

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ**

Кафедра екології
Допускається до захисту
«_____» _____ 2022 р.

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.б.н., доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ
наук. ступ., вч. зв.(ініціали та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Магістр

(рівень вищої освіти)

**на тему: «Стан ґрунтів та фітоценозів території прилеглої до
Львівського полігону твердих побутових відходів»**

Виконав: студент групи Еко-61

спеціальності 101 «Екологія»

Яворовський Олексій Романович

Керівник: Мар'яна ІВАНКІВ _____

Консультант: Іван ГОРОДЕЦЬКИЙ _____

Дубляни 2022

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет агротехнологій та екології

Кафедра екології
Рівень вищої освіти «Магістр»
Галузь знань 10 «Природничі науки»
Спеціальність 101 «Екологія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри _____
к.б.н., доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ
« _____ » _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту
Яворовському Олексію Романовичу

1. Тема роботи: «Стан ґрунтів та фітоценозів території прилеглої до Львівського полігону твердих побутових відходів»

Затверджена наказом по університету № _____ від “ _____ ” 2021 р.

2. Термін здачі студентом закінченої кваліфікаційної роботи 03.12. 2022 р.
3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи
Літературні джерела, фізико-географічна та кліматична характеристика району проведення досліджень, методики виконання досліджень
4. Перелік питань, які необхідно розробити (наводиться зміст, який містить пункти і підпункти усіх розділів)

Вступ

1 Огляд літератури

- 1.1 Екологічна проблема твердих побутових відходів
- 1.2 Принципи комплексного керування відходами (ККВ)
- 1.3 Способи зменшення негативного впливу смітників і полігонів побутових відходів та принципи їх проектування
- 1.4 Вплив важких металів на людину та довкілля
- 2 Об'єкт, умови та методика досліджень
 - 2.1 Довідка про міський полігон твердих побутових та промислових відходів
 - 2.2 Технологічний контроль за експлуатацією полігонів
 - 2.3 Складування твердих побутових і промислових відходів
 - 2.4 Природно-геологічна ситуація Грибовицького сміттєзвалища
 - 2.5 Кліматичні показники Західного Лісостепу

3 Результати дослідження

- 3.1 Гідрохімічна характеристика фільтраційних вод звалища
- 3.2 Вплив Львівського полігону твердих побутових відходів на стан ґрунтів прилеглих територій

3.3 Стан природної рослинності звалища та прилеглої території

3.4 Ефективність рекультивації Львівського полігону твердих побутових відходів

4 Охорона праці та захист населення

4.1 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2 Аналіз стану охорони праці та цивільної оборони в ЛКП «Зелене Місто»

4.3 Захист населення від наслідків надзвичайних ситуацій

Висновки

Сформуувати список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості)

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3	Іванків М. Я. доцент кафедри екології			
4	Городецький І. М., доцент кафедри управління проектами та безпеки виробництва АПК			

7. Дата видачі завдання 30 вересня 2021 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Написання вступу та розділу “Огляд літератури”	05.10.21–30.11.21	
2	Написання розділу “Об’єкт, умови та методика досліджень”	01.12.21–28.02.22	
3	Написання розділу “Результати досліджень”	01.03.22–31.08.22	
4	Написання розділу “Охорона праці та захист населення в умовах надзвичайних ситуацій”, формулювання висновків, укладання бібліографічного списку	01.09.22–03.12.22	

Студент _____ Олексій ЯВОРОВСЬКИЙ
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Мар’яна ІВАНКІВ
(підпис)

УДК 631. 65

Стан ґрунтів та фітоценозів території прилеглої до Львівського полігону твердих побутових відходів. Яворовський О. Р. Кваліфікаційна робота. Кафедра екології. Львів-Дубляни, Львівський НУП, 2022.

83 ст. текст. част., 7 табл., 19 рис., 58 джерел

Кваліфікаційна робота присвячена встановленню екологічної небезпеки в техногенно навантаженому регіоні, яка сформована ландшафто-трансформуючими чинниками функціонування сміттєзвалища. У роботі висвітлюються питання забруднення важкими металами ґрунтів та рослинності територій, які прилягають до Львівського полігону твердих побутових відходів. Це потенціальний забрудник, розташований поблизу с. Малі та Великі Грибовичі, Збиранка Львівської області.

Проведено аналіз впливу сміттєзвалищ на довкілля та організм людини. Результатом проведених літохімічних аналізів ґрунтового та рослинного покриву було виявлено значний вміст кадмію, миш'яку, молібдену, свинцю, кобальту, срібла. Спостерігається вміст згаданих металів у складі води р. Малехівка, безіменного потічка, який протікає по долині / яру / біля сміттєзвалища.

Проаналізовано видовий склад та структуру рослинних угруповань, які утворилися у процесі природного заростання та визначено особливості їх формування. Досліджено сукцесійні стадії рослинності Грибовицького сміттєзвалища ТПВ.

Проаналізовано питання охорони праці та захисту населення.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1 Екологічна проблема твердих побутових відходів.....	8
1.2 Принципи комплексного керування відходами (ККВ).....	11
1.3 Способи зменшення негативного впливу смітників і полігонів побутових відходів та принципи їх проектування	19
1.4 Вплив важких металів на людину та довкілля.....	25
2 ОБ’ЄКТ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	28
2.1 Довідка про міський полігон твердих побутових та промислових відходів.....	28
2.2 Технологічний контроль за експлуатацією полігонів.....	30
2.3 Складування твердих побутових і промислових відходів....	34
2.4 Природно-геологічна ситуація Грибовицького сміттєзвалища.....	37
2.5 Кліматичні показники Західного Лісостепу.....	40
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	43
3.1 Гідрохімічна характеристика фільтраційних вод звалища...	43
3.2 Вплив Львівського полігону твердих побутових відходів на стан ґрунтів прилеглих територій.....	50
3.3 Стан природної рослинності звалища та прилеглої території.....	56
3.4 Ефективність рекультивації Львівського полігону твердих побутових відходів.....	62
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ	66
4.1 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	66
4.2 Аналіз стану охорони праці та цивільної оборони в ЛКП «Зелене Місто».....	70
4.3 Захист населення від наслідків надзвичайних ситуацій.....	73
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	75
БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК	77

ВСТУП

Актуальність теми. Урбанізація міст, привела до утворення найбільших мегаполісів, і постійно зростаюча виробнича діяльність людини створюють одну з найгостріших глобальних проблем сучасності – проблему захисту природного середовища від негативного впливу відходів виробництва та споживання. У світі прогресивних технологій рішучі дії людини завжди спрямовані на швидку утилізацію відходів, зсипаючи їх у найближчі яри чи в зниження рельєфу, не задумуючись при цьому про наслідки.

Більшість міст світу практично побудовані на смітниках. Подальший їх ріст, розвиток промисловості та сільського господарства зумовлює високий рівень техногенного навантаження на агроландшафти, які вже почали втрачати природну рівновагу, особливо, у великих містах, де господарська діяльність найбільш сконцентрована на обмеженій території, і де зосереджена значна частина населення. Як показує практика, у таких містах відбувається найбільш інтенсивне нагромадження відходів, а неправильне та несвоєчасне їх видалення і знешкодження нерідко приводять до екологічної кризи. Навколо міст облаштовані «стихійні» смітники, які є найбільш серйозними джерелами забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод.

Щорічно в усьому світі й у нашій країні мільярди тонн твердих, рідких, газоподібних відходів надходить у біосферу, наносячи тим самим непоправну втрату як живої так і неживої природи. У глобальних масштабах змінюється кругообіг води і газовий баланс в атмосфері. Величезна кількість видів живих істот піддані впливу небезпечних речовин, у тому числі на генетичному рівні. Наслідком цього є мутації цілого ряду поколінь організмів, а може і безлічі. Стало очевидним, що і люди не застраховані від своєї безтурботності та небережливого, халатного відношення до природи. Впровадження екологічно чистого виробництва, проблема рециклінгу, ресайклінгу і переробки побутових відходів, незважаючи на давнину, залишається актуальною до тепер.

Ефективне управління відходами є глобальним завданням, що вимагає проведення комплексних наукових досліджень та здійснення практичної діяльності у напрямку розробки та впровадження нових підходів для забезпечення сталого та екологічно безпечного розвитку регіонів.

Мета і завдання дослідження. Основною метою проведення нашого дослідження було вивчення забруднення важкими металами ґрунтів та рослинності території, що прилягає до Львівського полігону твердих побутових відходів.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися такі завдання:

- проаналізувати джерела екологічної небезпеки в зоні впливу Грибовицького сміттєзвалища;
- дати характеристику території полігону;
- оцінити сучасний стан ґрунтового покриву в умовах локального забруднення;
- визначити видовий склад рослинного покриву та лучного фітоценозу прилеглих територій;
- здійснити оцінку ступеня екологічної небезпеки від забруднення довкілля в зоні впливу Грибовицького сміттєзвалища;
- проаналізувати рекультиваційну роботу на території полігону.

Об'єктом дослідження обрано Грибовицьке сміттєзвалище Львівської області.

Предмет дослідження – екологічний вплив Львівського полігону твердих побутових відходів на довкілля.

Методи дослідження. У роботі використано такі методи дослідження: польові маршрутні спостереження; лабораторні дослідження за загальноприйнятими апробованими методиками; математико-статистичні (оброблення та опрацювання отриманих даних).

Практичне значення одержаних результатів: отримані результати досліджень можуть бути використані при проведенні моніторингу дегазованих ландшафтів у зоні нагромадження твердих побутових відходів та при їх фіторемедіації.

Апробація результатів дослідження. Результати проведених теоретичних та практичних досліджень доповідались та обговорювались на засіданні студентського наукового гуртка кафедри екології.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Екологічна проблема твердих побутових відходів

З розвитком науково-технічного прогресу сфери діяльності людини розширюються, збільшується вплив результатів її діяльності на навколишнє природне середовище за рахунок оволодіння джерелами енергії, розвитком виробництва. Водночас, слід наголосити, помітно збільшилися й продовжують збільшуватися величезними темпами кінцеві продукти діяльності людини, тобто те, що людина відсортовує як «відходи», що нажаль, спричиняє викидання в навколишнє природне середовище в досить істотній кількості газоподібних, рідких і твердих забруднювачів.

Проблема покращення (очищення) навколишнього середовища нікого не залишає байдужим, і усвідомлення необхідності екологізації нашого життя й життя прийдешніх поколінь повинно стати пріоритетним напрямом державної політики.

Екологічна небезпека сміттєзвалищ, окрім відчуження родючих земель, проявляється у виділенні біогазу, фільтрату та пожежах твердих побутових відходів, які спричиняють техногенний вплив на довкілля та біоту. Питанням екологічного стану та техногенної небезпеки сміттєзвалищ присвячені наукові праці багатьох українських та закордонних вчених – М. С. Мальованого, О. Бутін, В. М. Шмандія, А. С. Середа, В. Біланюк, В. В. Снітинського, Н. Ю. Голець, Ю. О. Малик, Н. М. Гринчишин, М. М. Близнюк, В. П. Кучерявий, С. В. Максимової, В. А. Лозинський, В. І. Нікулішин, К. Р. Третьак, К. Р. Шило, Ю. І. Скорика, О.Я. Голодовська, М.І. Пастернак, Н. П. Попович, R. S. Worman, D. M. Watson, W. E. Sopper, L. T. Kardes та ін [2, 4, 6, 11, 23, 25, 27, 28, 46, 47, 48, 57].

З метою охорони водних ресурсів, атмосферного повітря, ґрунтів, а також утилізації коштовних компонентів, що містяться у відходах, розробляють і впроваджують різні промислові технології знешкодження і

переробки відходів, включаючи методи термічного і біотермічного знешкодження й інші технологічні прийоми їхньої переробки.

Полігони твердих побутових відходів становлять величезну небезпеку для довкілля, зокрема для ґрунтів, поверхневих та підземних водних джерел, а також для біоти, особливо для жителів навколишніх поселень. Це має величезну актуальність у випадку існуючих полігонів, навіть законсервованих, особливо для тих, які збудовані з недотриманням чинних сьогоденні нормативних документів. На полігонах ТПВ утворюються шкідливі гази, такі як метан, сірководень, вуглекислий і чадний газ тощо. Ще одним продуктом розпаду відходів є фільтрат, що забруднює ґрунт і ґрунтові води.

Багатобічне й глибоке рішення проблеми утилізації і переробки побутових відходів – довготривалий і клопіткий процес, яким займаються ряд поколінь учених, науковців, екологів, технологів, економістів, робітників різних профілів і багатьох інших спеціалістів.

Через швидкі глобалізаційні процеси людство неминуче перетворює Землю на велетенський смітник. Внаслідок того, що тверді промислово-побутові відходи розміщені на несанкціонованих сміттєзвалищах величезні площі родючих земель, шляхом відчужування активно виключаються з сільськогосподарського використання, призводячи до зміни природних ландшафтів місцевості та рельєф земної поверхні, порушуються сформовані біогеоценотичні зв'язки, знищується покрив, як рослинний так і ґрунтовий. Більше 160 тис. га українських земель зайняті відходами виробництва та споживання і щорічно відбувається збільшення їх площ на 3 - 4 тис. га.

Введені в дію потужності в Україні, достатні для переробки тільки 12 % твердих побутових відходів (ТПВ) які утворюються, а залишки складуються на сміттєзвалищах, яких офіційно налічується 770. Переважна кількість звалищ (від 80 до 90 %) працює у режимі перевантаження, з порушеними проєктними показниками щодо обсягів надходження відходів, за відсутності охоронних заходів, спрямованих на попередження засмічення ґрунтів і повітря.

Якщо ж скористатися статистикою відходів, то за даними Мінрегіону в нашій країні за 2020 рік утворилось понад 54 млн. м³, а за 2021 рік – понад 51млн. м³, які захоронюються на 6,7 тис. сміттєзвалищах і полігонах, із площею майже 9 тис. га (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Сучасний стан відходів в Україні

Варто відмітити, що переважна кількість відходів припадає на багатомільйонні міста. Відходи урбанізованих міст представляють собою серйозну токсикологічну проблему, страшну епідеміологічну, адже вже на стадії збирання близько 4% відходів є супертоксичними. Проблему становлять синтетичні матеріали та пластмаси, які не можуть руйнуватися навіть під впливом складних біологічних процесів та можуть роками акумулювати та мігрувати в об'єктах довкілля. В індустріально розвинених країнах світу аналізують зростання кількості ТПВ кожні п'ять років, і дослідженнями підтверджують їх збільшення в середньому на 10%, тому

благополуччя та саме існування теперішньої світової спільноти напряду залежать від ефективного розв'язання проблеми ТПВ.

Негативний вплив на природні агробіогеоценози при розміщенні відходів полягає в порушенні ландшафтів, засміченні ґрунтів, забрудненні повітря, вод, як поверхневих так і підземних, що призводить до порушення екологічної рівноваги природних екосистем, зміни умов мешкання й здоров'я людей.

1.2 Принципи комплексного керування відходами (ККВ)

Система управління відходами – це стратегія, комбінація технологій і заходів, що включає як організацію збирання відходів, їх утилізацію, а також передбачає переробку, спалювання, захоронення, біоремедіацію, перетворення відходів у енергію та заходи щодо мінімізації кількості відходів. Відомий експерт у проблематиці рециклінгу відходів П. Кеннет стверджував, що «сміття – це не речовина, а мистецтво змішувати разом різні корисні речі і предмети», з утворенням токсичної суміші. Всі складові суміші можна вживати занову (рециклінг), використовувати для одержання нових речей (ресайклінг, апсайклінг, даунсайклінг), віддати назад в природу (компостування).

Але побутові відходи – не тільки забруднення довкілля, а й перспективний сировинний ресурс, який в Україні не використовується раціонально: з 1 т загальної купи сміття отримують в середньому 170 кг біогазу, 210 кг компосту, 300 кг макулатури, скла, тканини, деревини та пластмас. Слід зазначити, що грамотне використання вторинних матеріалів дало б змогу вирішити цілий ряд економіко-екологічних питань.

Раціональне керування відходами залежатиме від розуміння кожного з нас глобальної проблематики. Оскільки, кожен мешканець планети є основним виробником твердих побутових відходів, і зобов'язаний зробити

свій вибір стосовно первинної мінімізації відходів, сегрегації сміття й рециклінгу.

На компонентний (морфологічний) склад ТПВ (рис. 1.2) впливають кліматична зона, геолого-геоморфологічна основа природних комплексів, доходи населення, місцеві традиції.

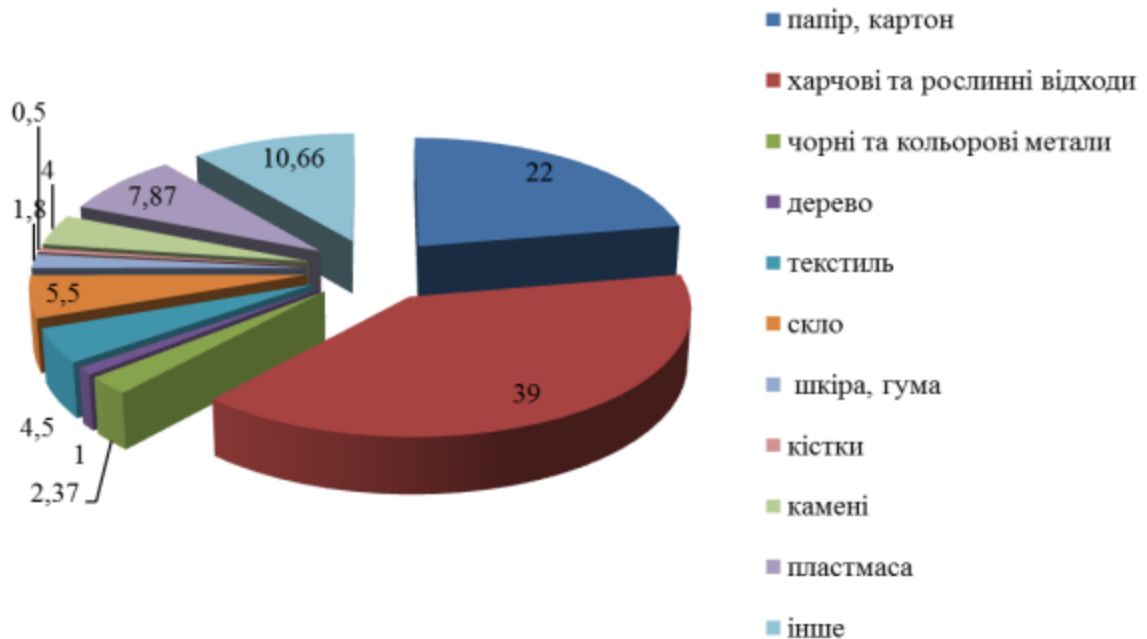


Рисунок 1.2 – Морфологічний склад твердих побутових відходів









Нетрадиційний підхід до вирішення проблематики полягає в тому, що простіше навчитися розділяти сміття, і контролювати вторсировину, що потрапить до контейнерів, ніж те, що потрапляє зі звалища у довкілля.

У світовій практиці поводження з відходами стратегія управління ними зазнала суттєвих трансформацій. В кінці ХХ ст. у розвинених країнах прийнята концепція комплексного керування відходами (ККВ), яка передбачає, що побутові відходи складаються з різноманітних компонентів, які в жодному разі не можна змішувати, а їх ресайклінг здійснювати окремо один від одного найвигіднішими методами, враховують і екологічні, і економічні. Окрім цього доповнювати традиційними методами – ліквідаційний термічний та захоронення, невід’ємним етапом утилізації

відходів повинні стати підходи щодо мінімізації обсягів залишкових продуктів, ресайклінгу, компостування.

Якщо узагальнити в ЄС загальноприйнятні директиви, які регламентують поводження з відходами, то більшість з них будуть направлені на якомога найбільшу реутилізацію відходів та щоб якомога менше їх потрапило на сміттєзвалища чи на видалення (рис. 1.3). Важливо, що кожна з директив зумовлена зробити поводження з відходами більш безпечним для довкілля та людини.

З 01 січня 2018 року наша країна зобов'язалася, відповідно двом Директивам ЄС – 1999/31/ЄС та 2008/98/ЄС, які врегульовують поводження зі сміттям у країнах Європи, сортувати все сміття за видами матеріалів, а також розділяти його на придатне для повторного використання, для захоронення та небезпечне.

Поводження з побутовими відходами	 Україна (2019), дані Мінрегіону України, млн т	 Країни ЄС (2019), дані Євростату, млн т	 Швеція (2019), дані Євростату, млн т	 Польща (2019), дані Євростату, млн т
 Всього утворено відходів	9,23	241	4,377	10,863
 Захоронення, видалення	8,69 (94,1 %)	61 (25,3 %)	0,035 (0,8 %)	4,808 (44,3 %)
 Спалювання	0,25 (2,7 %)	64 (26,6 %)	2,241 (51,2)	1,439 (13,2 %)
 Перероблення	0,26 (2,8 %)	69 (28,6 %)	2,101 (48,0 %)	4,616 (42,5 %)

Дані підготовлено Аллою Войціховською

Рисунок 1.3 – Поводження з побутовими відходами в Україні та країнах ЄС

Ієрархічна структура у сфері відходів (рис. 1.4) визначає пріоритетність для досягнення цілей циркулярної економіки та передбачає, що на першій сходинці повинні передувати заходи по первинній мінімізації відходів, потім рециклінгу, а саме апсайклінг, даунсайклінг, фрісайклінг, а в кінцевому етапі – заходи щодо реутилізації або захоронення тих відходів, які не піддаються ресайклінгу.



Рисунок 1.4 – Ієрархічна структура комплексного керування відходами

Зменшення загальної кількості відходів і зниження їх токсичності можна досягти шляхом перебудови відносин виробників й споживачів на продукти та упаковку, що призводять до мінімізації відходів. У розвинутих країнах даною проблематикою займаються спеціалізовані муніципальні компанії. Екологи зазначають, що значна кількість пластикових упаковок, які щодня використовуємо, є «antienvironmental» – шкідливий для природного середовища, для прикладу, літрові пакети соку, складаються з фольги, пластику й картону; банки для кетчупу є еластичні, – виготовлені з декількох типів пластика, а отже, вторинній переробці не піддається така упаковка.

Наступним кроком в ієрархії є сегрегація відходів, що передусім зумовлена виділити токсичні елементи, сировина після зношування для рециклінгу, органічні компоненти для компостування.

Така чітка структуризація – головна новація, якої в майбутньому повинна буде дотримуватися Україна (рис. 1.5). За кордоном (Німеччина,

Угорщина, Канада та ін.) полігони зі сміттям перетворили на рекреаційні центри [25, 41].



Рисунок 1.5 – Ієрархія пріоритетів поводження з відходами

У країнах з найбільш розвиненою системою поводження з відходами реалізовується оптимальна організація рециркування й утилізації відходів (рис. 1.7), яка є комплексною та охоплює значно більше технічних елементів, а не лише обмежується збиранням змішаних відходів та їхнім вивезенням на полігон (рис. 1.6). На жаль, поки що дана система є найбільш розповсюдженою для України, проте вона не вважається прийнятною.



Рисунок 1.6 – Найпростіша модель поводження із відходами

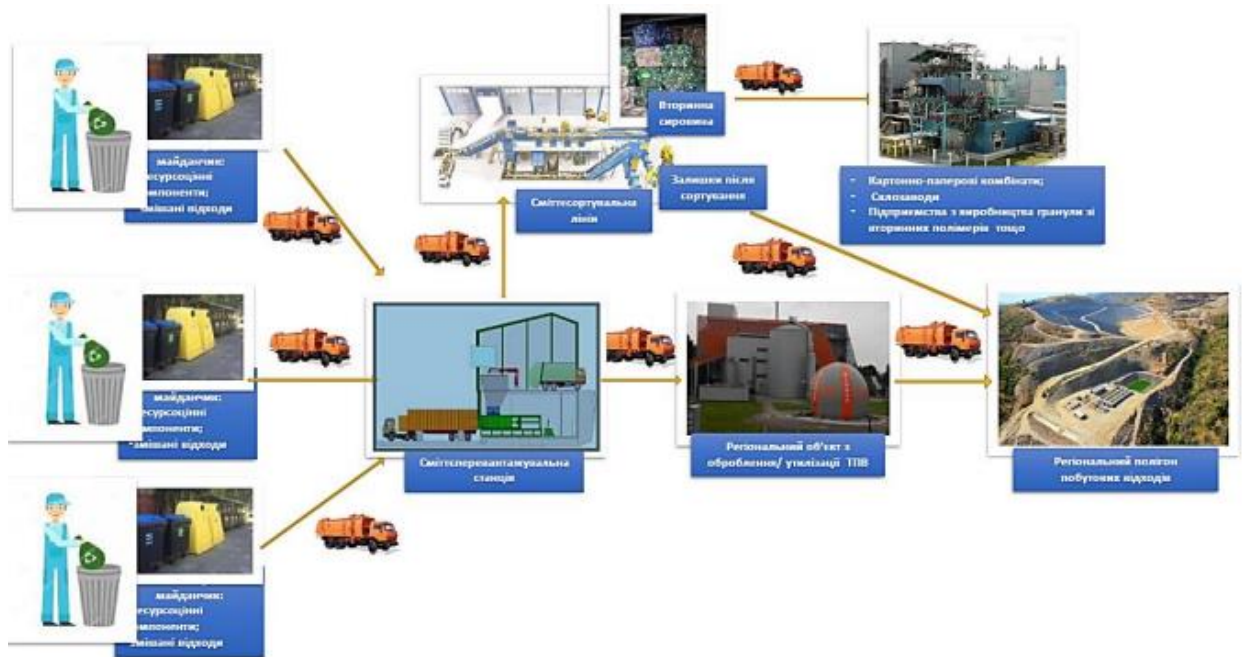


Рисунок 1.7 – Оптимальна регіональна модель організації поводження із відходами

На сьогоднішній день, гостро постала проблема з їх керованістю, тобто можливістю своєчасного та ефективного поводження з ними. Нажаль, з кожним роком підвищується їх кількість, а шкода від несвоєчасного їх освоєння призводить до вкрай шкідливих наслідків як навколишньому природному середовищу в цілому, так і кожній особі зокрема, що в результаті ставить під загрозу екологічну безпеку в країні.

Характеристика керування ТПВ у розвинених країнах світу наведена в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика керування ТПВ у деяких країнах

Країна	Характеристика керування
1	2
Швеція	Відповідно до Екологічного кодексу Швеції, кожен муніципалітет відповідає за транспортування й утилізацію побутових відходів у межах муніципалітету, повинен інформувати про поводження з відходами. За законом кожен муніципалітет видає власний наказ про відходи та санітарію, який складається з плану відходів та правил поводження з відходами. Муніципалітети можуть співпрацювати та розробляти спільні регіональні плани з відходів, активно працюють над підвищенням ставок для запобігання виникнення відходів та сприяння повторному їх використанню. Нові правила та інструкції Шведського агентства з охорони навколишнього середовища щодо планів комунальних відходів для запобігання та поводження з відходами набули чинності 1 травня 2017 року. З того часу ще більше уваги приділяється запобігання відходів. Співпраця в межах муніципалітету та з іншими зацікавленими сторонами є важливою в процесі розробки плану [14, 51, 57];
Німеччина	утилізація відходів здійснюється шляхом їх сортування та подальшої переробки. Відходи, які не підлягають переробці, спалюються з отриманням тепла та електроенергії. Не передбачені санкції, практикуються заохочення [23, 56];
Франція	система утилізації відходів передбачає сортування відходів на 2 фракції: вторинна сировина та інші відходи. Передбачені урни для одягу. Немає покарань чи заохочень;
Польща	сортування відходів здійснюється на 5 фракцій, які згодом утилізуються як вторинна сировина. Відходи, які неможливо переробити, захороняються на полігонах ТПВ з системою дегазації для отримання тепла та електроенергії [49];

Продовження таблиці 1.1	
1	2
Австрія	впроваджуються нові технології перетворення відходів на ресурс – коли сміття стає сировиною для виробництва нових речей. Застосовують біотехнологію, що дозволяє розщепляти пластик. Так забезпечується «колообіг пластику»: відходи від одного продукту використовуються для створення іншого [49];
Велика Британія	є одним із світових лідерів в технології перетворення харчових відходів на енергію із застосуванням «анаеробного розщеплення» – використання бактерій для переробки харчових відходів й отримання біогазу та біодобрива. Місцева влада регулює вартість роздільного збору шляхом стягнення плати за надання ємностей для змішаних відходів, але контейнери для компостування і роздільного збору надають безкоштовно;
Фінляндія	зручні точки збору відходів мають як житлові будинки, так і магазини та підприємства. Практикується система заставної вартості упаковки – коли при купівлі продукту покупець платить ще й за упаковку;
США	управління відходами на рівні міст здійснюється в комплексі, де задіяні й муніципальна влада, й приватний бізнес, й населення відповідно до програм;
Японія	«Закон про поводження з відходами та публічне очищення» та «Керівний посібник для розробки місцевого плану поводження з відходами» визначають категорії відходів та окреслюють основні положення управління ТПВ. Існує 6 нормативних документів, що стосуються окремих продуктів, які відображають концепцію розширеної відповідальності виробників, діють «Закон про сприяння ефективному використанню ресурсів» і «Закон про зелені закупівлі».

Що стосується важливості комунікаційних заходів запобігання вироблення відходів та їхньої максимальної реутилізації, то її не можна недооцінювати. Комунікацію здійснюють на усіх рівнях: від органів місцевого самоврядування до екіпажів сміттєвозів, прибиральників, громадських активістів та громадських організацій, вчителів, вихователів, науково-педагогічних працівників ВУЗів. І чим швидше активізувати таку комунікацію, тим кращі будуть результати для довкілля.

1.3 Способи зменшення негативного впливу смітників і полігонів побутових відходів та принципи їх проєктування

Ресайклінг твердих відходів є найбільшим викликом для влади як малих, так і великих міст, гострою та широко поширеною проблемою в багатьох розвинених країнах і країнах, що розвиваються. Рішення щодо керування ТПВ мають бути фінансово стійкими, технічно здійсненними, соціально, юридично прийнятними та відповідати екологічним стандартам.

Європейська та світова практика у сфері поводження з твердими побутовими відходами ставить за мету запобігання і зменшення виробництва відходів та їх шкідливого впливу, – шляхом вторинного використання відходів за допомогою переробки. Майже всі компоненти твердих побутових відходів можуть бути повторно використані, що призведе до мінімізації утворення сміття та не потрапляння їх на сміттєзвалища.

Санкціоновані звалища – дозволені місцевими органами влади території (існуючі майданчики) для розміщення промислових і побутових відходів. На відміну від полігонів, не облаштовані відповідно до вимог санітарних норм і правил та використовуються з відхиленнями від вимог санітарно-епідеміологічного нагляду. Несанкціоновані звалища – території, які використовуються, але не призначені для розміщення на них відходів. Наразі в кожній області України прийнято регіональні програми (стратегії)

поводження з ТПВ, за якими планується закриття усіх звалищ і облаштування полігонів.

Полігони твердих побутових відходів є інженерними спеціалізованими спорудами, призначеними для видалення, знешкодження і захоронення ТПВ, та повинні забезпечувати безпеку населення, зокрема санітарно-епідеміологічну. На полігонах забезпечується статична стійкість ТПВ з дотриманням певних елементів: динаміки ущільнення, мінералізації, виділення біогазу, допустимого натиску на одиницю площі, з раціональним використанням ділянки після рекультивації полігонів [34].

Під звалища та полігони вилучаються із сфери ефективного економічно-господарського використання значні земельні площі, нещадно забруднюється довкілля. Непередбачуваність складу суміші компонентів побутових відходів обумовлює некерованість процесів конвективно-дифузійного переносу та трансформації речовин, фізико-хімічних та біохімічних процесів, які відбуваються в тілі полігону чи звалища з утворенням шкідливих хімічних сполук, в тому числі токсичних, які, мігруючи до навколишнього середовища, негативно впливають на його компоненти.

Тому необхідним стає впровадження на полігонах ТПВ природоохоронних заходів, які дозволять знизити їх навантаження на довкілля.

Великогабаритним біореактором являє собою кожний полігон та сміттєзвалище, в надрах якого, внаслідок анаеробного розпаду органічних фракцій ТПВ утворюється біогаз або звалищний газ, який є величезним енергетичним потенціалом. Газ у тілі полігонів часто загоряється, що призводить до виділення продуктів згоряння в атмосферу, а також відбувається перенасичення біогазом ґрунтового середовища, що спричиняє асфікцію кореневої системи рослин; посилення парникового ефекту внаслідок емісії біогазу, що є причиною зміни клімату на планеті.

Враховуючи всі негативні чинники, – з метою зменшення ймовірності загорання необхідним заходом є правильно зробити проектування, а потім з

дотриманням вимог – експлуатувати систему збору біогазу. Саме тому, запобігаючи пожежам на звалищах необхідно вчасно засипати верхній шар землею для ущільнення відходів, щоб усунути доступу кисню.

Для виведення сміттєзвалища із експлуатації та зниження його небезпечного впливу на довкілля слід проводити рекультивацію та фіторе mediaцію його поверхні.

Створення рекультиваційного вкриття при рекультивації сміттєзвалищ є обов'язковим заходом.

Процес рекультивування полігонів ТПВ включає в себе комплекс дій направлених на максимальне наближення земель до первинного стану. Всі полігони з часом виходять з експлуатації, період якої визначений у проєктній документації та після його закриття піддається рекультивації. Якщо антропогенне навантаження є високим, то даний період експлуатації не повинен перевищувати п'ять років (допустиме перевищення проєктного рівня заповнення полігону – до 10%). Штучне відновлення родючості едафотопу проводять після досягненням звалищем проєктного рівня акумулювання відходів на території з необхідністю проведення технологічних операцій: постійний моніторинг показників забруднюючих речовин у атмосфері, ґрунтах та поверхневих водах, спостереження за станом рослинності та донних відкладень на рекультивованих ділянках [7].

Отже, важливим етапом перед закриттям полігону є накриття останнього шару сміття ізолюючим шаром ґрунту (ущільнення якого складає не менше 750 кг/м^3). На поверхневому шарі розміщують піщану подушку з опуклого профілю під кутом нахилу в 2% [27], а потім ще укладають два шари ґрунтової ізоляції для кращого зчеплення з основою – дренажним шаром для фільтрації води, як дощової так і талої (рис. 1.8). Поверхневий ізолюючий ґрунтовий шар повинен бути вкритий живильним ґрунтом (0,2 – 0,5 м).



Рисунок 1.8 – Схема конструкції захисного екрану поверхні полігону

Отже, при закритті та рекультивації сміттєзвалищ і перетворення їх на екологічно безпечні об'єкти необхідно виконати завдання [19]:

1. Обумовлення термінів закриття полігону та визначення термінів умов його функціонування.
2. Обов'язкове створення систем виведення фільтратів з полігону та збирання звалищного газу.
3. Утилізація різних продуктів розкладу сміття.
4. Будівництво окремих систем для збирання відносно чистих атмосферних опадів та їх відведення.
5. Проектування системи для очищення полігонного інфільтрату.
6. Розробка проєктної документації, щодо поетапного рекультивування полігону та його покрокова реалізація.

Саме тому, стратегічна програма України з поводження з твердими побутовими відходами направлена на створення комплексної мережі моніторингу показників забруднювачів на звалищах ТПВ та перетворення їх у місця безпечні для довкілля та людини [7, 49, 51].

Фіторе mediaція є одним із першочергових заходів зниження негативного впливу деастрованих ландшафтів на довкілля, що полягає у прогнозуванні, дослідженні та використанні фітоценозів: природних – вивчення динаміки

рослинних угруповань, що спонтанно з'явилися на сміттєзвалищі (сингенетична стадія сукцесії) та продовжують розвиватися (ендоекогенетична стадія сукцесії), а також створених людиною рослинних систем, – для поліпшення геохімічних, геофізичних, просторових, біотичних та естетичних характеристик довкілля, проектуванні штучних рослинних угруповань з високою здатністю до перетворення фізичного середовища.

У своїх численних працях науковці підтверджують, що без втручання людини процеси формування трав'яного рослинного покриву на сміттєзвалищах відбувається швидко, що є позитивним явищем, адже збагачує едафотоп та сприяє розвитку стійких рослин-фіторемедіантів.

Сучасні фітотехнології дають змогу обмежувати радіальну й латеральну міграцію нестійких (лабільних) форм токсикантів, сприяють акумулюванню їх в рослинах, а також здійснити очищення забруднених об'єктів агробіогеоценозів. Вивчення процесів гіперакумуляції ксенобіотиків рослинами-ремедіантами, триває останні 20 років, і є перспективним планом у процесі відновлення екологічної рівноваги на планеті [1, 5, 21, 34].

Щоб значно полегшити навантаження на природне середовище, необхідно зменшити обсяги утворення ТПВ їхніми утворювачами, що направляються на сміттєзвалище та потребують захоронення. Недорогим та ефективним методом вирішення даної проблеми, і виконання цієї мети може досягатися за допомогою просвітницьких заходів серед населення основних виробників таких відходів.

В Україні запроваджується підґрунтя для ефективного і водночас ощадливого інструменту управління відходами, коли виробники продукції, несуть відповідальність за весь цикл «життя» продукту, та після споживання/використання зобов'язується реутилізувати відходи. Актуально, що роздільне збирання, перевезення та контроль до кінця етапу «життєвого циклу» відходів у складі побутових буде фінансуватися не за рахунок тарифу від населення, а за рахунок внесків від виробників продукції (рис. 1.9).



Рисунок 1.9 – Роздільне збирання побутових відходів

Система розширеної відповідальності виробників кожного з певних видів продукції буде впроваджуватися крок за кроком певними законами. Відходи, що підпадають під дію такої системи, споживачі будуть зобов'язані передавати до спеціалізованих компаній, створених організаціями розширеної відповідальності виробників (спеціалізовані пункти збору, облаштовані вуличні контейнери і т.ін.).

Решту побутових відходів будуть передавати до муніципальних систем управління побутовими відходами, за реалізацією директив яких відповідають органи місцевого самоврядування.

Розроблена науковцями [34, 40] типологія полігонів дозволяє ефективно спроектувати комплекс організаційних та практичних заходів для виведення сміттєзвалищ із експлуатації шляхом рекультивації та фіторемедіації у залежності від їх класифікаційних ознак та регіональної приналежності.

1.4 Вплив важких металів на людину та довкілля

Міграція хімічних елементів у ландшафтах Лісостепу має біогенний та механічний характер, обумовлений біогенною концентрацією поживних елементів і механічним розсіюванням хімічних елементів, у тому числі важких металів.

В агроecosystemі підсистему ґрунт-рослина розглядають як початкову ланку трофічного ланцюга «ґрунт-рослина-тварина-людина». Надлишок важких металів викликає пригнічення росту та розвитку рослин через порушення обмінних процесів, зниження інтенсивності фотосинтезу.

Ґрунти є акумуляторами великої кількості різних забруднювачів, які можуть включатися в процеси колообігу речовин в біосфері, спричиняють токсичний ефект, який становить загрозу як для навколишнього середовища, так і для людини зокрема [11, 44]. Найінтенсивнішого техногенного навантаження зазнає ґрунтовий покрив глибиною до 0,5 м. Існує низка літературних джерел, які підтверджують, що ґрунти, а особливо їх глинисті й органічні колоїдні компоненти, які служать чудовим сорбентом важких металів, можуть служити кінцевим або тимчасовим їх сховищем.

При значному забрудненні ґрунтів проходять процеси зміни й перебудови співвідношення мікроорганізмів, що відрізняється від незабрудненого, а також зміна деяких хімічних та фізичних властивостей едафотопу.

До тих пір, доки важкі метали міцно зв'язані з складовими частинами ґрунту і важкодоступні, їх негативний вплив на ґрунт і навколишнє середовище буде незначним. Але, якщо ґрунтові умови дозволяють перейти важким металам у ґрунтовий розчин, з'являється пряма загроза забруднення едафотопів, виникає можливість їх проникнення в рослини, а також у організми людей і тварин, які споживають ці рослини.

Більшість науковців [2, 48] зазначають, що важкі метали – найбільші забруднювачі рослин і водоймищ, при використанні мулу стічних вод. Загроза забруднення ґрунтів та рослин залежить від виду рослин, форм

хімічних сполук у ґрунті, наявності елементів, що протидіють впливу важких металів і речовин, які утворюють з ними комплексні сполуки, адсорбції і десорбції, кількості доступних форм цих металів у ґрунті та ґрунтово-кліматичних умов. Отже, негативний вплив важких металів залежить, суттєво, від їх рухомості, тобто, розчинності.

Аналізуючи літературні джерела, можна зробити такі висновки про характер поведінки важких металів у ґрунтах полігону ТПВ, такі як мідь, нікель, хром, кадмій, – їх вміст у ґрунті слабо змінюється з глибиною та майже не залежить від ландшафтного положення точки. Нагромадження у гумусовому горизонті виражена слабо. Тоді як свинець, залізо, цинк та марганець – є акумулюючими елементами у гумусовому горизонті, що може бути пов'язано із низьким характером гумусованості ґрунтів сміттєзвалища. Саме вони здатні потрапляти в організм людини трьома шляхами: 1) через атмосферне повітря з токсичним пилом; 2) через продукти харчування; 3) через питну воду.

Вони можуть спричинити отруєння організму, тяжкі захворювання життєво важливих органів та навіть становлять потенційну генетичну небезпеку.

Ґрунтовий покрив як природний буфер – здатний знижувати токсичну дію важких металів і регулювати надходження хімічних елементів в рослини і, як наслідок, організм тварин та людини.

З літературних джерел відомо, що на відміну від атмосфери і гідросфери, де спостерігаються процеси періодичного самоочищення від важких металів, ґрунт практично не має такої здатності до самоочищення. Метали, що накопичуються у ґрунтах, виводяться з нього вкрай повільно лише при вилугованні, споживанні рослинами, ерозії і дефляції [3, 42].

Забруднені території потребують життєздатного рослинного покриву з метою обмеження радіальної й латеральної міграції, запобігання забрудненню прилеглих сільськогосподарських угідь та прямому впливу на місцеві поселення. Фітоценози різних угруповань можуть вибіркового

поглинання різні метали: найбільш ефективна сорбція металів – цинку, міді, нікелю та марганцю. Контролювання та зниження їх рівня у екосистемі необхідно в першу чергу саме цих елементів. У наш час дикорослі та культурні види рослинних угруповань здатні протистояти патогенним організмам і паразитам, але їм адаптуватися до присутності екотоксикантів у постійно зростаючих концентраціях.

Важкі метали можуть накопичуватися в організмі людини, зокрема в кістках. Велика їх концентрація призводить до канцерогенної дії (спричиняє рак), захворювання на аутизм, порушення обміну речовин, захворювання серцево-судинної системи. небезпечні для живих організмів і важкі метали, бо вони високотоксичні, рухомі та біоаккумулятивні.

Оскільки важкі метали є екотоксикантами, які негативно впливають на довкілля та людину, тому питання міграції, транслокації та трансформації їхньої діючої речовини у об'єктах довкілля є одним з першочергових завдань.

2 ОБ'ЄКТ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Довідка про міський полігон твердих побутових та промислових відходів

У контексті широкого спектру екологічних проблем Львівщини проблему відходів слід розглядати як одну з найбільш актуальних. Таким потужним вогнищем дестабілізації екологічної ситуації є Грибовицьке сміттєзвалище (рис. 2.1).

Полігон твердих побутових та промислових відходів розташований за 3 км від північної межі м. Львова, поблизу с. Великі Грибовичі, Збиранка та Малехів. Функціонування його розпочали у 1969 року, згідно різних джерел інформації – площа складає від 33,3 га до 45,3 га. Об'єм середньорічного вивезення відходів складав 1,050 тис. м³. За час експлуатації у ньому накопичено понад 50 млн м³ сміття. До 1990 р. у його межах складували побутові токсичні відходи 1 – 3 класів небезпеки, а з 1990 року й токсичні промислові відходи 3 – 4 класів небезпеки. Заскладовані на звалищі ТПВ характеризуються значною пористістю та високим вмістом органічних компонентів, що створює передумови для активного розвитку мікробіологічних процесів розкладу органічної частини відходів. За приблизними оцінками експертів їх кількість становить 2 млн т.

На території Львівського полігону твердих побутових відходів є чотири ставки-накопичувачі кислих гудронів (понад 250 тис. т) – відходів Львівського нафтопереробного заводу (один із цих ставків засипано сміттям). За підрахунками науковців, загальна площа місць зберігання гудронів складає біля 5 га [34].

Сміттєзвалище розташоване в густозаселеному районі. Поруч із санітарно-захисною зоною розташовані значні масиви сільськогосподарських угідь, на яких вирощують продукцію для реалізації у Львові. У північно-східній частині зосереджена житлова забудова с. Великі Грибовичі.



Рисунок 2.1 – Еколого-техногенна небезпека Грибовицького сміттєзвалища

28 травня 2016 року на Львівському полігоні ТПВ у Грибовичах почалася масштабна пожежа, яку вдалося ліквідувати лише через два дні. Саме пірогенний фактор, зумовлений виділенням тепла при розкладанні відходів і призвів до самонагрівання відходів до +40-70°C. Самочинне виникнення горіння при недостатній тепловіддачі проявилось у вигляді поверхневих пожеж, тлінням у товщі, яке супроводжувалося виділенням диму. 30 травня під час збирання пожежно-технічного обладнання на території відбувся зсув сміття з висоти близько 90 метрів, унаслідок цього під завалами загинуло троє рятувальників. Полігон закрили і розпочали масштабну рекультивацію.

2.2 Технологічний контроль за експлуатацією полігонів

Сміттєзвалища та полігони твердих побутових відходів (ТПВ), як деастровані ландшафти, потребують всебічного дослідження та наукового обґрунтування змісту розроблених заходів протидії їх згубного впливу на довкілля та живі організми [1].

Організація роботи сміттєзвалища повинна відповідати технічним планам, тобто проєктованим експлуатаційним регламентам (включаючи технічні плани та графіки), передбаченим у проєкті полігону, а також встановленим інструкціям з прийому та зберігання відходів (рис. 2.2).

Технічна карта – це загальний вигляд місця полігону, який визначає послідовність проєкту відповідно до сезонів року, розташування місця зберігання твердих побутових відходів та місця відбору ґрунту для проведення ізоляційних робіт.

Головний плановий документ сміттєзвалища підтверджує експлуатацію на рік, у якому вказується щомісячне приймання певної кількості твердих побутових відходів, і включає визначення кількості добових карт зберігання відходів та вибір місця ґрунту для ізоляції твердих побутових відходів [7].



Рисунок 2.2 – Схема основних процесів та операцій, які виконуються при експлуатації полігону ТПВ

Оскільки, вивезені відходи до 1991 року ліквідовувалися відкритим спалюванням, це призвело до значного забруднення ґрунтів, кормових угідь важкими металами. З 1991 року утилізація побутових та промислових відходів здійснювалася за допомогою зсуву та засипання ґрунтом, відходами будівельних матеріалів, послідовним утрамбовуванням.

Загалом, на територіях звалищ твердих побутових відходів, найбільшого негативного впливу зазнає ґрунтовий покрив. Порушення, що виникають, можна поділити на три види – механічні, фізичні та хімічні (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Види порушення ґрунтового покриву на територіях сміттєзвалищ та полігонів твердих побутових відходів

Механічна руйнація ґрунтового покриву зумовлена відведенням під звалища побутових відходів земель, які раніше використовувались в сільському, лісовому господарствах; розміщенням побутових відходів на територіях, де попередньо не знімається родючий шар ґрунту; деформацією поверхні та формування акумулятивних форм рельєфу.

Фізичне порушення ґрунтів пов'язано зі змінами структури та складеності, ущільненням верхнього горизонту, погіршенням їх водного, повітряного та теплового режимів. Хімічне порушення ґрунтів зумовлене забрудненням різними токсичними речовинами, зменшенням вмісту поживних речовин, зміною кислотності та хімічного складу ґрунтового покриву.

При порушенні технологічного контролю за експлуатацією полігонів та порушенні вимог природоохоронного законодавства (порушення правил поводження з відходами) відбувається низка трагедій (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Низка невідповідних трагедій на Грибовицькому сміттезвалищі

У широкому комплексі заходів із охорони природного середовища значну увагу потрібно приділити комплексу робіт із відновлення земельних ресурсів, а саме фітореMediaції та рекультивації порушених територій, з метою відновлення продуктивності, господарської цінності землі; та повернення землі, як найбільш цінного природного ресурсу країни до цільового використання [3-6].

2.3 Складування твердих побутових і промислових відходів

Відходи виробництва та споживання негативно впливають на всі компоненти багатопверхової структури ландшафтів. Особлива небезпека пов'язана з проникненням забруднювальних речовин у ґрунт – геохімічний бар'єр, на якому відбувається накопичення небезпечних забруднювачів; а також у харчовий ланцюг та організм людини. Результати спеціальних досліджень, проведених науковцями за кордоном, засвідчують, що масштаб та інтенсивність негативного впливу великих полігонів на довкілля набагато більший, ніж вважається. Шляхи й механізми такої дії вирізняються підвищеною складністю і є недостатньо вивчені.

Промислові відходи утворюються при розробленні родовищ корисних копалин, їх збагаченні, переробці сировинного концентрату і використанні готового продукту.

Різноманітні відходи утворюються при переробці сировинного концентрату в готову продукцію на кожній технологічній операції у результаті фізико-хімічних процесів, при підвищених температурних режимах. Підприємствами утворюються більше 200 найменувань відходів основного та допоміжного виробництв (наприклад, доменні, феросплавні і сталеплавильні шлаки, зола, паливні шлаки, фуси, кисла смолка, кислі гудрони і та ін.). Вироби і матеріали, що втратили свої споживчі властивості утворюються при використанні готової продукції. До них відносяться,

наприклад, металобрухт, обладнання, що вийшло з ладу, виробі технічного призначення з гуми, пластмас, скла і та ін.



Рисунок 2.5 – Небезпека складування твердих побутових і промислових відходів

На сьогоднішній день розроблено спеціальні класи небезпечних відходів (рис. 2.6), згідно з якими регламентується їхнє вторинне використання (за можливості такого), видалення та утилізація. Дані речовини найчастіше є продуктами життєдіяльності промислових підприємств та різних суб'єктів господарювання.

Класифікація відходів – процес упорядкування даних про відходи, який включає: 1) ідентифікацію відходів відповідно до їх стану, складу і властивостей; 2) співвідношення з певним процесом утворення і видом економічної діяльності; 3) віднесення до будь-яких інших систем групування, що діють, або переліків (забруднень, вторинних ресурсів, токсикантів тощо),

категорій речовин, матеріалів і інших об'єктів; 4) віднесення до певних видів переробки, утилізації і видалення відходів.



Рисунок 2.6 – Класифікація небезпечних відходів

Особливо небезпечними є відходи, що містять у своєму складі ртуть, їх потрібно правильно зберігати та транспортувати. Випари ртуті здатні просочуватись у повітря, ґрунт і воду, наносячи величезну шкоду екологічній системі.

Класифікація відходів забезпечує інформаційну підтримку у вирішенні широкого кола питань пов'язаних з управлінням відходами: 1) оцінка впливу відходів на навколишнє природне середовище; 2) розроблення вимог щодо захисту навколишнього середовища та людини від шкідливої дії відходів (на етапі утворення, зберігання, видалення тощо); 3) розроблення методів утилізації відходів; 4) розроблення методик визначення економічних показників у сфері поводження з відходами (екологічний податок, екологічні збитки, тощо); 5) нормативно-правове регулювання; 6) тощо.

2.4 Природно-геологічна ситуація Грибовицького сміттєзвалища

Важливу роль у акумуляції та трансформації забруднень відіграють природні умови розташування сміттєзвалища. Науковими дослідження підтверджено, що воно розміщене у несприятливих умовах щодо експлуатації цього екологічно небезпечного об'єкта. До найважливіших чинників відносять рельєф, геологічну будову, гідрогеологічні умови, клімат, ґрунти.

Рельєф району сміттєзвалища і прилеглих територій дуже строкатий. Ділянка, на якій воно розміщене, приурочена до зони зчленування горбистої височини Розточчя та Малехівського лесового пасма Малого Полісся.

Територія сміттєзвалища охоплює південно-східні схили та вершинну поверхню невеликого за площею локального вододілу, утвореного верхів'ям долини р. Малехівка і безіменного потоку, який протікає через с. Малі Грибовичі та впадає у р. Стара.

Ділянки, що безпосередньо прилягають до нього, розчленовані численними глибоко врізаними (50–70 м) ярами, які полегшують проникнення забруднень у товщу гірських порід і поширення їх практично в усіх напрямках.

В літературних джерелах відзначено, що у геологічному розрізі району бере участь строкатий комплекс відкладів верхньої крейди, неогену та четвертинної системи. Практично всюди з поверхні залягають різні за генезою та літологічним складом накопичення плейстоцену. Найбільше поширені серед них еолово-делювіальні лесові супіски і суглинки. Вони суцільним плащем покривають Малехівське лесове пасмо, вододіли та схили височини Розточчя. Такого типу породи залягають і безпосередньо під смітником. Товщина шару цих відкладів під сміттям становить 8–10 м. У міжпасмовій улоговині, долинах річок і потоків та днищах ярів і балок залягає товща алювіальних, алювіально-пролювіальних та алювіально-делювіальних відкладів голоцену й верхнього плейстоцену. Вони

представлені супісками, суглинками, дрібнозернистими пісками, часто заторфованими. Загальна їхня потужність коливається від 4 до 12 м.

Маючи виразну геоморфологічну приуроченість – неогенові відклади підстелюють описані вище товщі четвертинного віку і мають виразну геоморфологічну приуроченість. Вони поширені лише в межах височини Розточчя, власне під тілом сміттєзвалища. Їхня потужність коливається в дуже широких межах – від 10–15 до 35–50 м і контрольована глибиною залягання верхньокрейдових мергелів. Неогеновий комплекс представлений переважно різнозернистими кварцовими пісками з прошарками вапняковистих пісковиків та хомогенних ратинських вапняків. На окремих ділянках товщина шарів піску зменшується і в розрізі переважають вапняки.

Верхньокрейдові відклади на досліджуваній території представлені мергелями маастрихтського ярусу. Вони, на відміну від накопичень неогену, поширені на всій території. Характерною особливістю їх є значний діапазон коливання глибини залягання, яка змінюється від 16 до 82 м. Такі масштабні коливання глибини залягання мергелів значно впливають на умови формування підземних вод і напрям їхнього руху.

У верхній частині товщі мергелів зафіксована кора звітрювання, складена мергелистою глиною. Її потужність змінюється в широких межах – від 1–3 до 5–10 м. І такий глинистий шар над тріщинуватими осадовими гірськими породами змішаного глинисто-карбонатного складу сприяє формуванню напору у водоносному горизонті й покращує їхній природний захист від забруднення.

Отже, гідрогеологічні особливості району є ключовими природними чинниками, які визначають формування трьох водоносних комплексів: четвертинний, неогеновий і верхньокрейдовий. Практично всіх їх використовують для водопостачання прилеглих населених пунктів.

Важливою особливістю вод цього горизонту є достатньо близьке від поверхні залягання, непогана якість води і водночас висока вразливість до антропогенного забруднення (через абсолютну природну незахищеність).

Вод цього водоносного горизонту в межах вододільної частини Розточчя, де власне розташований полігон, нема завдяки сильному і глибокому розчленуванню цієї частини території.

Четвертинний водоносний горизонт алювіально-делювіальних та алювіально-болотних відкладів, що формується у внутрішньопасмовій улоговині, яка безпосередньо прилягає до південно-східної межі звалища (до збірників фільтрату), залягає практично біля поверхні, не має жодного природного захисту і найбільше піддається його впливу.

Водоносні горизонти неогену утворюють потужну гідравлічно зв'язану водопроникну систему зустрічаються спорадично, та у сприятливих для цього геологічних умовах формування, розвантажуються у вигляді глибоких ярів. З огляду на повну відсутність прикриття та захисту від несприятливих, шкідливих дій, впливів, вони є вразливими до забруднення.

Верхньокрейдвий водопроникний шар гірської породи, що вміщує воду та залягає над водонепроникним пластом є найпоширеніший і належить до артезіанських, в якому глибина залягання рівня води змінюється в дуже широких межах. Безпосередньо під смітником він зафіксований на глибині 42 м, а у днищі яру, південніше с. Збиранка – на глибині 6 м. У с. Збиранка, більшість водоносних горизонтів здреновані, тому водозаборів не використовують. Лише водопостачання відбувається з четвертинного і крейдового водоносного горизонту.

Карта п'єзоізогіпс, збудована за даними буріння низки глибоких свердловин, відображає, що територія сміттєзвалища є не лише вододілом у рельєфі, а й вододілом підземних вод. Звідси вони розтікаються в напрямі найближчих дрен, якими є глибокі яри, що оточують сміттєзвалище. Тобто ці води рухаються в напрямі сіл Великі й Малі Грибовичі, Збиранка, Малехів та м. Дубляни.

З урахуванням рельєфу місцевості, у якій протікає струмок, та гідрогеологічних умов району можна стверджувати, що джерелами

забруднення його вод є сміттєзвалище та господарська діяльність мешканців с. Великі Грибовичі.

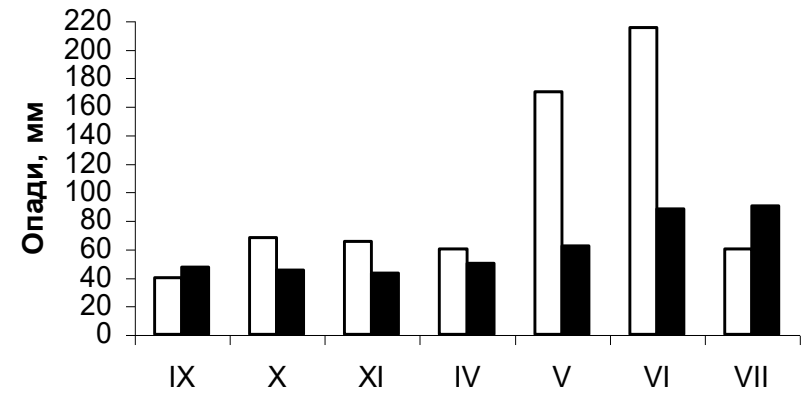
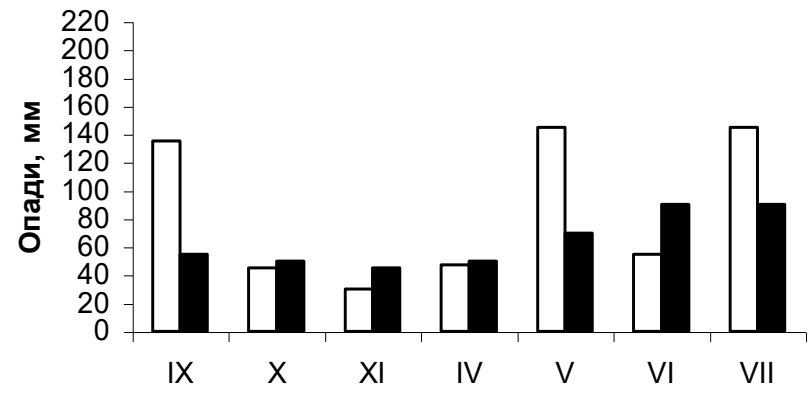
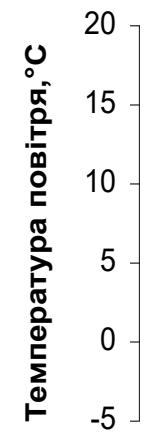
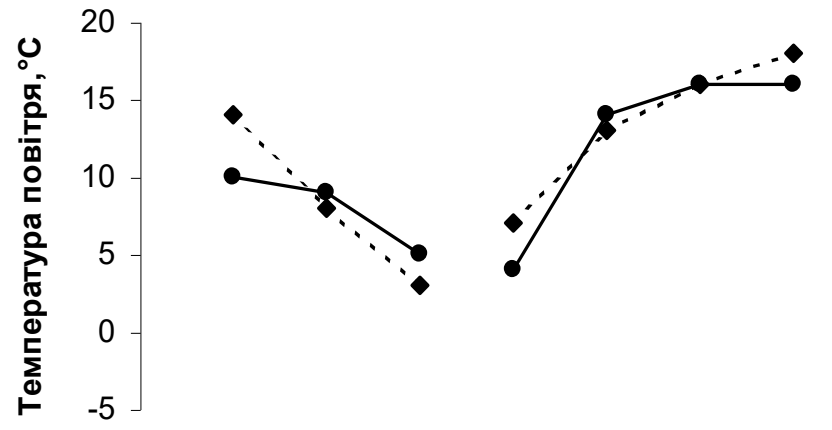
Отже, Львівський полігон твердих побутових відходів відносимо до об'єктів підвищеної техногенної небезпеки, який розташований у непридатних природних умовах.

2.5 Кліматичні показники Західного Лісостепу

При вивченні забруднення важкими металами ґрунтів необхідно застосовувати комплексний підхід, розглядаючи не лише вміст самих металів, але й умови в яких відбувається їх накопичення, зокрема, кліматичних умов, із урахуванням рози вітрів, зв'язком з геоморфологічними структурами, формами рельєфу, віддаленістю від джерела забруднення, об'ємом викиду поллютантів в атмосферний простір не лише від локальних джерел але й автотранспорту.

Кліматичні умови району впливають на загальну екологічну ситуацію довкола сміттєзвалища та зумовлюють високу акумуляцію і транслокацію забруднень. Провідну роль у цьому відіграють такі чинники, як зволоженість досліджуваної ділянки, вітровий і температурний режими.

За співвідношенням кількості опадів і випаровування район відноситься до зони надмірного зволоження. Середньобагаторічна сума опадів, за даними метеостанції Львів, становить 687 мм. Їхній розподіл за сезонами року вкрай нерівномірний. У січні–березні випадає 10–30 мм, у червні–липні – 80–100 мм. Це значно впливає на обсяги накопичення фільтрату, максимум якого припадає на весняно-літній період. Підвищені температури в теплу пору року сприяють активному розвитку процесів випаровування, накопичення неприємного запаху і поширенню його вітром на значні відстані.



Опади
 в роки досліджень (білий прямокутник)
 середнє багаторічне (чорний прямокутник)

Температура повітря
 в роки досліджень (лінійка з колами)
 середнє багаторічне (лінійка з ромбами)

Рисунок 2.7 – Кліматичні показники в роки досліджень

Кліматичні умови за роки досліджень суттєво відрізнялися від середніх багаторічних показників, що засвідчує тенденцію глобальної зміни клімату у бік збільшення температурного градієнту, зменшення кількості опадів та більш нерівномірного їх розподілу на протязі року.

Відповідно до агрокліматичного районування України, територія Львівської області належить до вологої помірно теплої агрокліматичної зони, підзони достатнього зволоження ґрунту зі значенням гідротермічного коефіцієнта 2,0–1,3 та сумою температур за період активної вегетації від 1800 до 2500 °С. Отже, клімат даної території визначає не лише напрям ґрунтоутворення, а й властивості природної рослинності. На території в основному панують західні вологі повітряні маси, що сприяє м'якому переходу температур упродовж року і характеризується помірною кількістю опадів.

Найхолодніший місяць року – січень, із середньомісячною температурою до $-4,6^{\circ}\text{C}$, а найтепліший – липень, коли температура повітря в середньому сягає $18,4-19,2^{\circ}\text{C}$. Річна амплітуда середньомісячних температур становить близько $24,0^{\circ}\text{C}$, тоді як різниця між абсолютним максимум й мінімум є значно вищою.

Усі зазначені причини суттєво вплинули на інтенсивність акумуляції та трансформації важких металів у ґрунті та рослинному покриві.

Моніторинг проводився у напрямку домінуючих вітрів. Напрямок досліджень був спрямований до розташованих населених пунктів біля полігону і вибраний також з урахуванням основного стоку інфільтраційних та дренажних вод з об'єкту можливого забруднення. Враховували також те, що вітри часто міняють свій напрямок і віють на місто Львів та студентське містечко Дубляни.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Гідрохімічна характеристика фільтраційних вод звалища

Львівський полігон твердих побутових відходів розташований в природній балці, яка була витокком струмка, що протікає через с. Малехів і впадає у р. Полтву. Полігон у Грибовичах, який належить до переліку 100 екологічно найнебезпечніших об'єктів України, бере початок з 60-х років минулого століття та займає площу 33,6 га з об'ємом накопичення близько 50 млн. м³ відходів (рис. 3.1). Товщина шару складованого сміття сягала 50 м у південно-східній частині звалища, а у північно-західній коливалася від 1–3 до 10 м [1]. Особливістю звалища є наявність на його території сховищ відходів нафтопереробки, які займають територію у 5 га та містять сотні тисяч тонн «кислих» гудронів.



Рисунок 3.1 – Вигляд Грибовицького звалища ТПВ з космосу

Його експлуатація проводилася без обладнання захисного екрану. На сьогодні на звалищі міститься понад 11 млн. м³ сміття.

Нагромадження відходів на полігоні майже завжди відбувалось тільки з частковою поверхневою герметизацією шарів сміття, що сприяло інтенсивному насичуванню території інфільтраційними водами (фільтратами), які в процесі міграції забруднювалися шкідливими речовинами [3].

Інфільтрат – це дренажні води, які утворюються в результаті фільтрування атмосферних опадів через органічні рештки, які утворюються внаслідок перегнивання сміття та хімічних речовин, найшкідливішими з яких є солі важких металів. Утворені фільтрати за своїм канцерогенним вмістом такі науковці як М. С. Мальований, Н. Ю. Голець, Ю. О. Малик, О. Я. Голодовська прирівнюють до отруйних гербіцидів (адже у сміття за змішаного збирання потрапляють шкідливі хімічні елементи (ртутні лампи, посуд із залишками мастил, отрутохімікатів, шприци вілїнфікованих, скелети загиблих від інфекційних хвороб тварин тощо) [15]. Усе це вимивається дощовими водами, водами від танення снігового покриву і потрапляє у води ґрунтові, а з ними – у криниці, потічки, відкриті водойми, а також у підземні водоносні горизонти [3]. Забруднені фільтратом ґрунтові води, що течуть до річки Полтви та інших водних джерел, є серйозним, постійно діючим, багатокомпонентним джерелом забруднення, вплив якого необхідно ліквідувати або мінімізувати.

Сховища відходів нафтопереробки (кислих гудронів), знаходяться на території, що прилягає до основи звалища, простягається в напрямку до автостради, і через високий вміст в ґрунтах важких металів та інших токсичних речовин, – такі території не можна використовувати в сільськогосподарських цілях. Гудронові ставки переповнені сотнями тисячі нафтооливної суміші.

Незважаючи на закриття звалища фільтрат продовжує просочуватися з підніжжя полігону накопичується в п'ятьох неекранованих збірниках. В

резервуарах зберігаються фільтрати загальною місткістю 94500 м³, зафіксований витік одного з фільтратів прямо в канали для відведення поверхневих вод, що розміщуються нижче полігона. Потім стікаючи дренажними канавами інфільтрат потрапляє в ставки-накопичувачі.



Рисунок 3.2 – Розміщення озер фільтрату на Львівському полігоні ТПВ

Фільтрат має неприємний гнилісний запах, буре та темно-коричневе забарвлення, підвищену в'язкість, зумовлену насамперед високим вмістом завислих речовин (6-8 мг/л), нітратів (10,5 г/л), хлору (5-8 г/л), тобто в концентраціях, значно більших за гранично допустимі для водних об'єктів.

З накопичувачів фільтрату стоки поступають на хімічну очистку, зворотні води (очищені) відводяться в міську каналізацію м. Львова. Частина фільтрату перекачується для рециркуляції зі збірників в тіло сміттєзвалища. Стічні води з накопичувачів фільтрату використовують в засушливі періоди року для зрошення сміттєзвалища.

Проведено визначення хімічного складу фільтрату звалища твердих побутових відходів у с. Грибовичі, відібраного у весняний та осінній періоди. Більшість отриманих показників не відповідає встановленим нормативам для прийняття на міські очисні споруди на доочищення. При аналізі даних із лабораторії можна зробити висновок, що саме у місцях витіку гудронів, де були також відібрані ґрунтові зразки, ґрунти мають кислу реакцію (рН – 3,4-3,8), а перевищення ГДК по важким металах перевищувало норму:

перевищення ГДК по свинцю у 34,3, міді – у 32, нікелю – у 2,8, нафтопродуктів у 1,9 рази [29]. Величина рН рідкої фази самих гудронів коливається від 1,1 до 2,05.

У місцях витоку гудронів руйнуються не лише едафотопи, а повністю «спалюється» фітоценотичний покрив. У таблиці 3.1 наведений перелік забруднюючих речовин, наведено середні значення перевищень ГДК в ґрунтах різних хімічних елементів.

Таблиця 3.1 – Середні показники перевищення ГДК в ґрунтовому покриві різних хімічних елементів

Просторове розміщення зразків	Хімічні елементи							
	Pb	Cd	Cu	Zn	Co	Ni	Cr	Mn
За межами СЗЗ	0,75	0,7	1,23	0,58	0,47	0,71	0,10	0,11
У межах СЗЗ	2,29	0,58	11	1,37	0,53	0,94	0,14	0,14

Отже, незважаючи на закриття Грибовицького звалища твердих побутових відходів, проблема вивчення його впливу на агробіогеоценози залишається актуальною. Інфільтрат є небезпечним забруднювачем, одним із головних чинників негативного впливу звалища на природу, формується при взаємодії відходів з атмосферними опадами, які інфільтруються. Фільтрат відзначається тим, що численні компоненти розпаду органічних і мінеральних речовин, свинцю, з'єднання миш'яку, хрому, ртуті, нікелю, кадмію та ряду інших токсичних речовин, які практично ні на жодному із сміттєзвалищ не знешкоджуються, а інфільтруються у ґрунт, а тоді потрапляють у ґрунтові води, а звідти це забруднення прямує до водного об'єкту, прилеглої до полігону ТПВ території, тобто у довкілля.

Хімічний склад токсичного фільтрату прямо залежить від компонентного складу ТПВ, що безпосередньо впливає на вибір методу і способу очищення фільтрату. Очищення таких вод вимагає багатоступінчастого сполучення різних фізико-хімічних і біологічних методів, великих капітальних та експлуатаційних вкладень (рис. 3.2).

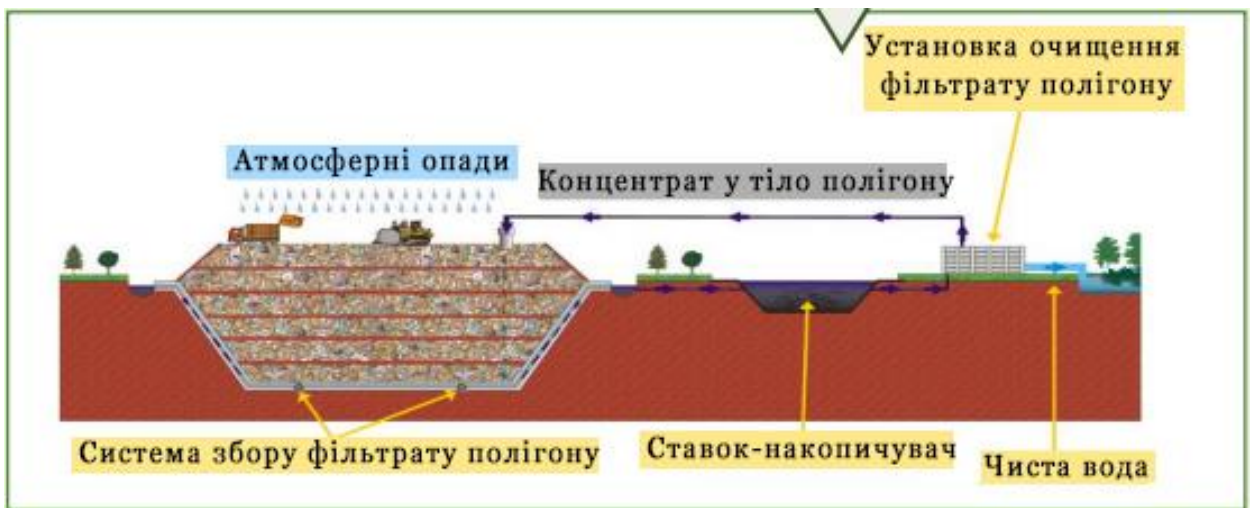


Рисунок 3.2 – Установа очищення фільтрату полігону

Фільтрат має гіпертоксичність, що не зникає при багаторазовому розведенні. Вихідний хімічний і біохімічний склад фільтрату залежить не тільки від морфології відходів, але й від зовнішніх факторів – пори року, інтенсивності атмосферних опадів, що не дозволяють з достатньою точністю прогнозувати склад і концентрації в ньому забруднюючих речовин, а також рівнем інженерної облаштованості звалищ; умовами складування відходів; наявністю та видами протифільтраційних екранів, дренажних та газозбиральних систем.

При проектуванні та будівництві Грибовицького сміттєзвалища не був врахований геологічний бар'єр та не споруджено фільтратозбірної системи, тому проблема забруднення ґрунтових вод є досить пріоритетною на даний час. Відповідно до висновку міської санітарно епідеміологічної служби Львова, вода із криниць у навколишніх селах є непридатною для господарсько-питного водопостачання.

Діюче переповнене звалище, потребувало спорудження системи збору фільтрату, щоб не допустити потрапляння його у ґрунтові води. Система збору повинна базуватися на системі каналів, прокладених навколо звалища, де збираються сильнозабруднені інфільтрати і звідки вони самотічно мали б надходити у фільтратозбірні ставки.

Згідно із затвердженим проектом рекультивації та активної дегазації Львівського полігону твердих побутових відходів, який здійснювало ТзОВ «Гафса», існуюча система збору інфільтрату повинна була бути удосконаленою із спорудженням 15 фільтратозбірних свердловин та системою транспортування фільтрату у ставки-накопичувачі. Проте, це завдання не було виконано і фільтрат продовжував витікати зі звалища (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 – Фільтрат, що тече зі сміттєзвалища

На думку багатьох науковців [21] діяльність, яку проводила ТзОВ «Гафса» щодо дегазації полігону була безумовно потрібним і прогресивним кроком; і залишалась би таким у випадку продовження дегазації до повного розкладу органічної частини відходів. Але за умови призупинення дегазації, інтенсифікація газовиділення в процесах розкладу органічної частини сміття призвела до заповнення горючими газами всієї пористої структури тіла звалища, пізніше до самозагоряння та відомої трагедії у 2016 році.

Пріоритетним підходом вважається створення умов: максимально унеможливити проникнення дренажних вод (фільтрату) в ґрунтові води; облаштувати дренажну систему відведення фільтру з товщі тіла звалища; створити протифільтраційний екран в основі; створити багаторівневі системи

очищення фільтрату на місцевих очисних спорудах та вивезення його на централізоване доочищення.

Влаштування протифільтраційного екрану є головним інженерним заходом зменшення впливу відходів на ґрунти та підземні води (рис. 3.4). Захисні екрани поверхні полігону – це конструктивні елементи, що забезпечують природоохоронні функції. Рекультивація колишнього сміттевого полігону у Великих Грибовичах триває з осені 2020-го року.



Рисунок 3.4 – Протифільтраційний захисний екран на Грибовицькому сміттєзвалищі

Захисний (постійний) екран поверхні полігону ТПВ у Грибовичах, який вдалося встановити після закриття і завершення складування відходів, їх осідання в тілі полігону ТПВ, що дозволило досягнути ним стабільного стану.

На отримані грантові кошти науковцями Національного університету «Львівська політехніка» та Львівського національного університету імені Івана Франка розроблена комплексна технологія очищення фільтратів Грибовицького сміттєзвалища. Вона складається з двох стадій: аеробного та реагентного очищення. В резервуар потрапляє фільтрат, туди додають певні

реагенти. Після цього утворюються нерозчинні сполуки. Далі осад відфільтровується, а очищена вода стікає в систему водовідведення.

Апробація розробленої технології на дослідній установці продемонструвала позитивні результати (листопад 2021 року). Як зазначають науковці: «рідина, яка залишається після очистки фільтрату, безпечна для доквілля та нею навіть можна поливати рослини». Конструкція проста, але надійна. А ще – дешева в обслуговуванні, кажуть розробники. Бо фільтрат потрібно лише збагачувати киснем і додавати туди реагенти.

Розроблена станція працює спільно з потужними установками німецького виробництва. Ці два контейнери за добу переробляють 300 м³ небезпечної рідини. За рік роботи такої установки вдалося повністю осушити кілька озер фільтрату, але залишилося останнє та найбільше озеро.

Зі звіту Департаменту паливно-енергетичного комплексу, енергоефективності та житлово-комунального господарства ЛОБА (від 13 травня 2022 року) на Грибовицькому полігоні проходять роботи з дегазації. Когенераційна установка австрійського виробництва (максимальною електричною потужністю 625 кВт) дозволить покращити екологічну ситуацію регіону, а сам полігон буде поступово зменшуватися в об'ємі через викачування з його пустот метану та інших газоподібних елементів. Газ надходить на станцію дегазації. Вже у двигуні внутрішнього згоряння доставлений із полігону метан утилізуватиметься. Енергія, що виділятиметься при згоранні, буде спрямована на генерацію електрики.

3.2 Вплив Львівського полігону твердих побутових відходів на стан ґрунтів прилеглих територій

Вивчення впливу важких металів на біологічну активність ґрунту передбачає аналіз, отримання оперативної інформації про ступінь забруднення ґрунтів, яку умовно розділяють на категорії – низьку, середню та високу. Низький ступінь забруднення характеризується тим, що вміст

важких металів у ґрунті відрізняється від незабрудненого і його можна визначити будь-яким хімічним методом, але при цьому рівні забруднення ґрунту, за рахунок буферних властивостей, не змінює своїх фізичних та хімічних показників.

При середньому ступені забруднення значних змін зазнають ґрунтова біота. У ґрунті починаються процеси перерозподілу різних груп мікроорганізмів та їх адаптація до умов забруднення, але при накопиченні важких металів не змінюються основні властивості ґрунту, які б впливали на родючість.

При високому ступені забруднення ґрунтів важкими металами спостерігаються закономірні зміни якісного складу кількості мікроорганізмів (мікробна сукцесія) та зміна хімічних й фізичних властивостей едафотопу [4].

Отримані результати дали змогу зробити висновки, що акумулювання елементів відбувається у зонах зниження рельєфу місцевості за рахунок стоку поверхневих та ґрунтових вод, найнебезпечнішими з яких є свинець, кадмій, хром, нікель, концентрації яких перевищують ГДК або знаходяться на межі перевищення.

Дослідження проводились згідно загальноприйнятими апробованими методиками (згідно з ГОСТ 17.4.3.01-83 (СТ СЄВ 3847-82)). На відстані 100, 150, 200, 500, 1000, 1500 м від сміттєзвалища відбиралися змішані зразки ґрунту на глибині 0-20 см для проведення літохімічних аналізів ґрунту. За контроль брали ділянку ґрунтів на відстані 12 км (с. Гамаліївка).

Моніторинг проводився у напрямку домінуючих вітрів. Віддаль між «станціями» спостереження складала 100 м. Напрямок досліджень був спрямований до розташованих населених пунктів біля полігону і вибраний також з урахуванням основного стоку інфільтраційних та дренажних вод з об'єкту можливого забруднення. Враховували також те, що вітри часто міняють свій напрямок і віють на місто Львів та студентське містечко Дубляни.

Для оцінки фізико-хімічних властивостей ґрунту відбір зразків проводили за загальноприйнятними методиками (ДСТУ ISO 11464-02001) [14]. Аналіз результатів показав, що вміст гумусу в ґрунтовому покриві регіону коливається в межах – від 10-15 до 35-50 м і контролювана глибиною залягання верхньокрейдових мергелів. Неогеновий комплекс представлений переважно різнозернистими кварцовими пісками з прошарками вапняковистих мергелів. Усі аналітичні роботи виконано згідно із стандартизованими методиками.

З метою встановлення ступеня техногенного впливу Грибовицького звалища визначали вміст рухомих форм важких металів та органічних сполук, одержані результати концентрації мікроелементів порівнювали з гранично допустимими концентраціями (ГДК) важких металів у ґрунті.

Аналіз отриманих результатів засвідчив, що в багатьох пробах вміст важких металів перевищує норми. До елементів, концентрація яких перевищує ГДК та ОДК, належать: свинець, кадмій, цинк (перший клас небезпеки), мідь, кобальт, нікель та хром (другий клас небезпеки). Значна неоднорідність спостерігається у розподілі концентрацій залежно від напряму відбору зразків.

Інтенсивність вертикальної міграції важких металів за профілем ґрунту залежить в основному від фізичних та хімічних властивостей досліджуваного ґрунту.

Отримані результати щодо вмісту важких металів у ґрунтовому покриві території прилеглої до Львівської області наведені у таблицях 3.2–3.3. Найбільше зростання рухомих форм важких металів спостерігалось ранньою весною та літом. Перевищення порівняно з контролем (с. Гамаліївка) складало від 7 до 49 разів.

Таблиця 3.2

Вміст важких металів в ґрунтах території прилеглої до Львівського полігону ТПВ (глибина відбору 0-20 см)

№	Місце відбору проб, віддаль, напрямок	pH (вод.)	Хлориди (вод.)	Сульфати (вод.)	Свинець (вал.)	Марганець (вал.)	Нікель (вал.)	Мідь (вал.)	Цинк (вал.)
1	500 м на Зх	6,08	28,4	4627,23	11,11	166,13	30,59	20,46	14,27
2	500 м на Пн	5,98	28,4	5347,03	6,66	212,41	31,25	5,75	19,82
3	500 м на Пн-Сх, біля алебару кислого гудрону	6,47	35,5	10035,96	36,24	187,56	71,41	42,52	80,91
4	500 м на Сх	6,29	35,5	7177,36	15,46	162,28	41,84	23,88	67,61
5	500 м на Пд	6,54	639,0	7629,80	15,51	198,27	38,61	22,76	78,72
6	1000 м на Пд-Сх	6,19	28,4	9562,96	9,37	204,00	39,74	11,21	42,59
ГДК					20,0	1500,0	45,0	40,0	150,0

Таблиця 3.3

Вміст рухомих форм важких металів та органічних сполук в ґрунтах території прилеглої до Львівського полігону твердих побутових відходів

№	Місце та віддаль відбору проб	Хром	Нікель	Свинець	Мідь	Цинк	Нафто-продукти
1	Змішана проба, 100 м. на Пн-Сх від сміттєзвалища, (пробна площадка 25 м x 50 м, S = 1250 м ²)	0,44	0,72	1,35	0,26	4,75	0,0
2	Змішана проба, 200 м. на Пд-Зх від сміттєзвалища, (пробна площадка 25 м x 50 м, S = 1250 м ²)	0,51	0,50	1,37	0,22	4,09	0,0
3	Змішана проба, 150 м. на Пн-Зх від сміттєзвалища, (пробна площадка 25 м x 50 м, S = 1250 м ²)	0,57	0,72	2,04	0,37	1,96	0,0
4	Змішана проба, 150 м. на Пд-Сх від сміттєзвалища, (пробна площадка 25 м x 50 м, S = 1250 м ²)	1,66	2,63	5,38	1,07	4,17	0,0
5	Фон, змішана проба, 1500 м. на Пд-Сх від сміттєзвалища, (пробна площадка 25 м x 50 м, S = 1250 м ²)	1,60	2,32	9,72	1,20	12,41	0,0
ГДК (мг/кг)		6,0	4,0	2,0	3,0	23,0	за фоном

Заключення : Перевищень норм ГДК по визначених показниках не виявлено.

Проби відібрані на глибині 0 – 20 см.

Літохімічні дослідження показали, що в усіх проаналізованих зразках ґрунтів вміст рухомих форм важких металів перевищував ГДК, зокрема свинцю, кадмію, цинку, міді, нікелю, хрому, марганцю.

Чітко проявляється зменшення вмісту важких металів з віддаленням від звалища. Так, з віддаленням на 500 м південно-східного напрямку кількість плумбуму (18 мг/кг) та кобальту (10 мг/кг) майже доходить до встановлених норм в Україні, в той час, як на віддалі 50 м від звалища вміст його перевищує ці норми. При цьому слід відмітити, що в північно-західному напрямку забруднення значно вище, ніж в південно-східному. Це зростання пояснюється тим, що тут переважають північно-західні вітри і, коли відходи звалища спалювали, відбувалося аеральне забруднення території, прилеглої до звалища. Аналогічні залежності з віддаленням від звалища та рози вітрів виявляються з іншими важкими металами.

Особливу тривогу викликає значне накопичення у ґрунтах вмісту високотоксичних елементів, таких як кадмію (2,6-16 разів) і арсену (8 разів на віддалі 50 м). Велика небезпека такого забруднення ґрунтів полягає у тому, що забруднені площі використовуються місцевим населенням для вирощування овочів, які реалізуються у Львові та випасання худоби.

Найвищі концентрації свинцю тяжіють до периферійних ділянок сміттєзвалища та автомобільної магістралі Львів–Жовква. Максимальне абсолютне значення його вмісту, що у 12 разів перевищує ГДК, зафіксовано безпосередньо біля звалища в районі верхнього гудронового озера. Ближче до звалища спостерігали аномальні концентрації майже всіх визначуваних елементів.

Із віддаленням від об'єкта забруднення важкими металами зменшується, але їхня концентрація залишається понаднормовою. На відстані 200-300 м відносно високим залишається вміст рухомого свинцю (перевищення ГДК у 3 рази), марганцю (перевищення ГДК у 2,5 рази), міді (перевищення ГДК у 2 рази), нікелю (перевищення ГДК у 1,5 рази). На відстані 500 м від звалища у північно-західному напрямі спостерігається найменша концентрація досліджуваних металів порівняно з попередніми

ділянками. На цій території вміст свинцю і марганцю перевищував ГДК у два рази, що зумовлюється переважаючими для нашої місцевості вітрами. Крім того, зазначимо, що підвищений вміст у ґрунтах окремих токсичних елементів, таких, наприклад, як свинець, може бути зумовлений інтенсивним рухом транспорту, а кадмію – активним використанням мінеральних добрив.

Результати досліджень вмісту рухомих форм важких металів у едафотобах сміттєзвалища показали, що значне депонування їх відбувається біля підніжжя сміттєзвалища (рис. 3.5).

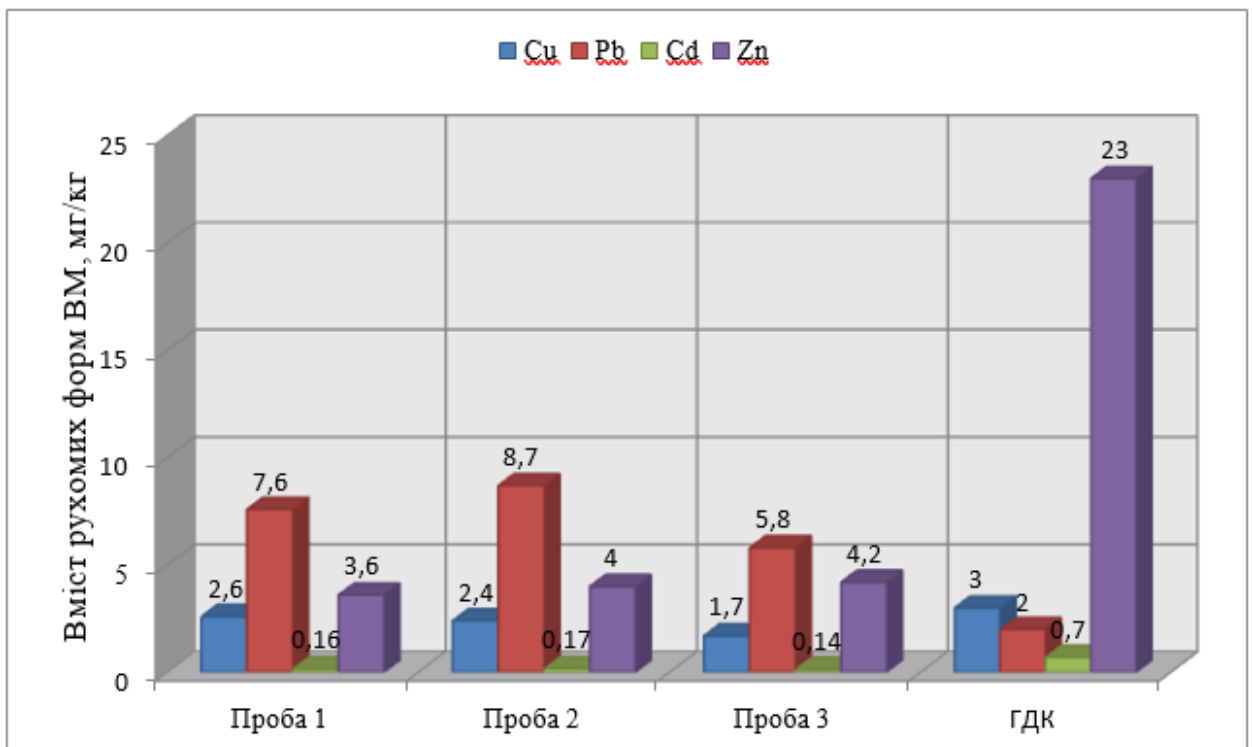


Рисунок 3.5 – Вміст рухомих форм важких металів у едафотобах Грибовицького сміттєзвалища

Вміст плюмбуму перевищує допустимі концентрації (2,0 мг/кг) на усіх досліджуваних ділянках у 3,0-4,5 рази (5,8-8,7 мг/кг). Також у едафотобах спостерігається підвищений вміст купруму (1,7-2,6 мг/кг) при ГДК – 3,0 мг/кг. Рівень кадмію та цинку допустимі концентрації не перевищували. Слід зазначити, що важкі метали із сміттєзвалища мігрують у всі компоненти довкілля створюючи поліелементні суміші, які згубно впливають на біоту.

Аномальний вміст більшості елементів проявляється у ґрунтах ділянки власне долини яру – до 350 м від сміттєзвалища, хоча й далі також зберігаються досить високі їхні концентрації. Аномальні концентрації металів характерні також у північно-східній частині долини, що прилягає до потічка стоків з полігону. Очевидно, з цього потоку певною мірою відбувається інфільтрація забруднювачів у ґрунти. Забруднення ґрунтів важкими металами, практично всіма елементами, спостерігали в межах санітарно-захисної зони полігону, а саме в місцях розташування гудронових озер і особливо в місцях виходу рідкої фази гудронів на земну поверхню.

Відсутність захисного фільтраційного екрана, недостатньо ефективного перекриття шарів сміття мінеральним ґрунтом та низька природна захищеність компонентів доквілля сприяли радіальній та латеральній міграції забруднювальних речовин.

3.3 Стан природної рослинності звалища та прилеглої території

Наступним етапом роботи було дослідити закономірність та інтенсивність акумуляції екотоксикантів рудеральною рослинністю в умовах постійного забруднення ґрунту.

Встановлено, що у структурі фітоценотичних угруповань територій, прилеглих до Грибовицького звалища, присутні як токсикотолерантні, так і чутливі до токсичного впливу рослинні угруповання, що зумовлюється наявністю комплексу екотоксикантів та їх нерівномірним акумулюванням у ґрунті.

Внаслідок рекогносцировно-маршрутних досліджень сміттєзвалищ виявлено рудеральні фитоценози, які розвиваються у зоні нагромадження твердих побутових відходів (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – Рудеральні фітоценози прилеглих територій до звалища

Опис видового складу рослинного покриву Львівського полігону твердих побутових відходів проводили у другій половині червня. Дослідження охопили верхню, середню, нижню тераси сміттєзвалища та лучний фітоценоз прилеглих територій. Опис рослинного покриву здійснювали методом пробних площ розміром 1 м² за маршрутом.

Під час вивчення видового складу рослин звертали увагу на такі показники: рясність, щільність, проєктивне покриття, фенологічна фаза. Рясність виду визначали методом прямого обліку за шкалою чисельності виду у фітоценозі, за шкалою Гульта-Друде (1913); щільність виду визначали завдяки підрахунку кількості особин кожного виду; під час вивчення всіх типів рослинності застосовували метод проєктивного покриття за допомогою сітки Л. Г. Раменського. Матеріали обліку обраховували статистично за формулою:

$$M_c = \sum M_n/n$$

Отриманими результатами досліджень встановлено, що рослинне угруповання досліджуваної території полігону представлено антропогенними

терасами: верхня, середня, нижня, де в технологічній карті зазначено ділянки розвантаження відходів (рис. 3.7).

Верхня антропогенна тераса знаходиться на висоті 15-35 м. Вона експлуатувалася постійно і не містила рослинного покриву.



Рисунок 3.7 – Рослинний покрив Львівського полігону твердих побутових відходів

Для видового складу рослин середньої тераси (табл. 3.4) наявна рудеральна рослинність родин: Gramneae, Umbelliferae, Leguminosae, Labiatae, Compositae, Chenopodiaceae. Загальне проєктивне покриття рослин становить 50-60 % поверхні досліджуваної тераси. Спостерігається прискорене входження рослин у фенологічні фази: *Elytrigia repens* L., *Setaria viridis* L. на середній терасі завершують цвісти, на нижній – у процесі повного цвітіння, а в лучному фітоценозі тільки вегетують. Кількість рослин одного виду коливається від 2-30 шт./м². Найбільшою рясністю середньої тераси відзначаються: мишій зелений, пирій повзучий, Лобода міська.

Таблиця 3.4 – Характеристика видового складу рослинного покриву Львівського полігону твердих побутових відходів

№ п/п	Вид рослин	Рясність	Висота, см	Щільність шт./м ²	Проективне покриття, %	Фенологічна фаза
1	<i>Agropyron repens</i> L.	Cop 1	65	±3	2	Бутонізація
2	<i>Arcium lappa</i> L.	Sp	25	±2	5	Цвітіння
3	<i>Cardamine pratensis</i> L.	Sol	20	±1	0.5	Цвітіння
4	<i>Carduus crispus</i> L.	Sp	80	±1	10	Бутонізація
5	<i>Elytrigia repens</i> L.,	Cop1	110	±5	2	Вегетація
6	<i>Galium elongatum</i> Thuill	Cop1	80	±2	3	Бутонізація
7	<i>Hyptricum perforatum</i> L.	Cop2	65	±5	5	Цвітіння
8	<i>Koeleria gracilis</i> Pers.	Cop2	60	±9	3	Бутонізація
9	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	Sol	60	±1	1	Цвітіння
10	<i>Melilotus officinalis</i> L.	Cop2	70	±8	5	Бутонізація + початок цвітіння
11	<i>Phleum pratense</i> L.	Soc	120	±110	30	Бутонізація
12	<i>Poa pratensis</i>	Cop3	90	±25	10	Вегетація
13	<i>Prunella vulgaris</i> L.	Cop1	45	±2	2	Цвітіння
14	<i>Rumex confertus</i> Will.	Sp	75	±1	2	Цвітіння
15	<i>Setaria viridis</i> L.	Cop2	50	±8	2	Вегетація
16	<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	Sp	35	±1	4	Цвітіння
17	<i>Trifolium repens</i> L.	Cop1	30	±5	6	Цвітіння
18	<i>Tripleurospermum inodirum</i> L.	Sol	60	±2	5	Початок цвітіння
19	<i>Tussilago farfara</i> L.	Sol	5	±1	2	Вегетація

Видовий склад нижньої тераси різноманітніший (табл. 3.4). Загальне проєктивне покриття рослин становить у середньому 95%. Висота рослин, спільних для нижньої й верхньої терас, збільшується на користь першої на 10-50 см, зокрема: *Elytrigia repens* L. Спостерігається вертикальний розподіл фітоценозу. У верхньому ярусі розміщуються: болиголов плямистий, будяк кучерявий, пустирник звичайний, лопух великий, на нижньому - лобода міська, підбіл звичайний. *Galium elongatum* Thuill пригнічується високорослими рослинами і слабо вегетує у нижньому ярусі. Збільшується й кількість рослин на 1м², особливо *Setaria viridis* L., *Elytrigia repens* L., *Koeleria gracilis* Pers, *Poa pratensis*.

У фітоценозах нижньої тераси трапляються види, які не зустрічалися в середній частині сміттєзвалища: *Tussilago farfara* L., *Tripleurospermum inodorum* L., *Arctium lappa* L., *Carduus crispus* L. Слід відзначити, що рослини нижньої тераси пізніше вступають у фазу цвітіння і плодоношення. Зокрема 95% виду *Hyptricum perforatum* L. на середній терасі знаходиться у фазі повного г, а на нижній - тільки-но вступають у фазу цвітіння. Квіти *Leonurus cardiaca* L. на нижній терасі тільки-но починають цвісти, на середній – завершують процес цвітіння. *Melilotus officinalis* L. на нижній терасі – у фазі бутонізації, а на середній – у процесі цвітіння. Проте показники рясності рослин досліджуваної території досить високі, що пояснюється тим, що в нижній частині сміттєзвалища є достатня кількість вологи. Для збирання й утримування талих, стічних вод і фільтрату побудовані дамби (200 м завдовжки), щоб недопустити проникнення фільтрату за межі звалища. Окрім того, ізоляція ущільненого шару твердих побутових відходів здійснюється ґрунтом, що сприяє інтенсивнішому заростанню сміттєзвалища.

Видова насиченість лучних фітоценозів санітарно-захисної зони дуже різноманітна. Загальне проєктивне покриття рослинами площі становить 100%.

Найпоширеніші: тимофіївка лучна, тонконіг лучний, келерія струнка. *Agropyron repens*, *Koeleria gracilis* Pers, *Elytrigia repens* L., *Phleum pratense* L.,

Poa pratensis, *Melilotus officinalis* L., *Trifolium repens* L. – цінні кормові рослини, тому часто можна спостерігати, як населення використовує луки санітарно-захисної зони полігону для сінокосів. Поширені рудеральні рослини середньої й нижньої терас зустрічаються на луці поодинокі. *Conium maculatum* на луках росте в пониженому рельєфі, збільшуючи при цьому висоту пагона, і перебуває на стадії бутонізації. Зникають серед рослинних угруповань лук такі рудеральні рослини, як *Leucanthemum vulgare* Lam., *Galium elongatum* Thuill, *Urtica dioica* L., *Rumex confertus* Will. Проте рослинні угруповання, що прилягають до дамби, вміщують значну кількість рудеральних рослин. Бур'яни середньої й нижньої терас у період цвітіння слід скошувати, щоб запобігти розповсюдженню їх насіння на агрофітоценози.

Спостереження за динамікою рослинного покриву досліджуваної території дасть змогу запобігти поширенню рудеральної рослинності сміттєзвалища на агрофітоценози.

У складі фітоценотичного угруповання досліджуваної території присутні як дикорослі бур'яни, так і лучні фітоценози. З віддаленням від джерел засмічення зростає частка лучного угруповання. Отже, фітоценотичне покриття змінюється за видовим багатством, щільністю проєктивного рослинного покриву, кількістю ботанічних родин та агробіологічних груп у залежності від близькості джерела забруднення.

Антропогенне навантаження призвело до регресивних змін ареалу виду, і в порушених місцезростаннях відбувається повна, різка елімінація популяцій рудералів до повного їх знищення (рис. 3.8). Рослинний покрив середньої тераси із зсуванням відходів поступово нищиться і має тенденцію до зменшення щільності рослин. На нижній терасі відбувається інтенсивний розвиток рудеральної рослинності.

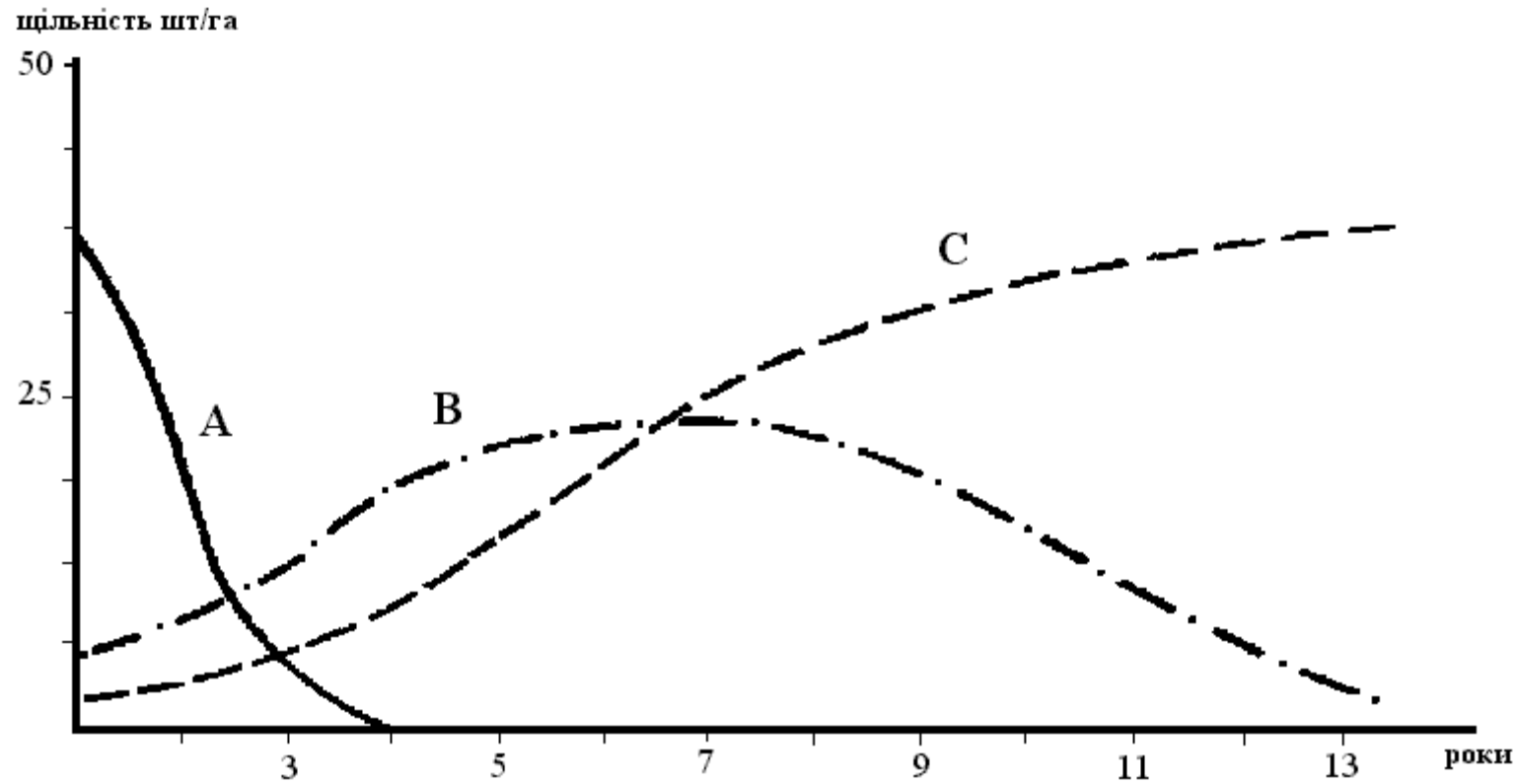


Рисунок 3.8 – Типи динаміки популяцій рудеральної рослинності сміттєзвалища
 А – елімінація популяцій верхньої тераси;
 В – динаміка популяції середньої тераси;
 С – розвиток популяції нижньої тераси.

Вивчення рослинності проведена в період досліджень [9] показала, що полігон складування ТПВ у с. Грибовичі характеризуються високим ступенем трансформованості, що яскраво проявляється у формуванні рослинного покриву. Це можна пояснити специфікою техногенезу досліджених екосистем, історичними ландшафтними та передумовами формування рослинного покриву. Природний трав'янистий рослинний покрив на девастрованих полігонах замінюється рудеральним та чагарниковим, що вказує на складні умови існування для культурних рослин та сукцесійні процеси.

Забруднення важкими металами агроценозів призводить до кількісних та якісних змін, які проявляються у зменшенні врожайності та погіршенні якості агропродукції, що негативно впливає на якість існування людини. Зменшення фітомаси (врожайності) веде до зміни енергетичного балансу агроекосистеми в бік зниження акумульованої енергії. Пригнічення росту та інтенсивності накопичення фітомаси супроводжується, як правило, погіршенням якості агропродукції, що є небезпечним для здоров'я людини.

Кількісні та якісні характеристики рослинності у межах досліджуваної території можуть слугувати індикаційними показниками рівня забруднення ґрунтів екотоксикантами.

3.4 Ефективність рекультивації Львівського полігону твердих побутових відходів

Беручи до уваги вплив, який чинить Грибовицьке сміттєзвалище на навколишнє середовище, а також резонансні протести громадськості щодо цього впливу, важливим завданням є розробка стратегії щодо рекультивації сміттєзвалища та перетворення його у об'єкт, безпечний для навколишнього середовища.

Встановлено, що в зоні негативного впливу Грибовицького сміттєзвалища на довкілля можна виділити три потенційних джерела

екологічної небезпеки: заскладовані ТПВ, озера кислих гудронів та господарська діяльність населення. За умови синергічності впливу цих джерел екологічної небезпеки у загальний розподіл забруднень конкретизувати вплив кожного із джерел неможливо, але можна судити який тип забруднень спричиняє кожне із джерел.

Встановлено, що сміттєзвалища України створюють значну екологічну небезпеку у зоні їх впливу внаслідок відсутності захисного протифільтраційного екрану, системи збору та утилізації інфільтратів та звалищного газу, спланованої системи фізичної та біологічної рекультивації заповнених сміттям карт, системи збору та відведення умовно чистих атмосферних вод.

Найбільш прийнятним способом запобігання та ліквідації негативних явищ, які спричиняють сміттєзвалища, є рекультивація та фітомеліорація. З метою оцінення придатності поверхні полігонів ТПВ для проведення фітомеліоративних заходів необхідно визначити видовий склад рослинності, густоту та повноту деревостану (за умови розвитку деревних порід), що вже розвивається унаслідок природного заростання.

Необхідним етапом мінімізації екологічної небезпеки, яку спричиняє Грибовицьке сміттєзвалище, є проведення технічної рекультивації із такими шарами відповідно до норм [17]:

- Дегазація полігону з допомогою монтажу спеціальних трубопроводів, які забезпечують безпечний збір біогазу з тіла полігону;
- Встановлення сучасної системи очистки фільтрату;
- Осушення озер фільтратів, вивезення залишкового мулу на тіло полігону та завезення мінерального ґрунту на місця озер фільтратів;
- Перепрофілювання верхнього шару ТПВ на полігоні, виположення схилів та формування нових терас;
- Вкриття полігону спеціальним захисним екраном, який складається з трьох шарів: дренажний геокомпозит; геомембрана, як ізолюючий матеріал; геотекстиль як захисним матеріал;

- Будівництво системи збору та відведення дощової води з тіла полігону.
- Мінеральний захисний шар із водопроникністю 10-9м/с та товщиною шару 1 м;
 - Шар синтетичної гідроізоляції завтовшки не менше 3 мм, стійкий до хімічної та біологічної агресії та до ушкодження гризунами;
 - Дренажний шар товщиною 0,5 м., який необхідний для відводу атмосферних вод із поверхні сміттєзвалища;
 - рекультиваційний шар завтовшки не менше 1 м, що має шар родючого ґрунту завтовшки 30...50 см.

Рекультивація колишнього Львівського полігону твердих побутових відходів у Великих Грибовичах триває з осені 2020-го року.

Комплексна рекультивація передбачає два етапи – технічний та біологічний. У ЛКП «Зелене місто» зазначають, що після завершення цих робіт звалище буде екологічно безпечним і доступним для людей. Сьогодні це будівельний майданчик, де повним ходом йдуть роботи по першому етапу технічної рекультивації, яка має бути звершена до кінця 2022 року.

Серед передбачених робіт першого етапу виконано:

- Змонтовано трубопроводи для системи збору газу на 45%;
- Встановлено трубопроводи для системи рециркуляції фільтрату - 83%;
- Встановлено трубопроводи для системи збору та рециркуляції фільтрату - 40%.
 - Фільтрат очищається за двома технологіями, а саме:
 - Станцією хімічної очистки фільтратів по технології академіка Рогова;
 - Системою зворотного осмосу.

Так, з початку 2021 року вже було очищено 70 500 м³ фільтрату (вдалось осушити 2 озера з 5 існуючих).

Комплекс послуг з інженерно-технічного нагляду та контролю за якістю та безпечністю виконання будівельно-монтажних робіт здійснює литовська компанія Hidroterra, яка була відібрана на підставі міжнародного

конкурсу та погоджена ЄБРР. Компанія Hidroterra входить до складу міжнародної федерація інженерів-консультантів (FIDIC).

Всі роботи в рамках проєкту проводять під наглядом фахівців з Європейського банку реконструкції та розвитку, та відповідають європейським нормам та вимогам до екологічної та безпечності проєктів таких масштабів. Зокрема під час реалізації проєкту впроваджується План із захисту довкілля, охорони здоров'я та безпеки, який розроблений на основі діючих норм ЄС.

Також забезпечено всі необхідні українські дозвільні документи та процедури до початку робіт, такі як розроблення та погодження звіту з оцінки впливу на навколишнє середовище та дозвіл на початок будівельних робіт від державної архітектурно-будівельна інспекція України. Як відмічають представники Львівської ОДА – це буде така екологічна територія в нашій об'єднаній громаді. Дуже великий об'єм робіт вже виконано.

Керівник депутатської комісії з екології Влодко Лучишин повідомив, що наразі на сміттєзвалищі вже на 96% виконали перепрофілювання відходів на території полігону, на 71% змонтували трубопровід для системи збору і дренажу фільтрату, також на 99% здійснили рекультивацію двох фільтраційних озер.

Після технічного буде біологічний етап рекультивації, який триватиме близько двох років, очікувано з 2023 по 2025 рік. Під час проведення біологічного етапу рекультивації будуть проведені такі основні роботи:

- вкриття полігону шаром родючого ґрунту товщиною 30 см;
- посів багаторічних трав;
- висадка дерев.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Львівський полігон ТПВ – це інженерна споруда, яка призначена для захоронення відходів, очистки дренажних вод і фільтратів.

До основних небезпечних факторів відносять: шкідливий вплив на навколишнє середовище і здоров'я людей; небезпека спалаху і зсуву сміття; витік гудронів і фільтрату; утворення біогазу.

Питання охорони праці є досить актуальними, як з погляду безпеки життя та здоров'я людей, так і з погляду економіки. Організація праці на полігонах ТПВ спрямована на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у період її трудової діяльності. До роботи допускаються особи, яким виповнилося 18 років, пройшли медичне обстеження і первинний інструктаж, не маючи ніяких протипоказань по стану здоров'я.

Керівництво полігону ТПВ зобов'язане видавати працюючому персоналу спеціальний одяг, взуття та інші засоби індивідуального захисту, а також миючі та знешкоджувальні засоби. Без таких засобів допуск робітників до праці заборонено [32].

4.1 Безпека в надзвичайних ситуаціях

При організації системи охорони праці на полігонах твердих побутових відходів слід дотримуватися положень зазначених у Законі України "Про охорону праці". В цьому законі зазначені положення, які спрямовані на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності та передбачає виконання всіх заходів направлених на дану мету [19].

Виконання будь-яких робіт на полігонах та звалищах ТПВ допускаються виключно чоловіки і жінки віком від 18 років. Робітники повинні попередньо пройти медичний огляд і не мати жодних протипоказань до виконання даного виду робіт [19].

Відповідно до Переліком робіт з підвищеною небезпекою затвердженими наказом Міністерством охорони здоров'я України та Держнаглядом охорони праці, робітники полігонів ТПВ повинні періодично проходити всі необхідні навчання, перекваліфікації та перевірки на предмет знання охорони праці на підприємстві один раз на три роки [19].

При виконанні будь-яких робіт терміновість не може бути приводом для порушення вимог безпеки та охорони праці. Про небезпечну ситуацію на виробництві працівники зобов'язані негайно повідомляти головного відповідального за охорону праці на виробництві або майстра відповідального за звалище.

Робота вночі на полігоні твердих побутових відходів дозволяється виключно за попереднім наказом. Робота робітників за відсутності спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту неможлива.

На території звалища ТПВ обов'язково повинна бути присутня аптечка з усіма необхідними медикаментами та перев'язувальними засобами для надання невідкладної швидкої допомоги у ситуації виникнення травм та інших нещасних випадків. Аптечку необхідно оновлювати щорічно та за неї повинна бути встановлена відповідальна особа [18,19].

На полігонах та звалищах ТПВ, які працюють без проєктів, а також на прилеглих до них територіях, нормальний стан повітря, ґрунту і підземних вод може підтримуватися лише за умови застосування прийнятих технологій захоронення відходів [18, 20].

Щоб прилегла територія не засмічувалась леткими фракціями відходів, на основних напрямках їх розлітання необхідно встановлювати тимчасові сітчасті переносні елементи огорожі розміром 1,7 на 2,0 м. Періодично, один раз на квартал, огорожу, що затримує леткі фракції, слід очищати [18].

Для запобігання виносу забруднення транспортними засобами за територію полігону та звалища ТПВ має бути споруджений дезбар'єр (бетонна яма) (розміри – 8 на 3 на 0,3 м), призначений для дезинфекції коліс.

Як дезинфекційні засоби використовують розчини лізолу (від 5%), креоліну (від 5%), нафтолізолу (не менше 10%), фенолу (3 – 5%), метасилікату натрію (1 – 3%). Один раз на 10 днів з дезбар'єру необхідно відкачувати у цистерну з подальшим транспортуванням асенізаційними машинами на очисні споруди каналізації за погодженням із СЕС.

За сухої, спекотної погоди ділянки ущільнення відходів необхідно поливати водою із розрахунку 10 л на 1 куб м ТПВ [18,19].

Поверхня робочої карти, заповненої шаром відходів на висоту 2 метрів, у разі затримки її закриття в літній період понад 3 доби має бути оброблена дезинфекційним розчином.

Воду з дезбар'єру потрібно відкачувати кожні 10 днів. Вона перекачується у резервуара для води, а потім транспортується стічними водами до очисних споруд з узгодженням СЕС. У суху і спекотну погоду ущільнена площу полігону слід поливати в розрахунку на 1 кубічний метр твердих побутових відходів 10 літрів води.

Полігони ТПВ повинні бути обмежені канавами та виїмками для запобігання витоку за території полігону фільтрату то поверхневих вод. Принаймні двічі протягом місяця його слід перевіряти і при необхідності проводити чистку. Зберігати відходи відповідно до висотного плану необхідно з самого початку експлуатації полігону.

Для відведення утвореного звалищного газу з території полігону твердих побутових відходів слід на карті заздалегідь встановити спеціальні трубопроводи діаметром 0,3 – 0,4 метрів, та обов'язково заглибити їх перфорованою частиною на глибину до трьох метрів. Висота над шаром відходів зобов'язана бути не менше 2,0 метрів. Відстань між сусідніми трубами повинна бути не менше 50 метрів [18,20].

Полігони та звалища ТПВ можуть бути потенційно небезпечними для навколишнього середовища через велик скупчення на даних об'єктах розповсюджувачів інфекцій (а саме птахів, мух, мишей, пацюків).

Перед інсектицидом проводять дератизацію та дезінфекцію при цьому, проект повинен включати відділ профілактичної дезінфекції ДСНС. Вжиті екологічні та санітарні заходи протягом року необхідно вводити до санітарнотехнічного паспорту місць захоронення відходів (відповідно до статті 2 Закону України «Про пожежну безпеку»). Вводити дані повинен відповідальний за пожежну безпеку на полігоні.

На кожному полігоні та звалищі ТПВ має бути розроблена Інструкція, щодо заходів та бій пожежної безпеки, в якій встановлюється порядок протипожежних заходів, обов'язки і дії працівників у разі виникнення пожежі, засоби оповіщення керівників та пожежної охорони, застосування засобів пожежогасіння та взаємодії з підрозділами пожежної охорони. Інструкція має бути затверджена керівником підприємства.

Для виконання щоденних робіт з нагляду за первинними засобами вогнегасіння і організації гасіння вогнищ призначається майстер. Для розміщення первинних засобів пожежогасіння необхідно встановити у господарській зоні спеціальні пожежні щити (стенди). Пожежні щити (стенди) і засоби пожежогасіння мають бути пофарбовані у відповідні кольори за чинним державним стандартом. Також обов'язково має бути розміщений стенд з повчальною інформацією, щодо дій персоналу в разі пожежі та засоби оповіщення найближчого пункту пожежної безпеки. Дозволяється розміщувати названу інформацію на стенді разом з засобами гасіння пожеж [18 – 20].

Застосування пожежного обладнання, інструментів, інвентарю для господарських, виробничих та інших потреб, не пов'язаних з гасінням пожежі або навчанням протипожежних формувань суворо заборонено. Всі транспортні засоби, які працюють на полігоні ТПВ мають бути оснащеними вуглекислотними чи порошковими вогнегасниками. У приміщеннях, під навісами та на відкритих майданчиках, та в місцях зберігання техніки забороняється [18 – 20]: заправляти техніку паливом; заряджати акумулятори безпосередньо на машинах; залишати автомобілі з увімкненим запаленням.

На території заборонено палити, розводити вогнища й проводити роботи з відкритим вогнем. Палити можна лише у спеціально відведених місцях. Вогнегасник повинен бути встановлений на відстані не менше 15 метрів від робочих карт та місць відстою техніки.

Зварювальні роботи можна проводити лише за дотриманням спеціальних вимог та лише з дозволу відповідальної особи за пожежну безпеку [18].

4.2 Аналіз стану охорони праці та цивільної оборони в ЛКП «Зелене Місто»

Безпека при експлуатації очисних споруд. Мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються такими показниками і наведені в табл. 4.1: температура повітря, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення, температура поверхні.

Таблиця 4.1 – Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура повітря	Відносна вологість	Швидкість руху, м/с
холодний	легка Іб	21 – 23	60 – 40	0,1
теплий	легка Іб	22 – 24	60 – 40	0,2

Для профілактики перегрівань та переохолоджень робітників використовуються засоби індивідуального захисту, медико-біологічні тощо.

Враховуючи специфіку роботи працівникам потрібно одягти спецодяг, спецвзуття. Застебнути його на всі гудзики, не допускаючи звисаючих кінців одягу, прибрати волосся під головний убір. Перевірити відсутність в одязі гострих, колючих і ріжучих предметів. Одягти спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту [33].

При прийомі зміни потрібно оглянути резервне обладнання, стан контрольно-вимірювальних приладів, засобів автоматики і пожежогасіння, перевірити наявність запчастин і допоміжних матеріалів, ознайомитися у вахтовому журналі із записами і розпорядженнями по роботі.

Робочі місця забезпечити слюсарним інструментом, азбестовим шнуром, набором прокладок, дрібними запасними деталями, обтиральним матеріалом, лопатами, гачками для відкриття і закриття кришок колодязів і засувки. При необхідності оформити в установленому порядку наряд-допуск на виконання робіт підвищеної небезпеки.

При аварійному потраплянні значної кількості фільтрату в очисні споруди його необхідно відкачати.

Скидання фільтратів, які не пройшли очистку в мережу виробничодошової каналізації не допускається.

Застосований інструмент слід виготовляти з матеріалів, що не дають іскру, ріжучий інструмент перед використанням змастити консистентними мастилами.

При роботах, де можливе скупчення парів фільтрату, користуватися шланговим протигазом. Адаже проведений аналіз розсіювання показав, що для речовин, викид яких є на очисних спорудах, з урахуванням фонового забруднення на рівні 0,4 ГДК є незначними і має 3 і 4 рівень небезпеки. Викидаються такі речовини, як: азот діоксид, аміак, ангідрид сірчистий, сірководень, метан та інші.

До роботи в колодязях на території полігону ТПВ допускається бригада з трьох працівників і лише після того, як повітря в колодязі перевірено газоаналізатором на наявність кисню і відсутність шкідливих та вибухонебезпечних газів.

Для безпечної роботи на установці очистки фільтратів потрібно [32]: – стежити за справністю контрольно-вимірювальних приладів, герметичністю комунікацій, апаратів, наявністю заземлення на електродвигунах; – надягати

захисні окуляри і маску, щоб уникнути потрапляння шкідливих речовин в організм.

Зони обслуговування насосів і обладнання повинні бути освітленими. Воно ділиться згідно галузевим нормам на аварійне та ремонтне. Забороняється сидати і перегинатися через огороження майданчиків і драбин, ставати на бар'єри майданчиків, запобіжні кожухи, конструкції і перекриття, які не призначені для ходіння по них.

Управління насосами, вентиляторами повинно здійснюватися з пульта управління. Обслуговуючий персонал зобов'язаний додержуватися правил техніки безпеки.

Шум може визивати різні загально біологічні подразнення, патологічні зміни, функціональні розлади. Довгий вплив інтенсивного шуму може призвести до патологічного стану слухового апарату, до його втомленості і виникненню професійного захворювання — неповна глухота. Захист від шуму досягається раціональним планування території підприємства - лабораторії, майстерні і зона відпочинку максимально віддалені від шумних відкритих установок і приміщень. В процесі будування фундаментів установок, які викликають сильний шум та вібрацію, використовуються спеціальні будівничі технології, які вилучають передачу вібрації на фундамент будівлі та сусіднє обладнання. На насоси, які мають надто великі вібрування, встановлюються на спеціальні віброгасні подушки [33].

Працівники, які обслуговують споруди очисної станції забезпечені засобами індивідуального захисту від шуму і вібрації – проти шумові навушники, бірюші, спеціальні рукавиці й взуття.

В зонах, небезпечних для проходу людей, повинні бути установлені плакати з написом «Прохід заборонено!». На механізмах, що обертаються, майданчиках повинні бути установлені огороження. Під час ремонту насосів, зупинку обладнання необхідно проводити згідно з правилами, знеструмити його на пуску, вивісити плакати: "Не вмикати", "На ремонті.

Завантаження реагентів у баки для приготування розчинів повинно бути механізованим. У приміщенні реагентного господарства повинні бути: бутель з розчином питної соди, бутель з дистильованою водою, мило і рушник.

Після закінчення роботи провести огляд обладнання і підготувати його і робочі місця до здачі чергової зміни.

Про прийом і здачу зміни старшому по об'єкту розписатися в оперативному журналі і відзначити в ньому зауваження про роботу обладнання і споруд.

Якщо виконані роботи ставилися до категорії робіт підвищеної небезпеки, необхідно закрити наряд-допуск.

Після закінчення робіт переодягнутися, ретельно вимити обличчя і руки теплою водою з милом (прийняти душ). Спецодяг та спецвзуття слід зберігати окремо від особистого одягу в спеціальних шафах.

4.3 Захист населення від наслідків надзвичайних ситуацій

У разі появи задимлення або загоряння негайно припинити роботу, відключити електрообладнання, викликати пожежну охорону, повідомити безпосереднього керівника і адміністрації організації, вжити заходів до евакуації з приміщення. при ліквідації загоряння необхідно використовувати первинні засоби пожежогасіння, взяти участь в евакуації людей. При загорянні електроустаткування застосовувати тільки вуглекислотні вогнегасники або порошкові [34].

Також при отриманні травми працівник зобов'язаний припинити роботу, довести до відома безпосереднього керівника і викликати швидку медичну допомогу або звернутися в медичний заклад. Сортивальник ТПВ, який бере участь в переробці, сортуванню небезпечних відходів, зобов'язаний знати методи надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків на виробництві.

При попаданні шкідливих речовин в шлунково-кишковий тракт дати випити кілька склянок теплої води, або 2% розчину харчової соди.

При попаданні шкідливих речовин через дихальні шляхи необхідно видалити потерпілого із зони зараження на свіже повітря, укласти його, бажано в теплому місці, розстебнути одяг, пояс.

При попаданні шкідливих речовин на шкіру зняти заражену одяг, ретельно обмити забруднені ділянки шкіри великою кількістю води. При попаданні в очі ретельно і рясно промити струменем проточної води.

При отруєнні хлором очі, ніс і рот потерпілого необхідно промити 2-процентним розчином соди.

При отруєнні перманганатом калію необхідно викликати у потерпілого блювоту і зробити йому інгаляцію содовим розчином.

При отруєнні парами етилованого бензину потерпілого слід винести на свіже повітря, дати понюхати нашатирний спирт, при необхідності зробити штучне дихання.

У всіх перерахованих вище випадках отруєння викликати швидко медичну допомогу або доставити потерпілого до лікувального закладу.

При ураженні електричним струмом необхідно звільнити потерпілого від дії струму шляхом негайного відключення електроустановки рубильником або вимикачем. Якщо відключити електроустановку досить швидко не можна, необхідно потерпілого звільнити за допомогою діелектричних рукавичок або сухого дерев'яного предмета, при цьому необхідно стежити і за тим, щоб самому не опинитися під напругою. Після звільнення потерпілого від дії струму необхідно оцінити його стан, викликати швидко медичну допомогу і до прибуття лікаря надавати першу допомогу.

Медичне обслуговування персоналу полігону включає: встановлення за погодженням з санепідемстанції періодичності медичного обстеження персоналу споруд; вказівки в необхідності здійснення профілактичних протиправцеву щеплень; перелік необхідного набору медикаментів в аптеці полігону; заходи щодо запобігання обмороження взимку; перелік плакатів і посібників з надання першої допомоги потерпілим.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Для України питання охорони навколишнього природного середовища є нагальною проблемою, адже війна, COVID-19, вибори, інші політичні події не залишають можливості чиновникам хоча б наблизитися до вирішення сміттевої проблеми. Довготривала експлуатація сміттєзвалища з недотриманням технічних, санітарних вимог зумовила забруднення ґрунтово-фітоценотичного покриву, поверхневих та підземних водойм, які використовують для питного водопостачання. Таким чином, проведене дослідження території прилеглої до Львівського полігону ТПВ, чисельні літохімічні аналізи ґрунту дають нам підставу зробити наступні висновки та рекомендації:

1. Проведена ідентифікація джерел екологічної небезпеки в зоні впливу Грибовицького сміттєзвалища. Встановлено, що в зоні негативного впливу Львівського полігону ТПВ на довкілля можна виділити три потенційних джерела екологічної небезпеки: заскладовані ТПВ, озера кислих гудронів та господарська діяльність населення, вплив яких синергічний.

2. Внаслідок довготривалого спалювання сміття відбулося забруднення ґрунтів кадмієм, арсеном (миш'яком), молібденом, свинцем, кобальтом. З глибиною по профілю ґрунту вміст важких металів знаходиться в межах ГДК.

3. Важкі метали у переважній більшості концентруються у верхньому гумусовому горизонті і є джерелом забруднення рослинності, яка тут сформувалась.

4. Спостереження за динамікою рослинного покриву дослідженої території дасть можливість запобігти поширенню рудеральної рослинності сміттєзвалища на агрофітоценози.

5. Для досліджуваної території характерний високий ступінь трансформованості, що яскраво проявляється у формуванні рослинного покриву. Природний трав'янистий рослинний покрив на полігонах замінюється рудеральним та чагарниковим, що вказує на складні умови існування для культурних рослин та сукцесійні процеси. Рясність

рудеральних рослин у лучних фітоценозах санітарно-захисної зони є посередньою й коливається від Sp до Cop3 за шкалою чисельності виду О. Друде.

6. Фітоценози середнього слабонахиленого майданчика сміттєзвалища швидше вступають у фенологічні фази цвітіння і плодоношення.

7. Виявлено, що у структурі фітоценозів зростають дикорослі види рослин здатні до акумулювання та деградації екотоксикантів.

Отримані дані вмісту важких металів у ґрунтовому покриві території, прилеглої до полігону, вказують на існування техногенного впливу, а також незадовільний культуральний стан вод створює реальним проявом небезпеки здоров'ю мешканців прилеглих до полігона населених пунктів.

Для поліпшення екологічного та санітарно-гігієнічного стану територій, прилеглих до Львівського полігону твердих побутових відходів, необхідно:

1) Забезпечувати постійний моніторинг за динамікою змін екологічного та санітарно-гігієнічного стану компонентів агробіогеоценозів у сфері впливу сміттєзвалища;

2) Відпрацьовані ділянки полігону слід рекультивувати (реалізувати в життя затверджений проєкт комплексної рекультивації, передусім розташованих біля нього резервуарів фільтрату та кислих гудронів). Завершити перекриття поверхні сміттєзвалища слабкофільтрувальними ґрунтами, що дозволить зменшити об'єми фільтрату, із забезпеченням стійкості та екологічної безпечності території, включаючи дегазацію;

3) Врегулювати питання централізованого водопостачання місцевого населення;

4) Намагатися не допускати вирощування сільськогосподарських культур у межах території навколо потенційно небезпечного об'єкту;

5) Всю сільськогосподарську продукцію, особливо ранні овочі, картоплю треба перевіряти при реалізації її на базарах, селищним радам видавати сертифікати мешканцям, які реалізують вирощену продукцію на базарах м. Львова та проводити контроль цієї продукції на вміст важких металів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Аналіз перспектив аеробного очищення інфільтратів сміттєзвалищ та полігонів твердих побутових відходів / О. І. Мороз, М. С. Мальований, В. М. Жук, В. Т. Слюсар, А. С. Серета, С. Б. Мараховська, О. В. Стокалюк, Н. Ю. Черномаз // *Науковий вісник НЛТУ України*, 2017, Вип. 27, № 3. С. 83-88.
<https://doi.org/10.15421/40270318>
2. Бутін О. Вміст важких металів у поверхневих і стічних водах та ґрунтах Львівського сміттєзвалища / О. Бутін, О. Гвоздевич, Ю. Герльовський, М. Яковенко, А. Кульчицька-Жигайло, // *Ресурси природних вод Карпатського району / IV Міжнар. наук.-практ. конф.* Львів, 2018. С. 22–28.
3. Волошин П.К. Оцінка впливу Львівського полігону ТПВ на екологічний стан гідросфери, 2014. С. 47-52.
4. Волошин П.К., Кремінь Н.Ю. Медико-геологічні проблеми району Львівського сміттєзвалища. *V міжнародна науково-практична конференція: «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування»*. Україна, м. Трускавець, 8-12 жовтня 2018 р.
5. Геоекологія Львівської області: монографія / Ю. Андрейчук, Л. Безручко, В. Біланюк та ін. / за заг. ред. Є. Іванова. Львів: Простір-М, 2021. С. 316–338.
6. Голець Н. Ю. Грибовицький полігон твердих відходів як основне джерело забруднення довкілля / Н. Ю. Голець, М. С. Мальований, Ю. О. Малик // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Хімія, технологія речовин та їх застосування. 2013. № 761. С. 294-296.
Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPX_2013_761_65
7. Голець Н. Ю., Малик Ю. О. Вплив природних умов розташування Грибовицького сміттєзвалища на поширення забруднень у гідросфері. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Хімія, технологія речовин та їх застосування. 2015. № 812. С. 287-291. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPX_2015_812_50

8. Голець Н. Ю. Розрахунок класу небезпеки фільтрату Грибовицького полігону твердих побутових відходів / Н. Ю. Голець, М. С. Мальований, Ю. О. Малик // *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2013. № 7. С. 219–224.
9. Голець Н.Ю., Малик Ю.О. Вплив природних умов розташування Грибовицького сміттєзвалища на поширення забруднень у гідросфері. *Вісник Національного університету Львівська політехніка. Хімія, технологія речовин та їх застосування*. 2015. Вип. 815. С. 287-291.
10. Грибовицький полігон твердих відходів як основне джерело забруднення довкілля / Голець Н.Ю., Мальований М.С., Малик Ю.О. // 2013. С. 294-296.
11. Гринчишин Н.М. Властивості фільтрату, утвореного після припинення експлуатації полігона твердих побутових відходів. *Вісник ЛДУБЖД*, №19, 2019. С. 122–127. DOI: [10.32447/20784643.19.2019.14](https://doi.org/10.32447/20784643.19.2019.14)
12. Двостадійна аеробно-реагентна технологія очищення інфільтратів сміттєзвалищ / Мальований М та ін. SDEV'2018: *Матер. Міжнар. наук. симпоз. 28 лютого – 3 березня 2018 р.*, Славське: НУ ЛП, 2018. С.147-149.
13. Дослідження кінетики біологічного очищення інфільтратів Грибовицького сміттєзвалища в аеробній лагуні / Мальований М.С. та ін. «Екогеофорум2017». *Актуальні проблеми та інновації: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. 22-25 березня 2017 р.* Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2017. – С. 141-142.
14. Дослідження якості підземних і поверхневих вод та ґрунту на міському сміттєзвалищі «Збиранка». Львів, 2018.
15. ДСанПіН 2.2.7.029-99. Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення. К.: 1999.
16. ДБН В.2.4-2-2005. Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування. Київ, 2005. 40 с.
17. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни і визначення основних понять.

18. Закон України від 20.06.2022 р. № 2320-IX «Про управління відходами».
19. Запольський А.К. Фізико–хімічні основи технології очищення фільтрату: навч. посіб. Київ: 2016.
20. Зозуля І. І., Ковалишин В. В., Ничай Б. В. Комплексний проект з рекультивації полігону с. Грибовичі, том 1, том 7: Львів, 2013.
21. Ільченко І. В., Закалюжний П.Ф. Дослідження оцінки екологічного стану поблизу Львівського полігону ТПВ: звіт, 2-ге видання, Львів, 2016.
22. Керб Л.П. Основи охорони праці: навч.-метод. посібн. Київ: КНЕУ, 2016. 215 с.
23. Кучерявий В. П. Полігони твердих побутових відходів Західного Лісостепу України та проблеми їх фітомеліорації / В.П. Кучерявий, В.В. Попович // *Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць*. Львів: РВВ НЛТУ України. 2012. Вип. 22.2. С. 56-66.
24. Лозинський В. А. Геоінформаційний моніторинг полігонів твердих побутових відходів: дис. канд. техн. наук: 05.24.01. Львів, 2019. 181 с.: <https://lpnu.ua/sites/default/files/2020/dissertation/1604/dysertaciyafinishsaytnulp>.
25. Лозинський В. А., Нікулішин В.І., Третяк К.Р., Шило К.Р. Методика визначення об'єму Львівського полігону ТПВ з використанням архівних картографічних матеріалів та БПЛА Trimble UX-5. *Геодезія, картографія і аерознімання*. 2018. № 83. С. 64–82.
26. Ломпас О.В., Лозинський В.А. Дослідження динаміки схилу зсувонебезпечної ділянки Львівського міського полігону твердих побутових відходів. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. 2018. № 35. С. 107–112.
27. Мальований М. С. Тверді побутові відходи м. Львова та їх вплив на довкілля / М.С. Мальований, О.Я. Голодовська, М.І. Пастернак // *Електронний ресурс: Lviv Polytechnic National University Institutional Repository* <http://ena.lp.edu.ua>
28. Мальований М.С., Серeda А.С., Слюсар В.Т. Алгоритм мінімізації екологічної небезпеки в зоні впливу Грибовицького сміттєзвалища у Львівській області. *Екологічна безпека: сучасні проблеми та пропозиції: зб.*

наук. праць Всеукр. наук.-практ. конф. 21 квітня 2017 р. Харків: Харків. держ. наук. б-ка ім. В.Г.Короленка, 2017. С.20-25.

29. Мальований М.С. Серета А.С., Мальований А.М. Стратегія уникнення екологічної небезпеки від нагромадження відпрацьованого активного мулу на Львівських очисних спорудах / *Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки: зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф.* Харків: НУЦЗУ, 2015. С. 130.

30. Мальований М., Серета А., Жук В. Розроблення системи заходів для ліквідації екологічної небезпеки в зоні впливу Грибовицького сміттєзвалища. SDEV'2018: *Матер. Міжнар. наук. симпоз. 28 лютого – 3 березня 2018 р.*, Славське: НУ ЛП, 2018. С.171-173.

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

32. Мікробіоценози озер інфільтратів львівського полігону твердих побутових відходів / Масловська О. та ін. SDEV'2018: *Матер. Міжнар. наук. симпоз. 28 лютого – 3 березня 2018 р.*, Славське: НУ ЛП, 2018. С. 218-220.

33. Мінімізація екологічної небезпеки від впливу сміттєзвалищ/ Серета А.С. та ін. Ідеї академіка В.І. Вернадського та проблеми сталого розвитку освіти і науки: *Матеріали XVII Міжнар. наук.-практ. конфер. 01–03червня 2017 року.* Кременчук: КрНУ, 2017. С.88.

34. Очищення інфільтратів Грибовицького сміттєзвалища в аеробній лагуні / Серета А.С. та ін. Ресурси природних вод Карпатського регіону. Проблеми охорони та раціонального використання: *матер. 16 міжнар. наук.-практ. конф. 25-26 травня, 2017 р.* Львів: НУ ЛП, 2017. С.142-143.

35. Попович Н. П. Генезис нормативно-правових актів Європейського союзу в сфері поводження із відходами. *Proceedings of II International Scientific Conference «World Science in 2016: Results», Jan 26, 2017.* Morrisville: Lulu Press., 2017. С. 119-121.

36. Попович Н. П. Системний підхід до нормативно-правового регулювання сфери поводження з твердими побутовими відходами. *Науковий журнал: «Право і суспільство»*. 2017. № 3. С. 158-164.

37. Попович В. В., Кучерявий В. П. Екологічна небезпека фільтраційних водойм сміттєзвалища. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2015. № 12. С. 77-84.

38. Правила експлуатації полігонів твердих побутових відходів: Міністерство будівництва, архітектури і житлово-комунального господарства України № 435 від 01 грудня 2010 р.

39. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України: Наказ Держбудову України від 19.02.2020 № 37. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0403-02/page>

40. Проблемні аспекти оцінки впливу на довкілля рекультивації Грибовицького сміттєзвалища / В.П. Михайленко, Н. Научу, Д.В. Гулевець, Р.Б. Гаврилюк, М. М. Близнюк // *Матеріали XXII Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство»* (м. Київ, Україна, 2021 р.). 2021. С. 308-310.

41. Про відходи: Закон України від 5 травня 2005 р. № 187/98. Відомості Верховної Ради України. 2005. с. 35.

42. Про затвердження Правил забезпечення пожежної безпеки в системі Міністерства оборони України: Наказ від 02.04.2019 р. № 143.: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0764-19#Text>.

43. Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 р. № 820. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/820-2017-p> (дата звернення: 23.04.2019).

44. Реконструкція полігону ТПВ м. Львова в с. Грибовичі, Жовківського району, Львівської області в об'ємі першочергових заходів попередження надзвичайних ситуацій, ліквідації негативних наслідків аварії на землях Малехівської сільської ради : звіт з оцінки впливу на довкілля №20189141712. 2018. 141 с.

45. Технологічні аспекти очищення накопичених у ставках-накопичувачах фільтратів Грибовицького сміттєзвалища. Мальований М.С. та ін. *Сучасні проблеми біології, екології та хімії: зб. матеріалів V Міжнар. наук.-практ. конф. 26-28 квітня 2017 р.* Запоріжжя: ЗНУ, 2017. С. 209-210.

46. Снітинський В., Зеліско О., Лмсак Г. Екологічний стан рослинних угруповань території, прилеглої до Львівського полігону твердих побутових відходів. *Вісник ЛНАУ.* 2003. С. 10-19.

47. Снітинський В., Зеліско О. Екологічний моніторинг антропогенно порушених земель львівського полігону твердих побутових відходів. *Вісник Львівського національного аграрного університету.* Серія: Агрономія. 2014. - № 18. С. 3-7.

48. Снітинський В.В. Вміст важких металів у фільтраційних водах Львівського полігону твердих побутових відходів по сезонах року / В. В. Снітинський, О. Р. Щирба, В. Ф. Якобенчук // *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького.* 2010. Том 12 № 2(44) Частина 4. С. 283-286.

49. Управління та поводження з відходами. Частина 3. Полігони твердих побутових відходів: навчальний посібник / Петрук В.Г., Васильківський І.В., Іщенко В.А., Петрук Р.В. Вінниця: ВНТУ, 2013. 139 с.

50. Хронологія подій: Трагедія Грибовицького сміттєзвалища. URL: <https://portal.lviv.ua/news/2016/05/31/tragediya-gribovitskogo-smittyezvalishhahronologiya-podiy>.

51. Huang Yu. Engineering geological analysis of municipal solid waste landfill stability/ Y. Huang, G. Fan, W. E. Sopper, L. T. Kardes // *Natural Hazards.* 2016. Volume 84, Issue 1. pp. 93–107.

52. Lozynskyi V. A. Analysis of archival cartographic materials for the modeling of digital terrain model of the Lviv city landfill during 1988-2008 / V. A. Lozynskyi // *7th International Youth Science Forum «LITTERIS ET ARTIBUS».* Lviv, Ukraine, November 23-25, 2017. pp. 208–209.

53. Lozynskyi V. A. Technological features of creation of a large-scale topographical plan of Lviv city landfill using combined method / V. A. Lozynskyi, V. I. Nikulishyn, T. J. Ilkiv // *Geodesy, Cartography and Aerial Survey.* 2016. Volume 84. pp. 65–75.

54. Malovanyy M., Sereda A., Sliusar V. Ways to Minimize Environmental Hazards From Pollution of the Environment in the Zone of Influence of the Hrybovychi Landfill. *Environmental problems*. 2017. V 2, N 2. P.65-70.

55. Scientific and technological aspects of a two-stage leachate pretreatment at Lviv municipal solid waste landfill / Malovanyy M. and oth. *Water supply and wastewater disposal: monograph*. Lublin: TOP Agencja Reklamowa Agnieszka Łuczak, 2018. P. 110-123.

56. Technological aspects of the pre-treatment of leachate, stored at the retention ponds of the Grybovychi landfill, Lviv region, Ukraine / Malovanyy M. and oth. *Water security: monograph*. Mykolaiv: PMBSNU; Bristol: UWE, 2017. P. 88-97.

57. Voloshyn P. Analysis of the impact of l'viv landfill upon the environment. *Visnyk of the Lviv University. Series Geology*. 2012. Issue 26. P. 139–147.

58. Popovych N., Watson D. Normative and legal regulation of waste management: European experience. *Legal and law enforcement activity: European experience and Ukrainian reality*, March 31, 2017. Lviv: Lviv State University of Internal Affairs. 2017. P. 98- 101.