



СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра прикладної екології  
Спеціальність 183 „Технології захисту навколишнього середовища”

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Зав. кафедрою \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Студенту Кумеді Владиславу Сергійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Група ТС-71

1. Тема випускної роботи:

Розрахунок схеми рекультивациі полігону ТПВ м. Суми

2. Вихідні дані: Нормативно-правовова база України згідно питання рекультивациі полігонів ТПВ, статистичні дані Державної служби статистики України, вітчизняні та зарубіжні патентні бази, дані із наукометричної бази даних Scopus.

3. Перелік обов'язково графічного матеріалу:

1. Методи рекультивациі полігонів ТПВ

2. Огляд статистичної інформаці, щодо кількості полігонів та утворення ТПВ в місті Суми;

3. Схема рекультивациі полігону ТПВ м.Суми

4. Етапи виконання випускної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2, 3	4, 5	6, 7	8	9
1	Написання вступу, розділу 1	+	+	+			
2	Оброблення результатів дослідження, написання розділів 2, 3			+	+		
3	Написання розділу 4					+	
4	Оформлення роботи						+

5. Дата видачі завдання 30 березня 2021 р.

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис)

Васькін Р.А.  
(посада, прізвище)

## РЕФЕРАТ

*Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра.*  
Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 21 найменування. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 50 сторінок, у тому числі 9 таблиць, 7 рисунків, список використаних джерел 3 сторінки.

*Мета роботи* – вибір схеми рекультивації полігону твердих побутових відходів (ТПВ) та проведення необхідних розрахунків.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та вирішено наступні завдання:

- Аналіз проблематики утворення твердих побутових відходів;
- аналіз проблематики утворення твердих побутових відходів;
- огляд нормативно-правової бази України згідно питання рекультивації полігонів ТПВ;
- порівняння нормативно-правової бази з закордонними;
- огляд статистичної інформації, щодо кількості полігонів та утворення ТПВ в місті Суми;
- аналіз методів рекультивації полігонів ТПВ;
- вибір шляхів рекультивації полігону міста Суми.

*Об'єкт дослідження* – методи рекультивації полігонів твердих побутових відходів.

*Предмет дослідження* – рекультивація полігонів твердих побутових відходів.

*Методи дослідження* – аналіз, систематизація, порівняння, та розрахунковий, схематичний, графічні методи.

У кваліфікаційній роботі надана інформація, щодо обсягів утворення твердих побутових відходів у місті Суми; огляд порівняння законодавчих актів у сфері поводження з відходами; надані методи рекультивації полігонів ТПВ

та проведений відповідний розрахунок показників для біологічного та технічного етапів рекультивації.

*Ключові слова:* ПОЛІГОН ТПВ, РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ПОЛІГОНІВ, МЕЛІОРАЦІЯ, ВІДХОДИ, ІЗОЛЯЦІЯ ПОЛІГОНІВ.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 Проблематика утворення та складування ТПВ.....	7
1.1 Вплив полігонів на навколишнє середовище .....	8
РОЗДІЛ 2 Огляд статистичної інформації, щодо кількості полігонів та утворення ТПВ в місті Суми .....	11
2.1 Огляд нормативно-правової бази України згідно питання рекультивації полігонів ТПВ .....	13
РОЗДІЛ 3 Етапи рекультивації полігону .....	19
3.1 Скори служіння полігону. Визначення термінів закриття полігону .....	21
3.2 Огляд технічні методів рекультивації полігонів .....	22
3.3 Вибір схеми рекультивації.....	24
3.4 Розрахунки рекультивації полігону ТПВ м. Суми .....	30
РОЗДІЛ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях .....	36
4.1 Безпека в надзвичайних ситуаціях .....	37
ВИСНОВКИ .....	40
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	42
ДОДАТКИ .....	45

Підп. і дата										
Інв.Нодубл.										
Взаєм.інв.№										
Підп. і дата										
	ТС-71 17510032									
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	Розрахунок схеми рекультивації полігону ТПВ м. Суми			Літ	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Кумеда							4	47	
Перев.	Васькін							СумДУ, ф-м ТеСЕТ гр. ТС-71		
Н.Контр	Васькін									
Затв.	Пляцук									

## ВСТУП

Актуальність проблематики. По всій країні існує понад 6000 офіційних звалищ твердих побутових відходів (ТПВ) загальним обсягом приблизно 35 мільярдів тонн. Зростання цих показників фіксується щороку. За даними Міністерства екології та природних ресурсів України, 7% земель України відводиться під звалища, площею понад 43 000 квадратних кілометрів, а загальна площа дорівнює площі Данії.

Речовини, що виділяються в результаті хімічних реакцій на звалищі ТВП, особливо виділення метану та вуглекислого газу, впливатимуть на підвищення середньодобової температури. Глобальні зміни клімату, спричинені підвищенням рівня вуглекислого газу та інших парникових газів в атмосфері, призвели до підвищення рівня світового океану, до повенів в прибережних районах, зменшення льодовиків та зменшення снігового покриву, що призвело до перетворення Землі в єдину суцільну зону екологічного лиха.

За нещодавніми підрахунками Державної служби статистики України середньостатистичний українець кожного року викидає на смітник близько 250 кг ТПВ, з яких якнайменше – до 50 кг можна повторно піддати переробці, тим самим скорочуючи загальнодержавну кількість утворених відходів на 10-15 % [1].

Слід зазначити, що сучасні сміттєспалювальні прилади обладнані системами очищення газу та генераторами. Вони використовуються у поєднанні з іншими методами переробки твердих побутових відходів або у випадку великих потоків сміття.

У наступних випадках використовують метод захоронення твердих побутових відходів, що у значній мірі наносить удар по стану навколишнього середовища України.

Мета роботи – вибір схеми рекультивації полігону твердих побутових відходів (ТПВ) та проведення необхідних розрахунків.

Підп. і дата	
Інв. №дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

5

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та вирішено наступні завдання:

- аналіз проблематики утворення твердих побутових відходів;
- огляд нормативно-правової бази України згідно питання рекультивації полігонів ТПВ;
- порівняння нормативно-правової бази з закордонними;
- огляд статистичної інформації, щодо кількості полігонів та утворення ТПВ в місті Суми;
- аналіз методів рекультивації полігонів ТПВ;
- вибір шляхів рекультивації полігону міста Суми.

Об'єкт дослідження – методи рекультивації полігонів твердих побутових відходів.

Предмет дослідження – рекультивація полігонів твердих побутових відходів.

Методи дослідження – аналіз, систематизація, порівняння, та розрахунковий, схематичний, графічні методи.

Предмет дослідження – технологічні рішення з інтенсифікації процесів очищення природних вод в системах питного водопостачання.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

6

## РОЗДІЛ 1 Проблематика утворення та складування ТПВ

Тверді відходи поділяються на відходи виробництва та відходи споживання. Відходи виробництва стосуються видів сировини, які не придатні для виробництва певної продукції, невикористані залишки або речовини, які утворюються внаслідок процесу виробництва та не потребують обробки. На цю групу припадає 90% твердих відходів. Решту 10% складають відходи споживання, згідно з іншою класифікацією, це тверді побутові відходи (ТПВ) [1].

Існує прямий зв'язок між відносно невеликою кількістю твердих побутових відходів та великою кількістю промислових відходів. Адже промислові відходи утворюються на ранніх стадіях отримання сировини для виробництва товарів. Вироблена продукція після короткочасного використання також стає відходами.

Крім того, виробництво сировини для майбутніх споживчих товарів споживатиме багато енергії, а галузь енергетики є одним з основних виробників промислових відходів. За підрахунками, кожна тонна твердих відходів еквівалентна 5 т промислових відходів на стадії виробництва, і 20 т промислових відходів на стадії отримання основних ресурсів з підземного ґрунту.

Тверді відходи є одним з найважливіших факторів, що спричиняють забруднення навколишнього середовища та негативно впливають майже на всі його компоненти. Проникнення в сховища, горіння палів, утворення пилу та інші фактори, що спричиняють міграцію токсичних речовин, призводять до забруднення підземних та поверхневих вод, погіршення стану повітряних і земельних ресурсів.

Кожного року в Україні нелегальним шляхом створюється понад 12 тисяч сміттєзвалищ, через недостатню кількість функціонуючих полігонів [1,2]. Багато

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат.

ТС-71 17510017

Арк

7



полігонів вже давним-давно заповнили свої обсяги до лімітні обсяги, та стали справжньою смертельною небезпекою для довкілля.

Наразі за даними Державної служби статистики було встановлено, що 1 українця кількість сміття становить до 17 тон за рік, в порівнянні з країнами Європи (Німеччини, Бельгії) ця цифра становиться страшною, так як на душу населення Німеччини припадає всього лише до 380 кг/рік, а на одного фіна чи австрійця приблизно 600 кг/рік. Але слід зауважити, що в цих країнах майже всі види твердих побутових відходів перероблюють [1].

### 1.1 Вплив полігонів на навколишнє середовище

Полігони твердих побутових відходів є джерелом забруднюючих речовин у природному середовищі. Поняття екологічного ризику пов'язане з існуванням небезпеки неконтрольованого забруднення навколишнього середовища. Робота сміттєзвалища може завдати шкоди навколишньому середовищу через утворення на полігоні фільтрату та біогазу (фільтрат, що проникає в ґрунт і підземні води в зоні аерації) та біогазу. У міру того, як поверхня та ґрунт стікають, фільтрат потрапляє у водойму та спричинює забруднення. В результаті біохімічного процесу в ґрунті утворюється біогаз, який, потрапляючи до навколишнього середовища, забруднює атмосферу і часто призводить до спалення звалищ та смітників [3].

Найбільш інтенсивний процес відбувається в перші 5 років, протягом яких виділяється близько 50% біогазу. В анаеробних умовах основний процес біохімічного перетворення – вироблення біометану (бродиння метану) – це процес перетворення органічної речовини в енергію під дією бактеріальної флори.

У процесі зберігання твердих побутових відходів на звалищах газ, що утворюється на полігоні, містить багато забруднюючих речовин. 98% чких

Підп. і дата
Інв. №дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

8

складаються з метану та вуглекислого газу. Біогаз має очевидну токсичність і неприємний запах.

Доведено, на надзвичайну ситуацію може бути різним під час будівництва та експлуатації звалища. Вплив на територію, умови землекористування та геологічне середовище відображається у [3]:

- відчуження орних, рекреаційних та інших видів земель;
- значини зміни рельєфів в процесі будівництва полігонів та порушення цілості близьких територій;
- можливе підвищення випадків екзотичних процесів;
- зміна природного стоку природних поверхневих вод, зміна складу води та гідрогеологічних характеристик водойм;
- значне збільшення антропогенного навантаження на ґрунти;
- формування різних специфічних зон техногенної небезпеки;
- можливе забруднення ґрунтів нафтою та нафтопродуктами.

Під час експлуатації існує ризик забруднення ґрунту відходами та нафтопродуктами через вплив транспортних засобів, що працюють на звалищі.

Можна визначити види технічних викидів, які спричиняють полігони твердих побутових відходів [3]:

- сморід полігонів, через складування відходів та їх гниття.
- Виділяються сполуки аміаку, меркаптанів, сірководню та інших;
- утворення звалищного газу під час анаеробного розкладання органіки у відходах на полігонах ТПВ;
  - постійні викиди газів з низькою сутінню очистки на сміттєспалювальних установках під час утилізації відходів ТПВ;

Список викидів забруднюючих речовин (ЗР) в допоміжних циклах [3]:

- транспортні викиди двигунів внутрішнього згорання, які виконують транспортування сміття;
- значні викиди пилу в атмосферне повітря під час виконання пересипочних робіт шарів сміття;

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат.

ТС-71 17510017

Арк

9

- котельні викиди від спалювання пального.

Можливі також надзвичайні ситуації, наприклад, скидання стихійних твердих відходів зі звалищ. Як ми всі знаємо, процеси аеробного та анаеробного розкладання та випаровування є результатом - викидів органічних забрудників у навколишнє середовище від полігонів твердих побутових відходів. Це особливо небезпечно при широко поширеній практиці так званих несанкціонованих звалищ.

Крім того, передача корисних земель для цих могил триває, що погіршило важкі екологічні умови. Можливі також такі надзвичайні ситуації, як викиди від природного згоряння на звалищах. Як ми всі знаємо, процеси аеробного та анаеробного розкладання, випадання опадів та випаровування - це процеси, що скидають шкідливі речовини в навколишнє середовище, і ці процеси відбуваються на звалищах. Це особливо небезпечно для широко поширеної практики так званих несанкціонованих звалищ

Основні заходи щодо зменшення екологічних ризиків та запобігання незворотним наслідкам для довкілля ґрунтуються на наступних принципах:

- раціонального підбору місця розташування звалища з дотримання всіх норм;
- створення елементів штучного захисту для завчасного попередження проникнення відходів у навколишнє середовище за межами полігону;
- контроль якості відходів та систематичний моніторинг навколишнього середовища на території полігону [3].

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

10

## РОЗДІЛ 2 Огляд статистичної інформації, щодо кількості полігонів та утворення ТПВ в місті Суми

На території Сумської області функціонує 4 полігону ТПВ (а саме полігон ТПВ м. Суми, м. Шостка, м. Конотоп, м. Охтирка). Чисельність населення м. Суми за даними Державної служби статистика України за 1991 – 2019 роки наведено в таблиці А.1, додаток А. [4].

Отже, з таблиці 2.1 можна побачити основну та перманентну тенденцію до зниження населення. Чисельність простійного населення міста знижується та буде продовжуватися з жахливими темпами, але при цьому існує зворотня негативна тенденція до збільшення обсягів утворення твердих побутових відходів на 1 жителя (рис. 2.2) [4].

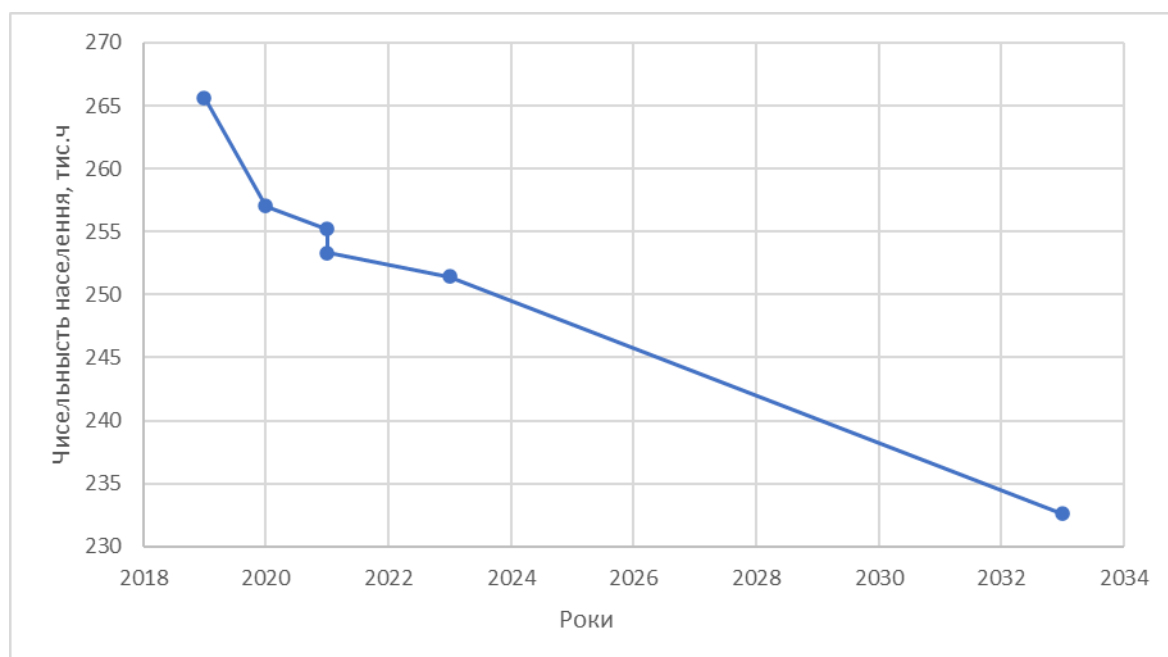


Рисунок 2.1 – Динаміка зміни населення міста Суми у 1990 – 2020 роках

Підп. і дата	
Інв. №дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

11

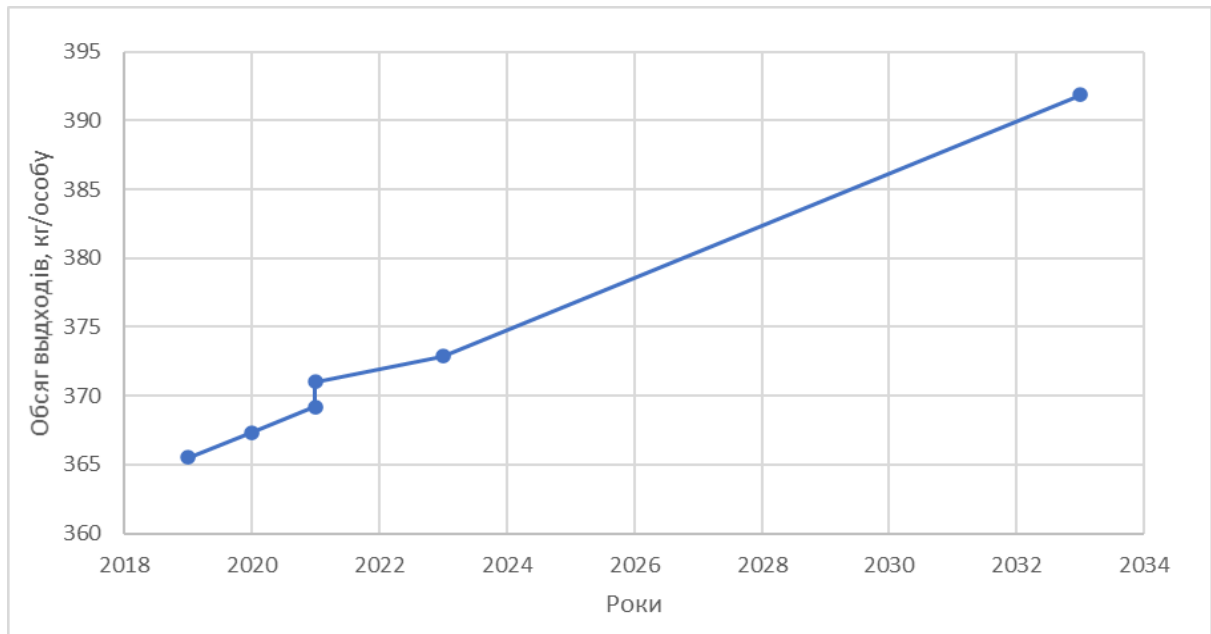


Рисунок 2.2 – Середня річна норма утворення побутових відходів у житловому секторі з прогнозом до 2034 року, кг/особу

Розглянемо рисунок 2.3 на якому відображені прогнози утворення ТПВ по різним галузям промисловості.

Найбільшу частку в структурі утворення ТПВ займають побутові відходи ВГВ, БВ, СВ та утворення побутових відходів у житловому секторі. Найменшу частку становлять відходи електричного та електронного обладнання та садові відходи (табл. А.1 – А.4, додаток А).

Підп. і дата	
Інв. №дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

12

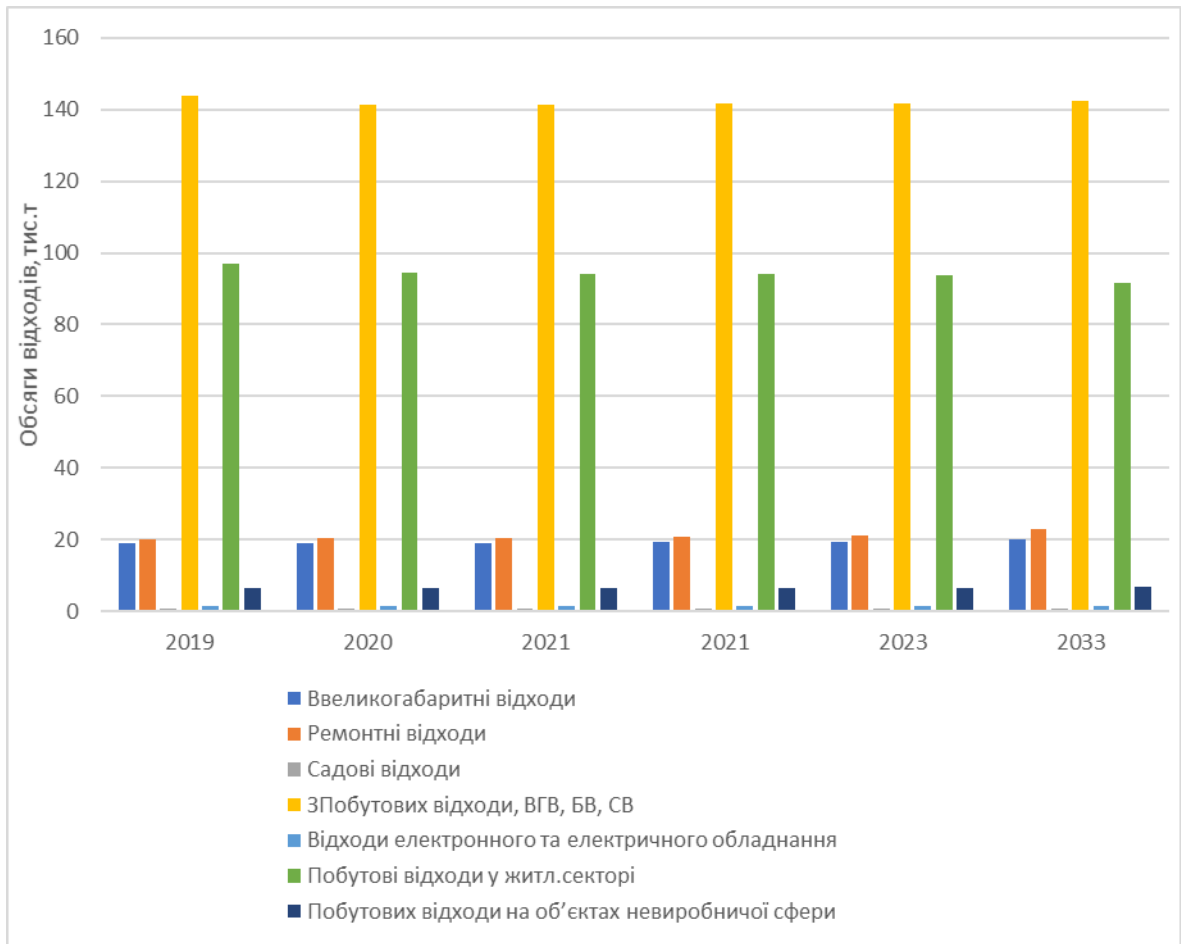


Рисунок 2.3 – Графік структури утворення твердих побутових відходів з прогнозом до 2033 року

## 2.1 Огляд нормативно-правової бази України згідно питання рекультивациі полігонів ТПВ

Основні нормативно-регулюючі акти у сфері поводження з відходами включають у себенаступны документи:

- ЗУ (Закон України) “Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення”;
- ЗУ “Про відходи”;
- ЗУ “Про металобрухт”;
- Кодекс України про надра;
- ЗУ “Про охорону навколишнього природного середовища” [5].

Підп. і дата	
Інв. Нодубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподл.	

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат.

ТС-71 17510017

Арк

13

У законі України “Про охорону навколишнього природного середовища” описані загальні положення щодо охорони навколишнього середовища від забруднення твердими побутовими відходами та іншими основними видами забруднювачів довкілля.

Також при організації нового звалища необхідно спочатку отримати ліцензійний дозвіл на розміщення сміття, яке може спричинити шкоду довкіллю та навколишньому середовищу, відповідно до українського законодавства в сфері регулювання поводженнями з відходами.

Сам ЗУ “Про відходи” був прийнятий та опублікований в 1998 році, після видання закон підпав під правки у 2002 році, зокрема найбільшу увагу в яких було приділено питанню поводження з небезпечними класами відходів.

На державному та місцевому рівнях законодавство про відходи доповнюється місцевими та регіональними планами поводження з відходами та рішеннями міських та державних органів, які включають норми щодо збору, переробки та утилізації відходів.

План поводження з твердими побутовими відходами був затверджений урядом у 2004 році. План мав на меті створити умови, сприятливі для повного збору, транспортування, утилізації, утилізації та утилізації побутових відходів, а також обмежити їх шкідливий вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей. Для виконання цієї Програми протягом 2006 – 2007 рр. було прийнято цілу низку наказів міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства, які стосуються модернізації як усієї сфери поводження з ТПВ, так і сфери полігонів ТПВ зокрема.

Проведемо порівняльний аналіз законодавства про тверді побутові відходи в країні та за кордоном. "Закон про відходи" України містить визначення багатьох видів діяльності, пов'язаних з поводженням з відходами, включаючи збір, поводження з відходами, їх зберігання, переробку та утилізацію. Однак вони принципово відрізняються від визначень, наведених у "Рамковій директиві про відходи" [6].

Підп. і дата
Інв. №дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Визначення терміна “відходи” в українському законодавстві не тільки відрізняється від відповідного визначення у європейському праві, а й також не відповідає визначенню терміна “відходи” в Базельській конвенції. Відмінності у визначеннях цього терміну наведено в таблиці 2.2 [6].

Таблиця 2.2 – Визначення терміну “відходи” [5]

Закон України “Про відходи”	Базельська конвенція	Рамкова Директива Є
“будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворюються у процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення”	“речовини або предмети, які видаляються, є наміри щодо їх видалення, або повинні бути видалені	будь-яка речовина або предмет, які власник викидає, має намір викинути, або повинен викинути

Розглянемо класифікацію відходів, згідно їх захоронення, затверджену Директивою ЄС:

- відходи щоденного домашнього використання, а також подібні їх відходи класифікують у групу – «побутових відходів»;
- будь-які відходи, які підпадають під статті Директиви ЄС про небезпечні відходи відносяться до класу «небезпечних відходів»;
- всі інші відходи, які не потрапляють під дію положень, щодо небезпечних відходів вважаються – «Не небезпечними або умовно безпечними відходами»;

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	



– відходи, які не піддаються жодним діям фізичних, біологічних, хімічних, та інших факторів називають – «інертними відходами». Даний клас відходів не горить, не розкладається під дією біологічних факторів та не контактує з іншими забруднюючими речовинами не даючи сумарний ефект шкоди на довкілля та здоров'я населення.

Загальна вимиваність та вміст забруднюючих речовин у відходах, а також екотоксичність фільтрату повинні бути незначними, особливо без шкоди для якості поверхневих та/або підземних вод. Класифікація конкретних видів відходів здійснюється шляхом складання таблиць класифікації відходів.

В Україні використовуються подібні визначення "побутові відходи" та "небезпечні відходи". небезпечні відходи діляться на чотири категорії: надзвичайна небезпека, висока небезпека, середня небезпека та низька небезпека. Терміни "небезпечні відходи" та "інертні відходи" не є чітко визначеними, хоча вони використовуються загалом і мають значення, подібні до певних нормативних актів з європейськими нормативними актами [6].

Україна також використовує поняття "вторинна сировина" у своєму законодавстві у сфері поводження з відходами. Європейське законодавство не передбачає цього поняття. Речовини або предмети є відходами або продуктами, і тому на них поширюються вимоги щодо відходів чи виробництва.

Необхідно контролювати накопичення та міграцію звалищного газу. Смітєвий газ повинен збиратися з усіх звалищ, що отримують біологічно розкладаються відходи, а смітєвий газ повинен бути оброблений та використаний.

Українська система моніторингу звалища твердих побутових відходів передбачає заходи з контролю за газом, але немає вимог щодо обробки та використання біогазу. Вона передбачає лише видалення газу зі звалища та доцільність використання біогазу при проектуванні нового полігону твердих побутових відходів. Пропозиції. Закон про відходи та його підзаконні акти

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат.

ТС-71 17510017

Арк

16

містять багато заходів та вимог щодо повторного використання та переробки відходів.

Однак, в українському законодавстві немає конкретних цілей щодо переробки або зменшення упаковки, відходів електричного та електронного обладнання та утилізації відходів у директиві ЄС.

Порівнюючи та аналізуючи вимоги українських нормативних актів про поводження з відходами ТПВ та європейських норм, ми можемо підкреслити наступні аспекти [5,6]:

– сьогодні рівень законодавства України у сфері поводження з відходами знаходиться на порівняно високому рівні, але попри те, що ми повільними темпами наближаємося до європейських стандартів, багато питань у цій сфері потребують регулювання;

– основними недоліком чинних нормативно-правових актів є те, що вони не в повній мірі охоплюють питання стимулюючого та обмежуючого характеру за для створення необхідних ринкових відносин у даній сфері;

– відсутність продуктивних інструментів за для підтримки виконання нормативних актів, незважаючи на існуючий в теорії ефективний поділ зобов'язань між міністерствами та місцевими радами;

– відсутність синхронізації законодавства у сфері поводження з відходами з іншими законодавствами;

– загальнодержавна політика України у сфері поводження з ТПВ наближено відповідає стандартам ЄС, але способи їх реалізації в дійсності впроваджуються в край повільно;

– найперспективніший напрям зменшення накопичення будь-яких видів відходів на територіях України – це перехід до замкнутого циклу виробництва та маловідходних (безвідходних) технологій.

Крім того, необхідно прискорити прийняття таких норм, правил і вимог, застосування яких в господарській діяльності дасть змогу досягти оптимальних витрат засобів і ресурсів для врегулювання проблем з ТПВ.

Підп. і дата	
Інв. №дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

17

Найкращий спосіб зменшити накопичення відходів в Україні - це впровадження безвідходних та маловідходних технологій. Крім того, необхідно пришвидшити прийняття цих норм, правил та вимог, а їх застосування до економічної діяльності дозволить оптимізувати витрати та ресурси вирішення проблем твердих побутових відходів [5,6].

Інв.Неподл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

18

### РОЗДІЛ 3 Етапи рекультивації полігону

Організація роботи звалища повинна відповідати експлуатаційним технічним регламентам (включаючи технічні плани та графіки), сформульованим у проекті звалища, а також встановленим інструкціям з прийому та зберігання відходів (рисунок 3.1, таблиця 3.1) [7].



Рисунок 3.1 – Схема основних процесів та операцій, які виконуються при експлуатації полігонів ТПВ [7]

Технічна схема – це загальний план місця звалища, який визначає послідовність проекту відповідно до сезонів року, розташування місця

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат.

ТС-71 17510017

зберігання твердих побутових відходів та місця відбору ґрунту для проведення ізоляційних робіт.

Основним плановим документом сміттєзвалища є сформульований на рік план експлуатації, який планує щомісяця приймати кількість твердих побутових відходів, включаючи визначення кількості добових карт зберігання відходів та вибір місця ґрунту для ізоляції твердих побутових відходів [7].

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 проектній документації, та піддається рекультивуванню. Для полігонів з високим антропогенним навантаженням даний термін не перевищує п'яти років (допустиме перевищення проектного рівня заповнення полігону – до 10%). Рекультивація відбувається після досягненням звалищем проектного рівня накопичення відходів на території. Під час рекультивування проводять наступні операції: систематичний моніторинг показників забруднюючих речовин у атмосфері, ґрунтах та поверхневих водах, спостереження за станом рослинності та донних відкладень на рекультивованих ділянках [7].

Перед тим як закрити полігон останній шар сміття повинен бути накритий шаром ізолюючого ґрунту (ущільнення якого складає не менше 750 кг/м<sup>3</sup>). На поверхні цього шару розміщують піщану подушку з опуклого профілю під кутом нахилу в 2% [7].

По даній піщаній подушці укладають два шари ґрунтової ізоляції з відповідним дренажним шаром для фільтрування дощової та талої води. Зверху ізолюючий шар ґрунту повинен бути покритий живильним ґрунтом (0,2 – 0,5 метрів). Меліорація сміттєзвалища здійснюється шляхом надання природних ландшафтів сміттєзвалищу з метою подальшого використання його під сільськогосподарські угіддя, будівлі тощо [7].

Стратегія закриття та переробки звалищ та перетворення їх на екологічно безпечні об'єкти передбачає вирішення таких завдань [7]:

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

20

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 проектної документації, щодо поетапного рекультивування полігону та його покрокова реалізація.

Таким чином, існуюча сучасна стратегія України по поводження з твердими побутовими відходами направлена на створення комплексної мережі моніторингу показників забруднювачів на звалищах ТПВ та на перетворення небезпечних звалищ у місця безпечні для довкілля та людини [7].

### 3.1 Скори служіння полігону. Визначення термінів закриття полігону

В Україні на муніципальних звалищах дозволено викидати лише відходи прирівняних до ТПВ.

Промислові відходи, які дозволяється зберігати разом із твердими відходами, не повинні бути вибухонебезпечними та самозаймистими і не повинні мати вологість більше 85%; токсичність суміші відходів не повинна перевищувати токсичність ТПВ (за даними аналізу водної витяжки).

Промислові відходи IV класу небезпеки, що приймаються без обмежень полігонами ТПВ характеризуються вмістом у водній витяжці (1 л води на 1 кг відходів) токсичних речовин на рівні фільтрату з ТПВ і повинні мати крупність не більше 250 мм. Технологія утилізації відходів на полігонах виконується з урахуванням місцевих санітарних вимог у відповідності зі СаніП 2.07.01-89.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

21

Площа сміттєзвалища поділяється на кілька черг експлуатації зі швидкістю закриття довжиною у 3 – 5 років для кожної черги. Після чого створюється конструкція захисних екранів, яка являє собою комбінацію ізоляційних і фільтруючих елементів, для збирання і відведення поверхневих вод, які можуть просочуватися, атмосферних опадів та біогазу. Зміцнюють зовнішні схили полігону з початку його експлуатації в міру збільшення висоти складування. Матеріалом, що використовується для зміцнення зовнішнього схилу, є потенційно родючий мінеральний ґрунт, вилучений з дна звалища, та потенційно родючий ґрунт, видалений з тимчасової кінноти. Щоб захистити зовнішні схили звалища від ерозії, вони висадили зелені рослини: перший крок – сіяти траву відразу після закладання потенційно родючого ґрунту.

### 3.2 Огляд технічних методів рекультивації полігонів

Поняття «рекультивація закритих полігонів» включає в себе комплекс робіт, спрямованих на відновлення продуктивності та економічної цінності відновлюваної території та покращення навколишнього середовища. Після стабілізації закритого сміттєзвалища здійснюється процес зміцнення ґрунту на меліоративному полігоні для досягнення постійного та стабільного стану, терміни якого визначаються по таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Терміни стабілізації закритих полігонів для різних кліматичних зон, роки [45]

Вид рекультивації	Вид кліматичної зони		
	південна	середня	північна
Посів багаторічних трав, створення пасовищ, сінокосів, газонів	1	2	3
Посадка кущів та дерев	2	2	3
Створення городів та садків	10	10	15

Підп. і дата  
Інв. №дубл.  
Взаєм. інв. №  
Підп. і дата  
Інв. №подл.

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

22

Напрямок рекультивації визначає подальше цільове використання рекультивованої території. Найбільш прийнятними закритими звалищами є сільськогосподарські, лісові, рекреаційні та будівельні території.

1. Рекультивація звалищ для використання у сільському господарстві – здійснюють у випадку коли звалище знаходиться близько до зон землекористування чи АПК підприємства. На меті у даного виду рекультивації відновлення пошкоджених земель та створення на них сінкісних, пашних угідь та промислового колективного садівництва.

При виборі сільськогосподарської моделі рекультивації відчужених земель необхідно мати на увазі, що використовувати ці землі для вирощування фруктів можна лише через 10 – 15 років, а для сінокосів та пашних угідь вже через три роки після офіційного закриття звалища ТПВ [41– 45].

2. Напрямок рекультивування земель звалищ для використання їх лісними господарствами. Лісгосподарський напрям направлений на насадження лісових масивів меліоративного, ландшафтно-озеленювального та полезахисного спрямування вже через 2 – 3 роки після офіційного закриття полігону. Для даного виду рекультивації необхідне створення захисного ізолюючого шару не меншого за 1,5 метрів в висоту.

3. Рекультивація з метою рекреаційного використання. Напрямок можливий тільки після повного перекриття поверхні сміття ґрунтовим екраном та встановлення установок та мереж трубопроводів для відведення звалищного газу та фільтрату.

4. Будівельне спрямування рекультиваційних робіт. Можливе після відвезення звалищного пересипного ґрунту, тому що без даного заходу будівництво житлових приміщень суворо забороненою. Після повного закриття та рекультивації полігону будівництво на даних ділянках можливе лише після проведення всіх нормативно затверджених санітарно-епідеміологічних досліджень.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

23



### 3.3 Вибір схеми рекультивації

Найкращим шляхом для рекультивації полігону ТПВ м. Суми буде сільськогосподарський сценарій рекультивації, з подальшим вирощуванням на території технічних культур.

Рекультивацію сміттєзвалища поділяється на два етапи: технічний та біологічний. Технічний етап рекультивації включає вивчення стану ґрунту звалища та його впливу на навколишнє середовище, а також підготовку звалища до подальших передбачуваних видів використання.

Біологічний етап рекультивації включає заходи щодо відновлення площі закритого звалища для подальшого використання. Ці заходи включають низку агротехнічних заходів та заходів щодо прополювання, спрямованих на відновлення постраждалих земель. Біологічна стадія проводиться після стадії технології відновлення. Для проведення рекультивації розробляють проектно-кошторисну документацію.

При цьому обов'язковою створюється наступна документація [7,8]:  
вихідний топографічний план полігону на початок проведення робіт з рекультивації;

- генплан після рекультивації;
- вертикальне планування;
- схема переміщення звалищного ґрунту в разі його видалення;
- технологія проведення рекультивації;
- пояснювальна записка, в якій відображають характеристику звалищного ґрунту на всю глибину ґрунтів і порід, що завозяться для рекультивації, матеріалів і технічних виробів, що застосовуються в системі дегазації;
- якісний і кількісний підбір асортименту рослин і добрив;
- кошторису на проведення робіт.

Під час проведення робіт з рекультивації звалища всі схили вирівнюються за допомоги бульдозерів. Нові шари родючого ґрунту завантажуються на

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат.

ТС-71 17510017

Арк

24

ділянку з залученням екскаваторів та автотранспорту, які розрівнюються з використанням бульдозерів, тим самим створюючи основний рекультиваційний шар.

Технічні етапи рекультивації включають стабілізацію, вирівнювання та терасові процеси, будівництво систем дегазації та багатофункціональний меліоративний створення, перенесення біологічного етапу рекультивації [12,13].

Враховуючи розташування звалища 1,5 м над землею, зовнішній схил слід вирівняти (вирівняти). Для висотних сміттєзвалищ на схилі слід облаштувати тераси. Бульдозер згладжує зовнішній схил звалища та безперервним способом переміщує ґрунт сміттєзвалища від верхнього краю до нижнього краю сміттєзвалища. Ширину тераси - не менш 3 метрів.

Ухили поверхні полів складають, не більше: при вирощуванні сільськогосподарських культур 2 – 3°.

Верхній рекультиваційний шар закритих полігонів складається з підстильного потенційно родючого ґрунту і насипного шару родючого ґрунту. Як штучний придонний шар використовується легкий, середній або важкий суглинок без гравійних включень та інших нетоксичних порід, що не перевищують 0,8 м/добу [12,13].

Створення багатофункціональних меліораційних комплексів відбувається згідно наступних етапів [12]:

1. Проведення необхідних аграрних та технічних робіт з обробки та підготовки ґрунту, підготування мінеральних добрив та їх внесення, заготовки трав'янистих сумішей для біологічного етапу рекультивування.

2. Далі йде процес посіву заготовлених фітомеліорантів у декілька етапів:
- розпушування ґрунтів, орання ґрунтів заздалегідь перед пробним посівом;
  - проведення пробного посіву трав за для проведення санітарно-епідеміологічних замірів токсичності ґрунтів;
  - перевірки стану рослин;

Підп. і дата	
Інв. №дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

25

– перепосівні роботи через 1,5 – 2,5 роки після офіційного закриття звалища ТПВ (сходи трави не повинні бути нижчими 75%).

Основні вили рослин, які доцільно використовувати при фітомеліорації – це тимофіївка лугова, овсяницю червону, вогнище безостий, конюшину повзучу, лядвенець рогатий, та особливо тонконіг луговий, який гарно росте у нашій місцевості та має високі фітомеліоративні здібності [12].

Посів трав'янистих рослин які утворюють шар дерну, після перепосівних робіт, відбувається для розділення на ряди спеціальним посівом трав, які включають в себе суміші з 3 та більше компонентів. Відбирають трави за їх здатністю утворення максимального шару дерну, при дотриманні наступних вимог [7,10-16]:

– асортименти комплексів трав повинні добре рости на забруднених ділянках;

– узгодження з потребами рослин у біопридатності ґрунту, місцем розміщення, цільовим призначенням даної рослини. На ділянках з попередньо створеними меліорантами гарно ростуть календула, звіробій, ромашка, безсмертник, естрагон, подорожник. При створенні меліоративних полей рекомендують саджати овсяницю лугову та повзучу, ежу збірну та лисохвіст.

– з особливою увагою необхідно вибирати види дерев'янистих та чагарникових рослин. Вони повинні бути стійкими до забруднених ґрунтів та води та відповідати вибраному напрямку рекультації полігону;

– необхідне поступове формування лісопаркових культур;

– необхідне створення розділових рядів та смуг, які переважно складаються з чагарниково-трав'янистої рослинності (ширина яких не повинна бути меншою 10 метрів, так як в її обов'язки входить протидія пожежам;

– необхідно запланувати ряд розділових смуг з розміщеними на них невеликими водоймами, за для розселення в них земноводних тварин;

Підп. і дата	
Інв. №дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

26

– у водоймах згідно з нормативами мають обов’язково бути водорегулюючі і ґрунтозахисні насадження. З країв водойми мають бути необхідні для тварин плодово-ягідні чагарники.

Тривалість даного етапу рекультивації становить від 2 до 5 років і більше в залежності від ґрунтово-кліматичних умов, ступеня первісного забруднення та попередньої очистки ділянки.

Трави, які використовуються для рекультивації, повинні бути апробованих сортів і обов’язково з місцевих популяцій. Висаджувані рослини повинні швидко акліматизуватися, володіти стійкістю до несприятливих кліматичних умов, негативних фізичних та хімічних властивостей ґрунту, мати сильно розвинену кореневу систему, мати здатність до симбіозу з мікроорганізмами

При посіві травосуміші з двох компонентів норми висіву зменшують на 35%, а при посіві травосуміші з трьох компонентів – на 50% кожного виду трав. % (табл. 3.3) [12,13].

Таблиця 3.3 – Норми висіву багаторічних трав [12]

Трава	Норма висіву, кг/га	Трава	Норма висіву, кг/га
Конюшина повзуча	10 - 12	Регнерія волокниста	44
Конюшина лучна	19 - 20	Пирій безкореневищний	38
Костер безостий	35 - 38	Овсяниця червона	28 - 31
Буркун	30 - 31	Вівсяниця лугова	29 - 31
Люцерна жовта	15 - 18	Тимофіївка лугова	15 - 18
Еспарцет піщаний	75	Мятлик луговий	9 - 25
Волоснец сибірський	23 - 25	Мітлиця біла	14 - 19
Житняк гребінчастий	23 - 25	Єжа збірна	18 - 19

Підп. і дата
Інв. №дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №подл.

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

27



- рекультиваційний шар, товщиною не менше 1 м, що має шар родючого ґрунту товщиною 30 – 50 см;
- дренажний шар, товщиною не менше 30 см;
- захисний дрібнопіщаний шар, товщиною не менше 20 см;
- шар синтетичної гідроізоляції, товщиною не менше 3 мм, стійкий до хімічної і біологічної агресії та до ушкодження гризунами;
- мінеральний гідроізоляційний шар, що складається не менше ніж з двох шарів ущільненої глини, загальної товщиною 1 м. (Загальний коефіцієнт фільтрації гідроізоляційних шарів (синтетичного та мінерального) повинен бути не більше  $10^{-9}$  м/с);
- вирівнювальний шар і газовий дренаж, загальною товщиною не менше 0,5 метрів (рис. 3.2).

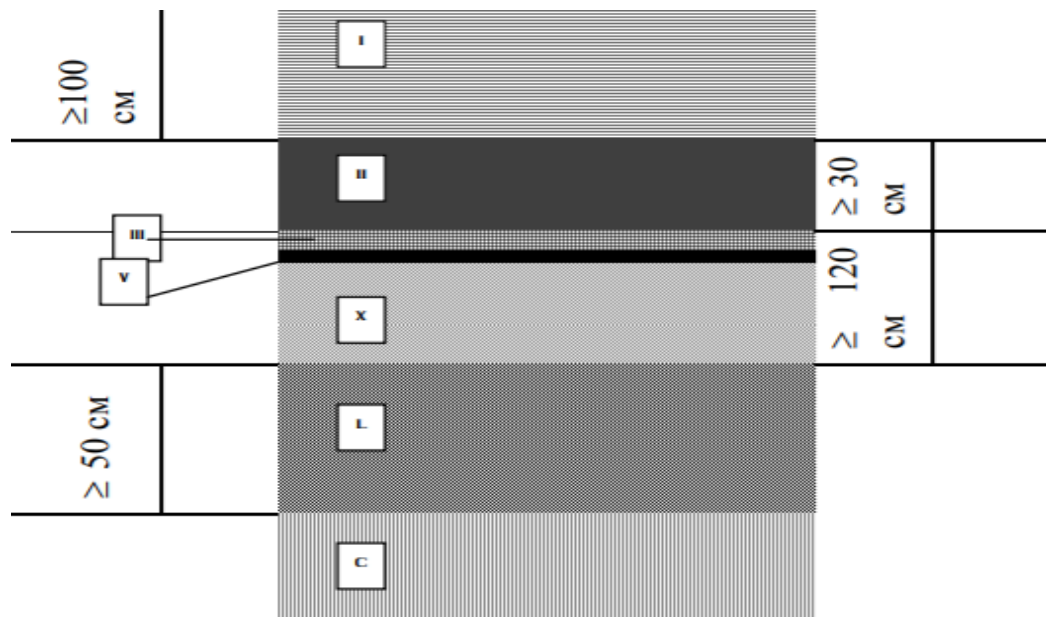


Рисунок 3.2 – Схема захисного екрану полігону [8]:

- 1 – рекультиваційний шар; 2 – дренажний шар; 3 – захисний шар;  
 4 – синтетична гідроізоляція; 5 – мінеральний гідроізоляційний шар;  
 6 – вирівнювальний шар, газовий дренаж; 7 – захоронені ТПВ

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат.

ТС-71 17510017

Арк

29

### 3.4 Розрахунки рекультивациі полігону ТПВ м. Суми

Спочатку проведемо розрахунки технічного етапу рекультивациі. Розглянемо загальні данні про полігон ТПВ [21]:

- Товщина ґрунту – 4,0 метрів;
- Висота землі над рівнем моря – 178,0 метрів;
- Площа кар'єрів під складання ТПВ (по підшві огорожувальних дамб) – 8,4256 га (84256 м<sup>2</sup>).

Основні розранункові показники підготовчого етапу:

1. Визначення площі та сторони кар'єру:

$$L = \sqrt{S_K} \quad (3.1)$$

де L – довжина сторони кар'єра, м.

2. Визначення об'єму пересипного слою V<sub>пер</sub>, м<sup>3</sup>

$$V_{ВСК} = S_K * d, \quad (3.2)$$

де d – товщина пересипного слою (d = 0,5 м).

$$V_{пер} = 84256 * 0,5 = 42128 \text{ м}^3$$

3. Визначення висоти тимчасового відвалу H<sub>від</sub>, м

$$H_{від} = \frac{V_{ВСК}}{S_{від}}, \quad (3.3)$$

де S<sub>від</sub> – площа відвалів;

Площа відвалів становить 1,82 га = 18200 м<sup>2</sup>.

$$H_{від} = \frac{V_{пер}}{S_{від}} = \frac{42128}{18200} = 2,315 \text{ м}$$

Показники для проведення основних робіт з технічної рекультивациі полігону:

1. Знаходження найнижчої точки полігону H<sub>нж</sub>, м:

$$H_{нж} = H - h \quad (3.4)$$

$$H_{нж} = 178 - 4 = 174,0 \text{ м}$$

Підп. і дата	
Інв. №дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

30

2. Низу котловану для створення натурального стоку фільтратів повинен знаходитися на відстані 145 м.

3. Визначення робочих відміток  $H_p$ , м:

$$H_p = H - H_{нт} \quad (3.5)$$

$$H_p = 178 - 145 = 33 \text{ м}$$

4. Стінки котловану знаходяться з урахуванням типу ґрунту під кутом нахилу  $\alpha$  (табл. В.1, додаток В) до дна. Визначимо ортогональну проекцію стінок до його днища  $L_{pi}$ , м:

$$L_{pi} = \frac{H_p}{\text{tga}} \quad (3.6)$$

$$L_{pi} = \frac{33}{\text{tg}63} = 195,27 \text{ м}$$

5. Для подальшого проведення рекультивації полігону необхідно заземлити відкоси кар'єру, проводиться з коефіцієнтом уклону ( $m = 0,6$ )  $L_{відк}$ , м:

$$L_{відк} = m * H_{pi} \quad (3.7)$$

$$L_{відк} = 0,6 * 195,27 = 1171,62 \text{ м}$$

6. Площа перерізу ортогональної проекції відкосів рахуємо за наступною формулою  $S_{відк}$ , м<sup>2</sup>:

$$S_{відк} = \frac{1}{2} * H_p (L_{відк} - L_p) \quad (3.8)$$

$$S_{відк} = \frac{1}{2} * 33 * (1171,62 - 195,27) = 16109,78$$

Таблиця 3.4 – Результати розрахунків основної частини робіт з рекультивації полігону ТПВ

Показник	$H_i$ , м	$H_{нк}$ , м	$H_{pi}$ , м	$L_p$ , м	$\alpha$	$S_{відк}$ , м <sup>2</sup>
Значення	178,0	145	195,27	1171,62	63 <sup>0</sup>	16109,78

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

31



7. Визначення об'єму ґрунту для заземлення відкосів  $V$ , м<sup>3</sup>:

$$V = 0,5 * \left( S_{\text{відк}} * \frac{L}{2} \right) \quad (3.9)$$

$$V = 1167958,6 \text{ м}^3$$

8. Встановлення площі дна кар'єру  $S_{\text{д}}$ , м<sup>2</sup>:

$$S_{\text{д}} = S_{\text{к}} - S_{\text{о}}^{\text{оп}} \quad (3.10)$$

$$S_{\text{д}} = 84256 - 16109,78 = 68146,22 \text{ м}^2$$

9. Загальна площа рекультиваційних поверхонь кар'єру  $S_{\text{рек}}$ , м<sup>2</sup>:

$$S_{\text{рек}} = S_{\text{к}} + S_{\text{д}} \quad (3.11)$$

$$S_{\text{рек}} = 68146,22 + 84256 = 152402,2 = 15,2 \text{ га}$$

Розрахунки біологічного етапу рекультивації полігону ТПВ.

Метою даного етапу є зниження запиленості повітря, запобігання процесу ерозії порушених земель, скорочення площ порушених земель і повернення їх для використання в народному господарстві.

Обов'язкові умови, які повинні виконуватися на біологічному етапі рекультивації:

– на заплановану рекультиваційну площу родючий шар ґрунту не повинен бути меншим за 0,3 м;

– з метою відновлення вмісту гумусу в ґрунті та загального поліпшення структурного стану ґрунтів, необхідно провести озеленувальні агротехнічні роботи, такі як:

а) посадка живців чагарників, які ростуть в даній місцевості з розрахунку 1 шт. на 2 м<sup>2</sup> на схилах;

б) на рівних ділянках рекультивованих земель проводиться посіви багаторічних трав з дотриманням посівозмін і норми посіву для даного кліматичного району, для Сумської області – 35 кг на 1 га.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат.

ТС-71 17510017

Арк

32

Агротехнічні роботи також мають певні особливості в залежності від типу ґрунтів. На суглинних і глинистих ґрунтах успішна агротехнічна робота визначається аерацією ґрунтів.

Для аерації роблять розпушування поверхні на 10 см. Живці висаджуються під лопату в центр посадкової щілини. Висадка проводиться навесні, після повного відтавання ґрунту.

Довжина живців – 30 – 50 см, кут посадки повинен становити 45°, під кілочок [21].

На рівних рекультивованих поверхнях для озеленення найбільш продуктивні бобово-злакові трав'янисті – суміші, що складаються з 2-х біологічних груп багаторічних трав [21]:

- пухко-кущові (пирій сизий, тонконіг лучний та ін.);
- бобові (люцерна жовта).

1. Визначення об'єму плодovитої землі:

$$V_{гр} = S_{рек} * h_{пг} \quad (3.12)$$

де  $h_{пг}$  - товщина плодovитої землі становить 20 см.

$$V_{гр} = 152404,2 * 20 = 3048084$$

Склад: пересипний шар – 50% та торф'яно-піщана суміш – 50%.

2. Визначення об'єму пересипного шару,  $V_{вск}$  м<sup>3</sup>:

$$V_{вск} = 50\% * V_{гр} \quad (3.13)$$

$$V_{вск} = 1524042 \text{ м}^3$$

3. Внесення мінеральних добрив, посадка живців та багаторічних трав відбувається з розрахунку:

- витрата добрив  $n_{уд}$  – 50 кг/га;
- осадка живців  $n_{чер}$  – 1 черенок/2 м<sup>2</sup>;
- посадка багаторічних трав  $n_{тр}$  – 35 кг/га.

Маса мінеральних добрив, розрахункова кількість саджанців та багаторічних трав знаходиться за формулами:

Підп. і дата	
Інв. №дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

33

$$P_{\text{доб}} = S_{\text{рек}} * n_{\text{доб}} \quad (3.14)$$

$$P_{\text{доб}} = 152404,2 * 50 * 10^{-4} = 762,02 \text{ кг}$$

$$N_{\text{чер}} = S_{\text{від}} * n_{\text{чер}} \quad (3.15)$$

$$N_{\text{садж}} = 16109,78 * 1 = 16109,78 \text{ садж.}$$

$$P_{\text{доб}} = S_{\text{д}} * n_{\text{тр}} * 10^{-4} \quad (3.16)$$

$$P_{\text{доб}} = 68146,22 * 35 * 10^{-4} = 238,5 \text{ кг}$$

Таблиця 3.6 – Результати розрахунків рекультивації полігону ТПВ м.Суми

Склад та види робіт	Об'єм робіт	Одиниці виміру	Розрахункові значення
Перший етап – Технічна рекультивація			
Розробка ґрунту екскаватором з ковшем 1,2 м <sup>3</sup> та подальше вивезення самосвалами	а) Об'єм ґрунту пересипного слою	м <sup>3</sup>	42128
	б) Товщина пересипного слою	м	0,5
Зрівняння відкосів	Об'єм ґрунтів необхідних для зрівняння відкосів	м <sup>3</sup>	1167958,6
Площа вирівняних відкосів	Площа рекультивації	м <sup>2</sup>	152404,2
Другий етап – Біологічна рекультивація			
Доставка та змішування торф'яно-піщаної суміші; Частка пересипного ґрунту	а) об'єм плодovитої землі:	м <sup>3</sup>	3048084
	б) об'єм пересипного шару для рекультивації	м <sup>3</sup>	1524042
	в) об'єм торф'яно-піщаної суміші	м <sup>3</sup>	1524042

Підп. і дата	
Інв. №дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

34

Продовження таблиці 3.6 – Результати розрахунків рекультивації полігону  
ТПВ м.Суми

Внесення мінеральних добрив у склад ґрунту	Маса добрив	кг	762,02
Укріплення основи методом посіву трав	Маса трав	кг	16109,78
Укріплення відкосів саджанцями	Кількість саджанців	шт	238,5

Також окремо слід приділити ретельну увагу до пасивної дегазації полігону в процесі рекультивації та по її закінченню. Для цього використовують запроектований газовий дренаж. Склад газового дренажу:

- Піщана підстилка;
- Труби для виводу газу (перфоровані, діаметром 125 – 150 мм, обсипані дрібним щебнем або гравієм);
- Після йде покриття з достатньою ізоляваністю (шар до 0,5 м, коефіцієнт фільтрації повинен перевищувати 9 – 10 м/с).

Для досягнення розширення площі збору біогазу необхідно використовувати комбіновану систему дренажних елементів, яка складається з вертикальних та горизонтальних елементів. При цьому горизонтальний дренаж пов'язаний з шаром гравію або щебню для ефективного виконання дегазації.

Зібраний біогаз найкраще використовувати для енергетичних цілей. Транспортування газів відбувається за допомогою магістральних та проміжних трубопроводів. При відсутності можливості енергетичного використання полігонного біогазу, слід його утилізувати методом спалювання на факельній установці з високотемпературним режимом за спеціальними правилами та з дотриманням усіх норм. Також встановлюють екран для збору чистих поверхневих вод та зменшення кількості утворення інфільтрату [21].

Підп. і дата	
Інв. №дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

35

## РОЗДІЛ 4 Охорона праці та 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

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

36

випадів. Аптечку необхідно оновлювати щорічно та за неї повинна бути встановлена відповідальна особа [18,19].

#### 4.1 Безпека в надзвичайних ситуаціях

На полігонах та звалищах ТПВ, які працюють без проектів, 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

Підп. і дата
Інв. №дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №подл.

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат.

ТС-71 17510017

Арк

37

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 задалегідь 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 санітарно-технічного 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

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

38

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].

Підп. і дата	
Інв. №дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

39



## ВИСНОВКИ

В ході виконання дипломної роботи було всебічно висвітлено питання рекультивації ТБО міста Суми, який знаходиться біля Великого Бобрика. Під час виконання вищезазначених завдань дипломного проекту були сформульовані наступні висновки:

1. Аналіз проблематики утворення ТПВ вказав на основні проблеми даної сфери, а саме:

– 7% земель України відводиться під звалища, а це загальна площа понад 43 000 квадратних кілометрів, яку можна було б використати на інші оптимальні цілі;

– щороку в країні створюється 12 тисяч незаконних сміттєзвалищ, тому що полігонів для сміття недостатньо;

– сміттєві полігони чинять колосальний вплив на довкілля, який виражається у ряді негативних наслідків (активність екзогенних процесів, втрата цінних земель та їх відчуження, ерозії, забруднення ґрунтів та водою нафтопродуктами та багато ін.);

2. Огляд нормативно-правової бази України, щодо питання рекультивації полігонів ТПВ та порівняння нормативно-правової бази з актами країн світу встановили декілька ключових моментів:

– відмінність поняття «відходів» в українському законодавстві від європейського права та Базельській конвенції;

– на сьогодні рівень законодавства України у сфері поводження з відходами знаходиться на порівняно високому рівні, але по при те, що ми повільними темпами наближаємося до європейських стандартів, багато питань у цій сфері потребують регулювання;

Підп. і дата	
Інв. №дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

40

– основними недоліком чинних нормативно-правових актів є те, що вони не в повній мірі охоплюють питання стимулюючого та обмежуючого характеру за для створення необхідних ринкових відносин у даній сфері;

– сьогодні рівень законодавства України у сфері поводження з відходами знаходиться на порівняно високому рівні, але по при те, що ми повільними темпами наближаємося до європейських стандартів, багато питань у цій сфері потребують регулювання.

3. Огляд статистичної інформації, щодо кількості полігонів та утворення ТПВ в місті Суми призвів до встановлення жахаючої тенденції по при зниженні населення міста обсяг утворення ТПВ тільки зростає щороку.

4. Під час аналізування існуючих методів рекультивациі полігонів ТПВ були встановлено 4 основних напрямки для рекультивациі звалищ. Це сільськогосподарська, лісова, рекреаційна та будівельна рекультивациі.

5. Для рекультивациі полігону міста Суми був обраний сільськогосподарський шлях через близьке розміщення до аналогічних сільськогосподарських об'єктів. Також були розраховані необхідні показники для проведення підготовчого, технічно та біологічного етапу рекультивациі полігону міста Суми дані вказані у таблиці 3.5.2.

6. Також були проаналізовані необхідні нормативно-правові акти в сфері охорони праці та безпеки життєдіяльності на полігонах складання ТПВ.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

41

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. State of solid domestic and industrial wastes in ukraine. perspective innovations in science, education, production and transport. 2017.

2. Березюк О. В. Математичне моделювання прогнозування об'ємів утворення твердих побутових відходів та площ полігонів і сміттєзвалищ в Україні / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – № 2. – С. 88-91.

3. Душкін С. С. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія утилізації твердих побутових відходів» (для студентів 2, 5 курсів денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060103 « Гідротехніка (Водні ресурси) » та слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.092601 (7.06010808) « Водопостачання та водовідведення») / С. С. Душкін, М. В. Дегтяр; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 86 с.

4. Державна служба статистики України: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

5. Байцар Р. І., Депко Х. І. Нормативно-правове забезпечення сфери управління твердими побутовими відходами - 2009.

6. Байцар Р.І., Депко Х.І. Екологічні аспекти соціальної відповідальності в частині промислових відходів // Матер. IV Міжнар. конф. «Стратегія качества в промышленности и образовании», Варна, Болгария, 2008, Vol. 1. – С. 59 – 61.

7. ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основи проектування»

8. Національна стратегія поводження з твердими побутовими відходами в Україні: Стратегія та план дій – до 2019: <https://zakon3.rada.dov.ua/laws/show/820-2017-p>.

9. Доскіч В. Сортування сміття в Україні: вийти на новий рівень/В.Доскіч //Інформаційне агенство УНІАН. -2016 <http://ecoiodu.unian.ua/1327499-Sortuvannya-Smittya-v-ukrgini-viyti-na-njviy-riven.html>

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

*ТС-71 17510017*

Арк

42

10. Проблеми поводження з твердими побутовими відходами в Україні  
Грищенко К.Ю. Науковий керівник – д.біол.н., проф. Волошина Н.О.

11. Назарчук О. Функціонування всієї сфери поводження з відходами впливає на стан санітарно– епідеміологічного благополуччя населення / О. Назарчук // Рідна природа. – 2002. – № 2. – С. 56

12. Попович В. В. Фітомеліорація як засіб виведення сміттєзвалищ із експлуатації. м. Львів.: <http://sci.ldubgd.edu.ua:8080/bitstream/123456789/859/1/2>.

13. Кучерявий В. П. Фітомеліорація / В. П. Кучерявий. – Львів: «Світ». – 2003. – 540 с.

14. Генік Я. В. Екологічно-біологічні основи відновлення ландшафтів, порушених звалищами та полігонами твердих побутових відходів. Науковий вісник НЛТУ. 2009. Т. 19, № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologo-biologichni-osnovi-vidnovlennya-landshaftiv-porushenih-zvalischami-ta-poligonami-tverdih-pobutovih-vidhodiv/viewer>.

15. Рокочинский А. М., Маланчук З. Р., Громаченко С. Ю. Полігони твердих побутових відходів як чинник формування парникового ефекту на регіональному рівні. Науковий вісник НЛТУ. 2009. Т. 19, № 15. С. 151–156.

16. 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/dysertaciyafinishsaytnuipr>.

17. Годовська Т. Б. Аналіз впливу полігона твердих побутових відходів на підземну гідросферу. Меліорація та водне господарство. 2010. № 98.

18. 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>.

19. Закон України «Про охорону праці»: URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>.

Підп. і дата
Інв. №дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

43

20. Про затвердження Зразка санітарно-технічного паспорта полігона твердих побутових відходів та Методичних рекомендацій щодо його заповнення: Наказ від 05.04.2007 р. № 120: станом на 4 квіт. 2018 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0120667-07#Text>.

21. Звіт з оцінки впливу на довкілля реконструкція полігону твердих побутових відходів з укріпленням існуючих огорожувальних дамб та улаштування дороги на території В.Бобрицького Старостинському округу Верхньосироватської Сільської Ради Сумської області. Київ: Держав. підприємство "Н.-д. та конструкторський-технол. ін-т міськ. госп-ва", 2020. 359 с.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

					ТС-71 17510017	Арк 44
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

# ДОДАТКИ

## Додаток А

Таблиця А.1 – Чисельність населення міста Суми за 1991-2019 роки.

Роки	Населення міста Суми	Роки	Населення міста Суми	Роки	Населення міста Суми
1991	301 000	2001	295 800	2012	268 861
1992	305 700	2002	292 139	2013	268 375
1993	308 300	2003	288 041	2014	268 072
1994	308 700	2004	284 644	2015	267 840
1995	307 600	2005	281 396	2016	266 831
1996	306 800	2006	279 109	2017	264 753
1997	305 500	2007	277 654	2018	263 681
1998	303 800	2008	274 946	2019	262 646
1999	302 200	2009	273 104	2020	262 119
2000	299 200	2011	270 214	2021	...

Підп. і дата	
Інв. №дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат.

*ТС-71 17510017*

Арк

45

Таблиця А.2 – Прогнозні показники потенційних обсягів утворення побутових відходів за їх видами на 2019-2033 роки м. Суми та населених пунктів Сумської міської ОТГ [4]

Найменування показників	Од.вим	Рік					
		2019	2020	2021	2022	2023	2033
Чисельність населення (постійного)	тис. чол	265,66	257,06	255,18	253,31	251,4	232,6
Середня річна норма утворення побутових відходів у житловому секторі	м <sup>3</sup> /меш канця	2,19	2,20	2,21	2,22	2,23	2,03
	кг/меш канця	365,51	367,34	369,18	371,02	372,8	391,9
Річні обсяги утворення побутових відходів у житловому секторі	тис. м <sup>3</sup>	581,66	565,64	564,27	563,09	561,6	547,9
	тис. т	97,08	94,41	94,18	93,98	93,74	91,45
Річні обсяги утворення побутових відходів на об'єктах невиробничої сфери (комерційних, адміністративних та інших відходів)	тис. м <sup>3</sup>	32,29	32,45	32,61	32,77	32,94	34,45
	тис. т	6,46	6,49	6,52	6,55	6,59	6,89

Підп. і дата	
Інв. №дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат.

ТС-71 17510017

Арк

46

Продовження таблиці А.1 – Прогнозні показники потенційних обсягів утворення побутових відходів за їх видами на 2019-2033 роки м. Суми та населених пунктів Сумської міської ОТГ [4]

Середня щільність змішаних побутових відходів	кг/ м <sup>3</sup>	166,90	166,90	166,90	166,90	166,90	166,9
Річні обсяги утворення великогабаритних відходів	Тис м <sup>3</sup>	55,43	55,70	55,98	56,26	56,54	59,14
	Тис т	18,99	19,09	19,18	19,28	19,38	20,27
Річні обсяги утворення ремонтних відходів	тис. м <sup>3</sup>	20,23	20,43	20,63	20,84	21,05	23,02
	Тис т	20,23	20,43	20,63	20,84	21,05	23,02
Річні обсяги утворення садових відходів із прибудинкових територій	тис м <sup>3</sup>	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45
	Тис т	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Річні обсяги (потенційні) роздільного збирання вторинної сировини)	Тис м <sup>3</sup>	207,09	207,74	201,33	200,98	200,56	196,4
	Тис т	34,92	34,03	33,97	33,91	33,84	33,17
Загальні річні обсяги утворення побутових відходів, ВГВ, БВ, СВ	Тис м <sup>3</sup>	697,05	681,67	680,94	680,41	679,63	672,0
	Тис т	143,65	141,31	141,4	141,55	141,65	142,5
Обсяги утворення відходів електронного та електричного обладнання	Тис т	1,59	1,54	1,53	1,52	1,51	1,41

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

47



Додаток Б

Таблиця Б.1 – Прогнозні річні обсяги утворення рідких побутових відходів на 2019 – 2033 років в місті Суми [4]

Найменування показників	Рік			
	2019	2020	2023	2033
Річний об'єм утворення рідких побутових відходів, тис. м <sup>3</sup>	276,28	262,47	225,03	134,73
Чисельність населення неканалізованих приватних будинків, тис. чол.	30,28	28,76	24,66	14,77
Середня річна норма утворення рідких відходів, м <sup>3</sup>	9,125	9,125	9,125	9,125

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС-71 17510017

Арк

48

## Додаток В

Таблиця В.1 – Крутизна відкосів котлованів в залежності від типу ґрунтів [21]

Вид ґрунту	Кут, °	Відношення
Неуцільнений насипний	56	1/0,67
Піщаний, гравій	63	1/0,5
Суглинок	90	1/0
Глина	90	1/0
Лісні ґрунти	90	1/0



Рисунок В.1 – Карта-схема масштабу розташування полігону для складування твердих побутових відходів [21]

Підп. і дата
Інв. Надубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподр.

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат.

ТС-71 17510017

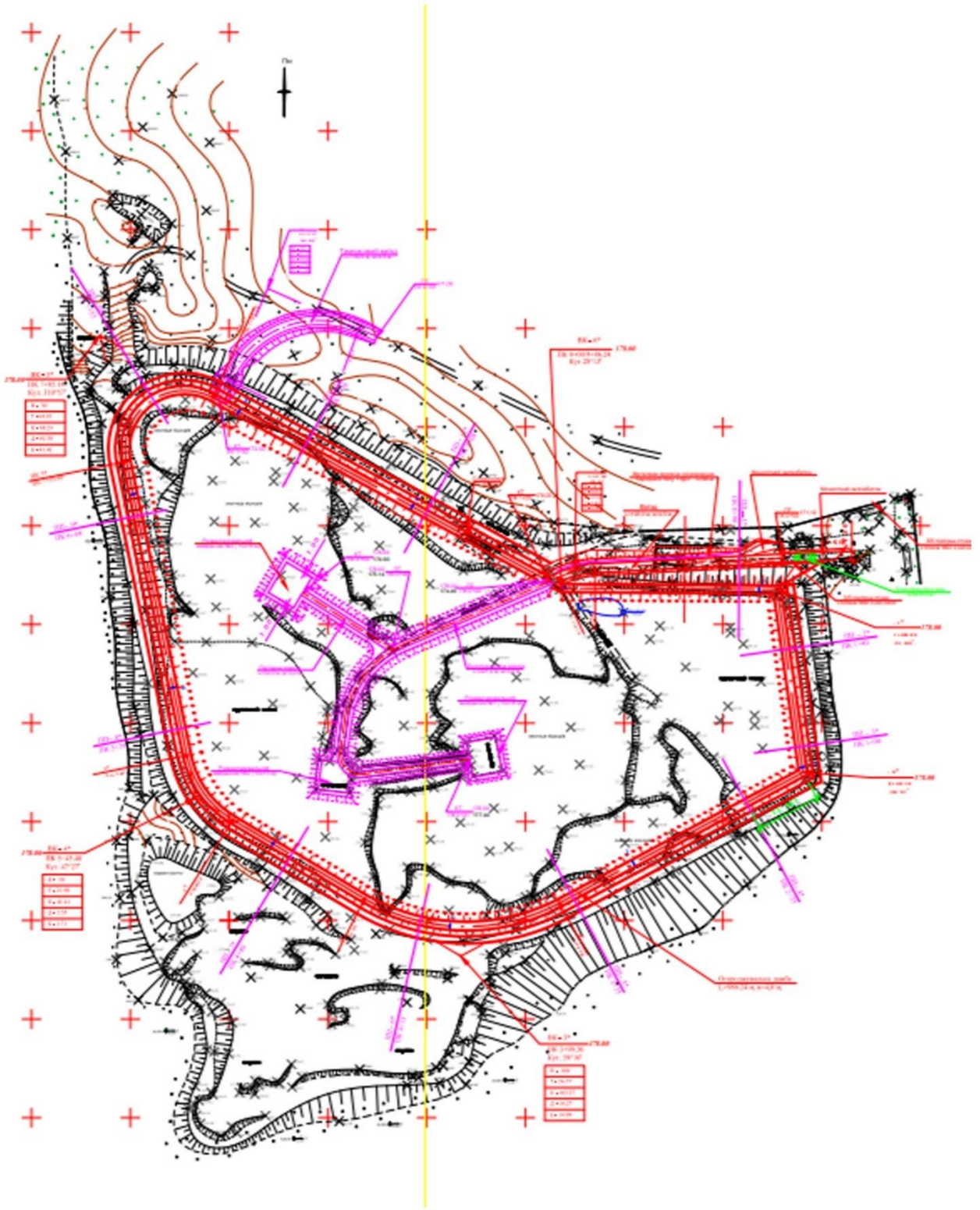


Рисунок В.2 – Проектна схема полігону ТПВ [21]

Інв. Неподл.	Підп. і дата
Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.
Підп. і дата	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС-71 17510017