

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

В.о зав. кафедри екології

доц. \_\_\_\_\_ Вікторія КАЦЕВИЧ

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до кваліфікаційної роботи

освітній ступінь «Бакалавр»

на тему: «Обґрунтування заходів щодо поводження з відходами у місті  
Апостолове Дніпропетровської області»

Виконав: здобувач вищої освіти 5 курсу,  
групи Ез-1-19  
спеціальності 101 «Екологія»  
освітньо-професійної програми «Екологія»

Андрій НАНКЕВИЧ

(прізвище та ініціали)

Керівник - к.б.н.доц. Наталія ВОРОШИЛОВА

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет водогосподарської інженерії та екології  
Кафедра екології

Спеціальність 101 «Екологія» для здобуття освітнього ступеня «бакалавр»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. зав. каф. екології

доц. \_\_\_\_\_ Вікторія КАЦЕВИЧ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я**

на кваліфікаційну роботу здобувачу вищої освіти

Нанкевичу Андрію Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Обґрунтування заходів щодо поводження з відходами у місті Апостолове Дніпропетровської області»  
затверджена наказом по університету від «25» квітня 2024 р. № 869
2. Термін здачі студентом закінченого кваліфікаційної роботи: «14» травня 2024 р.
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи
  
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити
  
  
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти по кваліфікаційній роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Наталія ВОРОШИЛОВА  
(підпис)

Завдання прийняв до виконання: \_\_\_\_\_ Андрій НАНКЕВИЧ  
(підпис)

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	РЕФЕРАТ		
2	ВСТУП		
3	ВПЛИВ ПОЛІГОНІВ ТПВ НА ДОВКІЛЛЯ		
4	МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ		
5	МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ		
6	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ		
7	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ		
8	ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕДАЦІЇ		
9	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРА		

Студент-дипломник \_\_\_\_\_ Андрій НАНКЕВИЧ  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Наталія ВОРОШИЛОВА  
(підпис)

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	6
ВСТУП.....	8
1 ВПЛИВ ПОЛІГОНІВ ТПВ НА ДОВКІЛЛЯ .....	11
1.1 Стан проблеми поводження з твердими побутовими відходами в Україні.....	12
1.2 Стан проблеми поводження з твердими побутовими відходами в малих містах.....	14
1.3. Проблема поводження з відходами у контексті стратегії сталого розвитку регіонів .....	16
2 МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	24
2.1 Характеристика місця проведення дослідження .....	24
2.2 Природно-кліматичні умови м. Апостолове Дніпропетровської області.....	24
2.2.1 Ґрунтовий покрив досліджуваних ділянок.....	26
2.3 Характеристика полігону ТПВ в м. Апостолове Дніпропетровської області.....	28
3 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ .....	31
3.1. Методика визначення морфометричного складу відходів на МВВ.....	31
3.2. Методика визначення середньорічного об'єму фільтрату утвореного МВВ в м. Апостолове.....	35
3.3 Методика відбору проб води з поверхневих джерел в зоні дії МВВ.....	43
3.4 Методи визначення сольового складу поверхневих вод поблизу МВВ.....	53
4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	56
4.1. Визначення морфометричного складу відходів на МВВ.....	56

4.2. Характеристика місця видалення відходів у м. Апостолове відносно даних паспорта МВВ.....	58
4.3 Визначення середньорічного об'єму фільтрату утвореного МВВ в м. Апостолове.....	59
4.4 Сольовий склад поверхневих вод поблизу МВВ.....	61
4.4.1 Вплив водних компонентів на навколишнє середовище.....	64
4.5 Оцінка впливу експлуатації полігону твердих побутових відходів в м. Апостолове Дніпропетровської області на прилеглі території.....	66
4.5.1 Негативний вплив звалища на ґрунти.....	72
4.6 Визначення обсягу біогазу на полігоні.....	73
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	81
5.1 Загальний контроль з охорони праці .....	81
5.2 Пожежна безпека на підприємстві .....	81
5.3 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в господарстві (підприємстві).....	83
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	85

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота присвячена обґрунтуванню заходів щодо поводження з відходами у місті Апостолове Дніпропетровської області.

Робота містить 115 сторінок тексту, 10 таблиць, 8 рисунків і має посилання на 29 літературних джерел. Структурно робота складається з 5 розділів, в яких розкрито проблема в цілому та шляхи її вирішення, нормативно-правове регулювання поводження з відходами.

Основним об'єктом дослідження є вплив експлуатації полігону твердих побутових відходів на довкілля в місті Апостолове Апостолівського району.

Предметом дослідження є: концентрації забруднюючих речовин у поверхневих та підземних водах, ґрунтах, а також обсяги надходження біогазу в атмосферне повітря.

Метою роботи було визначити вплив функціонування полігону твердих побутових відходів у місті Апостолове Апостолівського району Дніпропетровської області.

Для досягнення цієї цілі були визначені наступні завдання:

1. Встановити рівні водневого показника, сульфатів, хлоридів, нафтопродуктів, амонійних солей, нітритів, нітратів, фосфатів, біохімічного та хімічного споживання кисню у поверхневих водах. Визначити концентрації мінералізації, сульфатів та гідрокарбонатів у підземних водах.

2. Визначити щільність, вологість ґрунтів та вміст у них сульфат-іонів.

3. Визначити обсяги надходження біогазу в атмосферне повітря.

Проблема поводження з твердими побутовими відходами особливо актуальна для невеликих міст. Побутові відходи характеризуються різноманітним морфологічним складом і містять значну кількість ксенобіотиків та поллютантів. Досліджуваний полігон для видалення відходів не має належної системи очищення фільтраційних стоків.

Ключові слова і фрази: тверді побутові відходи (ТПВ), місце видалення відходів (МВВ), поводження з ТПВ, забруднюючі речовини, біогаз, оцінка впливу на довкілля.

## ВСТУП

Тверді побутові відходи – це матеріали та предмети, що виникають в результаті людської діяльності та більше не мають використання на місці їх утворення чи виявлення. Власник цих відходів зобов'язаний позбутися їх шляхом утилізації або видалення.

Управління відходами включає заходи, що передбачають запобігання їх утворенню, а також процеси зі збору, транспортування, зберігання, обробки, утилізації, видалення, знешкодження та захоронення відходів. Ці дії здійснюються під контролем та наглядом за операціями і місцями видалення [4].

Згідно з даними Держжитлокомунгоспу, щорічний обсяг утворення твердих побутових відходів (ТПВ) в Україні становить близько 40 млн. м<sup>3</sup>, або 10 млн. т. Якщо врахувати, що комунальним обслуговуванням охоплено 85% населення, то цей обсяг слід збільшити до 11,8 млн. т. У таких умовах утворення ТПВ на душу населення на добу становитиме 0,67 кг. Побутові відходи знаходяться на 727 звалищах, займаючи загальну площу понад 3 тисячі гектарів. Більшість з цих звалищ не відповідають екологічним стандартам, їх перевантаженість і відсутність заходів захисту середовища негативно впливають на всі його складові [1].

Проблема управління твердими побутовими відходами є актуальною як для сільських, так і для міських територій. Це призводить до утворення сміттєзвалищ на узліссях, узбіччях доріг, у ярах та на територіях покинутих сільських садиб. В більшості сіл України сільські ради, через обмежене фінансування, не визначили місця для збирання відходів.

Основним питанням вирішення проблеми поводження з відходами є максимально можливе попередження та запобігання їх утворенню, як у виробництві, так і в споживанні продуктів побуту. Проте, сучасний стан економічного та технологічного розвитку України не дозволяє сподіватися на вирішення проблеми відходів виключно таким шляхом. Це вимагає



паралельного прийняття комплексу невідкладних заходів з очищення території України від накопичених за багато десятиріч небезпечних промислових, будівельних, сільськогосподарських і побутових відходів.

Вирішувати цю складну проблему повинні органи державної влади всіх рівнів разом з місцевим самоврядуванням, підприємствами й організаціями різних форм власності та громадськістю. Ніхто, окрім самих українців, не є більш зацікавленим і спроможним вирішити її на українській землі. Сприятливі цьому можуть економічно та технологічно розвинуті держави, насамперед, ділячись власним позитивним досвідом і демонструючи кращі світові практики в рамках програм технічної допомоги.

Стан системи санітарної очистки та поводження з відходами в населених пунктах України на сьогоднішній день залишається незадовільним. Основні виклики впровадження нових ефективних методів поводження з твердими побутовими відходами пов'язані з необхідністю виховання населення та навчання усіх його верств цивілізованому поводженню з відходами. Важливу роль відіграє пропаганда передового досвіду серед дорослих і дітей, з обов'язковим залученням громадських організацій до цієї роботи.

Відходи, що накопичуються, стають значним джерелом екологічної небезпеки та соціальної напруги. Крім того, велика кількість накопичених відходів свідчить про неспроможність держави ефективно використовувати місцеві ресурси, зокрема вторинні матеріали. В Україні існують значні недоліки та невикористані можливості в організації цієї роботи.

Традиційні методи утилізації міського сміття на звалищах не можуть бути застосовані у сільській місцевості, де знаходиться більшість звалищ, що унеможлиблює зменшення забруднення довкілля [27].

Для забезпечення ефективної життєдіяльності мешканців міст і селищ надзвичайно важливо вирішувати притаманні цим населеним пунктам екологічні проблеми. Це можливо завдяки впровадженню новітніх маловідходних і безвідходних технологій у виробничі процеси, а також

здійсненню масштабних заходів з очищення і утилізації шкідливих викидів у навколишнє середовище.

Разом з тим, відходи є не лише забруднювачами навколишнього природного середовища. В них міститься значна частина ресурсного потенціалу країни. Вже зараз відходи виробництва і споживання відіграють важливу роль у забезпеченні виробництва сировиною, замінюючи природні сировинні ресурси.

У розвинених країнах успішно використовуються технології сортування відходів та їх подальшого використання. Законодавство України встановлює основні принципи державної політики у сфері відходів, включаючи правові, організаційні та економічні аспекти діяльності, спрямованої на запобігання утворенню відходів, зменшення їх негативного впливу на довкілля, а також їх транспортування, утилізацію та захоронення. Запровадження Закону України «Про відходи» розпочинає новий етап у розвитку системи управління відходами, що враховує сучасні світові практики і поєднує адміністративні та економічні підходи.

Впровадження низки регулюючих заходів забезпечило певні зрушення у вирішенні проблеми і водночас висвітлило ті, які ще потребують вирішення.

## 1 ВПЛИВ ПОЛІГОНІВ ТПВ НА ДОВКІЛЛЯ

Основний екологічний вплив полігонів твердих побутових відходів зумовлений фільтратом. Фільтрат є стічними водами, що виникають внаслідок проникнення атмосферних опадів у масу полігону та накопичуються на його дні. Ця рідина має складний хімічний склад і характерний неприємний запах біогазу.

Проходячи крізь масу відходів, фільтрат насичується токсичними речовинами, які містяться у відходах або утворюються внаслідок їх розкладу, такими як важкі метали, а також органічні та неорганічні сполуки. На звалищах, збудованих без дотримання екологічних норм (без протифільтраційного екрану, системи відведення та очищення фільтрату), фільтрат вільно стікає по поверхні, проникаючи в ґрунт, ґрунтові та підземні води. Це проникнення може призвести до значного забруднення навколишнього середовища, включаючи органічні та неорганічні сполуки, яйця гельмінтів і патогенні мікроорганізми [7].

Тверді побутові відходи становлять серйозну санітарну загрозу, оскільки створюють сприятливі умови для розвитку паразитів і патогенних мікроорганізмів, таких як збудники черевного тифу, дизентерії, туберкульозу тощо. Вони також є місцем розмноження переносників інфекційних захворювань, таких як гризуни і мухи.

При сильному вітрі летючі компоненти сміття забруднюють великі території навколо полігону.

Забруднення підземних і поверхневих вод та ґрунту продуктами вилуговування, виділення неприємних запахів, рознесення сміття вітром, мимовільне займання полігонів, неконтрольоване утворення метану та неестетичний вигляд — це лише деякі з проблем, що викликають занепокоєння екологів та обурення місцевих мешканців. Однак, через брак вільних земель для нових полігонів, відсутність фінансування для їх будівництва та впровадження сучасних технологій поводження з відходами, сміттєзвалища продовжують функціонувати. Тому необхідно впроваджувати природоохоронні заходи на полігонах для зниження їхнього впливу на довкілля. Одним з найактуальніших і

найефективніших заходів є встановлення систем збору та утилізації звалищного газу на полігонах [11].

### 1.1 Стан проблеми поводження з твердими побутовими відходами в Україні

Проблеми управління твердими побутовими відходами (ТПВ), або сміттям, є актуальними у будь-якому регіоні світу і потребують невідкладного вирішення. Щорічна кількість ТПВ зростає на 3-6%, що відчутно перевищує темпи приросту населення планети. Особливо гостро ці проблеми відчуються в Україні, яка лідирує серед європейських країн за рівнем негативного впливу полігонів на навколишнє середовище. Наразі в Україні діє близько 4,5 тисяч полігонів та сміттєзвалищ, а кількість незаконних сміттєзвалищ перевищує 35 тисяч і продовжує зростати. Невідповідне використання ресурсів та управління ТПВ в країні досягли критичної межі, що породило необхідність впровадження нової системи управління ТПВ на національному і регіональному рівнях. Ця система має бути комплексною і враховувати всі аспекти проблеми: екологічні, економічні, технологічні, нормативно-правові і соціальні.

Відомо, що існує три основні методи поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ): захоронення на полігонах, спалювання та очищення від шкідливих компонентів з подальшою утилізацією для отримання цінних ресурсів. Сьогодні широко поширена думка, що захоронення ТПВ на спеціальних полігонах є більш економічним і універсальним методом порівняно зі спалюванням. У багатьох країнах ТПВ переважно вивозяться на звалища та полігони. Наприклад, у Нідерландах на звалищах та полігонах захоронюється 45–55 % ТПВ, в США – 62–85 %, а в Канаді – 93–96 %.

Однак, коли полігони для захоронення ТПВ перевантажені і не відповідають вимогам щодо розміщення та технічного обслуговування, як це часто трапляється в Україні, поховання ТПВ стає неефективним і екологічно

небезпечним методом управління відходами. Токсичний фільтрат з полігонів забруднює ґрунти та водні джерела, а розкладання відходів призводить до викидів шкідливого біогазу в атмосферу. Спалювання ТПВ також утворює токсичні речовини, які потрапляють у повітря, і є найбільш витратним способом через підвищення цін на енергоресурси.

Розвинені країни світу активно використовують сучасні технології для зменшення обсягу відходів і мінімізації їхнього шкідливого впливу на довкілля. Наприклад, у таких провідних європейських країнах, як Данія, Швеція, Бельгія, Нідерланди, Німеччина та Австрія, на захоронення припадає менше 20% твердих побутових відходів (ТПВ), 25-35% спалюється, а 45-60% переробляється як вторинна сировина. Вони планують протягом наступних 5-7 років повністю припинити захоронення ТПВ на полігонах. В Україні ситуація значно гірша: переробляється лише 2-3% ТПВ, 7-8% відсортовується як вторинна сировина, тоді як понад 90% захоронюється на полігонах та сміттєзвалищах.

В Україні є 140 великих полігонів, де захоронюється майже половина всіх твердих побутових відходів (ТПВ), що робить економічно доцільним збір та використання біогазу. З річних обсягів ТПВ, що потрапляють на ці полігони, можна зібрати приблизно 0,98-1,12 млрд м<sup>3</sup> біогазу. Враховуючи, що за останні 15-20 років на цих полігонах поховано 60-100 млн тонн ТПВ, можна розрахувати, що щорічно тут утворюється 600-1000 млн м<sup>3</sup> біогазу.

## 1.2 Стан проблеми поводження з твердими побутовими відходами в малих містах

VII Щорічна конференція малих міст України була присвячена темі «Розв'язання проблем поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) та впровадження міжмуніципального співробітництва». Ця тема актуальна для всіх міст і населених пунктів України, оскільки послугами з вивезення побутових відходів охоплено лише близько 75% населення, а в сільській місцевості – лише 30%.

Загальнодержавна програма реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2009-2014 роки охоплювала кілька напрямків. Серед них були: вдосконалення нормативно-правової бази, покращення системи управління, фінансова стабілізація галузі, технічне переоснащення, навчання кадрів та інформаційна робота з громадськістю.

За світовими стандартами, витрати населення на управління побутовими відходами становлять близько 1% від середнього доходу, в той час як в Україні ця цифра складає лише 0,2%. Це ускладнює впровадження нових методів збору та обробки відходів. Незважаючи на численні проблеми в галузі ТПВ, Україна досягла певних успіхів. Благодаря впровадженню системи роздільного збору сміття в 185 населених пунктах, функціонуванню 12 сміттесортувальних ліній та 3 сміттеспалювальних заводів, щорічно переробляється й утилізується приблизно 8% ТПВ.

Було висунуто декілька пропозицій щодо поліпшення управління твердими побутовими відходами (ТПВ). Першим кроком є заохочення та стимулювання підприємств у галузі ТПВ шляхом запровадження регресивної шкали оподаткування для тих, хто використовує інноваційні технології. Другий крок передбачає зміни у бюджетній політиці для збільшення ресурсів міст, що дозволить вирішувати проблеми на місцевому рівні. Третім кроком є розвиток публічно-приватного партнерства між державою, споживачами та бізнесом, а також покращення законодавства у цій сфері.

Реалізація міжмуніципального проєкту з впровадження інтегрованого підходу до поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) здійснюється завдяки співпраці Тульчинської районної державної адміністрації, Тульчинської районної ради, Тульчинської міської ради, а також Суворівської та Кинашівської сільських рад. Метою проєкту є вирішення проблем у сфері поводження з ТПВ у Тульчинському районі за підтримки Швейцарсько-українського проєкту «Підтримка децентралізації в Україні» та проєкту Програми розвитку ООН «Муніципальна програма врядування та сталого розвитку».

На думку всіх експертів, паралельно з впровадженням інноваційних практик поводження зі сміттям обов'язково має проводитися інформаційна кампанія для населення. Кампанія «Менше сміття – краще життя» проходить у Тульчинському районі за підтримки ПРООН/МПВСР і охоплює всі сфери населення – учнів шкіл, студентів, представників місцевих громад, підприємців та інших. Тульчинський міський голова зазначив: «Інформаційна кампанія, що проводиться в Тульчині, повинна проводитися по всій державі. Необхідно навчити людей цивілізовано поводитися з відходами» [20].

У резолюції конференції учасники звернулися до Міністерства економіки та торгівлі України з проханням вжити заходів для фінансування Державної цільової програми підтримки соціально-економічного розвитку малих міст на 2011-2015 роки, яка передбачає придбання спеціальної техніки для вивезення твердих побутових відходів (ТПВ). Також учасники звернулися до профільного Комітету Верховної Ради України та Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства з пропозицією створити робочу групу для розробки змін до законодавчих актів щодо обов'язкового укладення договорів на вивезення та утилізацію відходів.

Було запропоновано запровадити державне регулювання тарифів на вторинну сировину з метою економічного стимулювання сортування ТПВ, використовувати можливості державного підприємства «Укресресурси» для закупівлі обладнання для сортування, переробки та утилізації ТПВ у малих

містах та законодавчо закріпити механізм міжмуніципального співробітництва.

### 1.3 Проблема поводження з відходами у контексті стратегії сталого розвитку регіонів

Розглядаючи таку складову переходу до сталого розвитку, як економія природних ресурсів завдяки запровадженню енерго- та ресурсозберігаючих інноваційних технологій, що базуються на вторинній переробці відходів виробництва та споживання.

Збільшення світового промислового виробництва та потреб суспільства у додаткових ресурсах підсилює проблеми управління відходами, обсяг яких зростає щороку. Зокрема, обсяги промислових відходів у світі подвоюються кожні 15 років, причому цей термін має тенденцію до скорочення [2]. Ця проблема є актуальною й для України. За останніми оцінками, загальний обсяг відходів в Україні наразі перевищує 35 млрд тонн. За експертною оцінкою Ради з вивчення продуктивних сил України НАНУ, щорічно утворюється 780-800 млн тонн відходів [3].

Більше 75% відходів складають промислові відходи, включаючи розкривні супутні породи, шлами (відходи збагачення корисних копалин), металургійні шлаки, золо-шлакові відходи ТЕС, а також відходи вугільного видобутку та вуглезбагачення. Найбільш значні обсяги цих відходів виникають на підприємствах гірничо-металургійної, вугільної, хімічної промисловості та енергетики.

Аналізуючи дані про накопичення відходів, було встановлено, що майже 85% від їх загального обсягу складають відходи первинного гірничого та збагачувального циклу, які накопичилися у формі териконів, відвалів та шламосховищ протягом минулих років. Ці відходи особливо високо



концентруються у гірничовидобувних регіонах, таких як Донецький, Криворізький, Львівсько-Волинські басейни, а також частково в інших регіонах. Загальна площа, яку займають ці відходи, становить 160–165 тисяч гектарів.

Однією з найбільш актуальних проблем залишається управління органічними відходами, зокрема твердими побутовими відходами (ТПВ). На сьогоднішній день питомі показники утворення ТПВ становлять близько 1 кг на добу на душу населення і продовжують зростати. За даними Мінжитлокомунгоспу, з урахуванням 72% охоплення населення послугами з вивезення побутових відходів, у 2009 році в Україні було утворено близько 70 млн м<sup>3</sup> ТПВ (16 млн т). Загалом в Україні на полігонах та звалищах, включаючи несанкціоновані, накопичено понад 1 млрд м<sup>3</sup> або 250 млн т ТПВ. Лише близько 5% цих відходів переробляється шляхом рециклінгу та утилізується на двох сміттєспалювальних заводах у Києві та Дніпропетровську, обладнання яких застаріле та негативно впливає на довкілля. У сільських населених пунктах лише 30% населення мають доступ до послуг з вивезення ТПВ, що призводить до утворення близько 20 млн м<sup>3</sup> побутових відходів (5 млн т) щорічно на 19 тис. несанкціонованих звалищах, які займають площу понад 700 га [15].

Зібрані побутові відходи зберігаються на 4000 сміттєзвалищах і полігонах, з общою площею майже 7,4 тис. га. Багато з полігонів вже вичерпали свою місткість, а самі звалища стали джерелом антропогенного забруднення довкілля. Зараз 243 сміттєзвалища (6%) перевантажені, а 1187 (28%) не відповідають екологічним стандартам. Кількість закритих полігонів і сміттєзвалищ складає 248, з загальною площею понад 350 га, більшість з яких мають недостатній рівень моніторингу. Практично на всіх полігонах і сміттєзвалищах відсутні системи утилізації фільтрату, що збільшує їх небезпеку, оскільки значна частина знаходиться поряд з водними об'єктами і на активних зсувних ділянках, що може сприяти потраплянню фільтрату у водоносні шари. Частими є пожежі, під час яких унаслідок горіння полімерів

в атмосферу вивільняються значні кількості діоксинів, фуранів та інших токсичних речовин, що створює суттєву небезпеку для місцевого населення. Роботи з паспортизації, рекультивації та санації сміттєзвалищ проводяться неналежним чином: понад 1500 сміттєзвалищ потребують паспортизації, близько 355 – рекультивації та 320 – санації. За оцінкою данських експертів, кількість діючих полігонів в Україні необхідно скоротити як мінімум у сім разів через їх технологічну небезпеку та надмірне навантаження на навколишнє природне середовище.

Актуальність переробки відходів визначається двома ключовими чинниками, які суперечать принципам сталого розвитку. По-перше, це вичерпання природних ресурсів, які використовуються в суспільному виробництві. За оцінками експертів, ефективність технологій видобутку корисних речовин в сучасному одностадійному процесі природокористування не перевищує 3–5%, що означає, що 95–97% ресурсів перетворюються на відходи, часто модифіковані (іноді високотоксичні) первісні природні ресурси, які потім знову потрапляють у навколишнє середовище, спричиняючи його забруднення. Низька ефективність використання ресурсів у виробництві призводить до безвідповідального ставлення до невідновлюваних природних ресурсів і створює серйозну проблему розміщення та нейтралізації великої кількості новоутворених токсичних відходів.

Вдруге, щорічне збільшення обсягів відходів поглиблює проблеми забруднення навколишнього середовища. Вже наприкінці 1970-х років людство перевищило межі самовідновлення природних систем, що створює загрозу масштабної екологічної кризи. Це особливо стосується відходів, обсяги яких вже не можуть бути природним чином відновлені або перероблені у природних циклах. На сучасному етапі відбувається поступова зміна основного обмеження економічного зростання суспільства: від обмеження ресурсів до обмеження потенціалу середовища для асиміляції відходів.

Відповідно, парадигма соціального розвитку повинна зазнати змін, спрямовуючи зусилля на збалансування інтересів людини і природи.

Сьогодні накопичення відходів спричиняє забруднення ґрунтів і підземних вод токсичними речовинами, вилучення земель для їх складування з господарського обігу, погіршення якості атмосферного повітря через горіння відвалів, зростання захворюваності населення, яке проживає поряд зі звалищами відходів тощо.

З огляду на зазначені обставини та перспективи сталого розвитку суспільства, нагальною є необхідність загального підвищення ефективності використання ресурсів [7]. Основні аспекти цього процесу, зокрема щодо проблем відходів, включають:

- створення і впровадження у практичну діяльність мало- та безвідходних технологій, тобто перехід від одностадійного до багатостадійного (циклічного) природокористування;
- застосування інноваційних технологій переробки відходів з максимальним використанням їх ресурсного та енергетичного потенціалів.

Очевидно, що перший аспект є ключовим напрямом для радикального вирішення проблеми утворення відходів. Однак питання щодо того, як ми повинні розв'язувати проблему з уже накопиченими відходами, залишається актуальним у сучасних умовах. Щодо другого аспекту, вважаємо доцільним змінити управлінські підходи до поводження з відходами, переходячи від традиційних до інноваційних концепцій управління відходами [4,8].

Традиційна концепція управління відходами передбачає їх розгляд як непотріб, який необхідно викинути за власні кошти. Некомпенсовані витрати на утилізацію відходів стають відшкодуванням суб'єктам господарювання. Очевидно, що підприємства та організації прагнуть зменшити такі витрати. Це призводить до створення несанкціонованих звалищ, вилучення великих площ з господарського використання, забруднення навколишнього середовища та необхідності у збільшенні кількості контролюючих органів, що потребує додаткового фінансування.

Сучасні інноваційні підходи до управління відходами розглядають їх як додатковий ресурс, який фактично є безкоштовним і може бути використаним у виробництві. З цієї перспективи відходи виступають як унікальна можливість для зменшення витрат і збільшення прибутків підприємства шляхом використання "дармових" ресурсів. Політика Європейського Союзу у сфері управління відходами відповідає головній стратегії сталого розвитку, що передбачає забезпечення балансу між економічним зростанням, використанням ресурсів та утворенням відходів з максимальним економічним вигодою [9].

У розвинених країнах концепція "нуль відходів" Робіна Мюррея [2] стала популярною. Вона передбачає повернення відходів у виробничий цикл і організацію кругообігу речовин, що використовуються в технологічних процесах. Ця концепція вимагає радикально змінити підхід суспільства до відходів виробництва і споживання, переходячи від уявлення про них як шкідливі забруднюючі речовини, які потрібно ізолювати і контролювати, до розгляду їх як потенційних джерел корисних елементів, матеріалів та енергії за низькою ціною. Цю концепцію успішно втілюють провідні компанії світу. Наприклад, у 1998 році компанія Hewlett Packard зменшила обсяг відходів на 95%, що принесло їй економічний ефект у розмірі понад 870 тис. доларів США завдяки новим підходам до управління виробничими відходами. Протягом десяти років компанія Honda в Канаді зменшила кількість відходів на 98%. В Данії сьогодні переробляється більше 50% промислових та комерційних відходів.

На сьогодні в Україні концепція "нуль відходів" майже не реалізується, за винятком деяких дочірніх підприємств провідних іноземних компаній. Проте, за даними експертів, використання виробничих і споживчих відходів може призвести до значних економічних вигід у масштабах мільярдів доларів. Наприклад, дослідження показали, що відходи Запорізького титано-магнієвого комбінату містять скандій, ванадій, тантал, хром і титан у концентраціях, що перевищують їхній вміст у природних родовищах. У

відходах Миколаївського ртутного комбінату, Черкаського заводу хімічних реактивів та інших промислових підприємств також виявлено багато цінних компонентів. Використання цих ресурсів може значно підвищити економічну ефективність і зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Однак для впровадження сучасних інноваційних підходів до управління відходами в Україні необхідно удосконалити існуючі механізми управління відходами та правильно визначити стратегічні пріоритети розвитку системи управління відходами та ресурсозбереження. На наш погляд, пріоритети для нашої держави доцільно проранжувати у такому порядку:

1. Зменшення кількості та токсичності відходів досягається за рахунок зменшення споживання ресурсів і застосування менш токсичних речовин і матеріалів.

2. Переробка матеріалів дозволяє зберігати ресурси та енергію порівняно з видобутком нових сировин та матеріалів; у цьому контексті важливо широко використовувати відходи гірничо-видобувних галузей у промисловому, цивільному та дорожньому будівництві.

Рециклінг енергії – передбачає термічну переробку відходів без використання зовнішньої енергії, а також вилучення та використання енергії, накопиченої у відходах.

Складування і захоронення залишків, які не підлягають рециклінгу.

В багатьох випадках використання переробних матеріалів виявляється значно економічнішим, ніж залучення нової сировини у виробництво. Крім того, це сприяє зниженню негативного впливу на навколишнє середовище. Таким чином, при впровадженні рециклінгових технологій суб'єкт господарювання автоматично зменшує витрати на ресурси, зберігає природні ресурси і часто енергію, що сприяє покращенню його іміджу серед споживачів.

Навіть з усіма перевагами використання відходів у виробничих процесах, вітчизняний досвід показує, що без політичної підтримки вищих господарських управлінських структур, зокрема Кабінету Міністрів України,

а також без економічної мотивації суб'єктів господарювання для мінімізації та повторного використання відходів, нові концепції управління відходами не зможуть успішно впровадитися.

Що стосується проблеми органічних відходів, то вже зараз її можливо успішно вирішувати за концепцією “Zero Waste”. Ціни на вуглеводневі енергоносії, які є переважно імпортованими, досягли того рівня, коли отримання останніх із органічних відходів стало економічно вигідним. Матеріалізація розробленої і апробованої в Україні технології газифікації органіки в розплаві солей [11] дозволяє повністю відмовитися від видалення відходів на полігони та звалища. Зазначена технологія майже повністю усуває викиди в атмосферу газоподібних шкідливих речовин, таких як діоксини, фурани і «кислі» гази. За використання цієї технології з 1 кг органічних відходів можна отримати приблизно 0,25 л високооктанового бензину або 1 л метилового спирту.

Нами підраховано, що річний енергетичний еквівалент органічної складової твердих побутових відходів відповідає приблизно 10 млн тонн нафти. Зольний залишок після газифікації є нейтральним, водонерозчинним і може використовуватися як компонент підготовки основи під дорожнє полотно при будівництві автодоріг або як наповнювач бетону у будівництві. Для повної безвідходності необхідне сортування відходів з метою вилучення неорганічних складових (скло, метал, бетон тощо). Це питання можна вирішити за рахунок повсюдного впровадження роздільного збирання відходів. Зазначимо, що переробляти можна дуже зволожені відходи, оскільки процес синтезу бензину чи спирту із синтез-газу передбачає використання води. Особливістю процесу є те, що хімічна чистота води не має значення, отже, можна використовувати забруднену чи навіть морську воду. Таким чином досягається:

економія природних ресурсів за рахунок отримання рідких енергетичних вуглеводнів із відходів;

економічний та екологічний ефект внаслідок відмови від створення полігонів для видалення твердих побутових відходів; принагідно слід зауважити, що зменшуватимуться площі, зайняті діючими полігонами відходів і звалищами за рахунок їх поступового закриття та рекультивації, а значить, і їхній негативний вплив на довкілля та населення;

екологічний ефект завдяки відсутності шкідливих викидів в атмосферу при переробці відходів.

Потенційна економія природних ресурсів завдяки запровадженню енерго- та ресурсозберігаючої інноваційної технології, що базується на термічній переробці відходів споживання, може стати важливою складовою переходу України до сталого розвитку [29].

## 2 МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Характеристика місця проведення дослідження

Місто Апостолове знаходиться у центральній частині України, приблизно за 160 кілометрів на південний захід від Дніпра, між річками Дніпро, Інгулець і Базавлук, на південних схилах Придніпровської височини, в степовій зоні. Місцевість представляє собою відкриту плоску рівнину, що входить до третьої за теплою і засушливістю зони Дніпропетровської області. Канал Дніпро — Кривий Ріг проходить на відстані 2 кілометрів від міста.

Загальна земельна площа становить 3698 га, з них орендована площа – 306 га. Відстань до м. Дніпра – 200 км, відстань до обласного центру, м. Київ – 600 км [28].

### 2.2 Природно-кліматичні умови м. Апостолове Дніпропетровської області

На цій території клімат сприяє розвитку та дозріванню сільськогосподарських культур. Це помірно-континентальний клімат з середньорічною температурою повітря близько  $+7^{\circ}\text{C}$ . Річна кількість атмосферних опадів становить 450-500 мм, що призводить до періодичного промивного водного режиму з гідротермальним коефіцієнтом трохи менше 1. В серпні середня температура становить  $+26^{\circ}\text{C}$ , а в січні  $-21^{\circ}\text{C}$ . Абсолютний



максимум температури повітря за рік досягає  $+38^{\circ}\text{C}$ , а абсолютний мінімум становить  $-26^{\circ}\text{C}$ .

Сніговий покрив непостійний і в середньому не товще 30 см. Середня глибина замерзання ґрунту за багаторічний період становить 45 см. Узимку можливі танення, які при різкому зниженні температури сприяють утворенню льодової кірки.

Кількість опадів збільшується від холодної пори року до теплої і зменшується від теплої до холодної. Температура вище  $0^{\circ}\text{C}$  триває 245 днів на рік, а нижче  $5^{\circ}\text{C}$  – 44 дні. У теплу пору року (квітень – жовтень) випадає 375 мм опадів, а у холодну (листопад – березень) – 161 мм. Розподіл опадів по сезонах нерівномірний: влітку випадає 37% річної кількості, навесні – 23%, а восени та взимку разом менше половини річної суми опадів (40%).

Вегетаційний період, виражений числом днів із середньодобовими температурами вище  $5^{\circ}\text{C}$ , триває 200 днів (I декада квітня – III декада жовтня). Період середньої вегетації, виражений числом днів із середньодобовими температурами вище  $10^{\circ}\text{C}$ , триває 160 днів. Внаслідок коливань температури повітря протягом усіх зимових місяців спостерігається часте чергування відлиг та приморозків, що негативно позначається на перезимівлі озимих зернових культур.

У минулому на цій території переважали лісова та трав'яна рослинність. Ліси займали височини, але зараз їх вже повністю вирубано, і вивільнені землі використовуються для сільськогосподарських культур. Малий лісовий урочище площею 32,21 га зберігся у південно-східній частині території, де ростуть дуб, береза та осика. Підлісок представлений ліщиною та крушиною. На понижених ділянках росте трав'яна рослинність, яка використовується як сіножаті та пасовища. Ця рослинність належить до осоково-злакової та бобово-осокової асоціацій і включає такі види, як костриця лучна, мітлиця звичайна, тонконіг лучний, конюшина лучна та повзуча, серед інших [27].

### 2.2.1 Ґрунтовий покрив досліджуваних ділянок

Ґрунти мають слабку структурованість і після сильних дощів сильно затоплюються, погано проникають вологу. Вологість ґрунтів є досить високою. Основними типами ґрунтів на господарстві є малогумусні типові чорноземи мулувато-крупнопилуватого легкосуглинкового складу. Чорноземи мають глибокий гумусовий профіль (90-120 см і більше) і містять карбонати у вигляді міцелії в гумусовому горизонті. Вони характеризуються високою ємністю поглинання, близькою до нейтральної реакцією верхніх горизонтів і високою буферністю [26].

Рельєф є одним із важливих факторів ґрунтоутворення. На більшості території лесовидні суглинки під впливом діяльності поверхневих вод розмиті, і на поверхню виходять давньоалювіальні піски. Іноді вони перетворені в мергелізовані озерні відклади. Лесовидні та озерні відклади перекривають давньоалювіальні відклади. В цілому, рельєф території являє собою слабо хвилясту рівнину. Будова сучасної поверхні повністю залежить від давньої діяльності водних потоків.

Територію господарства поділяють на три частини:

Південно-західна частина характеризується вирівняністю поверхні, похилістю з південного заходу на північний схід та наявністю рідких, але досить великих блюдцеподібних западин.

Північно-східна частина характеризується хвилястістю поверхні, похилістю з північного сходу на південний захід і наявністю дрібних, але численних западин. Підвищені ділянки, складені лесовидними суглинками, мають пануюче значення і поширені компактними масивами, які використовуються як орні землі.

Між вищезгаданими ділянками знаходиться найбільш понижена частина території. Ця частина являє собою понижену слабохвилясту рівнину з переважанням понижених ділянок. Вона витягнута і похилена з північного

заходу на південний схід. Понижені ділянки, складені озерними суглинками, мають пануюче значення і поширені компактними масивами, які використовуються як природні кормові угіддя. Коливання відносних висот невелике і не перевищує 5–10 м.

Наявність у складі ґрунтоутворюючих порід карбонатів кальцію сприяє закріпленню органічних речовин у ґрунтах та утворенню структури. Разом із тим кальцій є одним із елементів живлення рослин [21].

На земельному масиві зустрічаються лесовидні карбонатні суглинки, озерні мергелізовані суглинки і давні алювіальні відклади. Лесовидні карбонатні відклади покривають майже всю площу польових земель радгоспу. За механічним складом вони складаються з грубопилуватих супісків і легких суглинків. Озерні мергелізовані суглинки знаходяться на понижених ділянках поверхні. Ці породи є досить щільними у сухому стані і досить в'язкими у вологому.

Лесовидні і озерні суглинки у всій території землекористування господарства покриваються давньоалювіальними піщаними та глинисто-піщаними відкладами на різних глибинах, починаючи від 1 м до 2 м глибини від поверхні і далі.

Місцевість господарства розташована на стародавній лісовій терасі Дніпра, яка значно змінилася внаслідок історичного розвитку під впливом водних потоків та інших факторів, що пов'язані з геологічними процесами, зокрема з великим зледенінням. Це спричинило формування водно-ерозійного рельєфу з різноманітними типами ґрунтів [23].

### 2.3 Характеристика полігону ТПВ в м. Апостолове Дніпропетровської області

Полігони - це спеціальні екологічні споруди, призначені для зберігання твердих побутових відходів (ТПВ), які призначені для запобігання забрудненню атмосфери, ґрунтів та вод, захоплюючи патогенні мікроорганізми всередині меж полігону та забезпечуючи їхнє безпечне знезараження біологічним шляхом. На полігонах можливе використання органічних складових ТПВ через уловлення біогазу [21].

Термін функціонування полігону повинен становити щонайменше 15-20 років. Його місцезнаходження враховує вимоги санітарних норм і відстань не менше 500 метрів від найближчої житлової забудови. До полігону веде тверде покриття дороги. По всьому обсязі майданчика, призначеного для полігону, розміщена захисна лісова смуга шириною не менше 20 метрів. Рівень ґрунтових вод під дном полігону знаходиться на глибині більше 2 метрів. Площу зони для зберігання відходів поділено на секції з періодом експлуатації тривалістю 3-5 років кожна. Перша секція містить перший пусковий комплекс для зберігання відходів протягом 1-2 років.

Для запобігання забрудненню ґрунтів і ґрунтових вод застосовуються спеціальні заходи, такі як укладання непроникного екрану на всьому дні та навколо полігону, системи збору, відведення й очищення фільтрату, а також система моніторингових свердловин для контролю якості ґрунтових вод.

Поверхневі водні об'єкти захищаються від можливого забруднення, яке може виникнути в результаті зливових і талових вод з полігону, обмеженого лісосмугою. Це досягається шляхом очищення стічних вод на спеціальному майданчику "біоплато" і відведення транзитних поверхневих вод.

На початковій стадії проектування розглядалися різні варіанти розміщення майданчика для складування твердих побутових відходів (ТПВ).

Для кожного варіанту були розраховані техніко-економічні показники, що дозволили обрати оптимальний варіант.

Проект полігону включав визначення його необхідної вмісткості. Залежно від місцеположення встановлювалися тип і конструкція полігону. Майданчик полігону був розподілений на етапи будівництва та пускові комплекси, розроблялась технологічна схема наповнення відходами в залежності від сезону. У проекті організації робіт проводився розрахунок потреби в машинах, механізмах і персоналі, визначалась необхідність ґрунту для покриття робочих карт і описувалась технологія рекультивації полігону.

Архітектурно-будівельний розділ проекту включає розробку генерального плану, вертикального плану, системи внутрішньоквартальних доріг, всіх типів будівель і споруд, огорож і інших конструкцій. Гідротехнічний розділ включає розрахунок на міцність схилів, дамб і гребель, протифільтраційних екранів, водоотводних каналів, розрахунок швидкості стоків, системи очищення стічних вод і відкачування фільтрату. Санітарно-технічний розділ охоплює зони санітарного захисту, систему водопостачання, каналізацію, установки для миття машин, заходи щодо зрошення робочих площ, боротьби з гризунами, очищення фільтрату, використання біогазу та інші аспекти. Проект також передбачає освітлення і засоби зв'язку.

Майданчик для полігону спочатку відбирався на основі детального аналізу великомасштабних карт, з урахуванням рельєфу, мережі доріг, населених пунктів, напрямку вітрів та інших факторів. Розглядалися декілька потенційних варіантів, проте перевага віддавалася ділянкам, де переважають глини, суглинки та інші водонепроникні породи.

Товщина ущільненого шару ТПВ становить 2-3 метри і він ізольований за допомогою ґрунту або інших неактивних матеріалів, таких як промислові відходи. Проміжний ізоляційний шар має товщину 0,25 метра до ущільнення і 0,15 метра після ущільнення. Для запобігання проникненню води в котлован використовують ущільнений шар глини на дні. Також для гідроізоляції

використовують компостовані матеріали, що пролежали у буртах протягом не менше року.

Після завершення експлуатації полігон мав бути покритий ізольованим шаром ґрунту товщиною не менше 1 метра згідно з проектом рекультивації. Проте полігон продовжує залишатися в експлуатації дотепер.

### 3 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 3.1 Методика визначення морфологічного складу відходів на МВВ

Вибір технології для обробки твердих побутових відходів (ТПВ) значною мірою залежить від їх складу та вимог до управління. Отже, вибір конкретної системи обробки ТПВ визначається поставленими цілями та передбачуваною технологією переробки.

Найважливішими технологіями для обробки твердих побутових відходів (ТПВ) є сортування, рециклінг (вторинна переробка), біотермічне компостування та спалювання. Використання полігонів для захоронення відходів вважається менш ефективним методом управління їх складом. Проте в Україні нещодавно було впроваджено ДБН, який встановлює вимоги до складу відходів, що можуть бути захоронені.

На сьогоднішній день впроваджуються сучасні технології низько- та високотемпературного піролізу (газифікації) відходів. Морфологічний склад ТПВ не є вирішальним фактором для технологій піролізу. Однак для сміттєпереробних підприємств, що використовують піроліз, морфологічний склад ТПВ важливий, головним чином для оцінки теплового потенціалу відходів. Використання таких технологій є економічно обґрунтованим лише за наявності значних обсягів побутових відходів.

Отже, з впровадженням енергозберігаючих технологій утилізації твердих побутових відходів (ТПВ) акцент зміщується на дослідження морфологічного складу ТПВ для оцінки їх енергетичних характеристик [12].

На сьогоднішній день визначення морфологічного складу ТПВ здійснюється у двох напрямках. Перший включає аналіз морфологічного складу ТПВ за окремими компонентами та відповідними нормами накопичення. Другий спрямований на оцінку енергетичних характеристик

ТПВ для впровадження енергозберігаючих технологій. У цьому напрямку також важливе значення має визначення загальних норм накопичення ТПВ.

Зазвичай морфологічний склад ТПВ визначається за допомогою гравіметричного методу. Рекомендується проводити дослідження норм накопичення та морфологічного складу ТПВ регулярно, не рідше одного разу на п'ять років, з виконанням сезонних (щоквартальних) вимірювань протягом року.

Норми накопичення відходів визначаються залежно від сезону. Протягом кожного сезону вимірювання проводяться протягом 7 днів безперервно, незалежно від графіку вивезення відходів. Оптимальні періоди для визначення норм накопичення такі: зима - грудень, січень; весна - квітень; літо - червень-липень; осінь - вересень-жовтень.

Основні параметри для визначення норм накопичення відходів включають масу, об'єм, середню густину та коефіцієнти нерівномірності їх накопичення протягом доби.

Морфологічний склад відходів споживання включає такі компоненти: харчові відходи, папір і картон, деревина, чорний металобрухт, кольоровий металобрухт, текстиль, кістки, скло, шкіра і гума, камінь і штукатурка, пластик, поліетиленові пляшки, полімерна упаковка від побутової хімії, поліетилен та інші матеріали, загалом складаючи 40 компонентів.

Для визначення морфологічного складу ТПВ можна використовувати два методи відбору зразків:

1. Відходи зі стандартних контейнерів, розташованих на певних контейнерних майданчиках.

2. Відходи, які надходять на зберігання безпосередньо після розвантаження сміттєвоза на робочій карті полігону ТПВ.

З одного боку, збір зразків відходів на контейнерних майданчиках дозволяє отримати точні дані про склад відходів, який відповідає структурі споживання товарів.



З іншого боку, визначення складу відходів, які надходять на зберігання, є важливим, оскільки після подальшої переробки (наприклад, сортування) вихідний потік відходів буде мати такий самий склад і якість, як і при їх зборі на контейнерних майданчиках і вивезенні з сміттєвоза при природній вологості та забрудненості [22].

При дослідженні морфологічного складу відходів споживання зразки відбирають із загальної маси відходів, доставлених у день відбору. Надійність результатів значною мірою залежить від методики відбору зразків. Основною вимогою до цього процесу є забезпечення репрезентативності зразка за всіма досліджуваними параметрами без зміни його початкової вологості та щільності під час відбору та дослідження.

Для визначення морфологічного складу ТПВ використовують зразки з контейнерних майданчиків, які обслуговують житловий фонд. Проте неможливо повністю уникнути присутності відходів від інфраструктури (підприємств та організацій) при аналізі зразків, оскільки, як показує практика, дрібні офіси та торгові точки часто розташовані в житлових будинках. Таким чином, на контейнерних майданчиках збираються відходи як від населення, так і від організацій [20].

Вибір конкретної системи відбору зразків залежить від цілей експерименту та наявних технічних можливостей.

Після видалення сміттєвоза проводиться візуальна перевірка відходів на відповідність до ТПВ. З цих відходів відбирається 400-450 кілограмів для подальшого аналізу.

Відходи розділяються на складові наступним чином: спочатку вручну відбираються найбільші компоненти, а решта просіюється через пробоотримник. Велика фракція також поділяється на окремі частини, а дрібна фракція зважується в пробоотримнику.

Для розрахунку морфологічного складу використовується наступна формула [20]:

$$c_i = 0,01 \frac{m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}, \%$$

де:

- $c_i$  – вміст кожного компонента, % по масі;
- $m_i$  – маса кожного компонента, кг;
- $n$  – кількість компонентів, що відбираються.

Склад побутових відходів різний у різних країнах і містах і залежить від різноманітних факторів, таких як рівень життя населення, клімат та наявна інфраструктура. Система збору у місцях проживання, наявність сміттєвих контейнерів та інші аспекти значно впливають на склад відходів. Також склад відходів може змінюватися залежно від сезону, погодних умов і навіть днів тижня. Наприклад, восени збільшується кількість органічних відходів через більший споживання овочів і фруктів. Узимку і весною зростає вміст дрібних відсівів, таких як вуличне сміття.

Весняні складові ТПВ включають в себе 20-25% органічних відходів, тоді як ця частка зростає до 40-55% восени, оскільки збільшується споживання овочів і фруктів, особливо в містах південної зони.

У зимовий і весняний періоди вміст дрібних відсівів (вуличного сміття) зростає з 20% до 7% у містах південної зони і з 11% до 5% у містах центральної зони.

Впровадження сучасних технологій обробки ТПВ часто потребує глибшого аналізу складу за фракціями з урахуванням кліматичних і сезонних особливостей регіону. У першій, підготовчій фазі проекту проводяться дослідження щодо сезонних змін у складі ТПВ з огляду на економічні, енергетичні, екологічні і соціальні аспекти.

### 3.2 Методика визначення середньорічного об'єму фільтрату утвореного МВВ в м. Апостолове

Розподіл обсягу утворення фільтрату, визначення методів зменшення його накопичення, розміри секцій накопичувачів фільтрату, тривалість їх наповнення і склад робіт з утилізації та знешкодження фільтрату рекомендується визначати залежно від типу зволоження території, на якій розміщуються полігони побутових відходів.

Кількість водного фільтрату, що утворюється на полігоні побутових відходів, залежить від різних факторів, таких як кліматичні умови, рельєф місцевості, склад відходів, можливість додаткового зволоження через поверхневий стік, інфільтрація з водоносних шарів, технології зберігання відходів, біохімічні процеси утворення води та здатність самих відходів утримувати воду на структурному рівні.

Потенційний середньорічний об'єм фільтрату  $W_{\text{ф}}^{\text{р}}$  рекомендується визначати з рівняння водного балансу полігона за формулою:

$$W_{\text{ф}}^{\text{р}} = (W_{\text{о}}^{\text{р}} + W_{\text{пв}}^{\text{р}}) - (W_{\text{вв}}^{\text{р}} + W_{\text{вс}}^{\text{р}} + W_{\text{зв}}^{\text{р}} + W_{\text{фв}}^{\text{р}}) \quad (1)$$

де :

$W_{\text{о}}^{\text{р}}$  - середньорічний об'єм атмосферних осадів;

$W_{\text{пв}}^{\text{р}}$  - середньорічний об'єм поверхневих стоків;

$W_{\text{вв}}^{\text{р}}$  - середньорічний об'єм вологи, що випаровується з поверхні побутових відходів;

$W_{\text{вс}}^{\text{р}}$  - середньорічний об'єм вологи, що випаровується з поверхні контрольно-регулюючих ставків, ставків-випарників;

$W_{\text{зв}}^{\text{р}}$  - середньорічний об'єм вологи, що використовується для додаткового зволоження відходів;

$W_{\text{ф.в.}}^{\text{р}}$  - середньорічний об'єм вологи, що фільтрується крізь захисний екран основи полігона побутових відходів.

Для збору фільтрату рекомендується використовувати дренажну систему з шаровим дренажем (галька або щебінь) і дренажними трубами. При улаштуванні шарового дренажу і виборі дренажних труб рекомендується використовувати матеріали, які стійкі до хімічних і біологічних впливів. Вибір матеріалів слід здійснювати таким чином, щоб їх хіміко-фізичні властивості і механічна стійкість до побутових відходів не призводили до відмови в роботі системи.

Для створення водовідведення рекомендується використовувати попередньо промиті матеріали округлої форми з розміром часток 16-32 мм. Якщо гранулометричний склад матеріалів не відповідає цим параметрам, слід вибрати інші матеріали з подібним розміром часток. Вміст карбонату кальцію у матеріалі для водовідведення не повинен перевищувати 20% від загальної ваги [17].

Для відведення фільтрату рекомендується використовувати труби з перфорованою поверхнею на дві третини або з прорізами. Діаметр таких труб має бути не менше 300 мм. Труби слід розташовувати на поверхні гідроізоляційного шару так, щоб забезпечити відведення фільтрату з усієї площі полігону побутових відходів. Навантаження на труби слід визначати за допомогою спеціальних розрахунків [17].

Для запобігання забрудненню дренажної системи під час експлуатації рекомендується проводити її контроль і промивання.

Фільтрат рекомендується збирати на контрольних ставках і потім направляти наступним чином:

1. До системи водовідведення населеного пункту;
2. На споруди для утилізації та знешкодження фільтрату, що розташовані на території полігону побутових відходів.

Перед етапом знешкодження та утилізації фільтрату рекомендується проводити його грубу сепарацію, седиментацію та розподіл фаз. III. Знешкодження та утилізація фільтрату

Рекомендується обґрунтовувати вибір обладнання та проектування технологічних процесів знешкодження та утилізації фільтрату на етапі вибору.

Рекомендується визначати методи знешкодження та утилізації фільтрату на основі попереднього аналізу його властивостей за такими параметрами:

кількість фільтрату;

кислотність (рН);

електропровідність;

ХПК, БПК<sub>5</sub>;

концентрація аміаку, нітратів, нітритів, фенолу, хлоридів, сульфатів, ціанідів та інших легко вивільнюваних речовин;

вміст загального азоту, фосфатів;

концентрація важких металів;

вміст вуглеводнів, особливо тих, що містять хлор і т.д [17].

Рекомендується використовувати повторну подачу зібраного фільтрату для зрошення робочого тіла полігону побутових відходів лише в районах з підходящим кліматом і маловодних сезонах року.

Рекомендується застосовувати традиційні методи очищення господарсько-побутових та виробничих стічних вод для знешкодження та утилізації фільтрату, а також їх комбінації.

У таблиці 3.1 подано експертну характеристику основних методів знешкодження та утилізації фільтрату [16].

Таблиця 3.1 – Методи знешкодження та утилізації

NN п/п	Методи знешкодження та утилізації	Призначення	Особливості
1	Фізичні методи		
1.	Відстоювання	Видалення зважених механічних домішок	Недоліки: - не забезпечується очищення від розчинних домішок; - потреба у великих земельних площах для розміщення споруд
2	Випарювання	Використання у разі загального вмісту солей більше ніж 40 г/л	Недоліки: - не забезпечується видалення розчинної органіки
2	Фізико-хімічні методи		
1.	Адсорбція активованим вугіллям або іншим сорбентом	Доочищення від розчиненої органіки	Недоліки: - чутливість до коливань складу фільтрату; - проблеми регенерації сорбентів
2.	Іонний обмін	Знезалізнення та знесолення	Проблеми утилізації розчинів, що утворюються після

			регенерації іонообмінної смоли
3.	Мембранна технологія	Глибокий ступінь очищення від розчинених домішок і мінеральних солей, важких металів і домішок, що біологічно не розкладаються	<p>Переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- високий ступінь очищення фільтрату і досягнення ГДК для скиду у водойму;</li> <li>- стабільність у разі значного коливання складу фільтрату;</li> <li>- компактність установок;</li> <li>- відсутність додаткових хімічних реагентів, що вводяться.</li> </ul> <p>Недолік:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- необхідність ретельної попередньої підготовки фільтрату</li> </ul>

## Продовження таблиці 3.1

4.	Коагуляція і флокуляція $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ і $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	Часткове посвітління і зменшення ХПК	Недоліки: - введення додаткових реагентів у значних кількостях; - велика кількість шламів; - потреба у великих земельних площах для розміщення споруд
3	Хімічні методи		
1.	Оброблення активним хлором	Часткове посвітління і зменшення ХПК, знезаражування	Недоліки: - утворення хлорорганіки
2.	Окислювання перекисом водню	Часткове окислювання заліза і органічних домішок, посвітління й знезаражування	Малоефективний, може бути використаний не у всіх випадках
3.	Озонування	Посвітління та зменшення ХПК, знезаражування	Недоліки: - енергоємний процес; - утворення токсичних низькомолекулярних радикалів



4.	Фотохімічне оброблення	Використання під час доочищення фільтрату за рахунок деструкції розчиненої органіки, знезаражування	Недолік: - висока енергоємність
4.	Біохімічні методи		
1.	Аеробне біологічне оброблення	Видалення розчинених органічних сполук	Недоліки: - обмеження використання за ХПК і солевмістом; - чутливість до присутності токсичних речовин і високих значень рН; - застосування тільки при невисоких концентраціях забруднень фільтрату; - потреба у великих земельних площах для розміщення споруд; - утворення великої кількості надлишкової біомаси; - висока трудомісткість обслуговування

Продовження таблиці 3.1

2.	Анаеробне біологічне оброблення	Особливо ефективний у разі очищення фільтрату з ХПК більше 2000 мг/л)	<p>Переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не потрібне попереднє посвітління фільтрату;</li> <li>- досить легке технічне обслуговування.</li> </ul> <p>Недоліки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- застосовується тільки при високих концентраціях забруднюючих речовин;</li> <li>- температура оброблюваного фільтрату не менше 25° С</li> </ul>
----	---------------------------------	---	---

Рекомендується обирати методи знешкодження та утилізації фільтрату індивідуально для кожного конкретного випадку, враховуючи характеристики фільтрату та вимоги до якості очищеної води.

Для оцінки кількісних та якісних показників роботи системи знешкодження та утилізації фільтрату, а також визначення кількості та якості оброблюваного фільтрату, рекомендується проводити лабораторно-виробничі дослідження.

### 3.3 Методика відбору проб води з поверхневих джерел в зоні дії МВВ

Властивості води визначаються на основі результатів лабораторних аналізів. Тому важливо правильно збирати зразки і грамотно їх підготувати до аналізу. Для цього використовують банки об'ємом 5 літрів, в які збирають проби води.

Основні вимоги до збирання проб води:

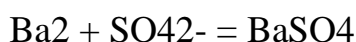
1. Збір проб потрібно виконувати в один день з усіх досліджуваних ділянок, якщо це необхідно. Тому заздалегідь слід підготувати етикетки, тари, матеріали і т. д.

2. Збір проб варто проводити близько 13 годин за місцевим часом, а для скорочення цей період може коливатись між 12 і 17 годинами.

3. Кожна проба повинна супроводжуватись етикеткою, на якій зазначені назва водойми, глибина взяття проби, температура води, дата і підпис відповідального за збір проби.

Визначення іонів сульфату.

Підвищена концентрація сульфатів у воді небажана, оскільки це може призвести до погіршення смакових і запахових характеристик води і збільшення її корозійної активності. Вміст іонів  $SO_4^{2-}$  у воді визначають за допомогою комплексометричного методу з використанням трилону Б. Цей метод полягає в додаванні до досліджуваної води іонів  $Ba^{2+}$  (з розчину  $BaCl_2$ ), які утворюють нерозчинні комплекси з іонами  $SO_4^{2-}$ , які відкладаються у вигляді осаду:



Кількість сульфатів визначають, порівнюючи споживання трилону Б до і після осадження іонів  $Ba^{2+}$ . Оскільки у воді також присутні іони  $Ca^{2+}$  і  $Mg^{2+}$ , необхідно враховувати їх при обчисленні результатів.

Хід визначення:

В кінцеву колбу об'ємом 250 мл додають 200 мл досліджуваної води за допомогою піпетки. Потім до розчину додають 1-2 краплі розчину індикатора метилового червоного і підкидають 0,1 н розчин соляної кислоти. Розчин кип'ятять протягом 3-5 хвилин для видалення вуглекислого газу. До киплячого розчину додають рівно 1 мл розчину хлориду барію, який містить іони магнію (10 г  $BaCl_2 \cdot 2H_2O$  та 4 г  $MgCl_2 \cdot H_2O$  в 1 л), і знову кип'ятять протягом 10-15 хвилин. Це дозволяє більш точно визначити кінець титрування трилоном Б за наявності іонів  $Mg^{2+}$  у розчині.

Частина іонів  $Ba^{2+}$  використовується для утворення сульфату барію ( $BaSO_4$ ), а решта залишається у розчині. Через 10-15 хвилин досліджувану воду нейтралізують 0,1 н розчином їдкого натру, додаючи його краплями до зміни забарвлення розчину з червоного на жовте. Потім додають 5 мл аміачного буферного розчину, кілька крапель індикатора ЕКС-Т і проводять титрування 0,025 н розчином трилону Б.

В окремій пробі вимірюють об'єм розчину трилону Б, необхідний для титрування 1 мл розчину хлориду барію з іонами  $Mg^{2+}$ . В іншій пробі досліджуваної води (200 мл) визначають об'єм розчину трилону Б, необхідний для титрування іонів  $Ca^{2+}$  та  $Mg^{2+}$ .

Вміст іонів  $SO_4^{2-}$  обчислюють по формулі (3.3.1):

$$C = (m_{\text{зал.}} - m_{\text{пуст.}}) \times 0,4115 \times 1000 \times 1000 / V_{\text{пр.}} \quad (3.3.1)$$

де  $m_{\text{зал.}}$  – маса тигля із залишком, г;

$m_{\text{пуст.}}$  – маса пустого тигля, г;

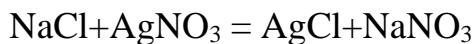
$V_{\text{пр.}}$  – об'єм досліджуваної проби, мл.

Визначення іона хлориду

Визначення концентрації іонів  $Cl^-$  у воді проводиться через їх високий розчин у воді, що призводить до їх практичної наявності майже у всіх водах.

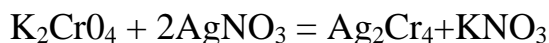
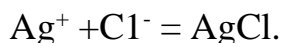
Вищі концентрації хлоридів призводять до того, що вода має гірко-солоний смак. Ці хлориди, зокрема  $Cl^-$ , визначаються шляхом титрування

розчином нітрату срібла за участю індикатора хромату калію. При цьому в розчині можуть одночасно протікати дві реакції:



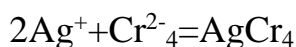
осад білого кольору

або



осад цегляно-червоного кольору

або



Якщо одночасно можуть відбуватися дві реакції з утворенням осадів, спочатку утворюється менш розчинний білий осад AgCl, і лише після завершення його утворення починається утворення більш розчинного цегляно-червоного осаду Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>. Отже, завершення реакції зв'язування хлорид-іону в малорозчинний хлорид срібла визначається зміною кольору розчину на цегляно-червоний внаслідок утворення осаду хромату срібла.

Хід визначення.

20 мл досліджуваної води переносять за допомогою піпетки до мірної колби об'ємом 250 мл. Потім додають 1 мл 10%-ного розчину хромату калію і проводять титрування розчином нітрату срібла до появи цегляно-червоного забарвлення. Записують об'єм розчину нітрату срібла, використаного під час титрування.

Кількість хлорид-іона (С) у досліджуваній воді обчислюють по формулі (3.3.2):

$$C = (V - V_{\text{хл.}}) \times K \times n \times 35,45 \times 1000 / V_{\text{пр.}} \quad (3.3.2)$$

де V - об'єм розчину нітрату срібла, який пішов на титрування, мл;

K – коефіцієнт, який дорівнює 1;

35,45 - міліграм-еквівалент хлору;

n – нормальність нітрату срібла;

$V_{\text{пр.}}$  - об'єм досліджуваної води, узятий для титрування, мл.

Визначення біологічного споживання кисню (БСК)<sub>5</sub>

Біохімічним споживанням кисню (БСК) розуміють кількість кисню, яка споживається протягом певного періоду часу на аеробний біохімічний розклад органічних речовин, що містяться в досліджуваній воді.

Часто використовують показник БСК<sub>5</sub>, що вимірює біохімічне споживання кисню протягом перших п'яти діб.

БСК<sub>5</sub> визначається за тією ж методикою, що й розчинений кисень, проте вимірюється через 5 діб. Визначається як різниця між кількістю розчиненого кисню та отриманим результатом (кількість кисню через 5 діб).

Визначення вмісту нітратів у воді

Колориметричне визначення вмісту нітратів ґрунтується на реакції нітратів з саліцилатом натрію за участю сірчаної кислоти, що призводить до утворення жовтого азотсаліцилового кольору. Чутливість методу становить 0,1 мг/л нітратного азоту.

Засоби вимірювання:

1. Фотоелектроколориметр
2. Водяна баня.
3. Посуд скляний мірний: колби на 50 та 100 мл, піпетки, пробірки.

Чашки фарфорові. Палички скляні.

4. Кислота сірчана, калій натрій виннокислий, саліцилат натрію, хлороформ.

Алгоритм вимірювання

1 Підготування розчинів.

1.1. Для приготування основного стандартного розчину нітрату калію масою 0,7218 г  $\text{KNO}_3$ , речовину розчиняють у дистильованій воді, додають 1 мл хлороформу і доводять об'єм до 1 літра.

1.2. Для підготовки робочого стандартного розчину нітрату калію, 10 мл основного розчину розводять у мірній колбі дистильованою водою до об'єму 100 мл. Використовують свіжоприготовлений розчин.

1.3. Для підготовки розчину калію-натрію винокислого, 30 г калію-натрію винокислого розчиняють у 70 мл дистильованої води.

1.4. Для підготовки розчину саліцилату натрію з концентрацією  $W=0,5\%$ , 0,5 г саліцилату натрію розчиняють у 100 мл дистильованої води. Використовують свіжий розчин.

1.5. Для підготовки розчину їдкого натрію з концентрацією  $C=10$  моль/л, 400 г їдкого натрію розчиняють у дистильованій воді і після охолодження доводять об'єм до 1 л дистильованою водою.

## 2. Вимірювання.

Для підготовки аналітичного процесу: 10 мл досліджуваної проби переносять у фарфорову чашку. Додають 1 мл розчину саліцилату натрію і випаровують на водяній бані до висихання. Після охолодження залишок зволожують 1 мл концентрованої сірчаної кислоти, ретельно розтирають його скляною паличкою і залишають на 10 хвилин. Потім додають 5-10 мл дистильованої води і переносять у мірну колбу об'ємом 50 мл. Додають 7 мл розчину натрію з концентрацією  $C=10$  моль/л, доводять об'єм до позначки дистильованою водою і перемішують. Протягом 10 хв після додавання розчину натрію забарвлення не змінюється. Потім вимірюють оптичну щільність розчину при  $\lambda=480$  нм в кюветах об'ємом 10-50 мм.

Обробка результатів вимірювання:

### 1. Побудування калібровочного графіку.

У кюветах діаметром 10 мм беруть різні об'єми (від 0 до 10 мл) робочого стандартного розчину нітрату калію і розведені до мітки дистильованою водою. Потім ці розчини переносять у фарфорові чашки, додають 1 мл розчину саліцилату натрію і випаровують на водяній бані до сухості. Отриманий залишок обробляють так само, як аналізують пробу. Оптичну щільність розчинів вимірюють при  $\lambda=480$  нм і будують калібровочну криву, віднімаючи значення оптичної щільності нульової проби.

2. Після вимірювання оптичної щільності досліджуваної води, за допомогою графіка визначають вміст нітратів.

Визначення масової концентрації нітритів у воді засноване на здатності нітритів діазотувати сульфонілову кислоту та утворювати червоно-фіолетовий барвник діазосполуки з 1-нафтиламіном.



Азосполука реагує з  $\alpha$ -нафтіламіном та утворює червоно-фіолетовий барвник діазосполуки:



$\alpha$ -нафтіламін

Вимірювання оптичної густини розчину проводять при  $\lambda = 520\text{nm}$

### 1. Алгоритм вимірювання

#### 1.1. Підготовка розчинів до аналізу.

1,497 г  $\text{NaNO}_2$  розчиняють у бідистильованій воді в мірній колбі на 1 л і доводять об'єм до мітки. Розчин консервують і зберігають в склянці темного скла на протязі декількох місяців, якщо немає осаду чи каламутності.

#### 1.2. Підготовка робочого стандартного розчину.

Один мілілітр основного стандартного розчину розведено у бідистильованій воді в мірній колбі до об'єму 1 літра. Використовується свіжий розчин.

#### 1.3. Приготування реактиву Грісса.

10 г сухого реактиву розчиняють у 100 мл розчину оцтової кислоти  $W=12\%$ .

### 2. Вимірювання.

До 50 мл досліджуваної проби додають 2 мл розчину реактиву Гріггса, після чого суміш перемішують і нагрівають на піщаній бані при температурі  $50-60^\circ\text{C}$  протягом 10 хвилин. Потім проводять фотометрію при  $\lambda = 520\text{ nm}$  відносно бідистильованої води з реактивом Гріггса. Масову концентрацію нітритів визначають за графіком. Для побудови графіку в мірній колбі на 50 мл наливають 0; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 15 мл робочого стандартного розчину і доводять об'єм до мітки бідистильованою водою. Потім вимірюють оптичну густину отриманих розчинів.



### Обробка результатів вимірювання

Будують калібровочний графік в координатах "оптична густина – концентрація (мг/л)". Вимірявши оптичну густину досліджуваної води за графіком знаходять концентрацію  $\text{NO}_2$  перераховують за формулою (3.3.3):

$$X = \frac{C * 50}{V}, \quad (3.3.3)$$

де  $C$  – концентрація знайдена за графіком, мг/л;  
 $V$  - об'єм досліджуваної проби. [26]

### Визначення концентрації іонів водню (рН).

рН води визначається як вміст водневих іонів у розчині, виражений в грам-еквівалентах на 1 літр розчину. Цю величину звичайно позначають символом рН, що є десятковим логарифмом концентрації іонів водню, взятим зворотним знаком ( $\text{pH} = - \lg (\text{H}^+)$ ).

Значення рН є важливим показником кислотності або лужності води і значно залежить від наявності вільної вуглекислої газу: чим більше вільної вуглекислої газу, тим кисліша вода у порівнянні з іншими умовами. Концентрація водневих іонів не є постійною і піддається коливанням як протягом року, так і протягом доби.

У практиці вважається, що вода з рН від 1 до 3 є дуже кислою, від 3 до 5 - кислою, від 5 до 6 - слабо кислою, від 6 до 7 - дуже слабо кислою; рН 7 - нейтральною, від 7 до 8 - дуже слабо лужною, від 8 до 9 - слабо лужною, від 10 до 14 - дуже лужною.

Метод визначення рН за допомогою потенціометрії ґрунтується на вимірюванні різниці потенціалів між зовнішньою поверхнею скляної мембрани електрода, що контактує з досліджуваним розчином, та внутрішньою поверхнею мембрани, яка знаходиться у стандартному розчині

кислоти. Оскільки стандартний розчин має постійну активність іонів водню, потенціал на внутрішній поверхні мембрани залишається незмінним. Вимірювана різниця потенціалів визначається потенціалом, що виникає на межі зовнішньої поверхні електрода та досліджуваного розчину.

Виміри проводяться щодо потенціалу іншого електрода, який використовується як електрод порівняння. Обирають електрод таким, чий потенціал не змінюється в залежності від активності іонів водню.

Перевірка результатів водної витяжки в першу чергу полягає у порівнянні відсоткового вмісту аніонів і катіонів з величиною сухого залишку. Важливо зазначити, що при вимірюванні відсотків аніонів і катіонів береться половина знайденої кількості  $\text{HCO}_3^-$ , яка втрачається в процесі вивітрювання при отриманні сухого залишку. Якщо відхилення між величиною сухого залишку і сумою солей перевищує 5%, аналіз слід повторити.

Інший метод перевірки точності виконаного аналізу водної витяжки полягає в порівнянні вмісту катіонів і аніонів. Кількість у мг-екв катіонів повинна бути рівною сумі аніонів, якщо аналіз виконаний вірно.

Сума іонів розраховується за формулою:

$$\Sigma_i = (Cl^- + SO_4^{2-} + \frac{L}{2} + Ж + (K^+ + Na^+)), \quad (3.3.4)$$

де  $L$  – лужність, мг-екв/дм<sup>3</sup>;

$Cl^-$  - концентрація хлорид-іонів, мг/дм<sup>3</sup>;

$Ж$  – загальна жорсткість, мг-екв/дм<sup>3</sup>;

$SO_4^{2-}$  - концентрація сульфат-іонів, мг/дм<sup>3</sup>;

$(K^+ + Na^+)$  - концентрація іонів калію і натрію, мг/дм<sup>3</sup>;

Формула перерахунку з мг/дм<sup>3</sup> у г/100 г ґрунту (%):

$$\left[ \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} \right] \cdot \frac{0,5}{1000} = \left[ \frac{\text{г}}{100 \text{ г ґрунту}} \right] \quad (3.3.5)$$

Методика визначення масової концентрації нафтопродуктів у природних та стічних водах за допомогою аналізатора нафтопродуктів "Мікран".

Автоматичний аналізатор для вимірювання вмісту нафтопродуктів у воді (питної, промислової, поверхневої, морської, стічної та підземної).

Технічні характеристики: діапазон чутливості 0,01-100 мг/л, об'єм проби 0,15 л, час виконання вимірювання до 8 хвилин, працює при потужності 60 Вт, вага приладу становить 8 кг, розміри 480x130x225 мм.

Режим роботи автоматичний, під керівництвом вбудованої програми. Діагностика - програмний контроль вузлів пристрою та дій оператора з відображенням результатів на екрані.

Призначення. Аналізатор працює в автоматичному режимі, включаючи забір проби, дозування екстрагента для її розчинення, екстракцію, поділ, вимірює оптичну щільність нафтопродуктів у екстракті, регенерацію розчинника, промивку і сушку вимірювальної кювети, фільтрів, роздільної колонки, розрахунок та відображення результатів вимірювання. Об'єм проби для аналізатора становить 0,15 л. Інтервал часу на одне вимірювання складає 3-4 хвилини. Час промивки сушки екстрагуючих та роздільних вузлів аналізатора залежить від вмісту нафтопродуктів у пробі і становить 2-5 хвилин.

Похибка визначення концентрації нафтопродуктів становить в діапазоні концентрації 0,01-100,0 мг/л  $\leq \pm 20\%$  відносної похибки.

Основні функції комплексу включають:

Організацію масопереносу в системі при заборі проби, дозуванні розчинника, відокремленні екстракту від проби, зливі проби, промивці та сушці блоків розділення і оптичного блоку.

Визначення оптичної щільності екстракту.

Розрахунок кількості нафтопродуктів у екстракті.

Індикація результатів вимірювання і генерація звукового сигналу на початку та в кінці кожного циклу вимірювання, при необхідності заміни води на етапі промивки, а також при реєстрації аварійної ситуації.

Самодіагностика стану апаратних і програмних компонентів комплексу та генерація повідомлень про зареєстрований збій в роботі.

В якості розчинника використовується гексан класу «Ч» або «ХЧ» або еталонний гексан. Об'єм розчинника, що повністю витрачається за час однієї екстракції, становить 3 мл. Об'єм влаштованого резервуара для розчинника складає 1,5 літра. Екстрагована проба розчинника автоматично промивається від механічних забруднень чистою від нафтопродуктів водою.

Екстракція гексанових розчинів нафтопродуктів в ультрафіолетовій області спектру (220-320 нм).

Основна градуювальна таблиця побудована з використанням модельної суміші нафтопродуктів, яка відповідає середньому вмісту аліфатичних, аліциклічних та ароматичних вуглеводнів в нафтопродуктах. Склад суміші (у вагових %): изооктан – 37,5%, циктан – 37,5%, бензол – 23,0%, антрацен – 2,0%.

Склад відповідає ГОСТу 380181378-85. Перша допоміжна градуювальна таблиця використовується у випадку, якщо основним забрудником є важкі нафтопродукти. Для побудови таблиці використовується мазут М-40. Друга допоміжна градуювальна таблиця використовується у випадку, якщо основним забрудником є легкі тяглі масла. Для побудови таблиці використовується турбінне масло ТП-22.

Вибір градуювальної таблиці здійснюється натисканням однієї із трьох клавіш, розташованих на передній панелі приладу.

Значення поправочного коефіцієнта  $K=0,2$ .

Таблиця 3.2 – Нормативи контролю

Діапазон виміру масової концентрації нафтопродуктів у воді, мг/дм <sup>3</sup>	Нормативи контролю	
	Збіги, d, % (P=0,95, n=2)	Похибка K, % (P=0,95, n=2)
Від 0,01 до 900,0	25	17

Умови проведення виміру

Температура повітря – 14-25 °С

Атмосферний тиск – 84-106,7 кПа (630-800) мм. рт. Ст.

Відносна вологість повітря (при 20°С) – не більше 85%

Частота електричного току в сеті, 50±1Гц

gфi,мг/дм<sup>3</sup>

### 3.4 Методи визначення сольового складу поверхневих вод поблизу МВВ

Оцінка сольового складу поверхневих вод складається з наступних етапів:

Визначення мінералізації або загальної соленості.

Визначення класу, групи та типу води за йонним складом (співвідношенням основних іонів).

Оцінка якості природних вод (гіпо- і алігогалінних та солонуватих, бетомезогалінних) за вмістом компонентів сольового складу, яка відображає ступінь їх антропогенного забруднення хлоридами, сульфатами та іншими іонами.

Класифікація оцінки поверхневих вод за критерієм мінералізації має III класи і підпорядковані їм 7 категорій якості води (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Класифікація якості поверхневих вод за критеріями мінералізації

Клас якості	Прісні води (I)		Солонуваті води (II)			Солонуваті води (III)	
	Гіпогаліні (1)	Алігаліні (2)	βмезогаліні (3)	αмезогаліні (4)	Полігаліні (5)	Еугаліні (6)	ультрагаліні (7)
Мінералізація, г/л	<0,5	0,51-1	1,01-5	5,01-18	18,01-30	30,01-40	>40

Класифікація якості поверхневих вод за йонним складом включає три основні класи за аніонним складом: гідрокарбонатні, сульфатні та хлоридні. Кожен із цих класів ділиться на три групи за катіонним складом: кальцієві, магнієві та натрієві.

Отже, відповідно до йонного складу, існує 9 категорій вод (див. таблицю 3.3.3). Крім того, деякі категорії вод поділяються на 4 типи залежно від кількісного співвідношення іонів.

Таблиця 3.4 – Класифікація якості поверхневих вод за критеріями іонного складу (за О.А. Альокіним) 1948р.

Клас	Гідрокарбонатний (С)			Сульфатний (S)			Хлоридний (Cl)		
	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na
Група	I II III	I II III	I II III	II III IV	II III IV	I II III	II III IV	II III IV	I II III

Оцінка йонного складу поверхневих вод проводиться шляхом аналізу загальної суми йонів і окремих інгредієнтів. Класифікація води відбувається з урахуванням переважаючого аніона, групи вод розподіляються за переважаючими катіонами, а тип води визначається залежно від співвідношення між іонами.

## 4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 4.1 Визначення морфометричного складу відходів на МВВ

В результаті проведеного анкетування (текст анкети наведено в додатку 1) було визначено, що в середньому щоденно з одного двору м. Апостолове збирається близько 2кг сміття.

Морфометричний склад ТПВ у м. Апостолове за результатами власних досліджень наведено в таблиці 4.1 .

Таблиця 4.1 – Морфометричний склад ТПВ у м. Апостолове

Морфологічний склад органічної частини ТПВ м.Апостолове	%-вий вміст по масі в ТПВ	%-вий вміст в органічній частині ТПВ
Папір	21,0	44,5
Харчові	12,0	25,4
Дерево	2,1	4,5
Текстиль	2,6	5,5
Шкіра, гума	4,6	9,5
Пластмаса	3,4	7,2
Кістки	1,6	3,4
Суміш	47,2	100

Ми дослідили, що, так само як і в більшості малих населених пунктів, система вивезення і збору сміття в місті Апостолове не є повністю систематизованою. Тому частина населення (близько 40%) самостійно спалює сміття, 40% вивозять самі, а для 20% автомобіль компанії "Рідне місто" приїжджає систематично один раз на тиждень або за дзвінком. Населення міста Апостолове не визнається, але очевидно, що певна частина його



мешканців викидає сміття на самовільно обрані місця. Методи утилізації сміття населенням міста вказані на рисунку 4.1.

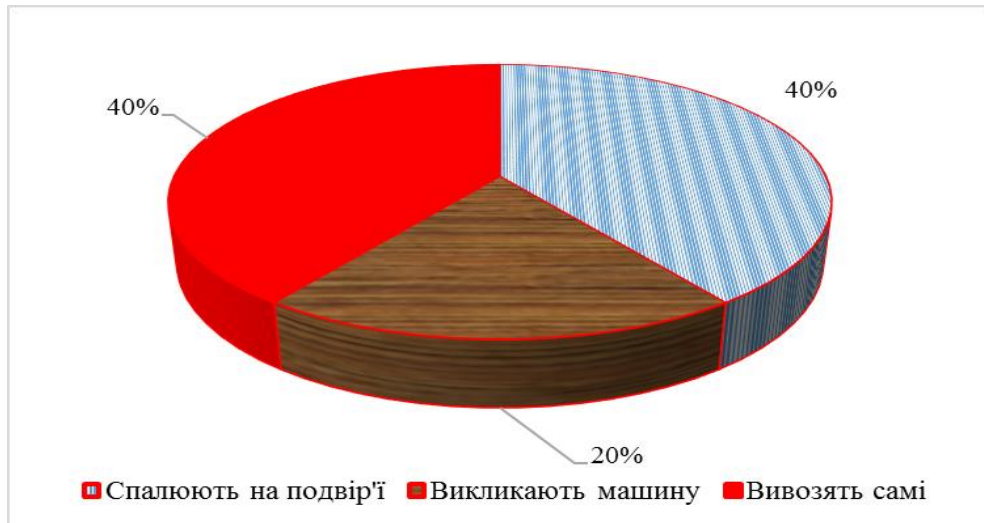


Рисунок.4.1 – Шляхи утилізації сміття населенням міста

В результаті досліджень виявлено, що серед загальної маси твердих побутових відходів папір переважає над іншими типами відходів і складає 21% у порівнянні з харчовими відходами, деревом, текстилем, склом, пластиком та кістками (рис. 4.2).

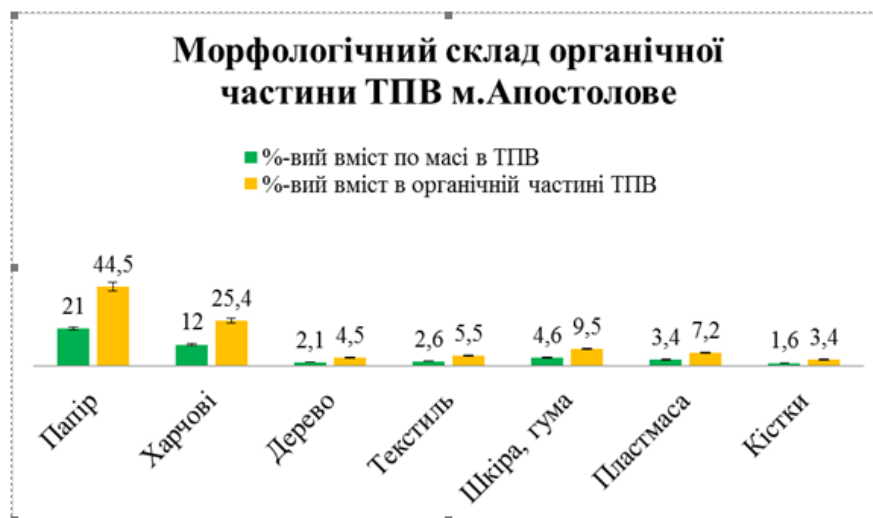


Рисунок 4.2 – Морфологічний склад твердих побутових відходів в м.Апостолове Апостолівського району Дніпропетровської області

Як видно з наведеної гістаграми: на першому місці по вмісту в обсягу відходів, що утворюється це папір — 21%, потім харчові відходи — 12%),

шкіра, гума — 4,6%, пластмас — 3,4%, текстиль — 2,6%, дерево — 2,1%, і на останньому місці кістки — 1,6%.

#### 4.2 Характеристика місця видалення відходів у м. Апостолове відносно даних паспорта МВВ

Сміттєзвалище твердих побутових відходів у місті Апостолове має відкритий тип, з глибоким зануренням у землю, накопичувальний, що викритий впливу атмосферних опадів. Дно утеплене глинистим гідроізоляційним шаром товщиною 0,5 метра, виконаним червоно-бурими водонепроникними цеглинками з коефіцієнтом фільтрації 0,008, що має властивості, близькі до глини. Бокові ізоляційні екрани також глинисті.

Технологія утилізації відходів включає пошарове складування з глинистими прослойками, ущільнення відходів, покриття поверхневою ґрунтово-глинистою прослойкою і зволоження поверхні.

Процедури знешкодження відходів і сортування перед утилізацією не проводяться. При вході є тверді покриття. Фізичний стан відходів є твердим. Присутність газових виділень:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ .

Інформація про системи спостережень (моніторинг) за якістю води, ґрунтів та атмосферного повітря в районі сміттєзвалища не здійснюється. Також не здійснюється збір і відведення поверхневого стоку.

У підсумку встановлено, що проект не узгоджений у відповідних органах, відсутні спостереження за якістю підземних, поверхневих вод, ґрунтів та атмосферного повітря в районі сміттєзвалища.

Сміттєзвалище віднесено до В категорії екологічної безпеки, що означає небезпечний об'єкт, підлягає постійному контролю, обов'язковість заходів щодо захисту, моніторингу і локалізації забруднень.

Під час огляду сміттєзвалища виявлено, що на звалищі постійно працює охоронник, який контролює викид сміття. Звалище розділене на секції, де відведено місце для зберігання дерева, текстилю, полімерних матеріалів. Однак у м. Апостолові не налагоджена система сортування сміття, тому наявність цієї процедури має малозначущий характер.

У майбутньому тверді відходи будуть просто спалюватися, що з точки зору захисту атмосферного повітря є неприпустимим, оскільки навіть у матеріалах для виготовлення меблів використовуються синтетичні клеї з токсичними речовинами [52].

#### 4.3 Визначення середньорічного об'єму фільтрату утвореного МВВ в м. Апостолове

Кількість фільтрату, що утворюється на полігоні побутових відходів, залежить від таких факторів, як кліматичні умови, рельєф місцевості, склад побутових відходів, можливість додаткового зволоження через поверхневий стік, інфільтрація з водоносних горизонтів, технологія складування відходів, біохімічні процеси утворення води, здатність побутових відходів утримувати воду на структурному рівні та інші чинники.

Потенційний середньорічний об'єм фільтрату  $W^p_{\phi}$  визначається з рівняння водного балансу полігона за формулою [8]:

$$\begin{aligned} W^p_{\phi} &= (W^p_o + W^p_{пв}) - (W^p_{вв} + W^p_{вс} + W^p_{зв} + W^p_{фв}) = \\ &= (475 + 536) - (215 + 165 + 155 + 180) = 96 \text{ мм}^3 \end{aligned}$$

Отже середньорічний об'єм фільтрату становить  $96 \text{ мм}^3$  з урахуванням площі полігону 5,5 га.

де  $W^p_o$  - середньорічний об'єм атмосферних осадів;

$W^p_{пв}$  - середньорічний об'єм поверхневих стоків;

$W^p_{вв}$  - середньорічний об'єм вологи, що випаровується з поверхні побутових відходів;

$W_{\text{вс}}^{\text{р}}$  - середньорічний об'єм вологи, що випаровується з поверхні контрольно-регулюючих ставків, ставків-випарників;

$W_{\text{зв}}^{\text{р}}$  - середньорічний об'єм вологи, що використовується для додаткового зволоження відходів;

$W_{\text{ф.в.}}^{\text{р}}$  - середньорічний об'єм вологи, що фільтрується крізь захисний екран основи полігона побутових відходів.

Для збирання фільтрату рекомендується використовувати дренажну систему із шаровим дренажем (з гальки або щебеню) та дренажними трубами. Для облаштування шарового дренажу і труб слід використовувати матеріали, які є хімічно та біологічно стійкими. Вибір матеріалів важливий для забезпечення того, щоб хіміко-фізичні характеристики фільтрату та механічна взаємодія з побутовими відходами не впливали на ефективність роботи системи.

Для створення водовідведення використовують промиті матеріали округлої форми з розміром часток 16-32 мм. Якщо розмір часток матеріалів не відповідає цим вимогам, рекомендується вибрати інші матеріали з необхідним розміром пор. Вміст карбонату кальцію в матеріалі для водовідведення не повинен перевищувати 20% від загальної ваги.

Для відведення фільтрату рекомендується використовувати труби з перфорованою на 2/3 поверхнею або з прорізами. Оптимальним варіантом є застосування труб діаметром не менше 300 мм. Під час укладання труб слід розміщувати їх на поверхні гідроізоляційного шару так, щоб забезпечити ефективне відведення фільтрату з усієї площі полігону побутових відходів. Стійкість труб до навантажень рекомендується визначати за допомогою спеціальних розрахунків.

#### 4.4 Сольовий склад поверхневих вод поблизу МВВ

Місцем відбору поверхневих вод став фермерський ставок, що знаходиться на відстані 1,3 кілометри від місця видалення відходів і зображений на рисунку 4.3.



Рисунок 4.3 – «Фермерський ставок»

Вимірюванням показників складу та властивостей проб води здійснювали в науково-дослідній лабораторії гідроекології, яка атестована на право виконання вимірювань (Свідоцтво про атестацію № А15-082, видане 16.12.2015 державним підприємством «Дніпропетровський обласний виробничо-технічний центр стандартизації і метрології «ДНПРООБЛАГРОСТАНДАРТ»). Результати досліджень наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати вимірювань

Точка і місце відбору (прив'язка до місцевості)	Назва	Позначення одиниці вимірювання	Результат вимірювання	Нормоване значення ГДК
Поверхневі води. Проба відбору м. Апостолове Фермерський ставок	Водневий показник (рН)	од.рН	7,7	6,5-8,5
	Сульфати ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	мг/дм <sup>3</sup>	108,43	500,0
	Хлориди ( $\text{Cl}^-$ )	мг/дм <sup>3</sup>	293,61	350
	Нафтопродукти	мг/дм <sup>3</sup>	0,01	1,95
	Амоній сольовий	мг/дм <sup>3</sup>	<0,05	2,0
	Нітрити ( $\text{NO}_2^-$ )	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	3,3
	Нітрати ( $\text{NO}_3^-$ )	мг/дм <sup>3</sup>	0,95	45
	Фосфати ( $\text{PO}_4^{2-}$ )	мг/дм <sup>3</sup>	<0,02	3,5
	Біологічне споживання кисню за 5 діб (БСК <sub>5</sub> )	мгО/дм <sup>3</sup>	1,7	3,63
	Хімічне споживання кисню (біхроматна окиснюваність) (ХСК)	мгО/дм <sup>3</sup>	12	30,0

Результати вимірювань проб поверхневих вод зображені графічним методом на рисунку 4.4 та 4.5.

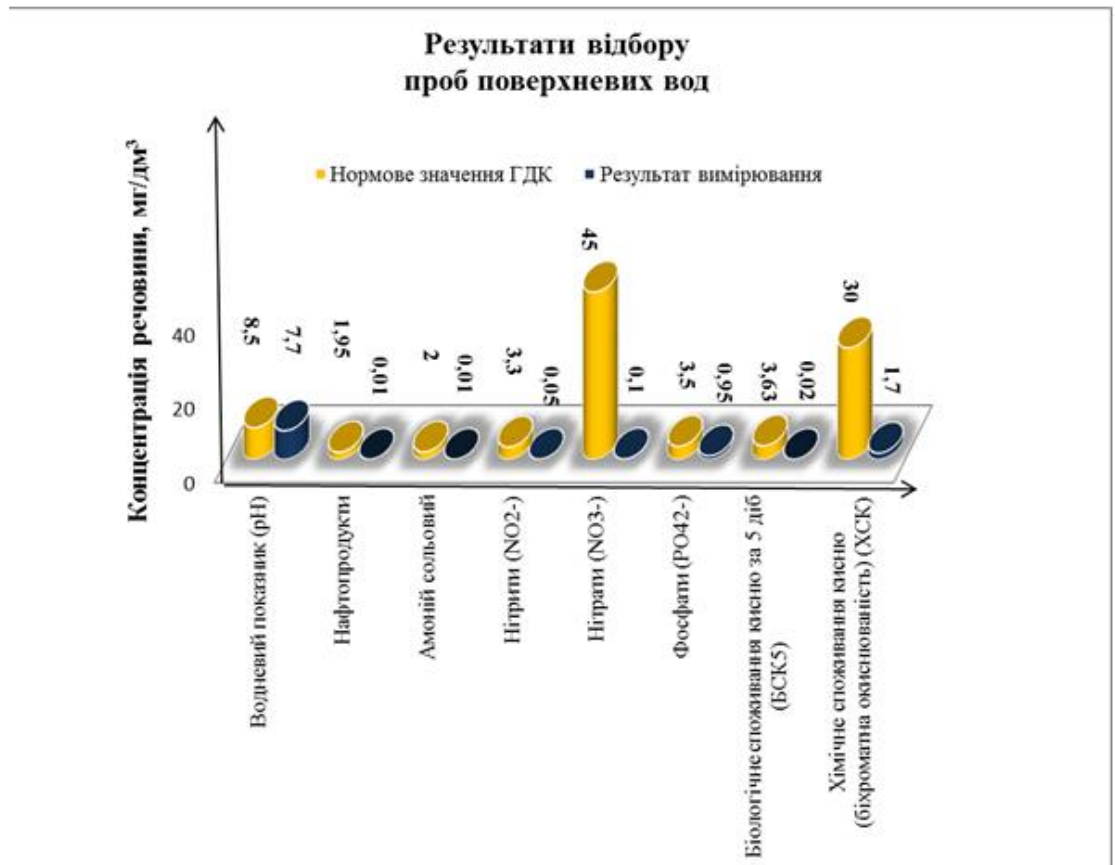


Рисунок 4.4 – Результати відбору проб води з Фермерського ставка поблизу м. Апостолове Апостолівського району Дніпропетровської області

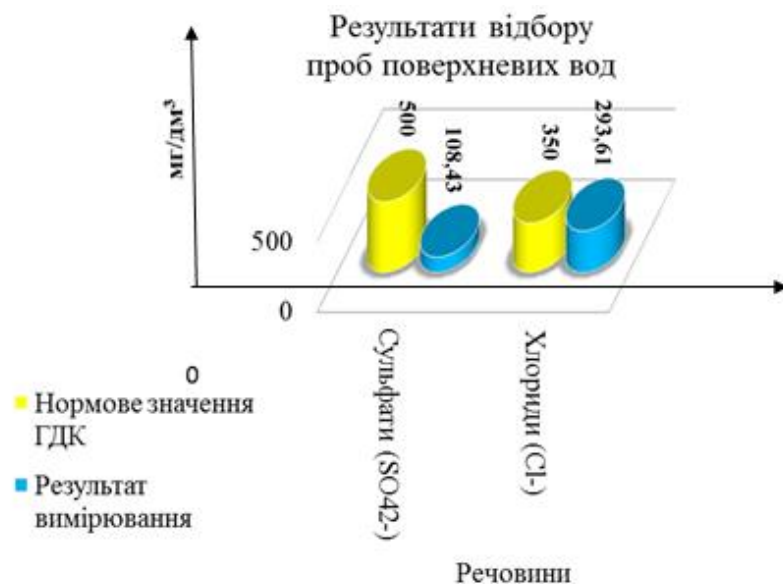


Рисунок 4.5 – Результати відбору проб води з Фермерського ставка поблизу м. Апостолове Апостолівського району Дніпропетровської області

#### 4.4.1 Вплив водних компонентів на навколишнє середовище

Водневий показник (рН) – це десятковий логарифм концентрації іонів водню, взятий зі знаком мінус. Мінімально допустима величина рН для всіх живих організмів у воді становить 5. Для питної води допускається рН 6,0-9,0, а для водойм господарсько-питного та культурно-побутового водокористування – рН 6,5-8,5. Величина рН природної води зазвичай визначається співвідношенням концентрацій гідрокарбонатних аніонів та вільного CO<sub>2</sub>.

Вміст сульфатів у природних водах значно варіюється (від десятків міліграм до кількох грамів на літр) і залежить від процесів вимивання солевмісних порід або викидів промислових і побутових стічних вод у водойму. Коли вміст сульфатів перевищує 500 мг/л, вода набуває солонуватого смаку і може викликати проблеми зі шлунково-кишковим трактом у людей.

Вміст хлоридів у природних водах змінюється в значних межах (від десятків міліграм до кількох грамів на літр) і залежить від вимивання солевмісних порід або викидів промислових і побутових стічних вод у водойму. Коли вміст хлоридів перевищує 350 мг/л, вода набуває солонуватого смаку і може спричиняти проблеми зі шлунково-кишковим трактом у людей.

Нітрати переважно знаходяться у поверхневих водах. Концентрація нітратів більше 20 мг/л має токсичний вплив на людину. Постійне споживання води із підвищеним вмістом нітратів може призводити до забруднення крові, порушень центрально-судинної системи та сприяти розвитку метгемоглобінемії у дітей.

Нафтопродукти - це органічні речовини, що утворюються під час переробки нафти, такі як автомобільне та дизельне паливо, газ, мастила та мазут. Вони потрапляють у поверхневі води через викиди стічних вод



нафтопереробних підприємств. Нафтопродукти можуть осідати на донних відкладеннях, перебувати у воді у вигляді емульсій, розчинятися в ній та утворювати плівку на поверхні, що виглядає як райдужні плями. Концентрації нафтопродуктів змінюються залежно від гідрологічних умов басейну річки, і найбільші відлигові надходження спостерігаються взимку та влітку-осінній періоди, а найменші - під час весняних повеней та осінніх поводів.

Нітрати є результатом бактеріальних процесів, що включають окислення амонію до нітратів (нітрифікація в аеробних умовах) і зворотне перетворення нітратів на азот і аміак (денітрифікація при нестачі кисню). В поверхневій воді нітрати потрапляють через застосування нітритів як інгібіторів корозії у водопідготовці, викиди стічних вод хімічної промисловості та зливання з сільськогосподарських угідь. У поверхневих водах нітрати знаходяться у розчинній формі. Підвищення рівнів нітратів вказує на зростання процесів розкладу органічних матеріалів у умовах менш активного окиснення. Сезонні зміни концентрації нітратів характеризуються їх присутністю взимку та під час весняного розкладу органічної речовини. Максимальні концентрації спостерігаються наприкінці літа, коли активність фітопланктону (наприклад, діатомові та зелені водорості) сприяє відновленню нітратів до нітритів. Восени вміст нітратів зменшується.

Фосфати потрапляють у поверхневій воді через ерозію оброблених земель, де використовуються добрива, промислові відходи, побутові стічні води із синтетичними мийними засобами та фекаліями. Вони сприяють росту водоростей і рослин, збільшенню кількості фіто- і зоопланктону, а також накопиченню відмерлої біомаси. Фосфати характеризуються низькою токсичністю. Мінімальні концентрації фосфатів спостерігаються навесні та влітку, а максимальні - восени та взимку.

Сульфат амонію потрапляє у поверхневій воді через скиди стічних вод тваринницьких ферм, побутові стічні води, стічні води харчової, лісохімічної та хімічної промисловості, а також через поверхневий стік із сільськогосподарських угідь, де використовуються амонійні добрива.

Присутність сульфату амонію пов'язана з біохімічним розкладом білків, дезамінуванням амінокислот та розкладом сечовини під дією уреаз. Токсичність амонію збільшується при підвищенні рН води.

В результаті лабораторних аналізів було виявлено, що звалище твердих побутових відходів не має значних впливів на поверхневі води, в даному випадку на « Фермерський » ставок, але зданих паспорта з'ясувалося, що значне перевищення показників підземних вод все ж таки є:

- мінералізація – у 8,3 разів;
- вміст сульфатів – у 8,07 разів;
- вміст гідрокарбонатів – у 1,07 разів.

#### 4.5 Оцінка впливу експлуатації полігону твердих побутових відходів в м. Апостолове Дніпропетровської області на прилеглі території

Відходи є одним з найбільших чинників забруднення довкілля. Великі обсяги накопичення твердих побутових відходів становлять серйозну загрозу для населення та навколишнього природного середовища, що створює складну проблему, яка потребує негайного вирішення.

Незадовільна організація управління житлово-комунального господарства облдержадміністрації, місцевих органів виконавчої влади та органів самоврядування щодо поводження з твердими побутовими відходами призвела до утворення численних звалищ на околицях міста, територіях житлових кварталів і вулиць. У деяких випадках це призвело до накопичення відходів у сміттєприймальних камерах і сміттєпроводах житлових будинків, а також у місцях відпочинку населення, парках та на ринках. Ці місця стали осередками перебування і розмноження гризунів, шкідливих комах і джерелами небезпечних зоонозів (чума, туляремія, сказ, лептоспіроз), а також

таких захворювань, як атипічна пневмонія (SARS) і геморагічна лихоманка з нирковим синдромом.

Полігон для збору ТПВ не має твердого покриття і не огорожений. Контейнери для сміття не мають кришок, не покриті, їх миття та дезінфекція не організовані. Через погіршення герметичності сміттєзбірників, відсутність кришок, несвоєчасне вивезення відходів та недбале прибирання майданчиків відбувається забруднення атмосферного повітря та ґрунту навколо майданчиків. Сміттєзбирачі піддаються атмосферним опадам, що призводить до підвищення вологості відходів.

На полігонах ТПВ основні покращення включають: проведення несвоєчасного ущільнення відходів та їх ізоляцію ґрунтом, уникнення перешкод, що сприяють виникненню пожеж на звалищах, наявність систем збору і очищення фільтрату. Легкі фракції відходів розносяться вітром і забруднюють прилеглу територію, проте відсутній моніторинг впливу полігонів на навколишнє середовище.

На місцях обробки відходів екологічна ситуація значно погіршується через забруднення практично всіх складових природного середовища: атмосфери, ґрунтів, поверхневих і підземних вод. Тому необхідно встановити моніторинг природного середовища на цих територіях, який включає систему дискретних і безперервних спостережень за станом природного середовища для своєчасного виявлення та усунення негативних антропогенних впливів. Також потрібно впроваджувати комплекс ефективних заходів з охорони природи, орієнтованих на оперативні і середньострокові прогнози стану природного середовища.

У рамках моніторингу ділянок обробки відходів і прилеглих територій включаються такі компоненти:

1. Система спостережень і контролю за рівнем забруднення всіх складових природного середовища, включаючи атмосферне повітря, ґрунти, породи зони аерації, поверхневі і підземні води.

2. Забезпечення повної, своєчасної та достовірної інформації про стан природного середовища на територіях обробки та захоронення відходів, а також технічних параметрів природоохоронних споруд.

3. Надання всім користувачам своєчасної та повної інформації про стан природного середовища.

4. Розробка експлуатаційних, технологічних та будівельних заходів з охорони природи для запобігання забрудненню атмосферного повітря, ґрунтів, поверхневих і підземних вод. Важними показниками впливу людської дії на навколишнє середовище є розподіл забруднюючих речовин у ландшафтно-гідродинамічному і ландшафтно-гідрохімічному вимірах на місцях зливання між різними компонентами природного середовища. Ці процеси є повільно протікаючими і вимагають періодичного моніторингу для оцінки природних і антропогенних впливів.

В місцях утилізації і захоронення відходів головними об'єктами моніторингу є атмосфера, поверхневі та підземні води, ґрунти, біота, урбанізоване середовище та населення.

Атмосферне повітря є ключовою складовою природного середовища, що стикається з інтенсивною дією газоподібних, аерозольних і дисперсних забруднюючих речовин, які надходять з ділянок захоронення відходів. Атмосферне повітря забруднюється внаслідок викидів значної кількості газоподібних речовин, таких як метан і сірководень, а також теплового забруднення. Забруднення атмосферного повітря поділяється на первинне і вторинне. Первинне забруднення виникає внаслідок прямих викидів забруднюючих речовин у атмосферу, тоді як вторинне є результатом складних фізико-хімічних перетворень цих речовин або їх сполук.

Оцінка якості атмосферного повітря в зоні обробки та захоронення відходів здійснюється шляхом вимірювання вмісту водяної пари, метану, азоту, діоксиду сірки, фтористого водню, температури повітря та інших важливих параметрів.

Ґрунтовий покрив є важливою складовою природного середовища, яка піддається значному впливу антропогенної діяльності в зоні обробки відходів. Оцінка стану ґрунту здійснюється за такими показниками, як концентрація легкокорозивних солей, наявність важких металів, забрудненість органічними речовинами та реакція середовища.

У першому випадку засолення ґрунтів визначається присутністю у водних витяжках іонів  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ; у другому випадку - наявністю важких металів: Ni, Pb, Zn, Cr, V, Cd, Zr та інших.

Зазначається, що багато важких металів, які присутні у ґрунтах у малих кількостях, є мікроелементами, необхідними для життєдіяльності рослин. Ті метали, які перевищують гранично допустимі концентрації, є високотоксичними забруднювачами, які негативно впливають на рослини. Наприклад, цинк знижує інтенсивність процесів біохімічного розкладу органічних речовин у ґрунтах, змінює фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунту і легко абсорбується рослинами.

Звалища мають значний негативний вплив на підземні та поверхневі води. У місцях зберігання відходів формуються антропогенні водоносні горизонти, які мають надзвичайно високий рівень забруднення, що перевищує всі існуючі техногенні утворення у підземній гідросфері. Основним джерелом забруднення підземних горизонтів є унікальний за своєю токсичністю фільтрат (і біогаз), який утворюється в анаеробних умовах у товщі звалища внаслідок процесів деполімеризації, розкладання органічної речовини, гуміфікації, сульфатредукції та інших хімічних перетворень. Під час мінералізації фільтрат набуває концентрації на рівні кількох десятків грамів на літр. У складі фільтрату зустрічаються іони амонію та хлору, а також високі концентрації макрокомпонентів, включаючи важкі метали, такі як цинк, свинець, нікель, хром, кадмій та інші. В фільтраті формуються органічні сполуки різних класів, включаючи ароматичні, ациклічні та карбонільні з'єднання, що представляють серйозну екологічну загрозу.

Також за допомогою методичних вказівок було відібрано зразки ґрунту для лабораторних аналізів на місці видалення відходів. Правильний відбір зразків ґрунту на полігоні має велике значення для об'єктивної оцінки властивостей ґрунту, який вивчається, в лабораторних умовах [5]. Місце відбору проби ґрунту зображено на рисунку 4.6.



Рисунок 4.6 – Звалище ТПВ м. Апостолове

Правильна підготовка зразків ґрунту до аналізів є важливим етапом лабораторних робіт, від якого залежить успіх аналітичних вимірювань. Наявність вологи в пробах неприпустима, оскільки вона призводить до значних змін їх хімічного складу та властивостей.



Рисунок. 4.7 – Відібраний зразок ґрунту

Результати лабораторних аналізів занесені до таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Результат аналізу ґрунту

Точка і місце відбору (прив'язка до місцевості)	Назва	Позначення одиниці вимірювання	Результат вимірювання	Нормоване значення ГДК
ґрунти. Проба відбору м. Апостолове	Вологість	%	21	20-30
	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	мг/кг	125	160
	Щільність	г/см <sup>3</sup>	0,129	1,1-1,3

Результати аналізу проби ґрунту зображені графічним методом на рисунку 4.8.

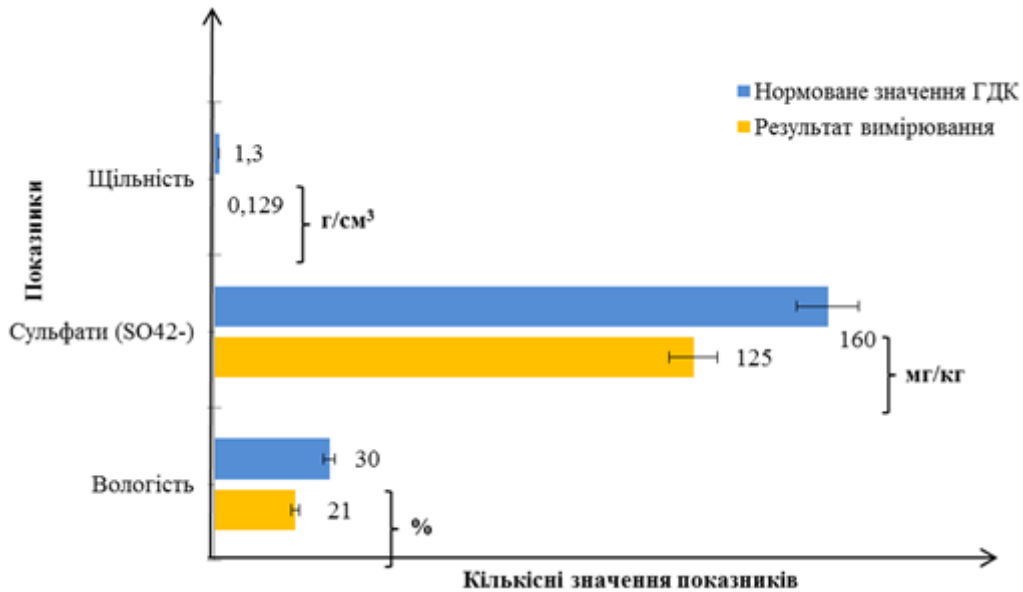


Рисунок 4.8 – Результати відбору проб ґрунту

В результаті аналізу лабораторних даних перевищень норми ГДК в ґрунті не виявлено.

#### 4.5.1 Негативний вплив звалища на ґрунти

Основним негативним впливом полігонів твердих відходів на ґрунти є рідина, що утворюється внаслідок інфільтрації атмосферних опадів у тіло полігону та збирається у його нижній частині, відомій як "підшва". Це складна рідина з вираженим неприємним запахом біогазу, яка утворюється під час анаеробного розкладання органічних компонентів сміття. В складі звалищного фільтрату майже всі важкі метали з відходів, а також нітрити, нітрати, амонійний азот, сульфати, хлориди та інші речовини.

Після проникнення через відходи, фільтрат набирає токсичних речовин, що містяться у відходах або утворюються під час їх розкладання (важкі метали, органічні та неорганічні сполуки). На полігонах, де не дотримуються екологічні стандарти (відсутність протифільтраційного екрану,



систем відведення та очищення фільтрату), дренажна вода вільно стікає через рельєф, потрапляючи в ґрунт і, відповідно, у ґрунтові та підземні води.

Фільтрат, який потрапляє до ґрунту і ґрунтових вод, може спричинити значне забруднення навколишнього середовища не лише органічними та неорганічними сполуками, але й яйцями гельмінтів та патогенними мікроорганізмами.

В результаті випаровування вологи з поверхні та її поглинення субстратами ґрунт може перейти до такого стану, коли субстрати починають в'янути (вологість стійкого в'янення). Вологість ґрунту, яка перевищує вологість в'янення, вважається доступною для субстратів, але висока вологість ґрунту також не вигідна для них. Діапазон продуктивної вологої обмежується полевою вологоємністю. Вологість ґрунту є одним із ключових чинників його родючості.

Сульфати, які переходять з твердих фаз засолених ґрунтів у водні витяжки, в основному представлені легкорозчинними сульфатами лугів і магнію, а також менш розчинними сульфатами кальцію.

#### 4.6 Визначення обсягу біогазу на полігоні

Тверді побутові відходи (ТПВ) включають органічну речовину, яка може розкладатися до 70-80% в умовах з наявністю кисню (аеробних) і без нього (анаеробних). Ця органічна частина охоплює папір, харчові відходи, побутові залишки та інші складові. Детальний склад органічної частини ТПВ, а також вміст основних хімічних елементів у цих компонентах, наведено в таблиці 4.4.

Якщо взяти частку ТПВ масою 1 кг з вологістю від 40% до 60%, що зазвичай вивозиться на звалище для поховання, то на основі цих даних можна

обчислити, скільки в цій масі міститься сухої органічної речовини, здатної до розкладання.

$$\text{Апостолове (2016 р.) } 472 \cdot 0,6 \cdot 0,75 = 212,4(\text{г}).$$

Знаючи відсотковий вміст органічної речовини ТПВ та атомну масу: вуглецю (12); водню (1); кисню (16); азоту (14); сірки (32), можна визначити кількість грам-молей цих елементів в 1 кг ТПВ (див. таблицю 4.5).

Розрахунок:

$$A = (48,1 \cdot 212,4) / (100 \cdot 12) = 8,51(\text{грам-молей}).$$

Таблиця 4.4 – Морфологічний склад органічної частини ТПВ і вміст основних хімічних елементів у сухій речовині її компонентів [17]

Морфологічний склад органічної частини ТПВ м.Апостолове	% -вий вміст по масі в ТПВ	% -вий вміст в органічній частині ТПВ	Відсотковий вміст по масі основних хімічних елементів у сухій речовині органічних компонентів ТПВ					
			С	Н	О	N	S	Зола
Папір	21,0	44,5	45,4 0	6,10	42,10	0,3 0	0,12	6,00
Харчові	12,0	25,4	41	5,80	27,60	2,8 0	0,25	21,90
Дерево	2,1	4,5	48,3 0	6,00	42,40	0,3 0	0,11	2,90
Текстиль	2,6	5,5	46,2 0	6,40	41,80	2,2 0	0,20	3,20
Шкіра, гума	4,6	9,5	59,8 0	8,30	19,00	1,0 0	0,30	11,60
Пластмаса	3,4	7,2	67,9 0	8,57	10,30	1,1 3	0,05	12,02
Кістки	1,6	3,4	59,6 0	9,50	24,70	1,0 2	0,19	4,99
Суміш	47,2	100	48,1 0	6,53	33,30	1,1 8	0,15	10,74

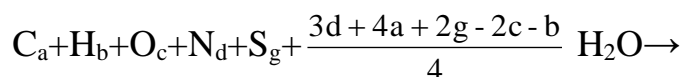
При утилізації твердих побутових відходів на полігонах вони ущільнюються та покриваються шарами ґрунту, що обмежує доступ кисню з атмосфери. Це призводить до анаеробного розкладання органічної речовини всередині полігону. На звалищах, де товщина шару твердих побутових відходів невелика і відсутнє верхнє покриття, органічна речовина розкладається в основному в аеробних умовах за рахунок природної аерації.

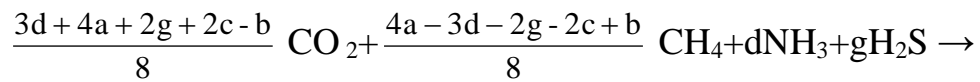
Під час анаеробного розкладання органічної речовини всередині полігону вивільнюються основні хімічні елементи. У разі наявності вологи у складі твердих побутових відходів (40-60% за масою) або внаслідок проникнення атмосферних опадів через укриття полігону, ці елементи можуть взаємодіяти між собою і утворювати нові хімічні сполуки, такі як вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>), метан (CH<sub>4</sub>), аміак (NH<sub>3</sub>), сірководень (H<sub>2</sub>S). Ці газоподібні речовини, сумішуючись, формують біогаз.

Таблиця 4.5 – Кількість грам - молей основних хімічних елементів в органічній речовині 1 кг ТПВ м Апостолове [19]

Хімічний знак елемента	Маса в 1 кг ТПВ, г	Кількість грам-молей	Умовне позначення кількості грам-молей
C	102,16	8,51	a
H	13,87	13,87	b
O	70,70	4,40	c
N	2,50	0,18	d
S	0,32	0,01	g

Основну хімічну формулу анаеробного процесу можна записати в такому вигляді:



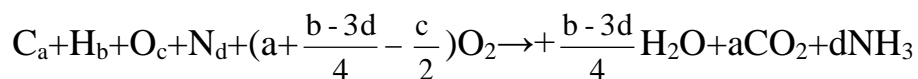


де a, b, c, d, g - кількість грам-молей відповідного хімічного елемента [19].

Знаючи молекулярну масу сполук: CO<sub>2</sub> (44), CH<sub>4</sub> (16), NH<sub>3</sub> (17), H<sub>2</sub>S (34), H<sub>2</sub>O (18), можна визначити маси речовин, що утворюються при розкладанні 1 кг ТПВ. Дані таких розрахунків наведено в табл. 4.5.

При аеробному розкладанні органічної речовини ТПВ утворюється вода (H<sub>2</sub>O), діоксин вуглецю (CO<sub>2</sub>), аміак (NH<sub>3</sub>).

Основну хімічну формулу аеробного процесу можна записати в такому вигляді [19]:



Далі, як і при анаеробному процесі, можна визначити маси речовин, що утворюються при розкладанні 1 кг ТПВ. Дані розрахунків наведено в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Баланс мас вихідних речовин та продуктів реакції при анаеробному і аеробному розкладанні органічної речовини 1 кг [9]

Вихідні хімічні елементи	Продукти реакції					
	Хімічний знак	Маса, г	Хімічна формула	Маса, г	Масова частка, г	Об'єм, м <sup>3</sup>
Анаеробний процес (полігон) Апостолове (2016 р.)						
C	102,16	CO <sub>2</sub>	162,20	66,70	0,0923	42,36
H	13,88	CH <sub>4</sub>	77,20	31,80	0,1210	55,53
O	70,73	NH <sub>3</sub>	3,06	1,36	0,0044	2,02
N	2,51	H <sub>2</sub> S	0,34	0,14	0,0002	0,09
S	0,32					
H <sub>2</sub> O	53,50					
	242,90		242,90	100	0,217	100

Аеробний процес (полігон) Апостолове (2016 р.)						
C	102,20	H <sub>2</sub> O	120,0	24,10	-	-
H	13,88	CO <sub>2</sub>	374,30	75,20	0,213	98,0
O	70,70	NH <sub>3</sub>	3,06	0,70	0,004	2,0
N	2,50					
O <sub>2</sub>	308,20					
	497,50		497,50	100	0,217	100
			242,90	100		100

У розрахунку прийнято, що біогаз виходить з ТПВ при температурі 30 °С. Перерахунок щільності газів при цій температурі визначається за формулою:

$$\frac{pV}{T} = \text{const},$$

де P– тиск газу, p = 760 мм рт. ст.;

V- об'єм газу,  $V = \frac{m}{\rho}$ ,

m- маса газу;

T- абсолютна температура газу(по шкалі Кельвіна),

T= t+273, де t- температура по шкалі Цельсія [8] .

Щільність CO<sub>2</sub> (при 30 °С) складає 1,7596 кг/м<sup>3</sup>; CH<sub>4</sub>- 0,6380, NH<sub>3</sub>- 0,6863 і H<sub>2</sub>S- 1,3699.

Об'єм суміші утворених газів визначається за формулою

$$V_c = \sum V_i$$

де V<sub>i</sub> - парціальний об'єм визначеного(i-го) газу [8] .

Щільність суміші газів визначається за формулою

$$\rho_s = \frac{M_c}{V_c}$$

де M<sub>c</sub>- маса суміші газів [8].

За даними табл. 4.6 визначаємо, що при анаеробному процесі  $\rho_{c1} = 1,1$  кг/м<sup>3</sup>; при аеробному процесі -  $\rho_{c2} = 1,7$  кг/м<sup>3</sup>.

Під час анаеробного розкладання 1 кг твердих побутових відходів (ТПВ) використовується від 54 до 65 г води для реакцій. Навіть при низькій вологості (40%), у 1 кг ТПВ міститься приблизно 400 г води. Це означає, що

процес анаеробного розкладання органічної речовини в тілі полігону можливий навіть без проникнення атмосферних опадів, якщо є водонепроникне укриття. Частина цієї води утворює фільтрат.

Для аеробного розкладання 1 кг твердих побутових відходів (ТПВ) необхідно від 300 до 350 г вільного кисню ( $O_2$ ), що слід враховувати, наприклад, при процесі компостування ТПВ. Компостування слід проводити лише за умови наявності достатньої кількості повітря (кисню) для здійснення аеробних процесів.

Діоксид вуглецю ( $CO_2$ ), який утворюється під час як анаеробного, так і аеробного розкладання органічних речовин ТПВ, є парниковим газом. Його залишкова концентрація в атмосфері сприяє глобальному і локальному аномальному потеплінню, тому викиди  $CO_2$  в атмосферу є шкідливими.

Особливу увагу привертають процеси, що відбуваються на полігоні, оскільки вони становлять значні загрози для навколишнього середовища через викиди біогазу в атмосферу та проникнення фільтрату до ґрунтових вод.

Утворення біогазу та фільтрату на полігоні залежить від типів зберіганих матеріалів, їх фізико-хімічних і біологічних характеристик, режиму експлуатації та кліматичних умов. Тверді побутові відходи, що накопичуються на полігоні, піддаються впливу різноманітних взаємопов'язаних фізичних, хімічних і біологічних процесів. Фізичні включають ущільнення, дроблення, розчинення та сорбцію. Основні хімічні реакції охоплюють окислювально-відновні процеси та реакції, що залежать від рівня рН середовища. Біологічні процеси, у той час, є важливими і включають аеробне та анаеробне розкладання органічних речовин з утворенням біогазу та фільтрату.

Аеробне розкладання органічної речовини відбувається на поверхні полігону та всередині нього до того моменту, поки не вичерпається кисень ( $O_2$ ), що міститься у твердих побутових відходах під час їхнього захоронення. Цей процес зазвичай триває від 50 до 150 днів. Після вичерпання кисню obligatні аеробні мікроорганізми перестають активно функціонувати, а факультативні переходять у анаеробний режим, що відзначає початок фази

анаеробного розкладання органічної речовини. Анаеробний процес може тривати десятиліттями, з найвищою інтенсивністю у перший рік після закриття полігону і поступовим зменшенням активності протягом наступних 5-6 років [21].

Річний обсяг утворення біогазу на полігоні, де зберігаються тверді побутові відходи (ТПВ) з міста Апостолове, де проживає 16 тисяч жителів (за нормою накопичення ТПВ у розмірі 300 кг на одного жителя на рік), можна розрахувати відповідно до наступної формули [21].

$$V_{p,6} = P_{ТПВ} \times K_{л.о} \times (1-Z) \times K_p = 4800000 \times 0,6 \times (1-0,2) \times 0,4 = 921600 \text{ (м}^3\text{)}$$

Де  $V_{p,6}$  - розрахункова кількість біогазу, м<sup>3</sup>;

$P_{ТПВ}$  - загальна маса ТПВ, які складуються на полігоні, кг/рік;

$K_{л.о}$  - вміст органіки, що легко розкладається, в 1 т відходів ( $K_{по} = 0,5 \dots 0,7$ );

$Z$  - зольність органічної речовини ( $Z = 0,2 \dots 0,3$ );

$K_p$  - максимально можливий ступінь анаеробного розкладання органічної речовини за розрахунковий період ( $K_p = 0,4 \dots 0,5$ ).

Загальна маса ТПВ, яка складається на полігоні за рік розраховується за формулою [21]:

$$P_{ТПВ} = N \times \text{ч} = 300 \times 16000 = 4800000 \text{ (кг/рік)}$$

де  $N$  - річна норма накопичення ТПВ на одного жителя,

$\text{ч}$  - кількість жителів.

Розрахунки свідчать про те, що на полігоні (прийнятому у розрахунках на 16 000 тис. жителів) щорічно утворюється 921,6 тис. м<sup>3</sup> біогазу.

Для ефективного впровадження збору біогазу необхідно розробити проект полігону, який враховуватиме його параметри, місцеві особливості та умови подальшого використання отриманого газу. Важливо розробити і встановити відповідне обладнання для збору, очищення і використання

біогазу. Звичайна система збору біогазу включає використання вертикальних газових свердловин (2-3 на 1 гектар), з'єднаних горизонтальними газовідвідними трубами з колекторами і вентиляторами для відкачування газу.

Біогаз очищають від вологи, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S та інших домішок в залежності від призначення. Існують технології очищення, які досягають стану біогазу, при якому його можна спалювати для теплогенераторів, використовувати в газових турбінах або внутрішньосгорювальних двигунах для вироблення електроенергії, а також вводити в природний газопровід.

Для впровадження таких проектів потрібні значні фінансові вкладення. Однак інвестиції в проекти зі збору та використання біогазу на полігонах ТПВ можуть окупитися протягом кількох років, що сприятиме зменшенню викидів біогазу в атмосферу та покращенню екологічної ситуації в промисловій зоні. На самому полігоні біогаз викликає неприємні запахи, а неконтрольований вихід часто призводить до самозаймання відходів. Крім того, концентрація метану в суміші з повітрям в межах 5-15% може призводити до вибухів.

Сучасні санітарно-гігієнічні стандарти та правила безпеки вимагають, щоб полігони були обладнані системою керованого газорозподілу та газовідведення. Подальше вдосконалення цих систем дозволить збирати та використовувати біогаз.

Біогаз може бути використаний як паливо для енергетичних установок, таких як котли, промислові печі, стаціонарні двигуни-генератори, або для заправки балонів. Метод утилізації біогазу визначається під час розробки технічного завдання на проектування системи збору і використання біогазу для конкретного полігону ТПВ.



## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Загальний контроль з охорони праці

Охорона праці включає широкий спектр заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини під час виконання її професійних обов'язків. Цей комплекс включає правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні заходи.

На підставі відповідних законодавчих та нормативних актів, ця система забезпечує здоров'я та працездатність людини під час її професійної діяльності.

Організації і підприємства, що здійснюють будівництво, повинні отримати дозвіл на початок робіт підвищеної небезпеки.

Законодавство про працю містить норми і вимоги щодо охорони праці і виробничої санітарії, регулює робочий час, перерви для відпочинку, умови звільнення та переведення на іншу роботу, а також встановлює правила праці для жінок, молоді, гігієнічні стандарти та інші вимоги щодо праці.

Загальний контроль за дотриманням норм охорони праці здійснюється прокуратурою та професійними спілками. Державні й відомчі спеціалізовані інспекції, такі як Держгірнагляд, Енергонагляд тощо, також контролюють безпеку праці.

### 5.2 Пожежна безпека на підприємстві

Ця Інструкція щодо заходів пожежної безпеки розроблена відповідно до вимог Закону України «Про пожежну безпеку» та Національних будівельних норм і правил А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні». Вона визначає правила забезпечення пожежної безпеки в усіх

приміщеннях, включаючи житлові будинки, адміністративні, виробничі, складські та інші приміщення на підприємствах різних форм власності та підпорядкування.

Керівники підрозділів та відповідальні за пожежну безпеку особи на підприємстві несуть відповідальність за дотримання протипожежного режиму в приміщеннях своїх підрозділів, а в неробочий час цю відповідальність несуть чергові (охоронці). Під час зміни чергові мають обов'язок перевіряти наступне:

- стан протипожежного захисту приміщень, які вони охороняють;
- справність засобів зв'язку, сигналізації та засобів пожежогасіння.

Якщо чергові виявляють порушення вимог пожежної безпеки, вони зобов'язані повідомити про це керівництво та прийняти заходи для їх усунення.

Керівник підприємства повинен:

- контролювати, щоб всі працівники дотримувалися вимог цієї Інструкції;

- проводити інструктажі з питань пожежної безпеки;

- регулярно перевіряти стан пожежної безпеки на об'єкті та ведення чергування;

- забезпечувати утримання у справному стані засобів пожежогасіння та шляхів евакуації.

Ця Інструкція застосовується на всіх територіях, в будинках, будівлях, спорудах, виробничих, службових, складських, допоміжних та інших приміщеннях підприємства і містить основні вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки. Ця Інструкція є обов'язковою для ознайомлення та виконання всіма працівниками.

### 5.3 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в господарстві (підприємстві)

Рекомендації щодо забезпечення безпеки та покращення умов праці в секторі житлово-комунального господарства при райдержадміністрації включають наступні аспекти:

Збільшити фінансування для створення зразкових і безпечних умов праці.

Забезпечити, щоб директори підприємств охорони праці приділяли постійну увагу цьому питанню.

Зміцнити співпрацю райдержадміністрації з представниками МВС, МНС та ЗМІ для покращення контролю над охороною праці.

Забезпечити соціальний захист потерпілих від нещасних випадків і професійних захворювань.

Зміцнити мотивацію щодо роботи з охорони праці.

Проводити навчання виробничого персоналу з вимог охорони праці та пропагувати безпечні методи праці.

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Встановлено, що концентрації сульфатів, хлоридів, нафтопродуктів, амонію сольового, нітритів, нітратів, фосфатів та біологічного і хімічного споживання кисню в поверхневих водах Фермерського ставка, який розташований на відстані 1,3 км від полігону ТПВ, знаходяться в межах ГДК і становлять: 108,43 мг/дм<sup>3</sup>, 293,61 мг/дм<sup>3</sup>, 0,01 мг/дм<sup>3</sup>, 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, 0,95 мг/дм<sup>3</sup>, 0,02 мг/дм<sup>3</sup>, 1,7 мг/дм<sup>3</sup>, 12 мг/дм<sup>3</sup>, відповідно.

Показники вологості та щільності ґрунту не перевищують нормативних значень і становлять відповідно 21% та 0,129 г/см<sup>3</sup>. Вміст сульфат-іонів в досліджуваних зразках ґрунту складає 125мг/кг і теж знаходиться в межах норми.

У підземних водах досліджуваної місцевості встановлено перевищення мінералізації у 8,3 разів, сульфатів – у 8,07 разів та гідрокарбонатів – у 1,07 разів.

Визначено обсяг надходження біогазу в атмосферне повітря на протязі одного року експлуатації даного МВВ, який становить 921600 м<sup>3</sup>/рік.

Рекомендації:

Для даного полігону необхідно встановити облаштування системи відведення фільтраційних стоків для даного звалища. В м. Апостолове відсутня організація систематизованого вивезення сміття тому необхідно створити місцеву програму поводження з твердими побутовими відходами.

Біогаз, який утворюється під час експлуатації даного звалища є сумішшю метану та вуглекислого газу тому за умов облаштування технології відведення буде доцільним його використання як палива для енергетичних установок (котлоагрегати, промислові печі, стаціонарні двигуни-генератори) або для заправки в балони.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Національна стратегія поводження з твердими побутовими відходами в Україні. Керівництво з впровадження стратегії– том1. – Грудень2004. – 321 с.
2. Національна стратегія поводження з твердими побутовими відходами в Україні. Керівництво з впровадження стратегії– том 2. Наближення до ЄС – Грудень 2004. – 226 с.
3. Національна стратегія поводження з твердими побутовими відходами в Україні. Звіт про існуючу ситуацію в секторі та стратегічні питання. – Квітень2004. – 391 с.
4. Закон України"Про відходи": За станом на 5 травня 2005 р. – 271 с. Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. : Парламентське видавництво, 2005. – 251 с.
5. Закон України про упаковку та відходи упаковки: Проект. – 2001. – 341 с.
6. Малишко М. І. Основи законодавства про відходи/ Українська наукова асоціація; Національний аграрний ун-т. – К. : НАУ, 2002. – 223 с.
7. ДСТУ3911-99 ; ГОСТ17.9.0.1-99. Охорона природи. Поводження з відходами. Виявлення відходів і подання інформаційних даних про відходи: Загальні вимоги Охрана природы. Обращение с отходами. Выявление отходов и представление информационных данных об отходах: Общие требования. – Введ. 2001-01-01.- Офіц. вид. – К. : Держстандарт України, 2000. – 253 с.
8. Постанова Кабінету Міністрів України від 26 липня 2001 р. N 915 “Про впровадження системи збирання, сортування, транспортування, переробки та утилізації відходів як вторинної сировини”.Державні будівельні норми України“Полігони твердих побутових відходів” ДБН В.2.4-2-2005. – 278 с.

9. Програма створення системи збору, переробки та транспортування сміття (твердих побутових відходів) в м.Вінниці та Вінницькому районі. – 97 с.
10. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища", №1264-ХІІ від 25 червня 1991 року. – 229 с.
11. Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", №4004-ХІІ від 24 лютого 1994 року. – 223 с.
12. Закон України "Про благоустрій населених пунктів", №2807-ІV від 6 вересня 2005 року. – 329 с.
13. Програма поводження з твердими побутовими відходами, постанова Кабінету Міністрів України №265 від 4 березня 2004 р. – 228 с.
14. Впровадження системи збирання, сортування, транспортування, переробки та утилізації відходів як вторинної сировини, постанова Кабінету Міністрів України №915 від 26 липня 2001 р. – 127 с.
15. Державні будівельні норми України. Проектування. Полігони твердих побутових відходів. Основи проектування. ДБН В.2.4-2-2005. – 229 с.
16. Правила експлуатації полігонів твердих побутових відходів, наказ Мін-буду України від 10.01.06 №4. – 221 с.
17. Санітарно-технічний паспорт полігону твердих побутових відходів, наказ Мінбуду України від 10.01.06 №3. – 319 с.
18. Правила прибирання та утримання територій населених пунктів України, наказ Держжитлокомунгоспу України від 16.01.96р. – 223 с.
19. Рекомендації по збиранню і вивезенню харчових відходів Р204 України. – 117 с.
20. Студінський В.А. Управління твердими побутовими відходами в містах України – К.: Видавництво «КІМО», 2006. – 131 с.
21. Рогов О.В., Бухальська Ю.Г. Очищення фільтратів полігонів ТПВ: проблеми та рішення. Збірка тез доповідей ІІ Міжнародної конференції з питань поводження з відходами виробництва та споживання, Київ, Торгово-промислова палата України, 2007. – 331 с.

22. Шевченко, О.А. Еколого-гігієнічна оцінка ступеню небезпеки території муніципальних звалищ та заходи щодо їх оздоровлення [Текст]/ О.А.Шевченко, Е.А.Деркачов// Проблемы сбора, переработки и утилизации отходов: Сборник научных статей к IV Международной научно-практической конференции (28-29 марта 2002г.) - Одесса: ОЦНТЭИ, 2002. – 285 с.

23. Экологическая биотехнология: Пер. с англ./Под ред. К.Ф. Форстера, Д.А. Дж. Вейза.-Л.:Химия, 1990. Пер.изд.: Великобритания, 1987. – 355 с.

24. ДБН В.2.4-2-2005 Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування. 1. Вайсман Я.И., Глушанкова И.С. Условия образования и очистка фильтрационных вод полигонов захоронения ТБО: учеб. пособие / Перм. гос. техн. ун-т. — Пермь, 2003. – 235 с.

25.[Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://uk.wikipedia.org/wiki/Апостолове>.

26. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://meteo.ua> Погода в Апостолово Дніпропетровська обл., Апостолівський р-н.

27. Інформаційний сайт міста Апостолове та Апостолівського району. – 88 с.

28. Наказу Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства N 472 від 14.09.2012. – 117 с.