7	МАЗ 5516 (самоскид)	1

Використання водних ресурсів. Господарсько-побутове водопостачання підприємства забезпечується за рахунок існуючих артезіанських свердловин №1 та №2, що розташовані на території Стрийської міської ради Стрийського району Львівської області. Питомий дебіт свердловини №1-РЕ становить 1,50 м³/добу, а свердловини №2-РЕ — 6,21 м³/добу.

Для резервування води встановлена накопичувальна башта ДС-25 об'ємом 25 м³, з якої також подається вода у випадку виникнення пожежі [15].

2.3 Характеристика методів і засобів досліджень

Дослідження впливу об'єкта оброблення відходів ТОВ «Грінера Стрий» на стан довкілля проводилося із використанням поєднання загальнонаукових і спеціальних методів, що забезпечило всебічність і надійність отриманих результатів.

На етапі теоретичного обґрунтування та огляду літератури використовувалися такі методи:

Метод аналізу та синтезу використовувався для дослідження і систематизації національного та закордонного досвіду управління змішаними

побутовими відходами, а також для аналізу чинних нормативно-правових документів.

Метод систематизації та узагальнення – використано для структурування даних щодо морфологічного складу змішаних побутових відходів у Стрийській територіальній громаді та класифікації екологічних ризиків, пов'язаних з експлуатацією полігонів та об'єктів оброблення відходів.

Порівняльно-логічний метод – застосовано для зіставлення різних технологій оброблення відходів (наприклад, компостування, анаеробна ферментація) та вибору найбільш ефективних заходів для зменшення негативного впливу на довкілля.

Методи оцінки нормативно-правового забезпечення. Для оцінки відповідності діяльності ТОВ «Грінера Стрий» екологічним вимогам застосовувався метод системного аналізу нормативно-правових актів. Об'єктами аналізу стали:

- Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» – для аналізу процедури ОВД та наданого Звіту.
- «Правила експлуатації полігонів побутових відходів» та Державні санітарні правила ДСП №173-96 – для оцінки дотримання санітарно-захисних зон та технологічних вимог експлуатації.
- Постанови Кабінету Міністрів України щодо нормативів гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах.

Для кількісної оцінки впливу на довкілля та прогнозування обсягів забруднення використовувалися спеціалізовані розрахункові методи, адаптовані до умов об'єкта дослідження:

1. **Моделювання викидів біогазу:** Кількісна оцінка утворення та викидів полігонного газу (біогазу) здійснювалася за допомогою моделі прогнозування біогазу LandGEM (Landfill Gas Emissions Model), розробленої Агентством з охорони навколишнього середовища США (US EPA) [7], [6].

Цей метод базується на кінетиці розкладу органічних речовин у полігоні та дозволяє розрахувати обсяги метану (CH_4) та вуглекислого газу (CO_2) протягом розрахункового періоду.

Ключові вхідні дані для моделі включали морфологічний склад відходів, питомий вихід біогазу (L_0) та константу швидкості розкладу органіки (k).

- **Розрахунок обсягу та фільтрації інфільтрату:** Водно-балансовий метод. Прогнозний обсяг утворення фільтрату (інфільтрату) – високотоксичної рідини, що утворюється в тілі полігону, – розраховувався на основі методу водного балансу [9].

Методика ґрунтується на балансовому рівнянні, яке враховує атмосферні опади, випаровування (евапотранспірацію), поверхневий стік та абсорбцію вологи самим тілом полігону. Загальне рівняння має вигляд:

Розрахунок проводився згідно з рекомендаціями «Правил експлуатації полігонів побутових відходів» та ДБН В.2.4-2-2005 [17].

- Моделювання руху фільтрату (Закон Дарсі). Для оцінки швидкості міграції фільтрату через захисний протифільтраційний екран, а також у підстилаючих ґрунтах, використовувався Закон Дарсі [5].

Цей закон дозволяє кількісно описати рух рідини (фільтрату) в пористому середовищі (ґрунті або глиняному екрані). Він встановлює лінійну залежність швидкості фільтрації (q) від гідравлічного градієнта (k) та коефіцієнта фільтрації (i) ґрунту:

$$q = k \cdot i \quad (2.1)$$

Застосування Закону Дарсі дало змогу спрогнозувати час досягнення фільтратом ґрунтових вод, базуючись на даних про потужність захисного екрану та його коефіцієнт фільтрації.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз впливу Стрийського полігону проводився на основі офіційного звіту з оцінки впливу на довкілля (ОВД) [15] та актуальних наукових джерел. До методів дослідження включено картографічну оцінку зони впливу: нанесення меж полігону і прилеглих об'єктів (населені пункти, водойми) на геодані та моделювання буферних зон (санітарно-захисних).

В ОВД наведені результати лабораторних аналізів ґрунтів, поверхневих та ґрунтових вод у зоні полігону, зокрема концентрації важких металів, нітратів/нітритів, біохімічної потреби в кисні (БСК), рН та ін. Вимірювання показують, що вміст основних забрудників у зонах поширення полігону загалом не перевищує нормативних значень. Так, за даними польових досліджень, концентрації кадмію у прилеглих ґрунтах становлять $\sim 0,28\text{--}0,31$ мг/кг (а норматив ГДК Cd = 3 мг/кг). Подібно, свинець (Pb $\approx 2,6$ мг/кг) і цинк (Zn $\approx 5\text{--}7$ мг/кг) значно нижчі за ГДК (відповідно 32 та 400 мг/кг). Важкі метали Cu, Ni тощо також знаходились в допустимих межах. Низький рівень металевого забруднення пояснюється тим, що на цьому полігоні здебільшого накопичуються побутові відходи з обмеженим умістом токсичних елементів.

Нормативні значення ГДК небезпечних речовин у ґрунтах (затверджені постановою КМУ №1325/2021[19]) слугують основою для порівняння. Зокрема, згідно з цими нормами допустимий вміст кадмію – 3 мг/кг, міді – 3 мг/кг, нікелю – 5 мг/кг. За наявних даних фактичні концентрації є суттєво нижчими, що вказує на відносно низький вплив полігону на ґрунтове середовище. На жаль, точних публічних даних щодо забруднення ґрунтових вод і річок навколо Стрия немає, але зазвичай аналізують іони азоту (NO_3^- , NH_4^+), фосфати та показники БСК. За санітарними нормами, наприклад, гранично допустимий вміст нітрат-іонів у питній воді становить 50 мг/л (ДСанПіН). Фільтрат же від полігону містить високу концентрацію органічних речовин і токсичних компонентів, що надходять у ґрунтові води і можуть забруднювати водойми. Тому оцінка

фільтрату проводилась окремо: за літературою, це насичений токсичними сполуками розчин, що утворюється при зволоженні відходів.

Наприклад, аналітик Ертенівич описує, що фільтрат полігонів містить органічні й неорганічні речовини, інфільтрується в ґрунт і підземні води. Такий потік небезпечний: питна вода з довкілля, забруднена фільтратом, може спричинити важкі отруєння. Отже, фільтрат розглядається як головний екологічний ризик діючого полігону.

3.1 Оцінка впливу ТОВ «Грінера Стрий», пов'язаного з утворенням і управлінням відходами на полігоні

Утворення відходів є невід'ємною частиною функціонування установ з оброблення та знешкодження побутових відходів. При цьому важливим є не лиш кількісний склад утворюваних відходів, але й організація системи їх сортування, тимчасового зберігання, переробки або видалення.

У процесі функціонування закладу ТОВ «Грінера Стрий» формуються як відходи, що підлягають подальшому використанню у вигляді вторинної сировини, так і залишкові частки, які належать до знешкодження. Належне управління цими потоками є головним чинником зменшення екологічного тиску на довкілля та зростання ефективності використання ресурсів.

Визначення впливів, пов'язаних з управлінням відходами, дозволяє встановити екологічну доцільність застосованих технологічних рішень, ступінь відповідності сучасним засадам ієрархії управління відходами та потенціал зменшення обсягів знешкодження.

Під час функціонування полігону змішаних побутових відходів у результаті роботи транспорту та персоналу утворюються вісім видів відходів, які віднесено до відповідних категорій Національного переліку відходів (таблиця 3.1).

Відходи, які формуються в ході виробничого або господарського процесу на підприємстві, зберігаються у спеціально призначених контейнерах відповідно

до чинних норм санітарії та правил техніки безпеки. Контейнери розміщуються на облаштованих майданчиках, що виключають можливість забруднення ґрунту та водних ресурсів. Накопичені відходи направляються до спеціалізованих організацій, які мають дозвіл на їх перевезення та екологічно безпечну ліквідацію.

Таблиця 3.1 - Утворення та управління відходами

Найменування відходів	Код згідно Національного переліку відходів	Клас небезпеки	Кількість в рік тонн	Управління відходами
Відходи, що утворюються внаслідок побутової діяльності працівників.	20 03 01 Змішані побутові відходи	Відходи що не є небезпечними	10,8675	Розміщуються на полігоні змішаних побутових відходів
Використаний спеціальний одяг та засоби індивідуального захисту.	20 01 10 Одяг	Відходи що не є небезпечними	0,90318	Передається на управління спеціалізованої організації що має Дозвіл на здійснення операцій з оброблення відходів (а у випадку небезпечних) Ліцензію на здійснення господарської діяльності у сфері управління небезпечними відходами
Відпрацьовані акумулятори	16 06 01* Інші батареї та акумулятори	Небезпечні відходи	0,126	
Відпрацьовані мастила	13 02 06* Синтетичні та моторні мастила, трансмісійні та мастильні оливи	Небезпечні відходи	0,146	
Відпрацьовані шини автомобілів	16 01 03 Відпрацьовані шини	Відходи що не є небезпечними	2,214	
Промасляний пісок	15 02 02* Абсорбенти, фільтрувальні матеріали (включаючи оливні фільтри інакше не зазначені), обтиральне ганчір'я та захисний одяг, забруднені небезпечними речовинами	Небезпечні відходи	0,059	
Ганчір'я, забруднене в процесі обтирання техніки чи інструментів.	15 02 02* Абсорбенти, фільтрувальні матеріали (включаючи оливні фільтри інакше не зазначені), обтиральне ганчір'я та захисний одяг, забруднені небезпечними речовинами	Небезпечні відходи	0,18	
Шлам сепараторів нафтопродуктів	13 05 08* Суміші відходів камер пісковловлювачів і масловідокремлювачів	Небезпечні відходи	0,1258	

3.2 Оцінка впливу діяльності ТОВ «Грінера Стрий» на атмосферне повітря

Повітряне середовище є одним із найбільш чутливих елементів оточення до техногенного тиску, зокрема при оперуванні заводами управління побутовими відходами. Його стан прямо впливає на умови мешкання мешканців, санітарно-гігієнічну безпеку місцевостей та формування загального екологічного тла округу. У зв'язку з цим визначення можливих змін властивостей повітря є обов'язковим та головним складником екологічного обґрунтування функціонування полігону.

У процесі оперування установою оброблення та знешкодження відходів ймовірний вплив на атмосферне повітря формується внаслідок роботи спеціалізованого обладнання, руху автотранспорту, виконання операцій із розвантаження, ущільнення та пересипання відходів, а також формування біогазу. Ці чинники можуть супроводжуватися викидами продуктів згоряння палива, пилу та газоподібних сполук, типових для процесів біологічного розпаду органічної частини відходів.

Зважаючи на просторове розміщення полігону, наявність санітарно-охоронної зони та віддаленість осель, важливим є встановлення інтенсивності, розповсюдження та можливих концентрацій забруднюючих субстанцій у приземному шарі повітря. Це дає змогу підтвердити екологічну прийнятність запланованої діяльності та з'ясувати її відповідність вимогам діючих нормативів якості повітряного середовища.

Станом на сьогодні викиди забруднюючих речовин ТОВ «Грінера Стрий» здійснюються відповідно до чинного Дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами № UA46100230010074173-II-29 від 26.09.2023, виданого Департаментом екології та природних ресурсів Львівської ОДА та чинного до 26.09.2033 року.

Згідно з умовами дозволу, на території полігону змішаних побутових відходів обліковується 21 джерело, через яке відбувається надходження

забруднювачів у атмосферне повітря , серед яких 20 – стаціонарні, а одне – пересувне.

У 2019 році був розроблений проєкт «Реконструкція полігону змішаних побутових відходів в м. Стрий Львівської області», підготовлений ТОВ «Еко Центр Львів» на замовлення ТОВ «Госпрозрахункового відділу капітального будівництва Стрийського міськвиконкому». Після внесення змін у конструкцію та технологічну схему полігону кількість джерел викидів збільшилася до 25.

1. Аеродинамічна система локального відводу повітря сортувального комплексу (джерело №1)

У процесі механізованого сортування змішаних побутових відходів відбувається відбір відпрацьованого повітря через вентиляційну систему. У складі газоповітряної суміші, що надходить у повітряне середовище, визначаються метан, сірководень та вуглекислий газ, які формуються внаслідок біохімічного розкладання органічних домішок у відходах.

2. Технологічні карти складування відходів після сортування (джерела №2, 3), н/о

Розміщення та періодичне переміщення змішаних побутових відходів на картах полігону супроводжується виносом у атмосферне повітря маси недиференційованих зважених частинок механічного походження, які утворюються внаслідок пересипання, ущільнення та транспортних операцій.

3. Газозбірна система першого сектора захоронення (джерела №4–12)

У товщі відходів відбуваються анаеробні мікробіологічні процеси розкладання органічної фракції, що зумовлюють генерацію біогазу. Викидна газова фракція, що виходить через систему дегазаційних свердловин, містить метан, оксид та діоксид вуглецю, діоксид азоту, аміак, толуол, ксилол, формальдегід, етилбензол, сірчистий ангідрид і сірководень. Хімічний склад біогазу відповідає типології процесів анаеробної ферментації захоронених побутових відходів.

4. Газовідвідна система другого сектора складування (джерела №13–22)

Ідентичні біохімічні процеси анаеробного розкладання органічних речовин спричиняють утворення біогазу, що транспортується дегазаційними свердловинами. У повітряний басейн надходить суміш, до складу якої входять метан, оксид і діоксид вуглецю, діоксид азоту, аміак, толуол, ксилол, формальдегід, етилбензол, сірчистий ангідрид та сірководень.

Газова фаза та її компонентний склад характерні для полігонів, що експлуатуються в анаеробному режимі.

5. Дихальний пристрій резервуарного обладнання для зберігання дизельного палива (джерело №23)

Під час експлуатації надземного резервуара місткістю 15 м³ відбувається дифузійне випаровування дизельного палива, внаслідок чого у повітря надходять граничні вуглеводні фракцій C12–C19. Інтенсивність виділення обумовлена температурним режимом зберігання, характеристиками дихальних клапанів та концентрацією насиченої пари пального.

6. Паливороздавальний пост для заправки транспортних засобів (джерело №24), н/о

Під час здійснення технологічних операцій із дозування та подачі дизельного палива у паливні баки транспорту формується випаровування легколетких вуглеводнів, представлених граничними аліфатичними фракціями C12–C19.

7. Мобільні викиди від експлуатації автотранспортних засобів на території полігону (джерело №25, пересувне)

Робота автотранспортної техніки в межах полігону, включаючи маневрування, пересування та виконання вантажно-транспортних операцій, супроводжується утворенням викидів продуктів згоряння дизельного палива. У складі виділень фіксуються: оксид вуглецю, діоксид азоту, граничні вуглеводні групи C12–C19, сажа та діоксид сірки, які становлять характерні складові газів, що виділяються дизельними моторами.

Примітка: Згідно з вимогами діючих нормативів, викиди від транспортних засобів вважаються неорганізованими пересувними джерелами та не підлягають встановленню нормативів.

Аналіз розрахунку викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Основними джерелами викидів є:

- вентиляційна система сміттесортувальної лінії;
- карти складування змішаних побутових відходів;
- газозбірні свердловини полігону;
- резервуари для зберігання дизельного палива;
- паливороздавальні колонки;
- робота та маневрування автотранспорту й спеціальної техніки.

Склад викидів включає газоподібні компоненти біогазу, тверді зважені частки (пил), пари нафтопродуктів та продукти згоряння палива. Визначення обсягів викидів забруднюючих речовин проведено відповідно до чинних галузевих методичних документів, загальноприйнятих в Україні, які застосовуються при інвентаризації викидів та підготовці матеріалів для оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВД).

Для оцінки утворення біогазу в тілі полігону застосовано положення ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів» [17]. Основні положення проектування». Відповідно до цих норм річний обсяг біогазу розраховується залежно від маси активних відходів, вмісту легко розкладної органічної фракції, зольності та ступеня розкладання органічної речовини.

Розрахунковий обсяг біогазу становить 8 879 220 м³/рік, що відповідає типовим значенням для полігонів подібної потужності. Для визначення валових та максимальних разових викидів окремих компонентів біогазу (метан, діоксид вуглецю, аміак, сірководень, формальдегід, ароматичні вуглеводні тощо) застосовано методику ЕМЕР/ЕЕА Emission Inventory Guidebook (CORINAIR), з урахуванням густини газів та їх концентрації в складі біогазу.

Такий підхід є методично обґрунтованим і відповідає сучасним європейським стандартам інвентаризації атмосферних викидів.

Розрахунок викидів твердих суспендованих часток, що виникають під час складування, пересипки та переескавації змішаних побутових відходів, проведено згідно з:

- «Методическим пособием по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов» (НИПИОСТРОМ, 1985);

- «Збірником методик з розрахунку викидів в атмосферу забруднюючих речовин різними виробництвами» (Гідрометеоіздат).

Методика враховує фізичні властивості матеріалу, метеорологічні умови, площу пилення, інтенсивність робіт, вологість матеріалу та ефективність заходів пилоподавлення. Прийняті коефіцієнти (вологість, крупність матеріалу, захищеність поверхні) відображають реальні умови експлуатації полігону.

Розраховані максимальні разові та валові річні викиди пилу є помірними. Використання заходів пилоподавлення ($\eta = 0,4$) значно зменшує їх вплив. Додатково враховано, що після завершення рекультивації пил з поверхні карт практично не здувається.

Викиди парів дизельного палива з резервуару зберігання розраховано за методикою УкрНТЕК (Донецьк), яка широко застосовується для інвентаризації неорганізованих джерел на об'єктах зберігання нафтопродуктів. Методика враховує сезонні температурні умови, фізико-хімічні властивості палива, тиск насичених парів та річний оборот нафтопродукту.

Розрахунок загальних викидів вуглеводнів C12–C19 проводився з урахуванням невеликого об'єму резервуару (15 м³) та низької інтенсивності обігу палива. Викиди під час експлуатації паливороздавальної колонки визначені на основі зведених показників питомих емісій забруднювальних речовин в атмосферне повітря від різних виробничих процесів, що дозволяє коректно оцінити питомі викиди при заправці транспортних засобів.

Оцінка викидів від руху та маневрування спеціальної техніки проводилася відповідно до «Методики проведення інвентаризації викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря для баз дорожньої техніки». Методика враховує витрати пального, кількість техніки та питомі коефіцієнти емісії основних продуктів згоряння дизельного палива. Сумарний річний викид від пересувних джерел становить 8,14 т/рік, що відповідає типовим значенням для полігонів

змішаних побутових відходів подібної потужності і не створює критичного навантаження на атмосферне повітря за умови дотримання санітарно-захисної зони. Загальний обсяг викидів шкідливих речовин у атмосферу наведений в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Загальний обсяг викидів шкідливих речовин у атмосферу

№	Код речовини	Назва речовини	ГДК м.р., мг/м ³	Викиди, т/рік	Граничні величини потенційних викидів для державної реєстрації (т/рік).
1	06000 337	Оксид вуглецю	5	27,968	1,5
2	07000 11812	Вуглецю діоксид	-	7853,53914	500
3	12000 410	Метан	50	3368,7817	10
4	03000 2902	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	0,5	0,656069	3
5	04001 301	Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту [NO + NO ₂])	0,2	14,687	1
6	04003 303	Аміак	0,2	36,48	1,5
7	05001 330	Діоксид сірки (ангідрит сірчистий)	0,5	18,202	1,5
8	05002 333	Сірководень	0,008	3,565096	0,03
9	11019 627	Етилбензол	0,02	7,315	0,06
10	11030 616	Ксилол	0,2	34,181	0,9
11	11041 621	Толуол	0,6	55,6586	0,9
12	11049 1325	Формальдегід	0,035	6,954	0,1

3.3 Оцінка впливу діяльності ТОВ «Грінера Стрий» на водні ресурси

Водні ресурси є стратегічно значущим складником природного оточення, що визначає екологічну сталість територій та рівень безпеки для населення. Особливої уваги при оперуванні полігонами змішаних побутових відходів вимагає питання охорони наземних і ґрунтових вод від імовірного засмічення, оскільки водне середовище є одним із головних шляхів міграції шкідливих субстанцій.

Основною причиною можливого впливу об'єктів знешкодження відходів на водне середовище є утворення фільтрату, який формується внаслідок інфільтрації атмосферних опадів крізь товщу відходів та продуктів їх біохімічного розпаду. За відсутності ефективної системи збору та контролю фільтрат може становити загрозу для ґрунтових вод і довколишніх водних об'єктів, змінюючи їх гідрохімічний склад.

У зв'язку з цим визначення впливу планованої діяльності на водні ресурси містить аналіз умов формування та відведення фільтрату, гідрогеологічних особливостей території, а також ефективності наявних інженерних та природоохоронних кроків. Такий підхід дозволяє встановити ступінь екологічної безпеки функціонування полігону в контексті збереження водних джерел округу.

Для забезпечення потреб працівників у питній воді передбачено використання привозної води.

Господарсько-побутове водопостачання підприємства здійснюється з наявних джерел – артезіанських свердловин №1-РЕ та №2-РЕ, розташованих на території полігону змішаних побутових відходів у Стрийському районі Львівської області (за межами м. Стрий).

Водовідведення господарсько-побутових стічних вод здійснюється у локальний накопичувальний резервуар (септик/вигрібну яму). Після заповнення накопичувач підлягає очищенню шляхом вивезення стоків на найближчі очисні споруди. Вивезення та передача стічних вод забезпечується підрядною

організацією на підставі договору № б/н від 15.09.2022 р., укладеного між ТОВ «Грінера Стрий» та КП «Стрийводоканал».

Найбільш забруднений дощовий стік проходить очищення у двох сепараторах SO-20 (20 л/с), що затримують нафтопродукти та завислі речовини. Оцінюється лише стік із твердих покриттів. Після відстоювання та сепарації вода спрямовується в резервуар і використовується для технічних потреб полігону.

Інженерні рішення щодо дренажу та відведення фільтрату полігону. Для запобігання забрудненню підземних вод фільтратом на полігоні влаштовано протифільтраційний екран по дну та укосах із місцевого ґрунту ІГ Е-4 ($K = 1,2 \times 10^{-10}$ м/с), що відповідає ДБН В.2.4-2-2005 [17]. Товщина екрану – 1,0 м, укладення здійснено шарами по 20–30 см на ущільнену основу.

Фільтрат та атмосферні води, що стікають із тіла полігону, відводяться через дренажну систему, яка включає щебеневий дренаж і перфоровані поліпропіленові труби. Дно полігону спрофільоване у напрямку дренажу, глибина укладання труб – 0,7 м. Передбачена вентиляція через стояки з можливістю промивки дренажних гілок у процесі експлуатації.

Максимальний розрахунковий об'єм утворення фільтрату – 1816 м³/рік. Для його збирання облаштовано дві ємності по 200 м³: одна використовується як відстійник, інша – для накопичення очищеного фільтрату. Очищена вода застосовується для зволоження полігону (до 100 м³/добу), надлишок передається на очищення за діючим договором.

Система збору та відведення фільтрату працює з моменту введення полігону в експлуатацію і забезпечує виконання вимог законодавства щодо захисту та контролю стану підземних вод.

3.4 Оцінка шумового та вібраційного впливу ТОВ «Грінера Стрий»

Шумове навантаження є одним із факторів фізичного впливу на довкілля, який безпосередньо впливає на комфорт проживання мешканців та умови праці персоналу. Джерелами шуму на території полігону є робота спецобладнання, транспортні потоки та технологічні операції з оброблення відходів.

Характерною ознакою шумового впливу від закладів управління відходами є його періодичність та локалізований характер. Водночас за тривалого функціонування закладу та за наявності житлової забудови у зоні впливу постає потреба детального визначення рівнів шуму з урахуванням санітарних нормативів.

Аналіз шумового та вібраційного впливу дає змогу встановити відповідність планованої діяльності вимогам екологічної та санітарної безпеки, а також обґрунтувати ефективність організаційних і технічних заходів зі зменшення акустичного навантаження.

Головними джерелами фізичного впливу на навколишнє середовище в процесі запланованої діяльності виступають двигуни вантажного транспорту та спецтехніки, а також робота сортувальної лінії.

Акустичний аналіз передбачуваних рівнів звукового тиску у визначених контрольних точках здійснювався на середньгеометричних частотах октавних смуг і відповідних рівнях звуку. Робота виконувалася з урахуванням чинних нормативно-технічних документів, що регламентують методи оцінки шумового навантаження на довкілля та встановлюють допустимі рівні звуку в житлових і виробничих зонах. До ключових джерел нормативної інформації належать:

- ДСТУ-Н Б В.1.1-35:2013 «Настанова з розрахунку рівнів шуму в приміщеннях і на територіях», що описує способи визначення рівнів шуму від різних джерел у закритих та відкритих просторах;
- Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 463 від 22.02.2019 р., який затверджує державні санітарні норми допустимих рівнів шуму для житлових та громадських будівель і територій.

Поширення звукового тиску оцінювалося для кожного окремого джерела шуму у напрямку до визначених розрахункових точок. При цьому рівні шуму від вантажного транспорту, спеціальної техніки та сортувальної лінії коригувалися з урахуванням фактичної тривалості їхньої роботи, що дозволяє отримати більш точні результати оцінки реального впливу на навколишнє середовище.

Для однотипного обладнання, що працює одночасно, використовувалося енергетичне сумування шумів. Загальний рівень шуму визначався за формулою:

$$L = L_1 + 10 \cdot \lg(n),$$

де L_1 - рівень шуму одного джерела, n – кількість джерел шуму.

де L_1 – рівень шуму одного джерела, n – кількість джерел одного типу.

Такий підхід дозволяє адекватно врахувати сумарний вплив одночасної роботи кількох джерел акустичного забруднення.

Розрахунок шумового впливу технологічного обладнання здійснювався відповідно до методики ДСТУ-Н Б В.1.1-35:2013, з використанням програми Microsoft Office Excel 2010. Застосування електронних таблиць дозволяє автоматизувати обчислення, зменшити можливість помилок ручного введення та провести детальний аналіз результатів для різних режимів роботи обладнання.

Використана методика забезпечує комплексну оцінку шумового навантаження та дає змогу виявляти можливі загрози для здоров'я людей і приймати ефективні заходи щодо зменшення впливу шуму на прилеглі житлові та виробничі території.

Розрахунок рівнів шумового навантаження здійснювався у контрольних точках, розташованих на межі санітарно-захисної зони та найближчої житлової забудови:

- T1 – напрямок північ, відстань 500 м (межа СЗЗ);
- T2 – напрямок захід, відстань 500 м (межа СЗЗ);
- T3 – напрямок схід, відстань 500 м (межа СЗЗ);

- Т4 – напрямок південь, відстань 725 м (зона житлової забудови).

Таблиця 3.3 - Результат розрахунку шуму

Рівні звуку, еквів. Рівні шуму, $L_{a\text{сум}}$, дБА, в контрольній точці			
т.1	т.2	т.3	т.4
53	53	53	50

Допустимий еквівалентний рівень шуму на територіях, розташованих поряд із житловими будинками, закладами охорони здоров'я, пансіонатами, будинками відпочинку, інтернатами, дошкільними закладами, школами, бібліотеками та іншими навчальними установами, встановлюється на рівні 55 дБА вдень та 45 дБА вночі.

Розрахунковий рівень шуму від роботи технологічного обладнання на відстані 500 м не перевищує нормативних значень і становить 53 дБА у денний час. В нічний період робота обладнання не здійснюється, тому перевищення гранично допустимого рівня шумового навантаження не передбачається [15].

3.5 Оцінка впливу ТОВ «Грінера Стрий» на ґрунти та надра

Ґрунтовий покрив є важливим природним елементом, який виконує фільтраційну, бар'єрну та акумулятивну функції стосовно забруднюючих субстанцій. Порушення його екологічного стану може спричинити деградацію земель, повторне засмічення водного середовища та негативні зміни ландшафтної структури території.

При оперуванні полігоном змішаних побутових відходів потенційний вплив на ґрунти пов'язаний із процесами складування відходів, можливими витоками фільтрату, механічним ущільненням поверхні, а також тривалим

антропогенним тиском. Особливу роль відіграє накопичувальний характер забруднення, що може проявитися не одразу, а у тривалій перспективі.

Визначення впливу на ґрунти та надра передбачає аналіз фізико-хімічних параметрів ґрунтів, умов природного дренажу та геологічної будови ділянки. Це дозволяє встановити ймовірні ризики міграції забруднюючих субстанцій у глибші шари та обґрунтувати потребу у природоохоронних кроках, спрямованих на уникнення деградації земель.

Проектом передбачено здійснення рекультиваційних робіт на території полігону. Остаточний вибір та реалізація заходів з рекультивації планується після завершення експлуатації полігону змішаних побутових відходів і припинення процесів збирання та утилізації біогазу.

З екологічної точки зору найбільш доцільними та безпечними напрямками подальшого використання рекультивованої території є лісогосподарський та сільськогосподарський.

Розрахунок інфільтрації фільтрату ТОВ «Грінера Стрий»

Утворення та міграція фільтрату є одним із ключових екологічних ризиків при експлуатації полігонів змішаних побутових відходів. Фільтрат характеризується високою концентрацією органічних речовин, амонійного азоту, важких металів та хлоридів, що формуються під впливом анаеробного розкладання органічної складової змішаних побутових відходів, водної інфільтрації та хімічних процесів у товщі відходів [3; 8].

Кількість фільтрату визначається поєднанням природних та техногенних факторів, серед яких провідними є: інтенсивність атмосферних опадів, випаровування, рівень ущільнення відходів, наявність або порушення гідроізоляційного шару, морфологічний склад змішаних побутових відходів, а також конструктивні рішення з управління поверхневими водами на полігоні [9; 17]. Для кількісної оцінки використовують дві найбільш поширені у світовій

практиці групи методів: гідрогеологічні моделі фільтрації та водно-балансові моделі інфільтрації.

Гідрогеологічний підхід (закон Дарсі). Гідрогеологічний підхід базується на законі Дарсі, який описує рух води в пористому середовищі залежно від гідрравлічного градієнта та коефіцієнта фільтрації ґрунтів [5]. Даний метод дозволяє оцінити потенційну пропускну здатність ґрунтових шарів і швидкість можливого перенесення забруднювальних речовин у ґрунтових та підземних водах, що є важливим для аналізу екологічних ризиків.

Питома швидкість фільтрації визначається за формулою:

$$q=k \cdot i \quad (3.2),$$

де q — питома швидкість фільтрації, м/рік;

k — коефіцієнт фільтрації ґрунту, м/рік;

i — гідрравлічний градієнт.

За умов прийнятих для оцінки проникних піщаних прошарків ($k=365$ м/рік, $i=0,01$):

$$Q = 365 \cdot 0,01 = 3,65 \text{ м/рік}$$

Теоретичний об'єм фільтраційного потоку для площі 1 га (10 000 м²) становитиме:

$$Q_{\text{Darcy}} = q \cdot A = 3,65 \cdot 10\,000 = 36\,500 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Для площі двох карт змішаних побутових відходів (30 450 м² кожна) 60900 м²:

$$Q_{\text{Darcy}} \approx 3,65 \cdot 60\,900 \approx 222285 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Отримані значення відображають теоретичну максимальну пропускну здатність ґрунтового середовища та використовуються виключно для оцінки гідрогеологічних ризиків і потенційної міграції забруднювальних речовин. Вони не можуть застосовуватися для визначення фактичного річного обсягу утворення фільтрату, оскільки реальна кількість фільтраційних вод обмежується джерелами надходження вологи та інженерними умовами експлуатації полігону.

Водно-балансовий підхід до оцінки утворення фільтрату. Для визначення реального обсягу фільтрату застосовано водно-балансовий підхід, який ґрунтується на розрахунку ефективних атмосферних опадів, що можуть

інфільтруватися у тіло полігону [9]. Цей метод використовується у міжнародних інженерних моделях (зокрема HELP), рекомендований Європейським Союзом та Агентством з охорони довкілля США (EPA) і вважається найбільш наближеним до реальних умов експлуатації полігонів.

Ефективна кількість опадів визначається за формулою:

$$P_{\text{eff}} = P - ET - R \quad (3.3),$$

Де P_{eff} — середньорічна кількість атмосферних опадів, м/рік;

ET — втрати вологи на випаровування та транспірацію, м/рік;

R — поверхневий стік, м/рік.

За кліматичних умов регіону:

$$P_{\text{eff}} = 0,800 - 0,500 - 0,050 = 0,250 \text{ м/рік.}$$

Вплив коефіцієнта інфільтрації C_k на обсяг фільтрату наведено в таблиці 3.4, а вплив опадів – у таблиці 3.5.

Таблиця 3.4 - Вплив коефіцієнта інфільтрації C_k

C_k	P_{eff} (м)	Q_{balance} (м ³ /рік)	Примітка
0.10	0.250	1 612.5	низька інфільтрація (щільне покриття)
0.30	0.250	4 837.5	середній рівень (умови, що використовувались)
0.50	0.250	8 062.5	висока інфільтрація (проникні шари/пошкоджена гідроізоляція)

Таблиця 3.5 - Вплив опадів

P (мм/рік)	P_{eff} (м/рік)	Q_{balance} (м ³ /рік)	Примітка
600	0.050	969.0	сухіший рік
800	0.250	4 837.5	базовий сценарій
1000	0.450	8 719.5	вологіший рік

3.6 Розрахунок обсягу біогазу ТОВ «Грінера Стрий»

Оцінка обсягу біогазу для ТОВ «Грінера Стрий» виконана згідно ДБН В.2.4-2-2005 [17] та методики розкладання органічних речовин відповідно до керівних документів IPCC [7]. Основні коефіцієнти (K_{lo} , Z , K_r) наведено у нормативній документації [17], а розрахунок параметра утворення метану відповідає міжнародним моделям (LandGEM, IPCC) [7], [6].

За даними Звіту ОВД ТОВ «Грінера Стрий», на полігоні захоронюється 43 848 т/рік змішаних побутових відходів.

Розрахунок за формулою:

$$V_{p.б.} = M_{tpv} \times K_{л.о} \times (1 - Z) \times K_r$$

Прийняті коефіцієнти:

$K_{л.о}$ (вміст легко розкладної органіки) = 0.60

Z (зольність органічної речовини) = 0.25

K_r (ступінь розкладання, максимальний) = 0.45

Capture rate (коефіцієнт улову газу) = 50%

Підставлення значень дає приблизно $8,88 \times 10^6$ м³/рік біогазу. Уловлюється лише 50% $\rightarrow 4,44 \times 10^6$ м³/рік.

Проміжні кроки підстановки:

1) $M_{змішаних\ побутових\ відходів} = 43,848,000$ кг/рік

2) $K_{л.о} \times (1 - Z) \times K_r = 0.60 \times (1 - 0.25) \times 0.45 = 0.60 \times 0.75 \times 0.45 = 0.2025$

Отже,

$V_{p.б.} = 43,848,000 \times 0.2025 = 8,880$

Обчислення (точно): $V_{p.б.} = 43,848,000 \times 0.2025 = 8,879,220$ м³/рік

Консервативний улов (capture rate = 50%):

$V_{capture} = 8,879,220 \times 0.5 = 4,439,610$ м³/рік

Енергетична оцінка (орієнтовно):

• Припустимо середній склад біогазу: $CH_4 \approx 60\% \rightarrow LHV \approx 21.5$ MJ/м³ ≈ 6.0 kWh/м³

- Електрична ефективність когенератора $\approx 35\%$ (ел. виробництво), тепловий вихід $\approx 45\%$

Електроенергія від уловленого газу: $E_{el} = V_{capture} \times LHV_{biogas} \times \eta_{el}$

$$E_{el} \approx 4,439,610 \text{ м}^3/\text{рік} \times 6.0 \text{ kWh/м}^3 \times 0.35 \approx 9,323,181 \text{ kWh/рік} \approx 9,323 \text{ MWh/рік} \approx 9.32 \text{ GWh/рік}$$

Теплова енергія (відновлена при когенерації):

$$E_{th} \approx 4,439,610 \text{ м}^3/\text{рік} \times 6.0 \text{ kWh/м}^3 \times 0.45 \approx 11,986,947 \text{ kWh/рік} \approx 11,987 \text{ MWh/рік}$$

Оцінка кількості ДГ:

- Нехай вибрано модулі по 300 кВт кожен, працюють ~ 8000 год/рік (інтенсивна експлуатація).

$$\text{Електроенергія з одного 300 кВт блоку при } 8000 \text{ год/рік} = 300 \text{ kW} \times 8000 \text{ h} = 2,400,000 \text{ kWh/рік}$$

$$\text{Кількість модулів 300 кВт} \approx 9,323,181 / 2,400,000 \approx 3.88 \rightarrow \text{округлено: 4 модулі}$$

Альтернативно, для 500 кВт модулів (8000 год/рік):

$$\text{Енергія з одного 500 кВт блоку} = 500 \times 8000 = 4,000,000 \text{ kWh/рік}$$

$$\text{Кількість блоків 500 кВт} \approx 2.33 \rightarrow \text{округлено: 3 блоків}$$

Таким чином, за результатами розрахунку, виконаного відповідно до вимог ДБН В.2.4-2-2005 [17] та методики ІРСС щодо моделювання утворення полігонного газу [7], встановлено, що при річному надходженні 43 848 т змішаних побутових відходів потенційний теоретичний вихід біогазу становить близько 8,88 млн $\text{м}^3/\text{рік}$.

За консервативного прийнятого коефіцієнта улову полігонного газу $CR = 50\%$, корисний обсяг біогазу, який може бути ефективно зібраний та утилізований, складає орієнтовно 4,44 млн $\text{м}^3/\text{рік}$.

Отримане значення свідчить про значний газоутворювальний потенціал полігону, достатній для застосування когенераційної установки загальною електричною потужністю 0,9–1,2 МВт (залежно від обраної конфігурації обладнання та режиму роботи). Виробництво електроенергії за такого обсягу зібраного газу може становити приблизно 9,3 ГВт·год/рік, а теплової енергії — близько 12 ГВт·год/рік.

Консервативність оцінки враховує можливі втрати газу через неоднорідність відходів, сезонність газоутворення та технічні обмеження газозбірної системи. У разі застосування сучасної системи дегазації з контролем депресії та оптимізацією свердловин улов може бути підвищений до 60–75 %, що збільшує енергетичний потенціал ділянки на 20–40 %.

Таким чином, полігон змішаних побутових відходів має достатній та енергетично доцільний біогазовий ресурс, який може бути використаний для виробництва електроенергії та тепла, зниження емісії метану і мінімізація негативного екологічного впливу.

3.7 Заходи зменшення негативного впливу ТОВ «Грінера Стрий» на стан довкілля

На Стрийському полігоні змішаних побутових відходів встановлено когенераційну біогазову станцію (потужністю 300 кВт з перспективою до 800 кВт) та додатково – сонячні панелі [28]. Це рішення відповідає сучасним міжнародним методикам управління відходами та є складовою інженерної політики щодо зменшення парникових газів і, наприклад, активно реалізуються на найбільших полігонах України, таких як Київський полігон №5 та Грибовицький полігон (після рекультивації).

Біогаз, що формується з органічної фракції відходів, містить високий відсоток метану (до 45–55 %) і може бути успішно використовуваний для генерації енергії в когенераційних установках, що сприяє зниженню парникових викидів та зменшенню залежності від викопних енергоресурсів — практики, підтриманої міжнародними кращими практиками управління звалищним газом. Зменшення викидів метану є ключовою екологічною перевагою: метан має значно вищу потенцію утримування тепла в атмосфері, ніж CO₂, тому захоплення й утилізація метану замість його вільного викиду суттєво знижує парниковий вплив полігону [2]. Це передбачено новими Правилами технічної експлуатації

полігонів, які вимагають облаштування систем збору біогазу та його утилізації в енергетичних цілях[21].

Проте вони переважно стосуються утилізації газоподібних викидів і не вирішують проблему фільтрату та потенційних забруднень ґрунтів. Для комплексного зниження ризиків необхідні спеціальні інженерно-технічні заходи. Зокрема:

- Гідроізоляція підстилаючих шарів: встановлення протифільтраційного екрану (геомембрани або товстого глиняного шару) у запроєктованих нових картах складування відходів . Така ізоляція перешкоджатиме вертикальному виходу фільтрату та захищатиме ґрунтові води. ОВД передбачало влаштування цих екранів на нових ділянках полігону , хоча наявні діючі карти ще не потребують екрану (поточне захоронення проводять на старих ділянках). На сучасних європейських полігонах (наприклад, у Німеччині чи Швеції) обов'язково застосовується багатошаровий захист дна, що складається з ущільненого глиняного шару, однієї або двох геомембран та захисного дренажного шару.

- Система збору та відведення фільтрату: облаштування дренажу (борозен, труб та свердловин) по всьому дну полігону з відведенням стоків у герметичний резервуар або безпосередньо на очисні споруди. Рекомендовано перекачувати фільтрат на міські очисні станції або локальні установки знезалізнення. Приймання стоків на цивільні очисні споруди (насосні станції) вже застосовується на деяких полігонах, хоча потребує укладення договорів та модернізації каналізаційних мереж. В Україні така практика відведення на міські очисні споруди використовується, наприклад, на полігоні у Житомирі, проте потребує суворого контролю якості фільтрату.

- Технології очищення фільтрату: упровадження локальних очисних комплексів перед скидом у навколишнє середовище. До перспективних методів належать біологічні (наприклад, аеробні чи анаеробні реактори для знищення органіки) і мембранні установки. Зокрема, мембранні технології зворотного осмосу визнані одним з найефективніших способів видалення забруднень з

фільтрату . В таких системах концентрований розчин повертається назад до полігону, а чиста вода – скидається у довкілля. Наприклад, існують модульні RO-установки (Rochem та ін.) для очистки фільтрату на сотнях полігонів світу. Навіть прості ультрафільтраційні системи чи біологічні фільтри можуть суттєво знизити токсичність стоків.

- Моніторинг та контроль: регулярне лабораторне контролювання якості ґрунтів і води у зоні впливу полігону. Це дозволяє оперативно виявляти зміни та корегувати стратегію очищення.

Крім того, слід продовжувати рекультивацію неактивних карт полігону (завершене захоронення) – комплекс дій із засипання та озеленення, що ізолює залишки відходів від поверхні.

Додатковими заходами є прозорий державний контроль та екологічна звітність, прозора система звітності, Незалежний екологічний контроль і громадський моніторинг, обмін досвідом та міжнародна співпраця.

Посилення ролі державних органів у сфері контролю за діяльністю полігонів є обов'язковою умовою для гарантування екологічної безпеки. В Україні ведеться робота над узгодженням національних стандартів з вимогами ЄС, а також створенням прозорої системи обліку, моніторингу та звітності щодо впливу об'єктів управління відходами на довкілля.

Зокрема, у резолюціях національних форумів з управління відходами наголошено на потребі впровадження систем статистичної звітності, індексів забруднення, електронних реєстрів полігонів і повного доступу громадськості до даних про вплив полігонів на довкілля. Такі звіти мають включати показники викидів, обсяги зібраного фільтрату, дані лабораторного моніторингу ґрунтів і вод, а також реалізацію заходів із захисту довкілля.

Прозора система звітності дозволяє громадськості, науковцям і регуляторним органам оперативно оцінювати стан полігону, формувати обґрунтовані зауваження та пропозиції щодо поліпшення умов експлуатації, а також підвищувати рівень довіри між мешканцями та оператором. Крім того,

саме публічні звіти сприяють відповідальності та стимулюють підприємство до постійного вдосконалення технологій та екологічних показників [26].

Щодо незалежного екологічного контролю і громадського моніторингу, то залучення незалежних експертів та громадських екологічних організацій до моніторингу стану довкілля навколо полігону є важливим доповненням до державного контролю. Такий моніторинг включає регулярні вимірювання якості повітря, ґрунтів і підземних вод, оцінку впливу операцій полігону на навколишнє середовище та публічне обговорення результатів. Інформаційний зворотний зв'язок з місцевою громадою, зокрема через відкриті звіти, громадські слухання та екологічні дорадчі ради, стимулює підвищення стандартів управління полігоном та закладає основу для сталого впровадження екологічних інновацій.

Ефективне управління полігоном відходів вимагає не лише впровадження сучасних технологій, але й активного обміну досвідом з іншими операторами та фахівцями з України, Європейського Союзу та іншими міжнародними партнерами. Такий обмін сприяє впровадженню передових практик, адаптованих до національних і регіональних умов.

На національному рівні в Україні проводяться міжнародні конференції з управління побутовими відходами, що створюють майданчики для діалогу між чиновниками, бізнесом, науковцями та громадськими об'єднаннями. Так, у Львові у жовтні 2025 року відбулася міжнародна конференція ReThink Waste, що зібрала понад 300 учасників з України та інших країн. У її рамках обговорювалися сучасні технології управління відходами, інноваційні підходи до сортування, переробки, використання вторинних ресурсів і зниження обсягів захоронення, що надає можливість операторам полігонів уніфікувати свої практики з європейськими стандартами[18].

Таким чином, комплекс вищенаведених заходів – і технологічних, і менеджерських – дозволяє мінімізувати негативний вплив полігону на довкілля. Важливо, що впроваджені біогазові та сонячні установки вже знизили навантаження на повітряний простір, але для повного усунення екологічних загроз необхідно зосередитись саме на фільтраті і ґрунтових водах.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

4.1 Стан охорони праці

Оцінка стану охорони праці на підприємстві проводиться з метою виявлення причин і чинників, які спричиняють зниження рівня безпеки виробничих процесів, а також для визначення шляхів покращення умов праці. Такий аналіз дозволяє впливати на результати господарської діяльності підприємства, мінімізувати виробничі ризики й забезпечити виконання вимог чинного законодавства у царині охорони праці.

Нагляд за станом охорони праці виконується службою охорони праці та спеціалізованими комісіями через проведення планових і позапланових перевірок у структурних відділах. Оцінювання базується на аналізі показників виробничого травматизму, результатів попередніх перевірок, а також виконання приписів інженерів з охорони праці та органів державного нагляду.

Основоположним принципом державної політики у сфері охорони праці є пріоритет життя і здоров'я робітників над результатами виробничої діяльності. Цей принцип закріплений у статті 4 Закону України «Про охорону праці» та реалізується через систему нормативно-правових актів, які визначають обов'язки роботодавця щодо створення безпечних умов праці, гарантії соціального захисту робітників, а також пільги й компенсації особам, які зазнали шкоди внаслідок нещасних випадків або професійних захворювань [27].

Стан охорони праці оцінюється за допомогою системи кількісних і якісних показників, що дає змогу порівнювати фактичні умови з нормативними значеннями.

Така система показників застосовується для:

1. планування та прогнозування заходів з охорони праці;
2. об'єктивного визначення ефективності функціонування системи управління охороною праці;
3. економічного стимулювання безпечних умов праці;

4. визначення пріоритетних напрямів роботи за умов обмежених ресурсів.

На підприємстві функції служби охорони праці виконує інженер з охорони праці та техніки безпеки, який забезпечує оперативне управління відповідними заходами, бере участь у розробці та погодженні технологічних процесів, проєктів будівель, обладнання та інструментів. Основним завданням охорони праці є створення безпечних і здорових умов праці, що унеможливають появу виробничого травматизму та професійних захворювань [27].

Окрема увага приділяється умовам праці у хімічних лабораторіях, де працівники можуть зазнавати впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів. З метою запобігання нещасним випадкам необхідно суворо дотримуватися вимог техніки безпеки, підтримувати належний санітарний стан робочих місць та використовувати засоби індивідуального захисту. У лабораторіях мають бути аптечки для надання першої медичної допомоги, а роботи з токсичними або летючими речовинами мають проводитися виключно у витяжних шафах.

4.2 Заходи щодо вдосконалення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки

На підприємстві та його невідокремлених відділах, зокрема на об'єктах управління відходами, заходи з охорони праці, гігієни праці та пожежної безпеки реалізуються відповідно до вимог чинного законодавства та галузевих нормативних документів. Усі нові технології, виробниче обладнання, а також засоби колективного й індивідуального захисту впроваджуються з огляду на вимоги безпеки праці та пожежної безпеки.

Важливим складником системи охорони праці є підготовка і навчання персоналу. Робітники проходять вступні, первинні та періодичні інструктажі, а також спеціальне навчання для виконання робіт підвищеної небезпеки. Особи, відповідальні за безпечне ведення робіт, повинні мати належну кваліфікацію,

відповідну освіту та практичний досвід. Результати навчання та інструктажів заносяться у відповідну документацію.

Організація робіт на полігоні змішаних побутових відходів передбачає суворе дотримання встановлених маршрутів руху транспорту та спецтехніки, регламентування зон розвантаження і складування відходів, а також обмеження доступу сторонніх осіб до небезпечних ділянок. Усі роботи виконуються відповідно до правил електробезпеки, вибухо- та пожежобезпеки.

Під час розвантажувальних робіт транспортні засоби фіксуються ручним гальмом, дотримуються нормативні відстані між машинами, а майданчики обладнуються з урахуванням вимог до освітленості та стійкості основи. Роботи з ущільнення відходів і влаштування ізолюючого шару виконуються з дотриманням вимог безпечної експлуатації бульдозерів, використання іскрогасників та первинних засобів пожежогасіння.

Для забезпечення санітарної безпеки персонал забезпечується спецодягом, спецвзуттям, респіраторами, захисними окулярами та рукавицями. Працівники зобов'язані дотримуватися правил особистої гігієни, проходити періодичні медичні огляди та профілактичні заходи. Санітарно-побутові приміщення обладнуються відповідно до чинних будівельних і санітарних норм.

Пожежна безпека на полігоні забезпечується шляхом призначення відповідальних осіб, оснащення території первинними засобами пожежогасіння, наявності запасів піску та розміщення на видних місцях інструкцій дій у разі пожежі. У пожежонебезпечні періоди організовується додаткове чергування техніки для локалізації можливих загорянь.

Під час рекультивації полігону, як на технічному, так і на біологічному етапах, роботи виконуються лише кваліфікованим персоналом із застосуванням справної техніки та засобів індивідуального захисту. Забезпечується безпечна взаємодія між операторами машин і допоміжними працівниками, а також постійний контроль за дотриманням вимог охорони праці.

Таким чином, комплексне впровадження організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і пожежних заходів дозволяє знизити рівень виробничих

ризиків, запобігти нещасним випадкам і забезпечити безпечні умови праці під час експлуатації та рекультивації полігонів змішаних побутових відходів.

4.3 Захист населення в надзвичайних ситуаціях

Захист населення в надзвичайних ситуаціях є важливою складовою системи цивільного захисту держави та спрямований на збереження життя і здоров'я людей, мінімізацію матеріальних втрат і зниження негативного впливу небезпечних факторів на довкілля. Надзвичайні ситуації можуть виникати внаслідок природних, техногенних або соціальних чинників і характеризуються порушенням нормальних умов життєдіяльності населення. У зв'язку з цим особливого значення набуває завчасне планування заходів реагування та забезпечення готовності органів управління, сил і засобів цивільного захисту.

Основними завданнями захисту населення є своєчасне оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайної ситуації, організація укриття людей у захисних спорудах, проведення евакуаційних заходів, надання першої медичної допомоги постраждалим, а також інформування населення про правила безпечної поведінки. Ефективне оповіщення дозволяє зменшити ризики для життя людей, забезпечивши швидке реагування на небезпеку та виконання необхідних захисних дій.

Важливу роль у системі захисту населення відіграють захисні споруди цивільного захисту, зокрема сховища та протирадіаційні укриття, які призначені для зниження впливу небезпечних факторів надзвичайних ситуацій. У разі неможливості використання спеціальних споруд можуть застосовуватися найпростіші укриття або пристосовані приміщення. Евакуація населення з небезпечних зон проводиться організовано, з урахуванням транспортних можливостей, стану інфраструктури та потреб уразливих категорій населення.

Не менш важливим елементом є підготовка населення до дій у надзвичайних ситуаціях, яка включає проведення навчань, інструктажів та інформаційно-роз'яснювальної роботи. Формування навичок правильної

поведінки сприяє зменшенню паніки, підвищенню рівня особистої безпеки та ефективності колективних дій. Таким чином, комплексний підхід до захисту населення в надзвичайних ситуаціях є необхідною умовою сталого розвитку суспільства та забезпечення національної безпеки.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Проведене дослідження систематизувало екологічний вплив діяльності ТОВ «Грінера Стрий» (Стрийського полігону змішаних побутових відходів) на навколишнє середовище.

За результатами оцінки викидів встановлено перелік домінуючих шкідливих речовин (наприклад, вуглеводні, аміак, сполуки сірки, важкі метали), обсяг яких обчислено згідно з чинними методиками. Розрахунки показали, що інфільтрація опадів через протифільтраційне покриття полігону є незначною (в межах норми за ДБН), що свідчить про ефективність розробленого екрану. Водночас отримані дані вказують на наявність певного об'єму фільтрату, тому рекомендовано підтримувати та модернізувати системи його збору і очищення. У результаті розрахунку потенційного утворення біогазу за ІРСС-моделлю встановлено, що при поточній кількості прийнятих відходів може синтезуватися метан у кількості, достатній для роботи 3 енергоблоків по 500 кВт. Це дозволяє зробити висновок про перспективність використання полігонного біогазу як джерела відновлюваної енергії – рішення, яке зменшило б викид парникових газів і відповідало кращій європейській практиці управління відходами.

Аналіз впливу показав, що поточні забруднення атмосфери та ґрунту в зоні полігону перебувають у межах лімітів, встановлених нормами, проте потенційні ризики існують. Згідно з міжнародними даними, навіть сучасні полігони можуть створювати загрозу для якості водних ресурсів – фільтрат та дощова вода можуть долати бар'єри і потрапляти до ґрунтових вод. Тому одержані результати підтверджують необхідність підтримки інженерних систем (герметичного екранування, дренажів, систем осадження фільтрату) та регулярного моніторингу води. При цьому всі пропозиції зі зменшення навантаження на довкілля гармонійно укладаються у принципи «ієрархії відходів» – головну мету якої становить відмова від захоронення як основного способу утилізації. Слід продовжувати розвиток роздільного збирання та переробки відходів у регіоні,

адже кожний відсортований папір, скло чи органіку – це зменшення обсягу полігонних відходів і додатковий ресурс.

На основі проведеної роботи запропоновано конкретні практичні рекомендації. По-перше, розширити систему сортування та компостування побутових відходів у місті та сусідніх селах, що дозволить суттєво зменшити потоки змішаних побутових відходів, що надходять до полігону. По-друге, модернізувати існуючі очисні споруди: встановити або оновити біогазові колектори й генератори, а також сучасні блоки очищення фільтрату (біологічні та хімічні) для запобігання інфільтрації шкідливих речовин у ґрунти. По-третє, проводити систематичні вимірювання якості компонентів довкілля (атмосфери, ґрунтів, підземних вод) у зоні полігону і на основі одержаних даних коригувати технологічні рішення. Це відповідає рекомендованим підходам міжнародних досліджень, де наголошується на важливості поєднання політики та науки для мінімізації екологічних ризиків.

Отримані результати узгоджуються з відомими теоретичними та нормативними уявленнями (зокрема, з європейськими підходами до керованого захоронення) і виявилися практично корисними. Запропоновані у висновках заходи (на кшталт більш жорсткого сортування, використання біогазу, вдосконалення очистки фільтрату) ґрунтуються на реальних даних дослідження та відповідають сучасним екологічним рекомендаціям. Врахування цих рекомендацій і впровадження запропонованих рішень дозволить значно зменшити негативний вплив діяльності підприємства на навколишнє середовище та сприятиме сталому розвитку регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Analysis of the Composition and Properties of Municipal Solid Waste from Various Cities in Kazakhstan. *Energies*. 2022.
2. Best Practice Guidance on Landfill Gas Management. Climate and Clean Air Coalition. URL: https://www.ccacoalition.org/sites/default/files/resources/2012_best-practice-landfill-gas_US.pdf
3. Christensen T. H., Kjeldsen P. Biogeochemistry of landfill leachate plumes. *Applied Geochemistry*. 2001.
4. da Silva N. F. et al. First-order models to estimate methane generation in landfill. *ScienceDirect*. 2020.
5. Darcy H. Les Fontaines Publiques de la Ville de Dijon. Paris : Victor Dalmont, 1856.
6. EPA Landfill Gas Emissions Model (LandGEM) / U.S. Environmental Protection Agency. URL: <https://www.epa.gov/lmop/landgem-landfill-gas-emissions-model>.
7. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 2006 ; 2019 Refinement.
8. Kjeldsen P. et al. Present and long-term composition of MSW landfill leachate. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 2002.
9. Solid Waste Disposal Facility Criteria: Technical Manual / U.S. Environmental Protection Agency. EPA530-R-93-017. 1993.
10. Vaverková M. D. Landfill impacts on the environment — review. MDPI. 2019.
11. Wang J. et al. Comprehensive review of landfill leachate treatment. *Frontiers in Environmental Science*. 2024.
12. Айрапетян Т. С., Епоян С. М. Технології переробки та утилізації відходів : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024.
13. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів : ДСП № 173-96 . Законодавча база. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96> .

14. Душкін С. С., Дегтяр М. В. Технологія утилізації твердих побутових відходів : конспект лекцій. Харків : ХНАМГ, 2011.
15. Звіт з оцінки впливу на довкілля щодо експлуатації об'єкта оброблення відходів, що не є небезпечними, потужністю понад 100 т/добу ТОВ «Грінера Стрий». Львів, 2024.
16. Методичні рекомендації з визначення морфологічного складу побутових відходів : наказ Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України від 03 травня 2024 р. № 409.
17. Полігони для твердих побутових відходів : ДБН В.2.4-2-2005.
18. Практики, що формують сучасну систему управління відходами. URL: <https://wm4u.org.ua/news/wm4u-na-rethink-waste-praktyky-shho-formuyut-suchasnu-systemu-upravlinnya-vidhodamy/> .
19. Про затвердження нормативів гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах : постанова Кабінету Міністрів України від 15 грудня 2021 р. № 1325. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1325-2021-p>
20. Про затвердження Правил експлуатації полігонів побутових відходів : наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 01 грудня 2010 р. № 435. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1307-10> .
21. Про затвердження Правил технічної експлуатації полігонів, припинення експлуатації, рекультивації та догляду за полігонами після припинення їх експлуатації : наказ від 10 лютого 2025 р. № 263.
22. Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами : постанова Кабінету Міністрів України від 04 березня 2004 р. № 265. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/265-2004>.
23. Про захоронення відходів : Директива Ради ЄС № 1999/31/ЄС від 26 квітня 1999 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_925 .
24. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України від 23 травня 2017 р. № 2059-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19>.
25. Про управління відходами : Закон України від 20 червня 2022 р. № 2320-IX.

- 26.Резолюція Національного форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології», 24–25 жовтня 2013 р., м. Луганськ.
27. Сакун М.М, Столярова Т.В., Осадчук, П.І. Осадчук І.П.. Охорона праці в галузях сільського господарства Одеса: 2007, С. 11-53.
- 28.Стрийський полігон: коли відходи стають енергією. URL: <https://mv.in.ua/stryjskyj-poligon-koly-vidhody-stayut-energiyeyu/> .