

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ  
З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Львівський державний університет  
безпеки життєдіяльності

**Василь ПОПОВИЧ**  
**Андрій ДЕЛЯТИНЧУК**  
**Наталія ПОПОВИЧ**  
**Мирослав МАЛЬОВАНИЙ**

**ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ  
У ПОВОДЖЕННІ ІЗ ПОБУТОВИМИ  
ВІДХОДАМИ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ:  
ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ**

**Монографія**

Львів  
«СПОЛОМ»  
2021

УДК 628.4.03+628.46

Поп 57

**Рецензенти:** **Володимир Кучерявий** – професор кафедри ландшафтної архітектури садово-паркового господарства та урбоекології Національного лісотехнічного університету України, д.с.-г.н., професор, академік Лісівничої академії наук;

**Олег Зачко** – професор кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, д.т.н., професор, Заслужений діяч науки і техніки;

**Юрій Стародуб** – професор кафедри цивільного захисту та комп'ютерного моделювання екогеофізичних процесів Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, д.ф.-м.н., професор.

**Рекомендовано до друку рішенням вченої ради  
Львівського державного університету безпеки життєдіяльності  
(протокол № 7 від 17.03.2021 р.)**

**Попович, Василь Васильович.**

Екологічний менеджмент у поводженні із побутовими відходами на регіональному рівні: прогнозування екологічної ситуації : монографія / В. В. Попович, А. І. Делятинчук, Н. П. Попович, М. С. Мальований. – Львів : СПОЛОМ, 2021. – 210 с. : рис., табл. Бібліогр.: с.165-188 (197 назв).

Подано дослідження екологічно безпечного збору, транспортування, та знешкодження твердих побутових відходів і основним складовим екологічного менеджменту поводження із побутовими відходами на регіональному рівні, аналізу системи заходів з метою підвищення ефективності функціонування існуючих підходів поводження з побутовими відходами. Вивчення особливостей екологічного менеджменту поводження із відходами на регіональному рівні, дослідження ефективності експлуатації рухомого складу, підвищення ефективності функціонування логістичних систем поводження із відходами, встановлення рівнів екологічної небезпеки дають змогу запровадити новітні форми поводження із відходами та сприятимуть підвищенню екологічної безпеки регіону.

Для науковців, що працюють в галузі поводження з побутовими відходами.

© Василь Попович, 2021

© Андрій Делятинчук, 2021

© Наталія Попович, 2021

© Мирослав Мальований, 2021

© Вид-во «СПОЛОМ», 2021

**ISBN 978-966-919-732-0**

## **ЗМІСТ**

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ У ПОВОДЖЕННІ ІЗ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ ТА СМІТТЄЗВАЛИЩАМИ.....	10
1.1. Екологічна небезпека поводження із побутовими відходами.....	10
1.2. Екологічна небезпека фільтратів сміттєзвалищ.....	25
1.3. Стан екологічного менеджменту під час поводження із побутовими відходами.....	33
1.4. Аналіз основних положень оцінки впливу на довкілля.....	36
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИКО-ПРАВОВА БАЗА ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОГО ПОВОДЖЕННЯ З ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ. ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	44
2.1. Нормативно-правове регулювання поводження з відходами в Україні.....	44
2.2. Нормативно-правове регулювання поводження з відходами за кордоном.....	62
2.3. Системний підхід до нормативно-правового регулювання сфери поводження з твердими побутовими відходами.....	74
2.4. Об'єкти, методи та методики досліджень.....	84
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ЗБОРУ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ ВІДХОДІВ ДО СМІТТЄЗВАЛИЩ. МІГРАЦІЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ КОМПОНЕНТІВ СМІТТЄЗВАЛИЩ У ДОВКІЛЛЯ.....	89
3.1. Ефективність функціонування рухомого складу для збору побутових відходів.....	89

---

3.2.	Ефективність функціонування рухомого складу для збору небезпечних відходів у складі побутових.....	97
3.3.	Гранична відстань транспортування небезпечних відходів у складі побутових та середньорічна продуктивність спеціальної техніки.....	108
3.4.	Технічний рівень транспортних засобів для перевезення небезпечних відходів у складі побутових.....	111
3.5.	Міграція у довкілля небезпечних компонентів фільтратів Львівського міського сміттєзвалища.....	113
<b>РОЗДІЛ 4. ОСНОВНІ ЗАХОДИ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ НА ДОВКІЛЛЯ.....</b>		<b>133</b>
4.1.	Особливості поводження із небезпечними відходами в умовах міста.....	133
4.2.	Екологічна логістика поводження із відходами у селах, селищах та селянських домогосподарствах....	136
4.3.	Знешкодження фільтратів сміттєзвалищ шляхом використання біоплато.....	145
4.4.	Підвищення регіональної екологічної безпеки шляхом удосконалення логістичної системи поводження з відходами.....	150
4.5.	Вплив продуктів горіння сміттєзвалищ на організм людини та рослинність.....	155
<b>ВИСНОВКИ.....</b>		<b>162</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>		<b>165</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>		<b>189</b>

## ВСТУП

Монографія присвячена дослідженням екологічно безпечного збору, транспортування, та знешкодження твердих побутових відходів і основним складовим екологічного менеджменту поводження із побутовими відходами на регіональному рівні, аналізу системи заходів з метою підвищення ефективності функціонування існуючих підходів поводження з побутовими відходами.

Вивчення особливостей екологічного менеджменту поводження із відходами на регіональному рівні, дослідження ефективності експлуатації рухомого складу, підвищення ефективності функціонування логістичних систем поводження із відходами, встановлення рівнів екологічної небезпеки дозволять запровадити новітні форми поводження із відходами та сприятимуть підвищенню екологічної безпеки регіону.

У результаті проведених досліджень ефективності використання сміттєвозів встановлено, що найкращі показники загальної експлуатаційно-технічної характеристики транспортних засобів для перевезення небезпечних відходів у складі побутових належать: за питомою масою спеціального обладнання спецавтомобілю – КрАЗ К16.2 – 0,4 т; за питомою потужністю двигуна – ОТ-20 (ISUZU NQR 71P) – 30,7 кВт; за коефіцієнтом компактності – ОТ-20 (ЗІЛ-433360) – 3,04. Найвищою є середньорічна продуктивність для ОТ-20 (ЗІЛ-433360) і становить 96780,2 т км/рік.

Логістичні схеми транспортування небезпечних відходів у складі твердих побутових передбачають централізований та децентралізований підходи. Відсутність сміттєпереробних заводів, підприємств з утилізації небезпечних відходів у складі побутових та занепад і нестача спеціальних транспортних засобів у сільській місцевості збільшують рівень регіональної екологічної небезпеки. У відповідності до підходів поводження із побутовими відходами на рівні села, селища та приватного

селянського домогосподарства встановлено ієрархічні рівні: задовільний, ризикований, критичний.

Встановлено, що найбільше токсичних компонентів зосереджено у фільтрах біля підніжжя сміттєзвалищ. Для зниження негативних чинників фільтратів слід запроваджувати системи біоплато.

Розроблена логістична система поводження із відходами у сільській місцевості висвітлює вплив підходів утилізації сміття на регіональну екологічну безпеку. Екологічна логістична система поводження з відходами на регіональному рівні повинна враховувати чотири рівні – контейнерний роздільний збір, збір відходів у спеціальні транспортні засоби, пункти сортування і переробки, захоронення та переробку (кінцевий). Вимоги до спеціальної техніки, яка транспортує побутові та небезпечні відходи на «вході» та «виході» екологічної логістичної системи повинні забезпечувати безпеку особовому складу, санітарно-епідеміологічну та екологічну безпеку.

Встановлено, що у системі регіональної екологічної безпеки поводження із відходами виділяються ієрархічні структурні підрозділи – місцева екологічна безпека та об'єктова екологічна безпека. Слід зауважити, що саме симбіоз цих двох складових визначає екологічну безпеку регіону.

### **Вклад авторів:**

У монографії використані результати дисертаційної роботи Попович Н. П. та наукових публікацій Мальованого М. С., Поповича В. В. Дослідження менеджменту поводження з відходами у селах та домогосподарствах проводилися на території Ясінянської окремої територіальної громади, яку очолює Делятинчук А. І.

**Ключові слова:** екологічна безпека, побутові відходи, екологічна небезпека, екологічний менеджмент, сміттєвоз, спеціальна техніка, сміттєзвалище, фільтрат, рециклінг.

## **SUMMARY**

The monograph researches ecologically safe collection, transportation, and disposal of solid household waste and the main components of environmental management of household waste handling at the regional level, analysis of the system of measures for improvement of functioning efficiency of existing approaches to household waste handling.

The research of the features of environmental management of waste handling at the regional level, the investigation of the efficiency of rolling stock operation, the increase of the efficiency of logistics waste management systems, and the determination of ecological hazards will give the opportunity to introduce new forms of waste management and improve the environmental safety in the region.

As a result of the research on the efficiency of the garbage trucks use, the best indicators of the general operational and technical characteristics of vehicles for the transportation of hazardous waste as a part of the household waste is defined as follows: by the specific weight of special vehicles is KrAZ K16.2 – 0.4 tons; by the specific power of the engine – OT-20 (ISUZU NQR 71P) – 30,7 kW; by volume-to-size ratio – OT-20 (ZIL-433360) – 3.04. OT-20 (ZIL-433360) has the highest annual average productivity of 96780.2 t km/year.

Logistic schemes for the transport of hazardous waste as part of solid households provide centralized and decentralized approaches. The lack of waste recycling plants, hazardous household waste utilization enterprises and the breakdown and the lack of special vehicles in non-urban areas increase the level of regional environmental hazard. In accordance with the approaches to household waste management in non-urban areas hierarchical levels are set: satisfactory, risky, critical.

It is determined that the most toxic components are concentrated in the filtrate at the foot of the landfills. In order to

reduce the negative factors of filtrate, bioplateau systems should be introduced.

The proposed logistic system of waste management in non-urban areas highlights the impact of garbage handling approaches on regional ecological safety. The ecological logistics system of waste management at the regional level should take into account four stages – container separate collection, collection of waste in special vehicles, units of sorting and processing, dumping and recycling (final). Requirements for special vehicles transporting household and hazardous waste at the "entry" and "exit" of the ecological logistics system should ensure the safety of personnel as well as sanitation&epidemiological and environmental safety.

It has been established that in the system of regional ecological safety of waste management, hierarchical structural units of local environmental safety and facility environmental safety are allocated. It should be noted that the symbiosis of these two components determines the ecological safety of the region.

**Keywords:** environmental safety, municipal solid waste, environmental hazard, garbage truck, special vehicles, municipal landfill, filtrate, waste recycling.



## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ**

БСК	–	біохімічне споживання кисню
ГДК	–	граничнодопустима концентрація
ГН	–	граничні норми
ЄС	–	Європейський союз
ПАР	–	поверхнево активні речовини
ПЕД	–	потужність еквівалентної дози
ТЗ	–	транспортні засоби
ТПВ	–	тверді побутові відходи
ХПК	–	хімічна потреба в кисні
ХСК	–	хімічне споживання кисню

## **РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ У ПОВОДЖЕННІ ІЗ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ ТА СМІТТЄЗВАЛИЩАМИ**

### **1.1. Екологічна небезпека поводження із побутовими відходами**

В Україні накопичено близько 36 млрд тонн відходів, або більш як 50 тис. тонн на 1 км<sup>2</sup> території, з яких переробляється лише 30% промислових відходів та 4% побутових. Об'єми створення, утилізації, розташування та знищення відходів постійно змінюються із врахуванням критеріїв їх належності до видів та класів небезпеки [143].

Питомі показники утворення відходів становлять орієнтовно 220-250 кг/рік на одну особу, а у великих містах – 330-380 кг/рік. Тверді побутові відходи захороняються на 6700 сміттєзвалищах і полігонах загальною площею близько 9 тисяч га. Лише 3,5% твердих побутових відходів спалюються на двох сміттєспалювальних заводах. Близько 0,1% побутових відходів є небезпечними. Значну загрозу для довкілля та біоти становлять медичні відходи, які містять небезпечні патогенні та умовно патогенні мікроорганізми. Щорічно в державі утворюється 350 тисяч тон медичних відходів, які становлять високий ризик поширення інфекцій та захворювань [53].

До складу твердих побутових відходів відносяться такі основні компоненти: харчові – 35–50%, папір і картон – 10-15%, пластмаси – 9-13%, метали – 2%, скло – 8-10%, текстиль – 4-6%, будівельне сміття – 5%, деревина – 1% та інші відходи – 10%. Загальний об'єм накопичених побутових відходів перевищує 3 млрд.м<sup>3</sup> [99].

На сьогодні, погіршилась ситуація із поводженням з небезпечними відходами, загальний об'єм нагромадження яких становить близько 1,6 млрд. тон, а також з хімічними засобами захисту рослин, які не придатні до використання та заборонені у застосуванні. Ці засоби разом із специфічними

відходами, які утворюються у процесі медичного обслуговування, ветеринарної практики та пов'язаних з ними дослідних робіт, зберігають на 4075 складах із порушенням вимог щодо забезпечення екологічної безпеки. А після їх потрапляння у контейнери побутових відходів та на полігони і звалища можуть призвести до різних інфекційних захворювань [143].

Найважливішою складовою ефективного використання вторинної сировини є наявність систем роздільного збору відходів населенням. За наявності таких систем відходи потрапляють на переробку в найбільш придатному до цього стані. Систем роздільного збирання твердих побутових відходів в Україні практично немає. У окремих невеликих містах та мікрорайонах великих міст впроваджуються пілотні проекти. Також експлуатуються сортувальні станції (зокрема в Києві потужністю 200 тисяч тонн відходів на рік), які є необхідними складовими для ефективного рециклінгу [31].

Найбільшим заготівельником комерційного збирання і заготівлі відходів є виробничо – екологічне об'єднання “Укрвторма”, до складу якого входить більш ніж 80 спеціалізованих заготівельних і переробних підприємств, що здійснюють свою діяльність у 125 містах України. Основною їх діяльністю є збір та заготівля таких видів вторинної сировини як: папір та картон, текстиль і полімери, скло, зношені шини та відпрацьовані акумулятори [145].

В державі зростає кількість вивезених на сміттєзвалища твердих побутових відходів. Об'єм вивезених твердих побутових відходів збільшується щороку орієнтовно на 4 млн м<sup>3</sup>. Загалом збиранням побутових відходів охоплено 72% населення України. Серед твердих побутових відходів збільшується маса відходів, які не розкладаються та потребують великих площ для складування. В даний час 243 сміттєзвалища (5,8% від їх загальної кількості)

перенавантажені, а 1187 сміттєзвалищ (28,5%) не відповідають нормам екологічної безпеки [53].

Однією із найголовніших проблем, пов'язаних із складуванням відходів, є утворення звалищного газу. При захороненні органічної речовини, маса відходів якої становить 50-70%, відбувається процес перетворення з участю мікроорганізмів (біоконверсія). В результаті цього утворюється біогаз, макрокомпонентами якого є метан ( $\text{CH}_4$ ) та діоксид вуглецю ( $\text{CO}_2$ ). Відповідно до досліджень Міжурядової комісії зі зміни клімату (IPCC), які були проведені в середині 90-х років, емісія звалищного метану становить 40 млн тонн на рік, що становить близько 8% його потоку. Звалищний газ занесений до реєстру основних джерел парникових газів планети [53].

Слід відмітити, що окрім суттєвого впливу на процес глобального потепління, звалищний газ є однією з причин виникнення вибухо- та пожежонебезпечних умов як на звалищах, так і на об'єктах у зоні їх впливу. Пожежі на сміттєзвалищах спричиняють зростання рівня екологічної небезпеки. В морфологічному складі твердих побутових відходів із кожним роком збільшується питома вага полімерів (30 % від загальної маси), зростає токсичність відходів (у побутові відходи потрапляють термометри, прилади, що містять ртуть, елементи живлення). Саме тому стихійне горіння сміттєзвалищ сприяє утворенню та поширенню токсичних сполук в атмосфері, у тому числі невизначених (переносяться на значні відстані).

Значну еколого-техногенну небезпеку становить фільтрат, який із території звалищ просочується у підземні води. Мікроорганізми, які викликають такі хвороби, як черевний тиф, дизентерія, холера, туберкульоз та інші небезпечні хвороби, можуть жити у відходах тривалий час. Потрапляння фільтрату у підземні води призводить до значного поширення цих мікроорганізмів. У країнах із теплим

кліматом хвороби поширюються не лише через фільтрати, а й через гризунів, собак та кішок, птахів та комах. Разом із фільтратом у навколишнє середовище потрапляє широкий діапазон неорганічних речовин – із 300 т твердих побутових відходів всмоктується 1,5 т натрію та калію, 1 т кальцію та магнію, 1 т хлоридів, 4 т кислих карбонатів, 0,2 т сульфатів [53]. Негативним явищем є те, що під сміттєзвалища використовують великі земельні ділянки, які неможливо використовувати після закриття полігонів.

Слід відмітити, що орієнтація на оплату послуг зі знешкодження відходів за кордоном, на думку В. С. Міщенка, є стратегічно недалекоглядною оскільки, спричиняє надмірне навантаження на бюджет і блокує створення власної інфраструктури [90].

Існує цілий ряд класифікації техногенних відходів, в основу яких покладені різні принципи, підходи, методи аналізу. На нашу думку, виходячи із позицій екологічної небезпеки, яку створюють тверді відходи, раціональним буде провести їх класифікацію із позицій застосування технологічних та організаційних заходів з ціллю мінімізації цієї екологічної небезпеки. Спрощена система класифікації твердих техногенних відходів із цих позицій наведена на рис. 1.1.



**Рисунок 1.1.** – Класифікація твердих відходів з позицій застосування технологічних та організаційних заходів з ціллю мінімізації створюваної ними екологічної небезпеки

До гірничохімічних та енергетичних відходів можна віднести відходи вугледобування, фосфогіпс, хвости збагачення руд (сірчаних, фосфоритних, калійних і т.п.), шлаки теплових електростанцій, шлами, кислі гудрони і т.п. Ці відходи характеризуються багатотоннажністю і для уникнення екологічної небезпеки від їх нагромадження придатні лише технології багатотоннажного застосування (виробництво будівельних матеріалів, будівництво автодоріг, використання як матеріалу для закладки пустот у відпрацьованих кар'єрах та шахтах тощо).

До небезпечних та токсичних відходів відносяться радіоактивні, токсичні, медичні та інші види відходів. Значну загрозу для довкілля та біоти становлять медичні відходи, які містять небезпечні патогенні та умовно патогенні мікроорганізми. Технології утилізації небезпечних та токсичних відходів – це спеціальні затратні технології, які забезпечують максимальну повноту знешкодження відходів.

Технології утилізації цінних та ресурсних відходів – це спеціальні технології, індивідуальні для кожного виду відходів, які забезпечують максимальну повноту вилучення цінних компонентів із відходів. В цю категорію з розвитком інноваційних технологій переробки можуть переходити відходи, які на сьогодні закладовані у техногенних родовищах.

Для утилізації інших відходів придатні спеціальні технології, індивідуальні для кожного виду відходів виходячи із його фізико-хімічних характеристик та об'ємів нагромадження.

Збільшення кількості твердих побутових відходів (ТПВ), насамперед пов'язане із необхідністю забезпечення життєдіяльності людини. В останні десятиріччя в усьому світі значно зросло споживання товарів та ресурсів. Оптимальними шляхами утилізації ТПВ є:

- елементне або роздільне збирання відходів. Дає можливість вирішити проблеми, які виникають при їх утилізації, та повноцінно використати вторинні ресурси сировини та матеріалів;

- вивезення їх до санітарно-промислових зон. В таких зонах відходи сортують для отримання вторинної сировини і спалюють в спеціальних печах для одержання енергії;

- утилізація твердих побутових відходів заохороненням на спеціальних полігонах.

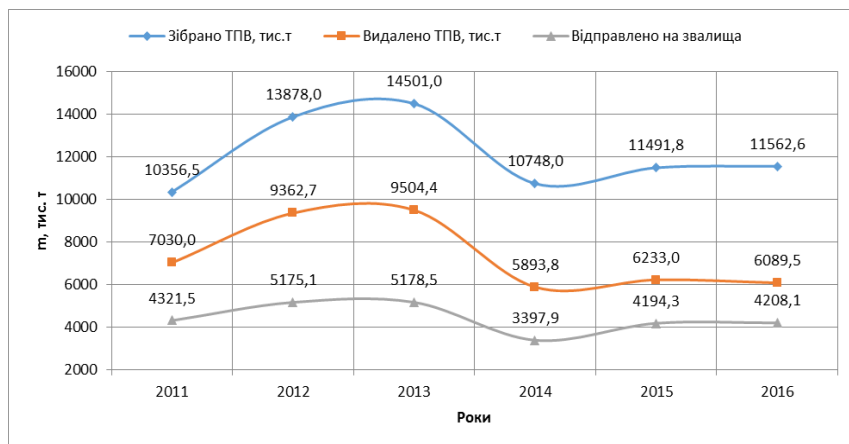
Діючі звалища ТПВ є одним з найбільш небезпечних об'єктів, які негативно впливають на навколишнє середовище та здоров'я людей. У зв'язку із цим, практично в усіх містах України необхідно знайти шляхи для закриття звалищ ТПВ та перейти на інші технології утилізації відходів. Можливі такі варіанти у новій технології:

- нові полігони ТПВ, які проектується та експлуатуються відповідно до вимог нормативно-правових актів України та ЄС, а також дозволяють вилучати енергію відходів у вигляді біогазу;

- сміттєпереробні заводи, на яких сміття, що надходить після збору, проходить попередню стадію розділення, де вилучають цінні компоненти. На наступній стадії, відповідно до запроєктованого варіанта, відходи або подають на анаеробний розклад, або спалюють, або складують на полігонах ТПВ. Також можливе застосування різних методів обробки до різних фракцій відходів;

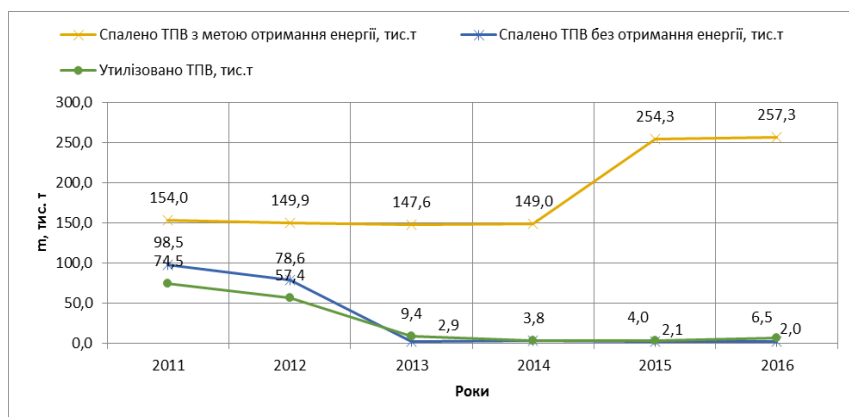
- сміттєспалювальні заводи, на яких усе сміття, що надходить із системи збору, спалюють, а вловлені системою очищення відхідних газів, тверді залишки та пил, зберігають на полігонах ТПВ, відповідно до класу небезпечності відходів.

В Україні спостерігається тенденція до зростання кількості утворення побутових відходів. Розглянувши статистику утворення відходів слід констатувати, що із 2014 року кількість відходів за рік знизилася. Причиною є виключення із розрахунків утворення побутових відходів на анексованих та захоплених територіях. Дані про утворення відходів за роками наведено на рис. 1.2.



**Рисунок 1.2.** – Поводження із побутовими відходами в Україні у 2011-2016 роках

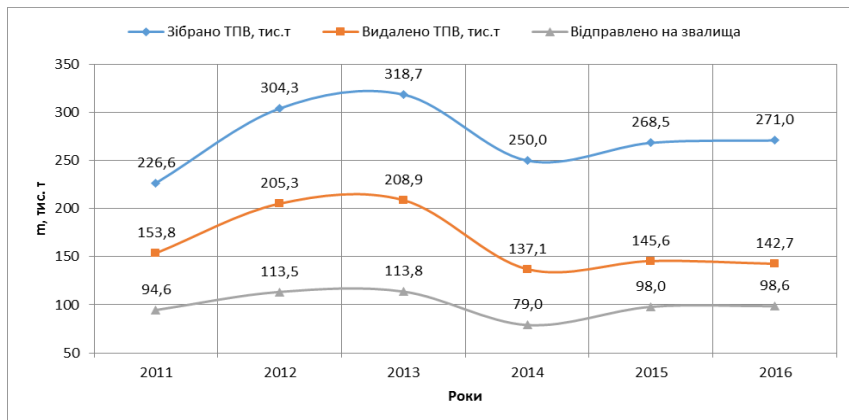
У 2014-2016 роках спостерігалася тенденція зростання кількості відходів, які спалювалися (на 2-х сміттєспалювальних заводах).



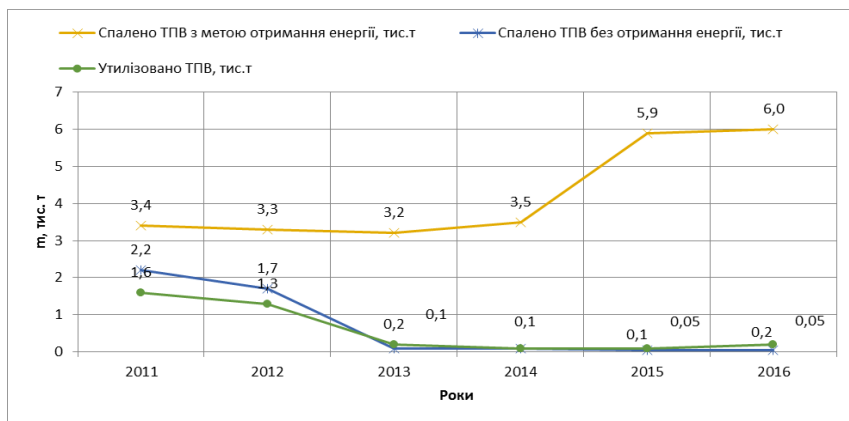
**Рисунок 1.3.** – Динаміка спалювання та утилізації побутових відходів в Україні у 2011-2016 роках



Слід зазначити, що кількість побутових відходів у розрахунку на людину із кожним роком зростає. Із рисунка 1.3. видно, що кількість побутових відходів на 1 жителя України дещо знизилася, проте ці дані також не враховують побутові відходи на анексованих та захоплених територіях.



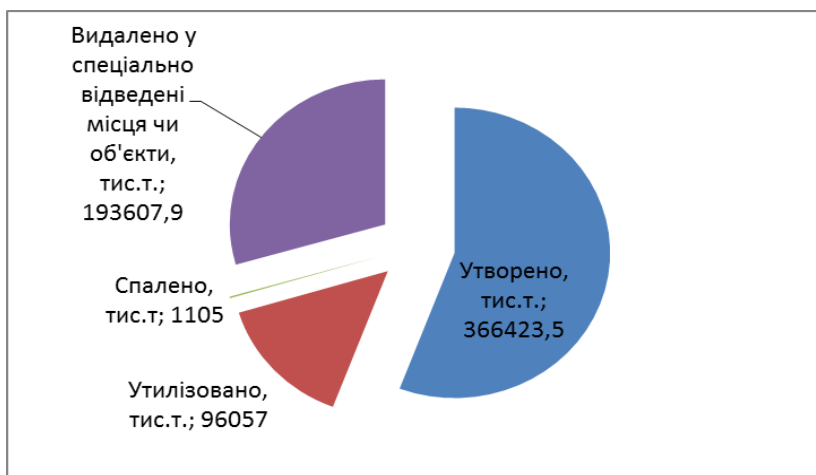
**Рисунок 1.4.** – Динаміка утворення побутових відходів за роками у розрахунку на 1 жителя України



**Рисунок 1.5.** – Динаміка спалювання та утилізації побутових відходів в Україні у 2011-2016 роках з розрахунку на 1 жителя України

Загальний обсяг накопичених небезпечних відходів у державі становить близько 1,6 млрд т. На сьогодні на 4075 складах зберігаються хімічні засоби захисту рослин з порушенням вимог щодо забезпечення екологічної та техногенної безпеки. Також неналежно зберігаються специфічні відходи, які з'являються в процесі медичної та ветеринарної практики, а також пов'язаних з ними дослідних робіт. Такі відходи після потрапляння у контейнери та на полігони і звалища можуть призвести до різних інфекційних захворювань [143].

Загалом у державі в 2017 році утворено 366423,5 тис. т відходів I-IV класів, утилізовано – 96057 тис. т, спалено – 1105 тис. т, видалено у спеціально відведених місцях чи об'єктах – 193607,9 тис. т (рис. 1.5.). Слід зауважити, що дані наводяться без урахування тимчасово окупованих територій Донецької та Луганської областей та АР Крим.



**Рисунок 1.6.** – Співвідношення заходів поводження із відходами I-IV класів небезпеки у 2017 році

Утворення та поводження з відходами I-IV класів небезпеки за категоріями матеріалів у 2017 році наведено у таблиці 1.1. Зауважимо, що найбільше утворюються такі види, як осади промислових стоків, відходи чорних металів, відходи рослинного походження, гній, побутові відходи, змішані та недиференційовані матеріали, мінеральні та змішані відходи будівництва, пуста порода.

**Таблиця 1.1.**

Утворення та поводження з відходами I-IV класів небезпеки  
за категоріями матеріалів у 2017 році

Вид відходів	Утворено, тис. т	Утилізова- но, тис. т	Спалено, тис. т	Видалено, тис. т
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Використані розчинники	1,2	0,4	0,2	0,0
Відходи кислот, лугів чи солей	213,1	78,9	4,2	102,5
Відпрацьовані оливи	18,0	18,2	1,0	0,2
Хімічні відходи	848,3	9,8	16,0	787,3
Осад промислових стоків	3644,1	609,7	2,4	389,0
Шлами та рідкі відходи очисних споруд	974,6	64,4	0,1	940,5
Відходи від медичної допомоги та біологічні	0,8	0,1	1,4	0,0
Відходи чорних металів	3555,2	3041,3	0,1	773,1
Відходи кольорових металів	29,2	5,9	0,0	0,0
Змішані відходи чорних та кольорових металів	9,1	2,1	0,0	0,9
Скляні відходи	34,4	3,4	0,0	0,3
Паперові та картонні відходи	185,0	31,5	0,3	2,9
Гумові відходи	26,5	6,1	0,2	1,1
Пластикові відходи	64,4	13,7	1,0	2,4
Деревні відходи	814,8	57,9	374,3	17,9
Текстильні відходи	21,0	1,1	0,3	0,3
Відходи, що містять поліхлордифенілі	0,2	0,0	0,1	–
Непридатне обладнання	16,0	1,0	0,1	0,1
Непридатні транспортні засоби	1,7	0,0	0,0	–
Відходи акумуляторів та батарей	5,7	35,1	0,0	0,0

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Відходи тваринного походження та змішані харчові відходи	589,4	311,2	4,1	8,1
Відходи рослинного походження	8678,7	2425,9	414,3	54,5
Тваринні екскременти	3651,6	2614,0	–	52,7
Побутові та подібні відходи	6605,7	16,6	283,8	6589,9
Змішані та недиференційовані матеріали	10798,2	1459,9	0,9	2834,8
Залишки сортування	62,3	1,6	0,0	17,3
Звичайний осад	513,1	40,6	–	209,8
Мінеральні та змішані відходи будівництва	975,5	387,0	0,0	1109,9
Інші мінеральні відходи	265739,8	68755,2	0,1	138932,8
Відходи згоряння	12901,5	4070,1	0,0	7133,9
грунтові відходи	367,3	80,9	0,0	156,8
Пуста порода від днопоглиблювальних робіт	45028,0	11913,0	0,0	33478,6
Затверділі, стабілізовані або засклянілі відходи; мінеральні відходи, що утворюються після переробки	49,1	0,4	0,1	10,3
<b>Всього</b>	<b>366423,5</b>	<b>96057,0</b>	<b>1105,0</b>	<b>193607,9</b>

Слід відмітити, що значне утворення різноманітних відходів призводить до складування їх на земній поверхні, оскільки в Україні це найбільш поширений захід поводження. Нерідко заскладовані відходи горять (терикони, відвали збагачувальних фабрик, сміттєзвалища), спричиняючи значне накопичення небезпечних речовин у довкіллі

Основними причинами виникнення проблеми при поводженні із побутовими відходами є:

- недосконалий механізм збору, транспортування, обробки, зберігання, переробки, видалення, знешкодження та захоронення відходів, як наслідок збільшення обсягів їх накопичення;

- відсутність екологічно безпечних методів та засобів поводження із сміттям, що призводить до підвищення техногенних та екологічних ризиків;

- повільне впровадження маловідходних технологій та низькі темпи створення інфраструктури у сфері поводження з відходами, зокрема небезпечними;
- недосконалі законодавство та система державного регулювання у сфері поводження з відходами;
- відсутність єдиного органу, на який покладено функції у сфері поводження з відходами [143].

В Україні проводяться численні дослідження щодо поводження із рідкими та твердими побутовими відходами, причому ці дослідження мають більше технологічний напрям та напрям поліпшення рівня екологічної безпеки звалищ.

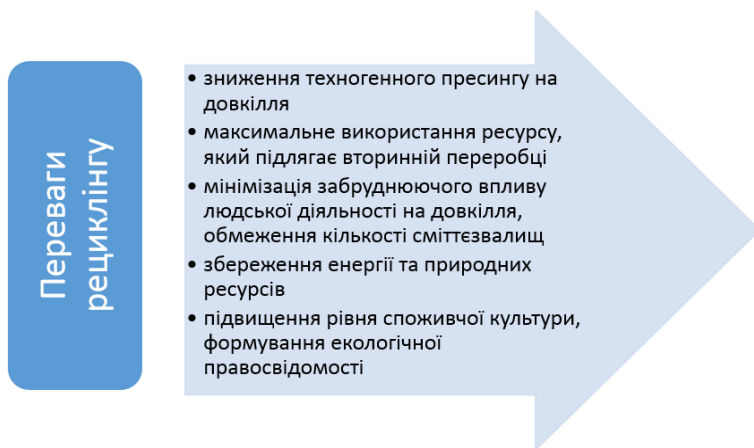
Зокрема, у науковій праці [1] розглянута та запропонована система управління процесами збору і утилізації твердих побутових відходів, яка відповідає принципам ієрархії цілей, системності, екологічної та економічної ефективності. Ця система складається із комплексу підприємств, які займаються транспортуванням та переробкою, які розподіляють та готують вторинну сировину, енергію та матеріали, які потрапляють на ринок ресурсів виробництва. Також система передбачає оптимальні маршрути транспортування від джерел формування до пунктів переробки.

Слід зазначити, що виробництво електронної техніки у світовому обсязі зростає з кожним роком, але вона стрімко зістарюється і їй на зміну приходять більш потужні, більш сучасні персональні комп'ютери та оргтехніка. Це в свою чергу призводить до збільшення електронних відходів. Також у світі зріс попит на планшети, які є більш компактними ніж персональні комп'ютери та мають нижчу вартість [4, 175, 177]. Наукова робота [77] відображає особливості створення мережі збирання та утилізації небезпечних побутових відходів. Автори наголошують на необхідності розгалуження такої мережі у межах економічних та екологічно безпечних критеріїв.

У науковій праці [154] розглянуто проблеми роздільного збору сміття, транспортної логістики відходів, формування

логістичних витрат, рівня та динаміки тарифів. Викладено дослідження наявних потужностей в сфері переробки відходів, визначено основні моделі впровадження логістичного ланцюга поводження з твердими побутовими відходами. Робота [147] розкриває особливості екологізації логістичних систем, обґрунтовує необхідність створення логістичних систем ресурсозбереження та висвітлює основні напрями у формуванні логістичних систем з метою забезпечення екобезпечного розвитку регіону. Проте логістичні системи поводження із небезпечними відходами досліджені ще не достатньо.

Одним з можливих шляхів вирішення проблеми зростання побутових відходів як виробництва, так і споживання є рециклінг. Рециклінг – це вторинна переробка відходів. Використання відходів в якості вторинних матеріальних ресурсів має ряд переваг перед звичайним захороненням на звалищах. Переробка зберігає енергію, знижує видобуток сировини і дозволяє боротись зі змінами клімату. Більшістю досліджень було встановлено, що переробка побутових відходів є кращою для довкілля, ніж його спалювання чи захоронення [187].



**Рисунок 1.7.** – Переваги рециклінгу  
(з урахуванням досліджень Л. В. Дергачової, 2011)

Сфера поводження з небезпечними відходами у складі побутових достатньо складна, загальний обсяг накопичення їх становить близько 1,6 млрд т. Наприклад, хімічні засоби захисту рослин та специфічні відходи, які утворюються у процесі медичного обслуговування, ветеринарної практики та пов'язаних з ними дослідних робіт, сьогодні зберігаються із порушенням вимог до забезпечення екологічної безпеки на 4075 складах і є непридатними до використання та забороненими до застосування, а після потрапляння у контейнери побутових відходів та на полігони і звалища можуть викликати різні інфекційні захворювання [143].

Небезпечні відходи – це відходи, які мають фізичні, хімічні, біологічні чи інші небезпечні властивості, становлять або можуть становити значну небезпеку для навколишнього природного середовища і здоров'я людини та потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними [49]. До небезпечних побутових відходів, які утворюються в житловому секторі, належать: лаки, фарби, розчинники, мастила, оливи, кислоти, акумулятори, батареї, неонові лампи, кінескопи, відходи електроніки та комп'ютерної техніки, ртутні термометри, скловата. Основною проблемою є транспортування небезпечних відходів та їх утилізація разом із рештою побутових відходів на сміттєзвалищах.

Слід зауважити, що радіоактивним відходам притаманна велика різноманітність складу, фізико-хімічних та інших властивостей залежно від місця, умов і джерела їх виникнення. Зокрема, велика кількість у відходах радіонуклідів. Щоб спростити поводження з такою різноманітністю радіоактивних відходів та стандартизувати методи, наприклад, обробки, кондиціонування та захоронення, відходи, які утворюються повинні бути розділені на категорії, відповідно до їх властивостей і потенційної небезпеки [151]. Для опису джерел радіоактивних відходів можна скористатися такою схемою поділу сфер їх походження [176]:

- відходи, які утворюються на всіх стадіях ядерного паливного циклу (ЯПЦ);
- відходи, не пов'язані з ЯПЦ (відходи наукових і дослідницьких центрів, медичних установ, галузей промисловості, відходи від господарської діяльності, у тому числі побутові, тощо);
- відходи, які утворюються при знятті ядерних установок з експлуатації;
- відходи, які утворюються при ліквідації радіаційних інцидентів і аномалій [151].

Закриті джерела випромінювання, які складаються з радіонуклідів із більш тривалим періодом напіврозпаду, використовуються для терапевтичного лікування пацієнтів в якості як постійних, так і тимчасових імплантів, а також для телетерапії і стерилізації зразків крові, шприців та хірургічних інструментів. Джерела, радіоактивність яких розпалася до рівнів, які роблять їх неприйнятними для медичного використання, також повинні розглядатися в якості радіоактивних відходів. Нерідко спостерігається ситуація, коли медичні відходи потрапляють у контейнер для загального збору сміття та захороняються на сміттєзвалищах. У таких випадках необхідно передбачити спеціальний контейнер та захистити від опромінення операторів транспортних засобів шляхом використання спеціалізованих автомобілів [108].

«Базельська конвенція про контроль за транскордонним перевезенням небезпечних відходів та їх видаленням» є найбільш глобальною угодою щодо транспортування небезпечних та інших відходів. Крім того, ця Конвенція регламентує транскордонні перевезення небезпечних та інших відходів. Сторони Базельської конвенції взяли на себе спільні зобов'язання скоротити обсяги небезпечних відходів до мінімуму і здійснювати їх таким чином, щоб це не створювало загрози для здоров'я людини і довкілля [56].



За показниками вторинної переробки сміття, сортування та утилізації наша держава займає одне із останніх місць в Європі. На жаль, більшість побутових відходів складують на полігонах або стихійних сміттєзвалищах. Одними із головних причин такого поводження із побутовими відходами є недосконалість правової бази, слабка регуляторна політика держави та недостатнє фінансування державних програм із сортування відходів.

Роздільне збирання твердих побутових відходів – це перший і основний крок на шляху вирішення проблеми хаотичного нагромадження на полігонах та втрати ресурсоцінних компонентів. Необхідними є як державне фінансове стимулювання впровадження відповідних технологій, так і розробка жорсткої системи відповідальності за неналежне поводження з відходами. Потрібно переглянути особливості притягнення до юридичної відповідальності за екологічні правопорушення.

Як зазначає Я. Остапик – складним є встановлення причинно-наслідкового зв'язку між екологічно шкідливою діяльністю та негативними матеріальними наслідками через відсутність методик визначення такої шкоди. [103]. Тому важливим моментом є системне вдосконалення нормативно-правової бази, що регулює сферу поводження з відходами.

На думку Г. І. Балюк, ефективність застосування відповідальності за правопорушення залежить від багатьох чинників, зокрема, стану екологічного виховання, рівня правосвідомості, рівня правової чи еколого-правової культури, впорядкованості законодавства у цій галузі, а також від стану дослідження умов і причин екологічних правопорушень [6].

## **1.2. Екологічна небезпека фільтратів сміттєзвалищ**

Численними дослідженнями науковців світу визначено три основні небезпечні чинники сміттєзвалищ: утворення біогазу, горіння відходів та виділення фільтрату. Зокрема, у науковій статті [191] зроблений аналітичний огляд небезпеки сміттєзвалищ. Звернено особливу увагу не те, що звалища

твердих побутових відходів є одним з найважливіших джерел забруднення довкілля, де фільтрат просочується через ґрунт, потрапляє в поверхневі і підземні води. Площа полігонів твердих побутових відходів сягає десятків гектарів, а маса відходів – мільйонів тонн. Особливістю фільтрату є високий вміст розчинних органічних речовин. На сміттєзвалищах спостерігається підвищений радіаційний фон [186].

Робота [170] присвячена моделюванню ненасичених багатофазних потоків повітряних і рідких фаз та біохімічних процесів аеробної біодеградації органічної фракції твердих побутових відходів з урахуванням їх часової та просторової еволюції, а також складних ефектів, таких як масова передача кисню по фазах, ненасичені ефекти течії (капілярне всмоктування та ненасичені гідравлічні провідності), температурні коливання внаслідок біохімічних процесів тощо. Було показано результати моделювання гіпотетичної одинарної аераційної свердловини, в той час як її зона впливу оцінювалася з використанням розподілу тиску і кисню. Було змодельовано прилад для гіпотетичної системи аерації полігону. Досліджено як статичний (постійно позитивний або негативний відносний тиск з часом), так і гібрид (за квадратною хвилею позитивних і негативних значень відносного тиску з часом) сценаріїв аераційних свердловин. Результати показали, що наявна модель здатна моделювати аерацію полігону, а отримані результати добре узгоджуються з відповідними попередніми експериментальними та чисельними дослідженнями.

Дослідники в Польщі шукали шляхи фільтрації фільтрату з полігону побутових відходів [189]. У роботі [178] представлено результати досліджень впливу віку міського звалища на якісні зміни фільтратів під час 4-річного моніторингу фільтрату з полігону в Висієці поблизу Бартошице (Польща). У процесі фільтрації досліджувалися концентрації органічних сполук (ХПК, БПК<sub>5</sub>), поживних речовин (азот, фосфор), мінеральних сполук, важких металів тощо.

Встановлено, що коливання вмісту в фільтраті таких показників як фосфор, хлориди, кальцій, магній, сульфат, розчинені тверді речовини, важкі метали залежали від сезону року (сезонні коливання), а не від віку звалища. Окрім того, отримані дані свідчать, що, незважаючи на короткий термін служби полігону, деякі параметри, наприклад, високий рН (в середньому 7,84), низька концентрація ХПК (<2000 мг ХПК / л) і низька концентрація важких металів вказували на те, що полігон характеризувався метаногенними умовами вже на початку моніторингу.

У роботі [163] наведено критичний аналіз процесів очищення фільтратів сміттєзвалищ та їх вплив на водоносні горизонти. Описано поведінку різноманітних хімічних елементів та сполук у фільтратах. Зроблено висновки про те, що на процеси очищення фільтратів впливає природна рекультивация на відстані до 1000 м від сміттєзвалища.

Науковці [181] зразки фільтратів і підземних вод збирали з полігону Газипур (Індія) та прилеглої до нього території для вивчення можливого впливу фільтрату на якість ґрунтових вод. Визначено концентрацію різних фізико-хімічних показників, включаючи важкі метали (Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb і Zn) та мікробіологічні показники (тотальний коліформ (ТК) та фекальний каліформ (ФК)). Помірно високі концентрації  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}^{-3}$ ,  $\text{SO}_2^{-4}$ ,  $\text{NH}^{+4}$ , фенолу, Fe, Zn і COD в підземних водах, ймовірно, вказують на те, що якість ґрунтових вод значною мірою залежить від просочування фільтрату. Далі вони виявилися такими, що виявляють трасери для забруднення підземних вод. Досліджено також вплив глибини і відстані свердловини від джерела забруднення. Наявність ТК і ФК в ґрунтових водах свідчить про якість підземних вод і, таким чином, робить пов'язаний водоносний горизонт ненадійним для внутрішнього водопостачання та інших потреб. Незважаючи на те, що запропоновано деякі заходи щодо зменшення забруднення ґрунтових вод через фільтрацію фільтрату, це дослідження потребує належного управління відходами в Делі.

Для оцінки меліоративної доцільності полігону побутових відходів були досліджені характеристики, розподіл і рухливість важких металів на полігоні [193]. Встановлено, що на полігоні накопичувалися відносно високі рівні важких металів. Послідовна екстракція показала, що відносні кількості важких металів були різними в зразках. Найбільшу рухливість Zn продемонструвала порівняно з іншими важкими металами, тоді як Cd добре утримувався на полігоні. Експерименти з вилуговування показали, що рухливість важких металів на полігоні була зазвичай низькою за нормальних нейтральних умов. Однак випуск важких металів може бути значно збільшений, коли середні умови стають більш кислими і аеробними.

Науковці у праці [188] відмічають, що використання мембранних технологій, особливо зворотного осмосу є незамінним та основним методом очищення фільтратів сміттєзвалищ.

У роботі [164] розглянуто сучасні знання про практичність та економічність методу Фентона для очищення фільтрату звалищ. Встановлено, що для лабораторних, пілотних та повномасштабних досліджень метод Фентона є важливою та конкурентоспроможною технологією для очищення або попередньої обробки фільтратів сміттєзвалищ.

Результати досліджень [173] відображають використання торфу для очищення фільтрату з невеликого полігону побутових відходів у сільській місцевості. Після надання грантової допомоги в рамках EU LIFE Programme, було побудовано повномасштабну установку для очищення фільтрату з використанням місцевого нетранспортованого торфу в якості очисного середовища. Встановлено, що фільтрат з полігонів може бути успішно очищений з використанням торфу із 100% вилученням як небезпечних речовин, так і аміаку.

Робота [190] присвячена висвітленню досліджень щодо біологічного очищення фільтратів сміттєзвалищ. Фільтрат з високим вмістом ХПК попередньо обробляли коагуляційно-флокуляцією з використанням вапна з подальшим видаленням

аміаку на повітрі при  $pH = 12$ . Видалення поживних речовин з попередньо обробленого фільтрату проводили з використанням лабораторного послідовного реактора (SBR). Встановлено, що додавання побутових стічних вод та порошкоподібного активованого вугілля до попередньо обробленого фільтрату покращило видалення поживних речовин при п'ятиступеневій очистці.

Таким чином, дослідження фізико-хімічних властивостей фільтратів сміттєзвалищ та міграція небезпечних їх складових у гідросферу та біосферу є актуальною проблемою сьогодення у світовому контексті.

Дослідженням небезпечних чинників Львівського міського сміттєзвалища, зокрема фільтратів присвячені численні наукові праці. Наприклад, у дослідженні [21] розглянуто вміст важких металів у фільтраті та визначено наявність в сміттєвому тілі металовмісних відходів. Їх здатність піддаватися корозії та брати участь в окислювально-відновних реакціях, зазнавати сорбції та десорбції.

Результати моніторингу [25] свідчать про значний негативний вплив Львівського полігону на гідросферу. Параметри води у всіх досліджених населених пунктах не відповідають санітарно-гігієнічним нормам. А це свідчить, про необхідність впровадження прогресивних технічних рішень, з метою запобігання забрудненню гідросфери дренажними водами звалища [25].

У результаті досліджень [150] встановлено, що Львівське сміттєзвалище і штучно створені сховища гудронів споруджені та функціонують без дотримання основних вимог захисту навколишнього середовища, а саме: створити геохімічний бар'єр для захисту геологічного та гідрогеологічного середовища від забруднювачів; рекультивувати відпрацьовані ділянки сміттєзвалища; розробити заходи, які припинять надходження продуктів розкладу відходів у ґрунти і сільськогосподарську продукцію [150]. Перед закриттям сміттєзвалища поверхню останнього шару відходів потрібно засипати ізолюючим ґрунтом, ущільненим не менш, ніж на  $750 \text{ кг/м}^3$  [150].

Результати хімічного та бактеріологічного складу стічних вод меліоративного каналу [85], який протікає вздовж лісу від Львівського сміттєзвалища, показав, що, починаючи з його витоків, вода каналу характеризуються незадовільним екологічним станом. У пробі, відібраній за 100 м від сміттєзвалища, та у пробі, відібраній за 800 м від сміттєзвалища, фіксується перевищення ГДК за окиснюваністю, вмістом нітратів, вмістом сухого залишку, свинцю, нікелю, марганцю, кадмію та БСК-5 [85].

В процесі досліджень [10] виявлено, що найбільше концентрації забруднювальних речовин у фільтраті сміттєзвалищ залежать від концентрації органічного вуглецю в складі фільтрату і найменше – від ГДК забруднювальних речовин у воді. Автором отримано удосконалену математичну модель концентрації забруднювальних речовин у фільтраті сміттєзвалища, яку можна використати для розробки стратегії, комплексу машин та обладнання для поводження з твердими побутовими відходами [10].

За даними наукових досліджень [18], фільтрат, який збирається біля підніжжя сміттєзвалища, є водним розчином складного хімічного складу, який головню зумовлює екологічний стан поверхневих і підземних вод. Він має темно-коричневий колір, різкий неприємний запах, велику кількість (6–8 мг/дм<sup>3</sup>) завислих речовин, надзвичайно високий вміст органіки (БСК5 – 7840 мг/дм<sup>3</sup>), нітратів (10583 мг/дм<sup>3</sup>), хлору (5000–8000 мг/дм<sup>3</sup>), високу концентрацію низки важких металів: свинцю (55 ГДК), кадмію (38 ГДК), мангану (3 ГДК), хрому (2,4 ГДК) та багатьох інших [18].

За даними досліджень [74] в фільтраті Львівського сміттєзвалища зафіксовані перевищення ГДК за всіма контрольованими речовинами, окрім нітратів. Найвищі концентрації заліза загального (200 ГДК), завислих речовин (48 ГДК), азоту амонійного (38 ГДК), нафтопродуктів (26 ГДК), фосфатів, СПАР та сухого залишку (20 ГДК) [74].

Аналітичні дослідження [21] проведено стандартними методами титрометричного, гравіметричного та фотоколориметричного аналізів. Для визначення вмісту важких металів застосовувався рентгено-флуоресцентний аналіз сухого залишку, який утворився під час випаровування фільтрату. Описано умови формування та хімічний склад фільтратів Львівського полігону твердих побутових відходів [21]. Установлено, що фільтрат Львівського полігону насичений високим вмістом органічних речовин – понад 12,8 г/л, хлориду натрію (близько 9 г/л), ХСК, БСК-5, а також підвищеним вмістом важких металів. Встановлено [21], що потрібне спеціальне попереднє очищення перед скиданням фільтрату у міські очисні споруди.

При дослідженні класу небезпеки фільтрату Львівського сміттєзвалища встановлено [28], що абсолютна величина індексу токсичності окремого інгредієнта визначається його кількістю в об'ємі дренажної води та гранично-допустимої концентрації у ґрунті. Чим менший індекс токсичності, тим більш небезпечним він є. Клас небезпеки фільтрату Львівського сміттєзвалища – 1, а ступінь небезпеки – надзвичайно високий; найнебезпечніші компоненти фільтрату потрібно видаляти із нього в першу чергу, використовуючи найпростіші технології [28].

У січні 2016 р. відбулось забруднення р. Малехівки, через аварійний витік шкідливих відходів із гудронових озер Львівського сміттєзвалища [74]. За даними Державної екологічної інспекції у Львівській області в поверхневій воді озера, з якого витікає р. Малехівка зафіксовані значні перевищення ГДК: нафтопродуктів – у 11,7 раза, азоту амонійного – у 38,8 раза, заліза загального – у 105 разів, аніонних СПАР – у 171 раз, марганцю – у 121,7 раза, хімічне споживання кисню – у 191,7 раза. Така ситуація спричинила забруднення прилеглих ґрунтів та води у криницях в особистих домогосподарствах [74].

У науковій праці [27] описано дослідження технології, яка дає можливість застосовувати природні мінерали із сорбційними властивостями як антифільтраційний екран сміттєзвалищ, що дасть змогу запобігти забрудненню ґрунту та ґрунтових вод мінімізувати екологічний ризик [27].

Внаслідок проведених досліджень [92] автори визначають два етапи у проблемі ліквідації екологічної небезпеки, спричиненої фільтратами Львівського міського сміттєзвалища. Перший етап – очищення накопичених фільтратів, з метою реалізації рекультивації сміттєзвалищ. Другий етап – очищення фільтратів, які постійно будуть утворюватися у тілі рекультивованого сміттєзвалища [92]. Ці етапи відрізняються об'ємами фільтрату, який надходить на переробку, його фізико-хімічними характеристиками та часом реалізації кожного із них. Саме тому для реалізації цих двох етапів неефективно передбачати одну технологію із технологічної та фінансової позиції. Авторами [92] запропоновано здійснювати попереднє очищення інфільтрату Львівського полігону ТПВ в аеробній лагуні, а доочищення – на каналізаційних очисних спорудах Львова. З метою забезпечення ефективної роботи очисних споруд, в лабораторних умовах досліджено аеробну стадію (у статичних та динамічних умовах). На пілотній установці, яка імітує роботу Львівських каналізаційних очисних споруд, встановлено мінімально допустимий рівень розведення фільтратів міськими стоками. [92].

Доведено, що ефективним методом очищення фільтратів сміттєзвалищ може бути двостадійна інтегрована технологія. Перша стадія якої – це біологічне очищення в аерованих лагунах, а друга – реагентне коагуляційно-флокуляційне (РКФ) очищення з використанням модифікованого методу Фентона [86]. На думку авторів, після запровадження запропонованої технології, очищені інфільтрати повинні подаватися на остаточне доочищення на Львівські каналізаційні очисні споруди через трубопровід [86].



Усі вище наведені дослідження є безумовно актуальними, проте, з плином часу фізико-хімічні властивості фільтратів змінюються. В зв'язку із цим постійний моніторинг сміттєзвалищ є необхідним. Численними дослідженнями Львівського сміттєзвалища встановлено, що воно не відповідає будівельним та екологічним нормам та порушує вимоги експлуатації і поводження з побутовими відходами.

### **1.3. Стан екологічного менеджменту під час поводження із побутовими відходами**

Проблема поводження із відходами набула широких обсягів після Другої світової війни. Дана проблема має багато аспектів, насамперед, екологічний – побутові відходи стали чинником погіршення стану довкілля, а також вони є кінцевим продуктом нераціональної господарської системи, орієнтованої на швидке виснаження природних ресурсів. Також ця проблема є соціальною, завдаючи прямих збитків величезній кількості людей (через втрату здоров'я, комфорту, погіршення якості життя). Також у проблеми є економічний рівень, який визначається оцінкою прямих та непрямих збитків. Чимало аспектів проблеми є недостатньо вивченими і тому є предметом дослідження науковців різних галузей [157].

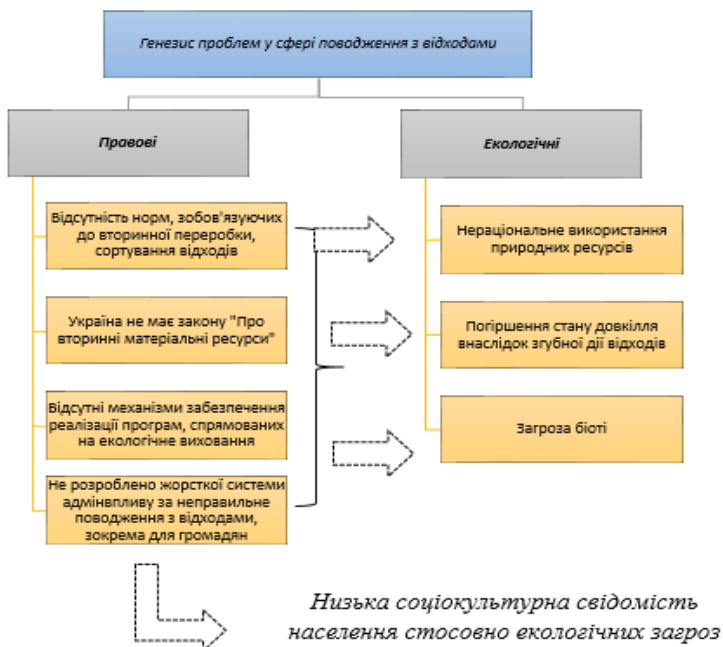
Приблизно до середини XIX століття велика частина людства практично не знала проблеми відходів в її сучасному розумінні. Багато століть не належна санітарія та гігієна призводили до епідемій і небезпечних хвороб. Проте ці проблеми викликалися лише малою частиною того, що входить до поняття «відходи споживання» (насамперед, це були різні побутові відходи життєдіяльності людей органічного походження). Відходи споживання в сучасному розумінні почали ставати проблемою наприкінці XIX століття. Населенню великих промислових міст епохи ранньої індустріалізації побутові відходи стали створювати відчутні незручності. Однак потреба у ресурсах спонукала підприємців

утилізувати практично всю придатну до переробки вторинну сировину. Приймалися такі види вторинної сировини, як папір, скло, металева та дерев'яна тара, ганчір'я, металобрухт тощо. З часом непридатних для подальшої переробки відходів ставало дедалі більше, і воно потребувало масштабних заходів з усунення проблеми. У 1874 році в англійському місті Нотінгем запрацював перший у світі сміттєспалювальний завод. Пізніше такі заводи з'явилися у Сполучених Штатах Америки, Німеччині та інших розвинених країнах [157].

На початку 60-х років ХХ-го століття пересічний мешканець США щодня викидав близько 1 кг побутових відходів. У масштабах США це становило близько 100 мільйонів тонн ТПВ на рік. На сьогодні цей обсяг принаймні подвоївся, тобто, один житель Сполучених Штатів щодня виробляє близько 2 кг сміття, або понад 700 кг на рік. В окремих територіальних одиницях ця сума ще більша. У штаті Каліфорнія обсяг відходів споживання сягає 2 тонн на рік на людину. В інших розвинених країнах показники дуже високі. Зокрема, в країнах Європейського Союзу показник споживання відходів становить від 300-400 кг на рік (Франція, Бельгія, Великобританія, Німеччина) до понад 600 (Австрія, Фінляндія). За підрахунками експертів, у США кількість побутових відходів на одну особу кожних 10 років зростає на 10%. Така ситуація і в інших розвинених країнах. Маса щорічного світового утворення побутових відходів становить близько 400 мільйонів тонн, з яких 80% складають. Така кількість закладованого сміття призводить до потрапляння у біосферу близько 85 млн т органічного вуглецю. Природне надходження СО в ґрунтовий шар планети становить 40 млн т на рік [157].

Р. Мюррей у своїй книзі «Мета – Zero Waste» сформулював основний принцип раціонального підходу: «... з точки зору забруднення довкілля, проблема зводиться до питання про те, що таке відходи. З точки зору раціонального

використання ресурсів – це питання про те, на що можна перетворити відходи. Якщо розглядати відходи як забруднюючі речовини, тоді над ними потрібен контроль. Але якщо розглядати їх як джерело енергії та матеріалів, тоді існують альтернативні рішення. Одне з таких рішень зводиться до того, щоб усе залишалось, як було. Інші рішення відкривають шлях до нового». У Швеції біопаливо, яке виробляється у тому числі з сільськогосподарських відходів, є одним з найважливіших напрямків та досягнень у сфері розвитку альтернативної енергетики. Частка біомаси у паливно-енергетичному балансі Швеції займає третє місце у світі та сягає 22%. За розвитком цієї галузі країна займає перше місце у світі. Слід зауважити, що в цій країні сміттєзвалища усі перероблені, а побутові відходи на переробні заводи завозяться навіть із інших країн [11].



**Рисунок 1.8.** – Генезис проблемності у сфері поводження з відходами (з врахуванням досліджень Л. В. Дергачової, 2011)

Відповідно до положень Закону України «Про основи національної безпеки України» від 19 червня 2003 року N 964–IV [137], правове визначення порядку поводження з відходами, їх утилізація та вторинна переробка мають стратегічне значення. А екологічна безпека є невід’ємною складовою національної безпеки. Саме від ефективності та дієздатності визначених норм, принципів, стратегій та програм залежить майбутнє суспільства, нації та прийдешніх поколінь.

Екологічна небезпека побутових відходів розпочинається з надзвичайно низького рівня ефективності використання природних ресурсів. Індекс природоємності (показник споживання енергоносіїв, води, шкідливості викидів для атмосфери тощо) для світу прийнято за 1,0. В Україні цей індекс становить 8,7. Таким чином, ми випереджаємо Молдову, Польщу та ін. країни ЄС, і належимо до числа країн з найвищими у світі абсолютними і відносними показниками утворення відходів [100].

В Україні поводження із відходами передбачає єдиний заключний етап – складування на відкритій території. Як наслідок, на території всієї країни розміщені сміттєзвалища, терикони, хвостосховища, шламонакопичувачі, які призводять до зростання рівня регіональної екологічної небезпеки. Така ситуація пов’язана перш за все із тим, що відсутні відповідні переробні заводи та технології. Основним напрямом зниження рівня екологічної небезпеки у зоні звалищ відходів є проведення ефективної політики із запобігання утворенню відходів на рівні місцевих органів виконавчої влади та державний контроль за місцями утилізації відходів.

#### **1.4. Аналіз основних положень оцінки впливу на довкілля**

Перед Україною стоїть завдання привести національне законодавство у відповідність до вимог Європейського союзу у всіх сферах життєдіяльності суспільства, у тому числі в сфері екологічної безпеки. Для цього необхідно встановити суворий

екологічний контроль, розробити механізми врахування екологічних чинників (від виникнення задуму до його реалізації та відновлення стану навколишнього середовища після завершення діяльності в рамках цього задуму), тобто домогтися здійснення безперервного процесу екологічного супроводу господарської діяльності. Екологічна оцінка є одним з найважливіших етапів екологічного супроводу господарської діяльності, який дозволяє до прийняття остаточного рішення про реалізацію об'єкта запобігти негативним впливам діяльності на природу. Адміністративна відповідальність будучи одним з інструментів примусу до виконання екологічних вимог у механізмі права навколишнього середовища, служить важливим засобом забезпечення дотримання законодавства про оцінку впливу на довкілля.

Особливостям юридичної відповідальності за екологічні правопорушення присвячений значний масив досліджень. Кількість наукових праць безпосередньо з цього питання становить близько 500 робіт, не враховуючи дисертаційних досліджень, яких налічується понад 80. Проблеми адміністративної відповідальності у сфері екології розглядалися у працях вітчизняних і закордонних учених таких галузей: теорії держави і права, адміністративного та екологічного права, екології та державного управління. Серед них: В. Авер'янов, А. Агапов, В. Андрейцев, О. Баб'як, М. Бринчук, В. Власов, А. Воронцов, Б. Гаєвський, А. Гетьман, М. Гладков, В. Зуєв, Л. Коваленко, Л. Коваль, В. Колпаков, В. Костицький, М. Ковалів, О. Лазор, Н. Малишева, А. Мельник, О. Остапенко, В. Петков, В. Пиць, Г. Полянська, С. Разметаєв, О. Скакун, Б. Цветков, Ю. Шемшученко та інші. Щодо, адміністративної відповідальності за порушення норм про оцінку впливу на довкілля, то ці питання в теоретичних працях вчених детально не розглядалися.

Правовою основою управління, як зазначає А. Гетьман, у сфері екології є норми екологічного та адміністративного права. Перші відображають особливості предмета, об'єктів, суб'єктів

та принципів правового регулювання суспільних відносин у цій сфері. Другі визначають мету, завдання й функції суспільних відносин в сфері державного управління, а також у процесі здійснення громадськими організаціями та їх органами зовнішніх юридично-владних повноважень. Зважаючи на предмет регулювання, норми адміністративного права виступають як загальні, а норми екологічного права – спеціальні, що забезпечують більш конкретне регулювання одного й того ж предмета [24].

Правові норми адміністративної відповідальності в галузі охорони довкілля і природокористування змушують суб'єктів господарської діяльності враховувати встановлені нормативи. Питання залучення до адміністративної відповідальності за проаналізовані порушення стають все більш значущими [101]. Правопорушення в галузі охорони навколишнього середовища і природокористування доцільно поділити щодо об'єкта зазіхання на:

- загальний – суспільні відносини, які регулює екологічне законодавство, а охороняють адміністративні санкції;
- родовий – суспільні відносини в галузі охорони навколишнього середовища і раціонального природокористування та охорони власності на природні об'єкти;
- видовий – суспільні відносини охорони власності на природні об'єкти, охорони навколишнього середовища, природокористування та охорони компонентів природного середовища;
- безпосередній – суспільні відносини в таких сферах, як охорона довкілля, використання земель, охорона земель, використання надр, охорона надр, використання вод; охорона вод, охорона атмосферного повітря, використання лісів, охорона, захисту і відтворення лісів і використання об'єктів тваринного світу і охорона тваринного світу та середовища їх проживання; особливо охоронюваних природних територій.

Ця класифікація відображає весь спектр різновидів об'єкта (загальний, родовий, видовий і безпосередній) складу адміністративного правопорушення та дає змогу розмежувати суспільні відносини в галузі охорони навколишнього середовища від суспільних відносин в сфері природокористування.

У 2014 році розпочато реорганізацію системи державних органів управління. Внесено зміни в організаційну структуру служб, які здійснюють оцінку впливу на довкілля та контроль в цій галузі. Функції з оцінення впливу на довкілля передано від Міністерства екології та природних ресурсів України Українському науково-дослідному інституту екологічних проблем та Українському науковому центру екології моря [128].

Юридична сутність оцінки впливу на довкілля полягає в тому, що вона є одним з функціональних, організаційно-управлінських інструментів механізму раціонального природокористування та охорони навколишнього середовища, являючи собою перевірку будь-якої планованої діяльності на відповідність вимогам чинного екологічного законодавства у встановленій формі. Оцінка впливу на довкілля – гарант виконання еколого-правових норм та приписів, має запобіжний характер, оскільки формується до початку господарської діяльності.

Оцінка впливу на довкілля вимагає чіткої правової регламентації, адже максимальної ефективності від використання цього засобу можна добитися лише при правильному наданні та розподілі функцій щодо її проведення.

В. Книш вказує, що відповідальність за вчинення правопорушень у сфері охорони довкілля має особливі ознаки, які притаманні лише цьому виду відповідальності. Оскільки, відповідно до чинного законодавства, адміністративним проступком (правопорушенням) вважається протиправна винна (умисна або необережна) дія чи бездіяльність, яка посягає на громадський порядок, власність, права і свободи громадян на встановлений порядок управління і за яку законом передбачено

адміністративну відповідальність, то адміністративне правопорушення в галузях охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання природних ресурсів, за аналогією з екологічним правопорушенням, можна розглядати як винну, протиправну дію (або бездіяльність), яка порушує встановлений порядок охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів, завдає шкоди здоров'ю людини та природі і за яку законом передбачена адміністративна відповідальність [73].

Зміст поняття адміністративної відповідальності за порушення законодавства про оцінку впливу на довкілля становить сукупність адміністративно-протиправних діянь, які зазіхають на екологічну безпеку в сфері оцінки впливу на довкілля. З урахуванням родового об'єкта до цієї групи належать правопорушення, які пов'язані з недотриманням екологічних норм при проектуванні, розміщенні, будівництві, реконструкції та прийнятті в експлуатацію об'єктів або споруд; створенні біотехнологій, у процесі експлуатації транспортних засобів; поводженні з побутовими відходами, пестицидами, агрохімікатами, токсичними речовинами; під час запровадження відкриттів, винаходів, корисних моделей, промислових зразків, раціоналізаторських пропозицій, нової техніки, технологій і систем, речовин і матеріалів; перевищення норм використання природних ресурсів; відмова від надання чи несвоєчасне надання екологічної інформації, невиконання законних розпоряджень чи приписів посадових осіб та органів, які здійснюють державний контроль у сфері охорони довкілля; використання природних ресурсів, радіаційної безпеки або охорони природних ресурсів.

З погляду на дослідження В. Костецького, юридична відповідальність за правопорушення в сфері екології виступає складовою системи екологічного права та поєднує її з інституційною та функціональною підставами економіко-правового механізму охорони навколишнього середовища.



Однією із форм реалізації компетенції деяких органів управління у цій сфері є використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки, оскільки на них покладається застосування заходів адміністративного впливу, відшкодування заподіяної шкоди (забруднювач платить), притягнення до кримінальної відповідальності за екологічні злочини [80].

Як зазначають Ю. Корнєєв, М. Садовський, існуючі форми юридичної відповідальності не здатні забезпечити відшкодування екологічної шкоди, спричиненої правопорушенням природному об'єкту, тобто відновити порушений екологічний правопорядок [76].

У зв'язку з тим, що в основному законодавство про оцінку впливу на довкілля порушують посадові особи підприємств, які планують здійснення господарської і іншої діяльності, потрібно посилити адміністративну відповідальність за такі порушення законодавства у вигляді збільшення розміру адміністративного штрафу для посадових осіб, що сприятиме запобіганню і зменшенню кількості скоєних посадовими особами правопорушень у сфері впливу на довкілля.

Завдяки адміністративній відповідальності у сфері впливу на довкілля застосовується державний примус до виконання екологічних вимог. Адміністративна відповідальність у цій сфері виконує такі функції: стимулюючу (до дотримання норм екологічного права); превентивну (забезпечує запобігання правопорушенням в галузі екології); компенсаційну (дає можливість відшкодувати втрати у навколишньому середовищі і відшкодувати шкоду заподіяну здоров'ю людини); каральну (яка полягає у покаранні особи, винної у скоєнні екологічного правопорушення) [81]. Враховуючи те, що адміністративний проступок, адміністративне стягнення та адміністративна відповідальність – це такі правові явища, які взаємопов'язані і взаємообумовлені, вважаємо за необхідне закріпити у законодавстві України адміністративну відповідальність за порушення у сфері оцінки впливу на довкілля як підставу для

притягнення до адміністративної відповідальності. Виділити адміністративний проступок з певного кола антисуспільних діянь (дії чи бездіяльності) за характерними ознаками. По-перше, за сукупністю законодавчо окреслених правових ознак, притаманних саме цьому діянню (дії чи бездіяльності), а по-друге, передбачуваністю карності [45].

З погляду на дослідження С. Єсімова, реформування адміністративного законодавства в сфері екології має впроваджуватись шляхом оптимізації механізму застосування адміністративних стягнень та приведення нормативно-правових норм у відповідність до положень Конституції та чинних законів. В першу чергу, це гарантуватиме належний рівень дотримання державою через уповноважені органи, прав та свобод громадян і юридичних осіб, а по-друге – забезпечить притягнення до відповідальності правопорушників. Склади адміністративних проступків, види адміністративних стягнень, підстави до їх застосування мають бути чітко та ясно висвітлені, що дасть можливість правильно трактувати правові норми і забезпечить адекватність та постійність (застосування правових норм відповідно до законодавчих актів без впливу додаткових роз'яснень уповноважених органів) їх застосування [45].

Доцільно зауважити, що подібних поглядів дотримується В. Пиць у дисертаційному дослідженні «Адміністративно-правові засади забезпечення екологічного правопорядку» запропонувавши внести до КУпАП ті склади адміністративних проступків, які передбачені в законодавчих актах України, але відсутні в КУпАП [24].

### **Висновки до розділу 1:**

В державі зростає кількість вивезених на сміттєзвалища твердих побутових відходів. Об'єм вивезених твердих побутових відходів збільшується щороку орієнтовно на 4 млн м<sup>3</sup>. Загалом збиранням побутових відходів охоплено 72% населення України. Серед твердих побутових відходів збільшується частка відходів, які не піддаються розпаду та

потребують великих територій для зберігання. На сьогодні, існує 243 (5,8% від загальної кількості) перевантажених сміттєзвалища, а 1187 сміттєзвалищ (28,5%) – не відповідають нормам екологічної безпеки.

Екологічна небезпека побутових відходів розпочинається з надзвичайно низького рівня ефективності використання природних ресурсів. Найбільш прийнятним способом поводження із побутовими відходами є рециклінг.

У зв'язку із низькою низькою соціокультурною свідомістю населення стосовно екологічних загроз (від складування побутових відходів) необхідно розробити жорстку систему поводження з відходами.

Результати, які приведені у цьому розділі, висвітлені в публікаціях [106, 111, 113, 185].

## **РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИКО-ПРАВОВА БАЗА ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОГО ПОВОДЖЕННЯ З ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ. ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **2.1. Нормативно-правове регулювання поводження з відходами в Україні**

Основним нормативним документом щодо поводження із побутовими відходами є Закон України «Про відходи», прийнятий 5 березня 1998 р., №187/98-ВР, який визначає правові, організаційні та економічні засади діяльності, пов'язаної із запобіганням або зменшенням обсягів утворення відходів, їх збиранням, перевезенням, зберіганням, сортуванням, обробленням, утилізацією та видаленням, знешкодженням та захороненням, а також з відверненням негативного впливу відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини на території України [49]. Прийняття цього закону стало, безумовно, позитивним явищем, адже дало можливість розробити ряд нормативно-правових актів з питань поводження із відходами.

Закон України «Про відходи» встановлює терміни та означення сфери поводження із відходами:

- відходи – будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворюються у процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення; це визначення продубльовано зі статті 2 «Базельської конвенції про контроль за транскордонним перевезенням небезпечних відходів та їх видаленням» від 22 березня 1989 року [5] та статті 1 Директиви Ради міністрів Європейського союзу «Про відходи» від 15 липня 1975 року (74/442/ЕЕС) [60]. Окрім цього, до Директиви є додаток, у якому наведений вичерпний перелік видів відходів, що дає можливість чітко розуміти поняття «відходи».

- поводження з відходами – дії, спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізацію, видалення, знешкодження і захоронення, включаючи контроль за цими операціями та нагляд за місцями видалення;

- збирання відходів – діяльність, пов'язана з вилученням, накопиченням і розміщенням відходів у спеціально відведених місцях чи об'єктах, включаючи сортування відходів з метою подальшої утилізації чи видалення;

- утилізація відходів – використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів;

- видалення відходів – здійснення операцій з відходами, що не призводять до їх утилізації;

- знешкодження відходів – зменшення чи усунення небезпечності відходів шляхом механічного, фізико-хімічного чи біологічного оброблення;

- захоронення відходів – остаточне розміщення відходів при їх видаленні у спеціально відведених місцях чи на об'єктах таким чином, щоб довгостроковий шкідливий вплив відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини не перевищував установлених нормативів;

- об'єкти поводження з відходами – місця чи об'єкти, що використовуються для збирання, зберігання, оброблення, утилізації, видалення, знешкодження та захоронення відходів;

- спеціально відведені місця чи об'єкти – місця чи об'єкти (місця розміщення відходів, сховища, полігони, комплекси, споруди, ділянки надр тощо), на використання яких отримано дозвіл спеціально уповноважених органів на видалення відходів чи здійснення інших операцій з відходами [49].

Слід відмітити, що одним із основних напрямів державної політики у сфері відходів є запровадження роздільного збирання твердих побутових відходів. У відповідності до ст. 33 Закону України «Про відходи» – зберігання та видалення відходів здійснюються відповідно до вимог екологічної безпеки та

способами, що забезпечують максимальне використання відходів чи передачу їх іншим споживачам (за винятком захоронення). На кожне місце чи об'єкт зберігання або видалення відходів складається спеціальний паспорт, в якому зазначаються найменування та код відходів (згідно з державним класифікатором відходів), їх кількісний та якісний склад, походження, а також технічні характеристики місць чи об'єктів зберігання чи видалення і відомості про методи контролю та безпечної експлуатації цих місць чи об'єктів.

З метою зменшення негативного впливу відходів на довкілля прийнято Постанову Кабінету Міністрів України № 915 від 26 липня 2001 року. Таким чином запроваджено систему збирання, сортування, транспортування, переробки та утилізації відходів як вторинної сировини. У відповідності до цієї Постанови затверджено тарифи на послуги із збирання, сортування, транспортування, переробки та утилізації використаної тари. Та встановлено, що підприємства, установи та організації, які імпортують продукцію в тарі (упаковці), у разі укладення договорів постачання в Україну товарної продукції зобов'язані передбачити утилізацію чи вивезення з України використаних пакувальних матеріалів і тари [123].

Стаття 4 Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24 лютого 1994 року № 4004-ХІІ (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1994, № 27, ст.218) регламентує, що громадяни України мають право на: безпечні для здоров'я і життя харчові продукти, питну воду, умови праці, навчання, виховання, побуту, відпочинку та навколишнє природне середовище; участь у розробці, обговоренні та громадській експертизі проектів програм і планів забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення, внесення пропозицій з цих питань до відповідних органів; відшкодування шкоди, завданої їх здоров'ю внаслідок порушення підприємствами, установами, організаціями, громадянами санітарного законодавства; достовірну і своєчасну

інформацію про стан свого здоров'я, здоров'я населення, а також про наявні та можливі фактори ризику для здоров'я та їх ступінь. Проте, вимоги цієї статті виконуються лише частково, перш за все через відсутність в нашій державі належного контролю за якістю довкілля.

Відповідно до статті 19 Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», встановлюються гігієнічні вимоги до повітря на підприємствах та доквіллі, а саме: в населених пунктах, на територіях підприємств, установ, організацій та інших об'єктів, повітря у виробничих та інших приміщеннях тривалого чи тимчасового перебування людей повинно відповідати санітарним нормам. Підприємства, установи, організації та громадяни при здійсненні своєї діяльності зобов'язані вживати необхідних заходів щодо запобігання та усунення причин забруднення атмосферного повітря, фізичного впливу на атмосферу в населених пунктах, рекреаційних зонах, а також повітря у житлових та виробничих приміщеннях, у навчальних, лікувально-профілактичних та інших закладах, інших місцях тривалого чи тимчасового перебування людей [50]. Безумовно, що ці вимоги стосуються і сфери поводження з відходами, а саме – стихійних звалищ та полігонів твердих побутових відходів.

Вивчення документації об'єктів та їх небезпечних чинників на відповідність вимогам санітарних норм відбувається в рамках державної санітарно-епідеміологічної експертизи.

Державна санітарно-епідеміологічна експертиза – це вид професійної діяльності органів державної санітарно-епідеміологічної служби, що полягає у комплексному вивченні об'єктів експертизи з метою виявлення можливих небезпечних факторів у цих об'єктах, встановленні відповідності об'єктів експертизи вимогам санітарного законодавства, а у разі відсутності відповідних санітарних норм – в обґрунтуванні медичних вимог щодо безпеки об'єкта для здоров'я та життя людини [50].

Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» визначено правові, економічні та соціальні основи організації охорони довкілля в інтересах теперішнього і майбутніх поколінь. Цей важливий, з точки зору збереження довкілля, правовий акт визначає створення системи державного моніторингу навколишнього природного середовища (стаття 22). Нагляд за станом довкілля, рівнем його забруднення здійснює центральний орган виконавчої влади, який здійснює державну політику у галузі охорони навколишнього середовища, іншими спеціально уповноваженими державними органами, а також підприємствами, установами та організаціями, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану навколишнього природного середовища.

Охорона довкілля від забруднення відходами визначається статтею 55 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища». Стаття вказує, що суб'єкти права власності на відходи мають вживати необхідних заходів для зменшення об'ємів відходів, їх утилізації, а також знешкодження або розміщення. Проведення операцій у сфері поводження з відходами можливе лише за наявності дозволу на здійснення операцій у сфері поводження з відходами на визначених територіях із дотриманням санітарних та екологічних норм. В такий спосіб, щоб забезпечити можливість подальшого використання відходів як вторинної сировини [54].

Закон України «Про металобрухт» регулює суспільні відносини, які виникають під час проведення операцій з металобрухтом, який є найважливішою стратегічною та енергозберігаючою сировиною для металургійного виробництва і спрямований на захист інтересів підприємств вітчизняної металургійної галузі та забезпечення рівня екологічної безпеки довкілля при утворенні, збиранні та використанні металобрухту. Важливим моментом є те, що Закон України «Про відходи» (187/98-ВР) не регулює відносини, які виникають з приводу



проведення операцій з металобрухтом (стаття 2 Закону України «Про металобрухт»).

У відповідності до статті 5 Закону України «Про металобрухт» – підприємства, установи та організації, які проводять заготівлю, переробку металобрухту, повинні мати кваліфікованих працівників, належне устаткування та інші засоби екологічної безпеки. Перелік обладнання та устаткування, які необхідні спеціалізованим підприємствам, приймальним пунктам або спеціалізованим металургійним переробним підприємствам, визначається центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної промислової політики, при здійсненні операцій з металобрухтом у порядку, встановленому законодавством. Суб'єкти господарювання, які здійснюють операції з металобрухтом, повинні забезпечити контроль за вибуховою, пожежною, екологічною та радіаційною безпекою відповідно до законодавства [51].

Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами» поширюється на всі види діяльності з радіоактивними відходами та покликаний забезпечити захист людини та довкілля від шкідливого впливу радіоактивних відходів в даний час та в майбутньому. У Законі наводяться ряд термінів і визначень, а саме: довгоіснуючі радіоактивні відходи – це такі радіоактивні відходи, рівень звільнення яких від контролю органу державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки досягається через 300 років і більше; короткоіснуючі радіоактивні відходи – радіоактивні відходи, рівень звільнення яких від контролю органу державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки досягається раніше ніж через 300 років [55].

Одними із основних принципів, які визначаються Законом України «Про поводження з радіоактивними відходами» є: забезпечення мінімального (можливого на практиці) рівня утворення радіоактивних відходів та гарантування їх надійної

ізоляції від навколишнього середовища при обґрунтуванні безпеки сховищ радіоактивних відходів. Стаття 11 Закону України «Про поводження з радіоактивними відходами» встановлює, що фізичні та юридичні особи, які мають виданий у встановленому порядку дозвіл органу державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки на здійснення відповідного виду діяльності (ліцензіати) мають право на поводження з радіоактивними відходами.

Стаття 17 Закону України «Про поводження з радіоактивними відходами» вказує на те, що довгоіснуючі радіоактивні відходи необхідно захоронювати тільки в твердому стані, у вибухо-, пожежо- та ядернобезпечній формі та у стабільних геологічних формаціях, що не дозволить відходам вийти за межі гірничого відводу надр. Що стосується короткоіснуючих радіоактивних відходів в твердому стані, то їх захоронення можна здійснювати у приповерхневих і наземних сховищах радіоактивних відходів. Контроль за станом радіоактивних відходів, радіаційною обстановкою у сховищах та в навколишньому природному середовищі здійснювати протягом усього часу їх зберігання та захоронення.

Система заходів, спрямованих на запобігання дорожньо-транспортним подіям під час перевезення радіоактивних відходів, розробляється Національною поліцією [55].

Стаття 44 Закону України «Про місцеве самоврядування в Україні» регламентує, що повноваження щодо поводження з побутовими відходами та лімітів їх утворення обласні ради делегують обласним державним адміністраціям. Стаття 33 вказує на те, що такі повноваження, як контроль за дотриманням фізичними та юридичними особами вимог у галузі поводження з побутовими та виробничими відходами та розгляд справ про адміністративні правопорушення або передача їх матеріалів на розгляд інших державних органів у разі порушення законодавства про відходи, є компетенцією виключно виконавчих органів сільських, селищних, міських рад [52].

Закон України «Про благоустрій населених пунктів» регламентує (ст. 16), що на об'єктах благоустрою забороняється вивозити та нагромаджувати відходи, траву, гілки, деревину, листя чи сніг, у не пристосованих для цього місцях. Об'єкти благоустрою повинні використовуватись лише за їх функціональним призначенням, з метою забезпечення сприятливих умов життєдіяльності людини. За принципом раціонального використання та охорони, враховуючи вимоги до благоустрою території населених пунктів та інші вимоги, передбачені законодавством (ст.14) [48].

Таким чином, Закони України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про металобрухт», «Про поводження з радіоактивними відходами», «Про благоустрій населених пунктів», «Про місцеве самоврядування в Україні», відображають питання щодо поводження із різноманітними відходами промисловості та захисту довкілля.

Необхідно відмітити, що у нашій державі не існує єдиного напряму вдосконалення нормативно-правового регулювання процесами поводження з твердими та рідкими побутовими відходами, а адаптовані чи використані закордонні нормативні документи (переважно Європейського Союзу) не виконуються в повному обсязі.

Слід звернути увагу на те, що окрім «безпечних» відходів з кожним роком зростає і кількість небезпечних відходів у нашій державі. Небезпечні відходи – це відходи, які:

1) включені до розділу А «Жовтого переліку відходів» та затверджені Кабінетом Міністрів України, і мають одну чи більше небезпечних властивостей, які наведені у переліку небезпечних властивостей (затверджується Міністерством природи);

2) внесені до Зеленого переліку, який затверджується Кабінетом Міністрів України, в тому випадку, якщо вони містять матеріали, викладені у додатку 2 до цього Положення, в таких

кількостях, які можуть виявляти небезпечні властивості, включені до переліку небезпечних властивостей [125].

Історично термін «небезпечні відходи» трансформувався з терміну «токсичні відходи» з метою врахування того факту, що не тільки токсичність, а й багато інших властивостей речовин і матеріалів можуть визначати їх небезпеку.

Згідно із держстандартом ДСТУ 2156-93 «Безпечність промислових підприємств. Терміни та визначення», промислові відходи – це відходи виробництва, а також рештки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, що утворилися при виробництві продукції чи виконанні робіт зі спорудження чи обслуговування підприємства або втратили повністю чи частково вихідні споживчі властивості [41]. Під наведеним визначенням промислових відходів розуміють будь-яку сировину, яка використовується для виробництва продукції, але не використовується для виробництва інших видів продукції. Друга частина визначення у поняття промислових відходів включає будь-яку продукцію, що є речовиною.

Відповідно до рекомендацій Організації Об'єднаних Націй (ООН) небезпечні відходи розподіляються залежно від своїх властивостей:

- вибухові відходи;
- вогнебезпечні («легкозаймисті») рідини;
- вогнебезпечні тверді відходи;
- відходи, що здатні самозайматися;
- відходи, що виділяють вогнебезпечні гази у разі взаємодії з водою;
- окислювальні відходи;
- органічні пероксиди;
- отруйні (сильнодіючі) відходи;
- речовини, що інфікують;
- корозійні речовини;
- відходи, здатні виділяти токсичні гази в небезпечних об'ємах;

- токсичні речовини;
- екотоксичні речовини [58].

У відповідності до Державних правил і норм ДСанПіН 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення» встановлюються 4-и класи небезпеки відходів. Клас відходів встановлюється відповідно до нормативно-правових актів і затверджується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань екології за погодженням з державною санітарно-епідеміологічною службою України.

Оскільки складові небезпечних відходів у побутових відходах, що вміщують ртуть або забруднені ртуттю, є особливо небезпечними у порівнянні з іншими компонентами (складовими) небезпечних відходів у побутових відходах, їх необхідно збирати та перевозити окремо. Проте, на даний час небезпечні відходи збираються разом з побутовими та складаються на сміттєзвалищах, чим створюють серйозну небезпеку для довкілля.

У випадку транскордонного перевезення небезпечні відходи підлягають класифікації відповідно до Міжнародного коду ідентифікації відходів, за винятком випадків, коли транскордонне перевезення здійснюється на підставі відповідного міжнародного договору, у якому вказано інший метод класифікації [125].

Постанова Кабінету Міністрів України від 10 грудня 2008 р. № 1070 «Про затвердження Правил надання послуг з вивезення побутових відходів» регламентує, що вивезення сміття здійснюється згідно із планом санітарного очищення населених пунктів, із створенням умов для роздільного збирання побутових відходів. Великогабаритні та ремонтні відходи у складі побутових відходів повинні вивозитись окремо від інших видів сміття. А контейнерні майданчики та урни для побутових відходів мають бути встановлені у житлових масивах і внутрішньодворових територіях, на

дорогах загального користування та інших об'єктах благоустрою населених пунктів [124].

Постановою Кабінету Міністрів України від 3 серпня 1998 р. № 1216 «Про затвердження Порядку ведення реєстру місць видалення відходів» встановлено порядок, розроблений на виконання статті 28 Закону України «Про відходи» (187/98-ВР) та визначено правила ведення реєстру місць видалення відходів. Реєстр створюється і ведеться на підставі паспортів місць видалення відходів, звітних даних, що подаються виробниками відходів, відомостей спеціально уповноважених органів виконавчої влади у сфері поводження з відходами. На підставі даних паспортів держадміністрації готують висновки щодо рівня екологічної безпеки місць видалення відходів, визначають категорію їх рівня екологічної безпеки для довкілля та здоров'я людей [131].

Постанова Кабінету Міністрів України від 3 серпня 1998 р. № 1217 «Про затвердження Порядку виявлення та обліку без господарських (нічийних) відходів» визначає особливості управління без господарськими відходами. Тут вперше вводиться поняття: без господарськими (нічийними) вважаються відходи, які не мають власника або власник яких невідомий. Заяви про факти виявлення відходів розглядаються на чергових засіданнях постійно діючої комісії з питань поводження з безхазяйними відходами. Комісія має визначити кількість, склад, властивості, вартість відходів, ступінь їх небезпеки для довкілля та здоров'я людини, а також має вжити необхідних заходів для встановлення власника відходів. За необхідності для встановлення власника відходів та для їх оцінки можуть залучатись правоохоронні органи, відповідні спеціалісти та експерти [132].

Постановою Кабінету Міністрів України від 3 серпня 1998 р. № 1218 «Про затвердження Порядку розроблення, затвердження і перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів» визначено правила розробки, затвердження і перегляду

лімітів на утворення та розміщення відходів, у тому числі небезпечних, на території України. Встановлено, що обмеження на утворення відходів розраховуються відповідно до норм утворення для кожного виду відходів за класами їх небезпеки. Ліміт має дорівнювати сумарному об'єму відходів, які розміщені на своїй території та передані іншому власнику [133].

Постановою Кабінету Міністрів України від 16 листопада 2011 р. № 1173 «Питання надання послуг з вивезення побутових відходів» визначено порядок підготовки та проведення конкурсу з обрання виконавця послуг із вивезення сміття на певній території населеного пункту. Організацію, підготовку та проведення конкурсу забезпечує виконавчий орган сільської, селищної, міської ради або місцева державна адміністрація, у випадку делегування їй повноважень відповідними радами. Організатор конкурсу визначає межі певної території населеного пункту, де планується надання послуг із вивезення побутових відходів (для міста – у межах не менше одного району; для селища та села – не менше його загальної території) [127].

У Постанові Кабінету Міністрів України від 3 вересня 2012 р. № 843 «Деякі питання заготівлі та утилізації відходів, що утворюються внаслідок втрати транспортними засобами своїх споживчих властивостей» встановлює, що особи, які імпортують автомобілі зобов'язані самостійно відповідно до законодавства, забезпечити подальший збір та утилізацію відходів (зокрема, кузовів, акумуляторів, полімерних, гумових та інших виробів), що утворюються внаслідок втрати ними своїх споживчих властивостей, або укласти договори про виконання робіт з організації їх збору та утилізації [130].

У державах Європейського Союзу діє міжнародний стандарт ISO 22628: 2002, згідно з яким розроблено методику оцінки вторинного використання матеріалів транспортних засобів після закінчення їх експлуатації. Світовий парк легкових автомобілів в даний час становить орієнтовно 800 млн од., 40 – 50 млн з них щороку оновлюються, тобто визнаються такими,

що відслужили свій термін, знімаються з реєстрації і їх, як правило, відправляють на утилізацію. У Німеччині при технічному обслуговуванні, ремонті і утилізації автомобілів щорік утворюється ~ 1,2 млн т таких, що, що не реалізуються, тобто, які потрапляють на звалище відходів. У світі такий показник – 15,6 млн т. Щороку в Україні продається 4-6 мільйонів автомобільних шин, що дає змогу оцінити відходи (зношені шини) приблизно в 180000 т на рік [148].

В Україні діють певні регуляторні акти стосовно використання вторинної сировини. Зокрема, створення необхідних умов для організації збирання, заготівлі та утилізації відходів як вторинної сировини, а також з метою зменшення негативного впливу відходів на навколишнє природне середовище прийнято Постанову Кабінету Міністрів України від 26 липня 2001 р. № 915 «Про впровадження системи збирання, заготівлі та утилізації відходів як вторинної сировини». У відповідності до вищенаведеної Постанови затверджуються ціни на послуги із збирання, заготівлі та утилізації використаної тари і пакувальних матеріалів. В п. 4 зазначено, що дія Постанови не поширюється на тару і пакувальні матеріали експортної продукції, хлібобулочних виробів та сирого молока, хліба та молочної сировини, молочних продуктів, продукції гуманітарної і технічної допомоги [129].

Позитивним явищем для сфер управління та поведження із побутовими відходами є затвердження ряду підзаконних нормативно-правових актів стосовно визначення морфологічного складу, порядку збирання, утилізації та складування на полігонах.

Наприклад, «Методичні рекомендації з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів» розроблені з метою встановлення єдиного підходу до проведення досліджень із визначення кількості окремих компонентів у складі твердих побутових відходів та запровадження у населених пунктах сучасних ефективних технологій поведження



з твердими побутовими відходами. З їх допомогою стане можливим довгострокове прогнозування обсягів утворення вторинної сировини, яка є у складі твердих побутових відходів [93]. Морфологічний склад сміття рекомендовано визначати кожного сезону, тобто 4 рази на рік за такою класифікацією:

- харчові відходи (овочі, фрукти, відходи садівництва тощо);
- папір та картон;
- полімери (пластик, пластмаси);
- скло;
- чорні метали;
- кольорові метали;
- текстиль;
- деревина;
- небезпечні відходи (батареї, сухі та електролітичні акумулятори, тара від розчинників, фарб, ртутні лампи, телевізійні кінескопи тощо);
- кістки, шкіра, гума;
- залишок твердих побутових відходів після вилучення компонентів (дрібне будівельне сміття, каміння, вуличний змет тощо) [93].

Для проведення досліджень із визначення морфологічного складу твердих побутових відходів необхідно залучати спеціально навчених, підготовлених та проінструктованих працівників (сортувальників) [93]. Такий розподіл побутових відходів наводиться лише у цьому нормативно-правовому документі.

Слід зауважити, що до побутових відходів нерідко входять небезпечні відходи – акумулятори живлення, лако-фарбові, електронні, медичні, використана упаковка з-під клейких матеріалів, розбиті ртутні термометри, телевізійні кінескопи, тара від розчинників та фарб, сухі та електролітичні акумулятори, ртутні лампи, важкі метали, радіоактивні матеріали, відпрацьовані фільтри двигунів автомобілів, комп'ютерні монітори, використані санітарно-гігієнічні засоби.

Норми утворення твердих побутових відходів встановлюються у відповідності до Наказу Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 10 січня 2006 р. № 7 «Норми утворення твердих побутових відходів у населених пунктах України» та передбачають 2 джерела утворення: від житлових будинків та від об'єктів невиробничої сфери (установ та підприємств обслуговування за переліком відповідно до ДБН 360-92\*\* «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень»).



**Рисунок 2.1.** – Компоненти побутових відходів

З метою організації належного збирання, перевезення, перероблення, утилізації побутових відходів розроблені «Методичні рекомендації з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації побутових відходів» та затверджені Наказом Міністерства з питань житлово-комунального

господарства України від 07.06.2010 № 176. Відповідно до вищенаведених рекомендацій встановлено, що у кожному населеному пункті збирання, перевезення, переробку та утилізацію побутових відходів необхідно проводити відповідно до встановлених державних правил і норм, за єдиною планово-регулярною системою. Також передбачаються 2 види поводження з відходами – перероблення та утилізація [94].

Роздільне збирання твердих та рідких побутових відходів проводиться з метою подальшої переробки компонентів сміття. Такі моменти регулюються «Методикою роздільного збирання побутових відходів», яка затверджена Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.08.2011 № 133, зареєстрованим в Міністерстві юстиції України 10 жовтня 2011 р. за № 1157/19895. Визначено, що з метою зменшення кількості побутових відходів, які захоронюють на полігонах, для отримання вторинної сировини та вилучення небезпечних відходів, що є у складі побутових відходів та з метою покращення екологічного стану навколишнього середовища необхідно проводити роздільне збирання побутових відходів. Технологічні схеми роздільного збирання побутових відходів визначаються органами місцевого самоврядування із врахуванням річної норми надання послуг з вивезення побутових відходів, зважаючи на їх склад і потреби у вторинних енергетичних та матеріальних ресурсах, органічних добривах, економічних факторах та із дотриманням інших вимог [96].

Регулюють діяльність з експлуатації об'єктів поводження з побутовими відходами та поширюються на об'єкти перевантаження і сортування сміття та переробки органічної складової, яка міститься в побутових відходах «Правила експлуатації об'єктів поводження з побутовими відходами», затверджені Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 04.05.2012 № 196 та зареєстровані в Міністерстві юстиції

України 24 травня 2012 р. № 821/21133. Ці «Правила експлуатації об'єктів поводження з побутовими відходами» є обов'язковими для всіх підприємств, установ та організацій незалежно від форми власності, які здійснюють перевантаження, сортування побутових відходів, а також переробку органічної складової, що є у складі побутових відходів, на відповідних діючих та нових об'єктах, прийнятих в експлуатацію відповідно до «Порядку прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 13 квітня 2011 року № 461 [97]. У наведених правилах вводяться ряд термінів і визначень, а також умов перероблення органічної складової, яка міститься у відходах, а саме: об'єкт перероблення органічної складової, що є у складі побутових відходів – об'єкт поводження з побутовими відходами, на якому розміщено споруди, оснащені спеціальним обладнанням для здійснення будь-яких технологічних операцій, пов'язаних з розкладанням органічної складової під впливом різних видів бактерій, грибків та/чи спеціальних культур дощових черв'яків, з отриманням ґрунтоподібного матеріалу (компосту). Ґрунтоподібний матеріал можна використовувати на біологічному етапі рекультивації сміттєзвалищ.

У свою чергу порядок експлуатації полігонів твердих побутових відходів здійснюється у відповідності до «Правил експлуатації полігонів побутових відходів», які затверджені Наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 01.12.2010 № 435 та зареєстровані в Міністерстві юстиції України 22 грудня 2010 р. № 1307/18602. Правила встановлюють усі логістичні операції, які пов'язані із складуванням побутових відходів – починаючи вибором місця для складування сміття, закінчуючи рекультивацією. Регламентовано, що полігони побутових відходів мають функціонувати відповідно до щорічних технологічних планів організації робіт із захоронення відходів, на яких позначаються

робочі карти. Ширина робочої карти становить до 15 м, а довжина – від 50 до 120 м. Залежно від технології складування та продуктивності полігона побутових відходів ці розміри можуть змінюватись [95].

Основним документом з експлуатації полігонів твердих побутових відходів є ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування». Слід зауважити, що ці норми не поширюються на проектування полігонів захоронення відходів токсичних, радіоактивних, сільськогосподарського виробництва, спеціалізованих установ і інших промислових відходів. Вирішення проблеми поводження з відходами на державному рівні має здійснюватися, насамперед, шляхом впровадження ефективного законодавчого регулювання, яке необхідно будувати з урахуванням національних особливостей і позитивного досвіду зарубіжного законодавства [95]. Кодексом України про адміністративні правопорушення (КУпАП) передбачена адміністративна відповідальність за такі правопорушення при поводженні з відходами:

- порушення вимог щодо поводження з відходами під час їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізації чи захоронення (ст. 82);
- порушення правил ведення первинного обліку та здійснення контролю за операціями поводження з відходами або неподання звітності щодо утворення, використання, знешкодження та видалення відходів (ст. 82-1);
- виробництво продукції з відходів чи з їх використанням без відповідної нормативно-технічної документації (ст. 82-2);
- приховування, перекручення або відмова від надання інформації за запитами посадових осіб і зверненнями громадян та їх об'єднань щодо безпеки утворення відходів та поводження з ними (ст. 82-3);

- змішування чи захоронення відходів, для утилізації яких в Україні існує технологія, без спеціального дозволу (ст. 82-4);
- порушення правил передачі відходів (ст. 82-5);
- порушення встановлених правил і режиму експлуатації установок і виробництв з оброблення та утилізації відходів (ст. 82-6).

Екологічна безпека та забезпечення законності при поводженні з відходами – явища, нерозривно пов'язані і взаємозалежні. Крім того, ряд конституційних положень щодо прав і свобод громадян, які прямо залежать від стану екології, встановлюються ст. 50 і іншими нормами, з розділу II «Права і свободи громадян» Конституції України. Крім конституційних прав і свобод громадян, державні органи законами і підзаконними актами закріплюють і захищають численні права, свободи і обов'язки в різних сферах життя, зокрема щодо зміцнення законності і правопорядку. Відповідно до Закону «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» на виконавців робіт і послуг у сфері поводження з відходами покладено обов'язок забезпечення екологічної та техногенної безпеки [50]. В силу певної специфіки контроль за виконанням цих обов'язків покладений на органи Державної санітарно-епідеміологічної служби.

## **2.2. Нормативно-правове регулювання поводження з відходами за кордоном**

Європейська політика у сфері поводження з відходами має на меті створення умов для запобігання їх виникненню та зниження рівня їх небезпечного впливу. Досягається це шляхом застосування екологічно безпечних технологій, економії природних ресурсів, розроблення належних технологій кінцевої утилізації небезпечних речовин, які містять відходи, призначені для вторинного використання.

Українська політика у сфері поводження з відходами має на меті гармонізувати чинне законодавство з європейськими нормами. Проекти нормативних документів повинні проходити верифікацію Міністерства охорони навколишнього природного середовища на предмет сумісності із законодавством ЄС [155].

Недостатнє вирішення нормативно-правового законодавства у сфері поводження із різного роду відходами спричиняє зростання досліджень та виникнення все більшої кількості наукових праць. Адаптацію українських нормативно-правових актів до законодавства ЄС у сфері поводження з відходами здійснює Українсько-Європейський консультативний центр з питань законодавства.

У країнах Європейського Союзу тверді відходи розподіляються на промислові та тверді муніципальні відходи. До твердих муніципальних відходів відносять відходи як житлового сектора, так і відходи офісів, закладів громадського харчування, навчальних закладів, лікарень тощо. Спільною рисою муніципальних відходів є те, що поводження з ними здійснює міська влада. Натомість, в українських офіційних нормативно-правових актах визначення «муніципальні відходи» відсутнє, а поширене поняття «комунальні відходи», або «тверді побутові відходи».

За даними «Європейського природоохоронного агентства» виділяють п'ять основних потоків відходів: відходи гірничодобувної промисловості (29%), промислові відходи (26%), будівельні відходи (22%), тверді побутові відходи (14%). З цього переліку 2% відходів у ЄС (27 млн т) є небезпечними [43].

У ЄС поводження із відходами регламентується рядом нормативно-правових актів, які можна розділити на дві групи:

- програмні (т. зв. «Програми дій» – Action Programmes) – мають рамковий характер, визначають основні цілі у відповідній області для країн-членів ЄС на середньострокову і / або довгострокову перспективу (як правило, від 3 до 5 років, можуть охоплювати період і до 10 років);

- нормативні (договори, директиви, правила, нормативи) – як правило, є обов’язковими для виконання країнами-членами ЄС. Вони можуть мати як рамковий характер (Рамкова директива про відходи), так і стосуватися вирішення конкретних завдань (наприклад, регулювання допустимих норм викидів від сміттєспалювальних заводів, технології кінцевої утилізації відходів на полігонах та інше) [43].

Відповідно до положень стратегії «Європа 2020» (Europe 2020 strategy), підприємства країн-учасниць зобов’язані скоротити викиди парникових газів як мінімум на 20% порівняно з рівнем 1990 року або на 30%, якщо будуть наявні необхідні умови. Також відповідно до стратегії необхідно збільшити частки поновлюваних джерел енергії до 20% і на 20% збільшити ефективність її використання [169].

Однією з цілей в зазначеному документі є «Resource efficient Europe», тобто «Ресурс ефективної Європи», який створений з метою відокремлення економічного зростання від використання ресурсів, збільшення використання відновлюваних джерел енергії, модернізації транспортного сектора та підвищення енергоефективності [169]. Необхідно подібні вимоги передбачити українським законодавством.

Основним документом ЄС при поводженні із відходами є Рамкова директива ЄС про відходи (Директива Європарламенту і Ради 2006/12/ЄС від 5 квітня 2006 р. про відходи). Директива поширюється на всі види відходів (виняток становлять ядерні відходи і деякі інші специфічні види відходів) та встановлює класифікацію відходів, правила планування управління, їх професійний збір і переробку, а також вимагає додержання обов’язкових дозвільних процедур для переробників [146].

Слід зауважити, що Директива не вимагає від країн-членів ЄС закріпити ці принципи у національних законодавчих актах. В низці країн-членів ЄС, при прийнятті спеціальних актів враховуються рекомендації Рамкової директиви про відходи. Наприклад, у Чехії закон про відходи діє з 1991 р., у Німеччині



законодавство, що регулює поводження з відходами діє з 1994 р., у 1992 р. у Франції прийняли Закон «Про видалення відходів та використання вторинної сировини» [43].

У Польщі на сміттєзвалищах зосереджено 69% відходів. В період до 2020 року перед країною стоїть завдання від Європейської комісії відсортувати 50% відходів та залишити 200 сміттєзвалищ. У випадку невиконання будуть введені санкції та відмінені дотації на управління відходами [7].

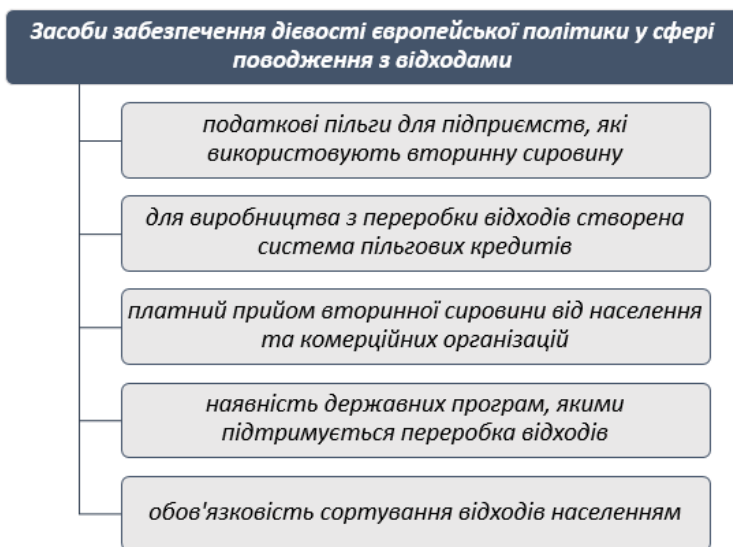
В США національну політику щодо поводження із відходами визначає Закон США «Про охорону й відновлення ресурсів». У відповідності до Закону основним є мінімізація утворення небезпечних відходів, а поводження та видалення на другому плані. Вважається економічно вигіднішим провадити мінімізацію небезпечних відходів, аніж їх утилізацію. Одним із механізмів реалізації поводження з небезпечними відходами є вимога до виробників таких відходів засвідчити, що вони мають Програми мінімізації небезпечних відходів [47].

Провідні країни світу переконливо доводять економічну та екологічну доцільність законодавчого зобов'язання вторинно використовувати відходи, забезпечувати утилізацію тари виробленої підприємством продукції тощо. Вирішення проблеми відходів можливе шляхом рециклінгу. За результатами досліджень доцільності переробки 21 типу матеріалів, проведеного The Department of Environment, Climate Change and Water NSW (Департаменту навколишнього середовища, кліматичних змін та води Нового Південного Уельсу) від 2010 року, встановлено, що «переробка є екологічно вигідною» [168].

Дослідження «Environmental benefits of recycling – 2010», яке проведене в рамках Програми дій стосовно відходів та ресурсів (WRAP; Waste & Resources Action Programme), підтверджує висновок, що «переробка паперу / картону, пластмаси та біополімерів за більшістю показників дає більше екологічних переваг, ніж інші варіанти поводження з відходами» [167].

Використання вторинних ресурсів у країнах Європейського Союзу доводить свою еколого-економічну ефективність. Слід зазначити, що в Греції запроваджено проект інтегрованої системи збору, покликаної забезпечити «регенерацію відходів мастил» («waste lube oils» – WLO). Завдяки цьому проекту, низка грецьких заводів припинили імпорт сировини, – кількість WLO виявилась достатньою для задоволення потреб виробника [179].

У Італії та Іспанії було впроваджено проекти очищення стічних вод текстильних/шкіряних фабрик з метою їх подальшого використання підприємствами та для сільського господарства. Ці технології знизили загальне споживання фабриками води на 40%, а також навантаження на водні ресурси для промисловості. Представлені технології здатні підвищити доступність питної води в деяких районах [179].



**Рисунок 2.2.** – Засоби забезпечення дієвості європейської політики у сфері поводження з відходами

Слід зазначити, що Європейський Союз приєднався до проекту ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor program), який передбачає створення міжнародного експериментального термоядерного реактора для виробництва електроенергії з ядерного синтезу, який, на відміну від поточної ядерної енергетики, не викликає небезпечних відходів [183].

В країнах ЄС велика увага приділяється рекламі продукції, виробленої з використанням вторинних матеріалів. Проте рентабельність такого виробництва може поступатися за показниками екологічної цінності та значущості.

За предметом регулювання сфери поводження із відходами нормативно-правові акти ЄС розподіляються на III групи: акти, які регулюють визначені операції поводження з відходами; акти, які регулюють поводження з окремими видами відходів; акти, які регулюють переміщення відходів.

До актів, які регулюють конкретні операції поводження з відходами належать:

- директива № 99/31 про захоронення відходів;
- директива № 2000/76 про спалювання відходів.

До актів, які регулюють поводження з окремими видами відходів відносяться:

- директива № 94/67 про спалювання небезпечних відходів;
- директива № 91/157 про батареї та акумулятори, які містять певні небезпечні речовини;
- директива № 91/689 про небезпечні відходи;
- директива № 75/439 про утилізацію відпрацьованих оливо;
- директива № 2002/95 про обмеження використання певних небезпечних речовин у електричному та електронному обладнанні,
- директива № 94/62 про упаковку та відходи упаковки;

- директива № 78/176 про відходи виробництва діоксиду титану;
- директива № 2000/59 про портове приймальне обладнання для корабельних відходів та залишків вантажу;
- директива № 2009/40/ЄС Європейського парламенту і Ради «Про перевірку технічного стану моторних транспортних засобів та їхніх причепів на придатність до експлуатації» від 6 травня 2009 року;
- директива № 2002/96 про відходи електричного та електронного обладнання.

До актів, які регулюють переміщення відходів, відносяться:

- директива № 84/631/ЄЕС Ради європейських співтовариств «Про нагляд і контроль за транскордонним переміщенням небезпечних відходів у межах співтовариства»;
- регламент Ради № 259/93 про нагляд і контроль за переміщенням відходів у межах ЄС, ввезення в ЄС та вивезення за його межі;
- регламент Ради № 1420/1999, що встановлює спільні правила та процедуру щодо переміщення певних типів відходів до певних країн;
- регламент Ради № 1547/1999, який визначає процедуру контролю щодо переміщення певних типів відходів до певних країн.

Поводження із пакувальними відходами (тарою), регулює «Директива Європарламенту і Ради 94/62/ЄС від 20 грудня 1994 р. про упаковку і пакувальні відходи».

До пакувальних відходів належать відходи від усіх продуктів, вироблених із матеріалів будь-якої природи і використовуваних для надання форми, захисту, зручності поводження, доставки і презентації товарів, від сировини і до готової продукції, від виробника до споживача.

Відповідно до «Директиви...» країни-члени ЄС повинні:

- зменшити кількість пакувальних відходів (наприклад, шляхом обмеження упаковки споживчих товарів);

- стимулювати повторне використання і відновлення або переробку пакувальних відходів, а також дотримуватися встановлених норм з відновлення та переробки;
- використовувати повторно пакувальні матеріали, які можна використати повторно екологічно безпечним способом;
- здійснювати заходи для повернення і/або збирання використаної упаковки споживачем та іншим кінцевим користувачем або з метою вилучення їх з об'єму відходів для подальшого найбільш прийняттого шляху поводження з відходами. Вживати заходів для повторного використання або відновлення, зокрема перероблення упаковки і/або її збирання. За умови реалізації цих заходів, завдання Директиви будуть виконані, а система заходів буде відкритою для участі суб'єктів економіки відповідних галузей і компетентних органів [36].

«Директива Європарламенту і Ради 2002/96/ЄС про відходи електричного й електронного обладнання» від 27 січня 2003 р. – це одна з найбільш пізніх серед вузькоспрямованих директив про відходи.

Відповідно до вищенаведеного нормативного документа, електричним і електронним обладнанням називається таке обладнання, для ефективної роботи якого потрібний електричний струм або електромагнітні поля, а також обладнання, яке призначене для генерування, передавання і вимірювання таких струмів і полів, що відноситься до категорії Додаток ІА і розроблене для використання при напрузі змінного струму меншій за 1000 V і постійному струмі меншому за 1500 А. Країни учасниці Європейського Союзу використовують усі можливі інструменти для заохочення виробників на розробку і випуск електричного й електронного обладнання із врахуванням можливостей демонтажу і відновлення, а також повторного використання і переробки обладнання, його компонентів і матеріалів.

Також у «Директиві...» наведено, що країни-члени повинні вживати необхідні заходи для зменшення викидів відпрацьованого обладнання в суміші з несорттованими міськими відходами і досягти високого рівня роздільного збирання такого обладнання. Директива визначає, що мінімальний показник роздільного збирання електронного та електричного обладнання від домогосподарств має становити в середньому 4 кг на 1 мешканця на рік та встановлює цільові показники із переробки і відновлення, які змінюються залежно від категорії обладнання [35].

«Директива 91/157 Ради Європейського співтовариства про батареї та акумулятори, які містять певні небезпечні речовини» із змінами, внесеними Директивою Комісії 98/101/ЄЕС від 22 грудня 1998 року спрямована на запобігання і зменшення забруднення, з намаганням ліквідувати забруднення зовсім та забезпечити раціональне використання сировинних ресурсів. Використовуючи принцип «матеріальної відповідальності винуватця забруднення» таким чином регулює поведінку з акумуляторними батареями.

«Директива про небезпечні відходи №91/689/ЄЕС» визначає специфічні вимоги для небезпечних відходів (тобто особливо токсичних, канцерогенних тощо – таких відходів, які зазвичай виробляє промисловість). Лише у виняткових випадках може бути виданий дозвіл на змішування відходів, якщо таке змішування екологічно доцільне або сприяє підвищенню рівня безпеки під час знищення або відновлення.

Директива про складування відходів 1999/31WE має на меті суворими експлуатаційними і технічними вимогами зменшити вплив сміття на навколишнє середовище. Положення Директиви закликають до встановлення та дотримання правил із розміщення відходів на звалищах, а також вимог, які стосуються їх переробки. Спонукають до створення системи дозволів на діяльність звалищ; окреслення обов'язків оператора звалища.

Наприкінці 2005 р. прийнято Директиву про спалювання відходів 2000/76/WE, яка замінила раніше чинні директиви про спалювання комунальних відходів (89/369/EWG і 89/429/EWG) і про спалювання небезпечних відходів (94/67/ WE). Основна мета цього нормативно-правового акта – запобігання та зменшення негативного впливу сміттеспалювальних підприємств на навколишнє середовище та здоров'я людей.

Питання утилізації відпрацьованого масла регулює Директива ЄС 75/439, яка доповнена директивами ЄС 87/101 та 91/692. Основні положення Директиви регулюють порядок безпечного скиду, очистки, зберігання і знищення використаних масел. Відповідно до цієї Директиви країни учасниці ЄС зобов'язані віддавати перевагу переробці та вторинному використанню масляних відходів за умови, якщо це можливо технічно та економічно. Забороняється зливати відходи масел у водні об'єкти і дренажні системи. Введено спеціальні вимоги для проведення діяльності зі збору, обробки і знищення цього виду відходів, в тому числі ліцензування.

Директива ЄС 76/403, змінена Директивою ЄС 96/59 призначена регулювати обеззараження і захоронення всіх продуктів, що містять поліхлорбіфеніли і поліхлортерфеніли. Згідно з цим документом, все обладнання, яке виробляє ці речовини, має перебувати на обліку та повинно пройти інвентаризацію.

Директивою ЄС 90/667 передбачені гігієнічні норми для захоронення і переробки відходів тваринництва. «Директива...» орієнтована на знищення відходів, заражених "коров'ячим сказом" (BSE) [61].

Директива ЄС 78/319 та Постанова ради Європи № 259/93 про нагляд і контроль за переміщенням відходів у межах Європейської спільноти, а також за їх увезенням і вивезенням з території ЄС. Відповідно до «Директиви...» для організації і здійснення внутрішніх перевезень відходів територією однієї країни всі країни ЄС зобов'язані забезпечити розробку і

впровадження системи нагляду і контролю, яка має бути складовою частиною єдиної системи, що існує в ЄС [192].

Директива Європейської Ради 96/61/ ЄС стосовно інтегрованого запобігання забрудненням і контролю над ними була прийнята 24 вересня 1996 р. Відповідна Директива визначає перелік екологічних вимог для промислових підприємств, які необхідні для отримання дозволу на провадження діяльності.

Країни-члени ЄС, через відповідні компетентні органи влади, зобов'язані запровадити необхідні заходи, які гарантують, що в ході роботи підприємства повинні:

а) вживати всіх необхідних запобіжних заходів щодо запобігання забрудненню довкілля, зокрема, шляхом застосування передових технологій;

б) не спричиняти значного забруднення довкілля;

в) запобігати утворенню відходів відповідно до Рамкової директиви щодо відходів;

г) переробляти відходи або, якщо це неможливо з технічних чи економічних причин, утилізувати їх з мінімальною шкодою для довкілля.

Окрім наведених директив у європейському міжнародному праві існує низка нормативно-правових актів, які стосуються відповідальності за правомірну діяльність.

Наприклад, Конвенція Лугано про цивільну відповідальність за збиток від діяльності, небезпечної для довкілля, прийнята під егідою Ради Європи в 1993 р. Конвенція передбачає широке коло різних видів діяльності, у тому числі транскордонного аспекту. Конвенція Лугано спрямована на забезпечення адекватної компенсації за збитки довкіллю від небезпечних речовин. Документ враховує збитки (особистий, майновий, збиток довкіллю, включаючи культурну спадщину і ландшафти), викликані генетично модифікованими організмами або мікроорганізмами, і роботи з відходами [84].



«Протокол про відповідальність і компенсацію за шкоду, заподіяну в результаті транскордонного перевезення небезпечних відходів та їх видалення» (ратифікований Законом № 1672-VI (1672-17) від 22.10.2009 р.) полягає в дотриманні режиму повної матеріальної відповідальності й належної та оперативної компенсації за шкоду, яка заподіяна внаслідок транскордонного перевезення небезпечних відходів та їх видалення, зокрема незаконного обігу цих відходів. Відповідно до статті 3 [140], коли шкода заподіяна внаслідок аварії під час транскордонного перевезення або видалення небезпечних чи інших відходів, в тому числі під час незаконного обігу, починаючи від пункту навантаження відходів на транспортні засоби, у межах сфери дії національної юрисдикції держави експорту, то застосовується цей Протокол. Будь-яка із сторін договору може надіслати повідомлення Депозитарієві і таким чином виключити зі сфери застосування положень цього Протоколу, у випадках всіх транскордонних перевезень, в яких вона виступає як держава експорту, це стосується тих аварій, які трапляються на території, що перебуває під її національною юрисдикцією. Секретаріат інформує всі Сторони про повідомлення, отримані згідно з цією статтею. Якщо є необхідність реімпортувати відходи, відповідно до статті 8 «Базельської конвенції про контроль за транскордонним перевезенням небезпечних відходів та їх видаленням», сторона, що подала повідомлення, відповідає за заподіяну шкоду з моменту вивозу небезпечних відходів із установки, від видалення до прийняття їх у володіння експортером або альтернативною особою, що забезпечує видалення (стаття 4).

Директива про запобігання важким аваріям 2012/18 (Seveso III) замінила директиву 96/82 з метою підтримки і подальшого підвищення наявного рівня захисту шляхом підвищення ефективності, а також, коли це можливо, шляхом скорочення зайвих адміністративних бар'єрів за допомогою упорядкування та спрощення, за умови, що це не чинитиме

негативний вплив на безпеку, а також на захист життя людей [37]. Директивою встановлюється, що Держави-члени повинні встановити правила про штрафні санкції, які застосовуються за порушення положень національного законодавства, прийнятого відповідно до цієї Директиви, а також забезпечити їх імплементацію. Такі штрафні санкції повинні бути ефективними, пропорційними і повинні мати стримувальний вплив.

Директива 2004/35 Європейського Парламенту та Ради «Про екологічну відповідальність за запобігання і ліквідацію наслідків завданої навколишньому середовищу шкоди» від 21 квітня 2004 року має на меті встановити для запобігання та ліквідації наслідків екологічної шкоди межі екологічної відповідальності, які базуються на принципі «забруднювач-платник» (стаття 1). Відповідно до [34] компетентний орган має право порушити проти експлуатанта або, в залежності від конкретного випадку, проти третьої сторони, що спричинила шкоду або неминучу загрозу шкоди, справу про відшкодування витрат на заходи, вжиті на підставі даної Директиви, протягом п'яти років, починаючи і з дня завершення заходів або і з дня, коли було визначено відповідального експлуатанта або третю сторону, застосовується найпізніша дата (стаття 10).

### **2.3. Системний підхід до нормативно-правового регулювання сфери поводження з твердими побутовими відходами**

Наростаючі соціальні та природні аномалії є наслідком неправильної поведінки людей і відсутністю розуміння відповідальності за майбутнє планети. Їх подолання можливе при визначенні пріоритетів спільних дій, що передбачають загальноприйняті правила поведінки, закріплення яких необхідне на рівні світового співтовариства. У 1992 році в Ріо-де-Жанейро була прийнята декларація з навколишнього середовища та розвитку, що відображає основні принципи «...встановлення нового, справедливого глобального

партнерства шляхом створення нових рівнів співпраці між країнами, основними сферами суспільства та людьми, докладаючи зусилля для укладення міжнародних угод, що забезпечують повагу інтересів всіх і захист цілісності глобальної системи довкілля і розвитку, визнаючи комплексний і взаємозалежний характер Землі...» [142].

Питання нормативно-правового регулювання сфери поводження з твердими побутовими відходами давно привертають увагу науковців. Проблеми нормативно-правового регулювання сфери поводження з відходами вивчали: В. Авер'янов, А. Банчук, О. Бойченко, С. Гуцу, В. Гурковський, А. Гулемін, В. Цимбалюк, А. Марущак, І. Март'янов, О. Оскірко, І. Пілявська, О. Світличний та інші. Високо оцінюючи внесок вчених у висвітлення проблем нормативно-правового регулювання сфери поводження з відходами, слід визнати, що кожен етап історичного розвитку країни ставить перед дослідниками нові завдання, які потребують вирішення.

Конституція України, Закони України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про відходи», «Про поводження з радіоактивними відходами», «Про металобрухт», постанови Кабінету Міністрів України, нормативно-правові акти та державні стандарти України з охорони довкілля, санітарні норми і правила та інші документи суб'єктів господарської діяльності у сфері поводження із відходами повинні виконувати загальнодержавні завдання спрямовані на ефективне правове регулювання у сфері поводження з побутовими відходами. Водночас основною причиною погіршення стану довкілля є нераціональні структури споживання та виробництва [139]. Завдяки глобалізації споживачі мають більш широкий вибір товарів і послуг. При цьому, збільшення обсягів виробництва і споживання призводить не лише до зростання життєвого рівня людини, але і до зростання відходів, причому це відноситься до

кожного етапу життєвого циклу продукції, починаючи з його розробки і закінчуючи ліквідацією (утилізацією або видаленням). Наприклад, на стадії розробки утворюються відходи макулатури, залишки макетів тощо, при виробництві – відходи відбракованої продукції, залишки тари, упаковки тощо. Однак процес організації і підтримки виробництва також є джерелом утворення відходів (відходи їдалень для робітників, макулатура, утворена при організації документообігу тощо).

Цю схему необхідно доповнити ще одним блоком – організація і підтримка виробничого процесу. Говорячи про відходи, часто забувають про те, що частину з них можна використовувати в виробництві повторно, знижуючи тим самим споживання природних ресурсів, деякі види відходів можна використовувати в якості енергоносіїв, зберігаючи не поновлювані джерела енергії (вугілля, природний газ, нафта).

Основним способом утилізації твердих побутових відходів в Україні є захоронення на полігонах. Тверді побутові відходи складаються з безлічі різноманітних речовин, в тому числі органічної складової, яка є середовищем для патогенної мікрофлори (дизентерія, черевний тиф), мікрофауни (паразити), макрофауни (гризуни, комахи). Сміттєві звалища – це джерела метану, одного з основних парникових газів, що виділяється в процесі розкладу органічних відходів на сміттєвих звалищах, він створює (в доповнення до свого внеску у зміну клімату) небезпеку локального забруднення та вибуху.

При спалюванні відходів на сміттєспалювальних заводах, утворюються токсичні викиди. Вони також є джерелами виділення важких металів, наприклад, ртуті, кадмію та свинцю. У нещодавно виконаному дослідженні, в основу якого лягли дані, отримані у Швеції, було висловлено припущення про те, що сміттєві звалища є найбільшим джерелом високотоксичних канцерогенів, діоксинів – в основному за рахунок повітряної дисперсії та в результаті їх загоряння.

Результати деяких епідеміологічних досліджень у населення, яке проживає по сусідству з сміттєвими звалищами, були виявлені підвищені показники захворюваності різними формами раку, вроджені дефекти, зниження ваги у новонароджених та уповільнений розвиток дітей [166].

Вирішення проблеми поводження з відходами стає найбільш актуальним завданням для забезпечення нормальної життєдіяльності населення, охорони навколишнього середовища, ресурсозбереження.

Тверді побутові відходи – це джерело таких ресурсів, як чорні, кольорові, рідкісні та розсіяні метали, крім того, сміття – це вуглецева «безкоштовна» сировина для паливної енергетики.

Закон України «Про відходи» (прийнято 5 березня 1998 року № 187/98-ВР) є основним документом, що регулює поводження з відходами виробництва та споживання, метою якого є запобігання шкідливого впливу відходів виробництва та споживання на здоров'я людини та довкілля та залучення таких відходів в господарський оборот в якості додаткових джерел сировини [49].

До 21 січня 2010 року, використовувалося визначення про відходи без поділу за місцем утворення, яке було таким: «відходи виробництва та споживання залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, інших виробів чи продуктів, які утворилися у процесі виробництва чи споживання, а також товари (продукція), які втратили свої споживчі властивості [134].

Наприкінці 2012 року були внесені істотні зміни в цей закон (Закон України 2 жовтня 2012 року № 5402-VI «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо вдосконалення механізму правового регулювання та посилення відповідальності у сфері поводження з відходами»), що передбачають закладення деяких аспектів розвитку галузі переробки відходів, ресурсозберігаючих технологій, пріоритетних напрямів державної політики у сфері поводження з відходами [135].

З 21 січня 2010 року в Державний класифікатор ДК 005 було введено визначення про комунальні (міські) «Відходи – відходи, які утворюються в житлових приміщеннях в процесі споживання фізичними особами, товари, що втратили свої споживчі властивості у процесі їх використання фізичними особами в житлових приміщеннях в цілях задоволення особистих і побутових потреб» (Державний класифікатор ДК 005 – позиція 772) [32].

До комунальних відходів також належать відходи, що утворюються внаслідок діяльності юридичних осіб, індивідуальних підприємців та схожі за своїм за складом до відходів, які утворюються в житлових приміщеннях фізичними особами».

Конкретизація та виділення комунальних (міські) відходів дозволяє розглядати їх окремо від відходів виробництва та споживання (як було раніше) як об'єкта управління та розвитку системи поводження з комунальними відходами (твердими).

Цей термін дуже близький за змістом до терміна *Municipal Solid Waste* («тверді міські відходи»), який використовується в Європейському Союзі та Сполучених Штатах Америки [182]. До твердих муніципальних відходів зарубіжні автори відносять відходи, збір і утилізація яких покладені на муніципалітет.

Тверді міські відходи включають в себе житлові, промислові, комерційні, організаційні, міські, відходи від знесення і будівництва. Промислові, комерційні та адміністративні відходи часто групуються разом і, як правило, являють собою більш 50% твердих муніципальних відходів. Відходи від будівництва та знесення часто розглядаються окремо: при правильній організації можуть бути утилізовані окремо. Відходи, які утворюються в процесі виробництва, в медичних установах, в сільському господарстві, вважаються твердими муніципальними відходами, якщо муніципалітет займається збором і утилізацією.

У Україні органи місцеві влади та місцевого самоврядування (муніципалітети) відповідають за відходи, що

утворюються у населення в результаті його життєдіяльності, відходи від діяльності громадських і адміністративних установ, відходи міського господарства, за поводження з відходами виробництва та сільського господарства вони не несуть відповідальності [20].

Однозначного визначення твердих побутових відходів в Україні немає. Існує безліч підходів до їх визначення, закріплених у нормативних актах, наприклад у таких, як:

- Рекомендації по визначенню норм накопичення твердих побутових відходів для міст УРСР (9 березня 1982 року);

- ДСТУ 2195-99 (ГОСТ 17.9.0.2-99) «Охорона природи. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходу. Склад, вміст, виклад і правила внесення змін. Міждержавний стандарт» [42];

- Концепції Загальнодержавної програми поводження з відходами на 2013-2020 роки (затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 2 січня 2013 року № 22-р) [75].

При аналізі перших двох документів істотних відмінностей у визначенні твердих побутових відходів виявлено не було. За ДСТУ визначення розширює галузь утворення відходів в результаті життєдіяльності людей. Наприклад, ремонт квартири замінено на прибирання і ремонт житлових приміщень, тобто відходи від ремонту приватних домоволодінь відносяться до твердих побутових відходів. Крім того, включено відходи, що утворилися в результаті утримання домашніх тварин і птахів.

Згідно з даними визначеннями, відходи, що утворюються в громадських організаціях, установах, магазинах, кафе тощо, до категорії твердих побутових відходів не відносяться. Однак у більшості випадків відходи від діяльності таких організацій частково або повністю потрапляють у контейнери загального збору твердих побутових відходів.

Виключення таких відходів з твердих побутових відходів спричинить помилки при визначенні норм накопичення відходів, обсягів утворення відходів, тарифів, обсягів вилучення вторинної сировини.

Концепція Загальнодержавної програми поводження з відходами включає побутові відходи, у тому числі відходи, що утворюються у житлових та громадських спорудах, торговельних, видовищних, спортивних та інших підприємствах (в тому числі і відходи утворені від поточних ремонтів квартир), відходи від опалювальних пристроїв місцевого опалення, зібране з дворових територій опале листя і великогабаритні відходи.

Це визначення досить близьке за змістом до визначення «тверді комунальні відходи» і розглядає тверді побутові відходи з точки зору їх утилізації. Таким чином, визначення твердих побутових відходів, що використовується в Рекомендаціях і ДСТУ 2195-99, доцільно, наприклад, у разі укладення договорів на збір відходів (тарифи для юридичних і фізичних осіб відрізняються), при проектуванні розташування, типу та кількості сміттєвих контейнерів (відмінності в нормах накопичення) і у декларації про відходи, згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 18 лютого 2016 року № 118 «Про затвердження Порядку подання декларації про відходи та її форми» [136].

Якщо ж розглядати відходи як джерело вторинних матеріальних і енергетичних ресурсів, то обмеження твердих побутових відходів тільки тими, які утворюються в житлових будинках, істотно знизить обсяги вилучення вторинних ресурсів. З метою збільшення обсягів вилучення вторинної сировини та розвитку галузі переробки відходів, пропонуємо визначення: тверді побутові відходи – це частина твердих комунальних відходів, що містить найбільш цінні для використання в народному господарстві компоненти та небезпечні відходи, що утворюються у населення.



Для розробки найбільш ефективних заходів з переробки відходів, доцільно розрізнити у нормативно-правовому аспекті тверді побутові відходи, що утворюються в житловому та нежитловому секторі. Макулатура, харчові відходи, пластик, скло, металобрухт, що становлять більшу частину твердих побутових відходів, є цінною вторинною сировиною. Такий підхід повністю збігається з визначеннями ДСТУ 2195-99 «Охорона природи. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходу. Склад, вміст, виклад і правила внесення змін. Міждержавний стандарт» у контексті співвідношення визначень «відходи – вторинні ресурси – вторинну сировину».

Однак визначення вторинної сировини за ДСТУ 2195-99 має недолік – він не враховує використання енергетичних ресурсів як вторинної сировини з метою отримання енергії, при наявних технологіях.

Визначення вторинної сировини у нормативно-правових актах, особливо відомчого рівня необхідно скоригувати таким чином: «Під вторинною сировиною розуміються вторинні матеріальні та енергетичні ресурси, для яких існує реальна можливість і доцільність використання в економіці країни з урахуванням соціального, екологічного, економічного та нормативно-правового аспекту».

Неправильна організація збору та транспортування твердих побутових відходів може призвести до серйозного погіршення екологічного стану міст.

Основними місцями видалення твердих побутових відходів є полігони та звалища, сміттесортувальні, сміттєпереробні та сміттєспалювальні заводи. Створення галузі поводження з відходами дасть змогу не лише поліпшити стан навколишнього середовища, але і забезпечить регіони додатковими ресурсами.

Складна структура економіки зумовлена великою кількістю складових та їх взаємодією. Найбільшу складність у формуванні структури економіки являють собою процеси, що забезпечують розвиток економіки, такі як: відтворювальні,

ресурсні, інвестиційні, інноваційні, фінансові, трудові, технологічні). Наочним прикладом може слугувати сфера поводження з відходами. Повний цикл поводження з відходами включає в себе: утворення, складування, транспортування, використання або розміщення (знешкодження та захоронення).

У результаті переробки відходів утворюється:

- нова сировина (перший сектор);
- вторинна сировина використовується у процесі виробництва товарів і послуг (другий сектор);
- функціонування сфери поводження з твердими побутовими відходами спричиняє створення інфраструктурних компонентів (третій сектор);
- вторинна сировина є товаром для внутрішнього та зовнішнього обміну (четвертий сектор);
- утилізація твердих побутових відходів необхідна для дотримання санітарно-гігієнічних вимог життєдіяльності людини (п'ятий сектор).

Сфера поводження з твердими побутовими відходами є сферою міжгалузевих системних норм правого регулювання. У даний час в Україні не можна говорити про наявність системності у сфері поводження з твердими побутовими відходами та відповідно системного нормативно-правового механізму регулювання суспільних відносин у цій сфері. У більшості районів є тільки видалення відходів. У деяких областях вона доповнена окремими підприємствами з сортування та переробки відходів.

Сфера поводження з твердими побутовими відходами – частина економіки, спрямована на забезпечення санітарно-гігієнічного благополуччя населення, раціонального природокористування, зниження навантаження на навколишнє середовище, що включає в себе всі види нормативно-правових та організаційно-технологічних заходів з технічного регулювання робіт на етапах поводження з відходами, запобігання, мінімізацію, облік і контроль утворення та накопичення відходів.

Сфера поводження з твердими побутовими відходами повинна включати систему видалення відходів, наявність необхідної інфраструктури, комплекс сміттесортувальних і сміттєпереробних підприємств, виробничі потужності для використання вторинної сировини при виробництві товарів і послуг, нормативно-правову базу, систему інформаційного забезпечення, спрямовану на забезпечення довіри населення до діяльності органів влади, у тому числі у сфері поводження з відходами, кваліфіковані кадри для забезпечення інформаційних потреб галузі поводження з відходами та для обслуговування технологічних процесів галузі. Формування і розвиток нормативно-правового регулювання сфери поводження з твердими побутовими відходами та відповідних державних інформаційних систем повинно здійснюватися на міжгалузевому і міжрегіональному рівнях, із застосуванням комплексного, системного підходу до вирішення правових, організаційних і технічних питань [46]. Необхідна співпраця з іншими державами та міжнародними організаціями, що уможливить інтеграцію у сфері, яка досліджується.

Для ефективного управління сферою поводження з твердими побутовими відходами необхідно використовувати методи і інструменти, які враховують міжгалузеву специфіку сфери поводження з твердими побутовими відходами.

На нормативно-правовому рівні у Європейському Союзі виділено 3 групи основних методів: адміністративні методи, заходи економічного регулювання поводження з відходами, програмно-цільові методи.

До першої групи (адміністративні методи) відносяться:

- нормативно-правова база у сфері поводження з відходами;
- ліцензування, нормування та стандартизація;
- державний кадастр відходів;
- паспортизація небезпечних відходів;
- експертиза, сертифікація, аудит;

- моніторинг;
- екологічний контроль;
- державний облік і звітність.

До заходів економічного регулювання поводження з відходами відносять: плату за розміщення відходів, фінансування природоохоронних заходів, економічне стимулювання, бюджетні трансферти.

До програмно-цільового методу відносять державні, регіональні, місцеві та міжмуніципальні цільові програми.

Однак ми вважаємо, що ця класифікація не відображає весь спектр методів управління, які потребують нормативно-правового регулювання на усіх рівнях – законодавчому, відомчому, корпоративному.

#### **2.4. Об'єкти, методи та методики досліджень**

Об'єктом досліджень є основні складові процесів збору, транспортування та знешкодження побутових відходів. Предмет досліджень – небезпечні компоненти побутових відходів та їх міграція у довкілля. У роботі використані такі методи досліджень: фізичні, хімічні, кількісної та якісної екології, ґрунтознавчі, хімічні, фізичні, математико-статистичні та системного аналізу.

З метою встановлення взаємозалежності між фізико-хімічними показниками водойм із фільтратом використано коефіцієнт кореляції Пірсона.

Відбір проб для дослідження токсичності фільтраційних водойм Львівського міського сміттєзвалища здійснювався із 4-х ділянок антропогенного та природного походження (рис. 2.3):

1 – штучне фільтраційне озеро біля підніжжя сміттєзвалища;

2 – штучне фільтраційне озеро із північно-західного боку сміттєзвалища (440 м від підніжжя на північний захід);

3 – техногенна водойма на відстані 800 м на схід від підніжжя сміттєзвалища;

4 – природна водойма за 1260 м на схід від підніжжя сміттєзвалища.



**Рисунок 2.3.** – Ділянки відбору проб води

Проби відбиралися за рекомендаціями, які наведені у нормативній документації [66].

У відібраних пробах визначався такий комплекс показників (параметрів):

Органолептичні:

- колір, прозорість, запах – за довідником [83];

Фізичні:

- завислі речовини, сухий залишок, мінеральний залишок – гравіметричними методами (ЗВТ - ваги аналітичні, термометри лабораторні) [71, 83];

Фізико-хімічні:

- водневий показник, загальна мінералізація – потенціометричними методами, згідно з інструкціями до відповідних приладів (прилади – рН-метр «рН-150И», солемір універсальний TDS);

Хімічні:

- твердість загальна, лужність (твердість карбонатна), вміст гідрокарбонатів – титрометричними методами з трилоном Б та хлоридною кислотою, відповідно [38, 83];

- вміст хлоридів – титрометричним методом з нітратом срібла [83];
- вміст сульфатів – гравіметричним методом (прилад – ваги аналітичні) [83];
- вміст нітритів – фотометричним методом з реактивом Грісса (прилад – електрофотоколориметр КФК-2) [67];
- вміст нітратів – фотометричним методом з саліциловою кислотою Грісса (прилад – електрофотоколориметр КФК-2) [68];
- вміст амоній-іонів – фотометричним методом з реактивом Неслера Грісса (прилад – електрофотоколориметр КФК-2) [69];
- вміст фосфатів – фотометричним методом з комбінованим «молібденовим реактивом» та аскорбіною кислотою (прилад – електрофотоколориметр КФК-2) [69];
- вміст заліза – фотометричним методом з роданідом (прилад – електрофотоколориметр КФК-2) [70];
- вміст важких металів (свинець, мідь, цинк, нікель та ін.) – атомно-абсорбційним методом відповідно до інструкції з експлуатації приладу (прилад – атомно-абсорбційний спектрометр ААС-115.М-1);
- хімічне споживання кисню (ХСК) – титрометричним методом з дихроматом калію [83];
- біологічне споживання кисню (БСК5) – титрометричне визначення розчиненого кисню з йодидом калію (прилад – термостат сухоповітряний) [83];
- вміст нафтопродуктів – гравіметричним методом з хлороформом та гексаном (прилад – ваги аналітичні) [88].

Дослідження відібраних проб здійснено у Науково-дослідній лабораторії екологічної безпеки, яка функціонує в Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності (Україна) (Свідоцтво про відповідність системи керування вимірюваннями № РА127/17 від 14.11.2017 р., чинне до 13.11.2021 р., видане ДП "Львівстандартметрологія").

Положення про НДЛ розроблене на основі нормативного документа: «Порядок добровільного оцінювання системи керування вимірюваннями. Загальні вимоги та порядок проведення. СОУ 43.01-04725912-001.2016» (наказ ДП «Львівстандартметрологія» від 21.03.2016 р. № 648). Приміщення та навколишнє середовище лабораторії відповідає санітарним нормам, правилам і вимогам охорони праці. Випробувальне і допоміжне обладнання, засоби вимірювальної техніки і матеріали лабораторії екобезпеки відповідають вимогам нормативної документації, а також повірені та атестовані згідно з ДСТУ 3215-95, ДСТУ 2708:2006, ГОСТ 24554-81.

### **Висновки до розділу 2:**

1. Введення в дію в Україні нормативно-правових актів щодо поводження із відходами забезпечило позитивні зрушення у вирішенні проблеми відходів та висвітлило актуальні питання, які необхідно ще реалізувати. Внаслідок неналежного відпрацювання механізмів щодо поводження із побутовими відходами, всі розпорядження та дії, які здійснюються на регіональному та місцевому рівнях, впроваджуються не в повній мірі. Наслідками таких дій є складування побутових відходів на сміттєзвалищах, що призводить до погіршення рівня екологічної безпеки регіонів.

2. За предметом регулювання сфери поводження із відходами нормативно-правові акти ЄС розподіляються на III групи: акти, які регулюють конкретні операції поводження з відходами; акти, які регулюють поводження з окремими видами відходів; акти, які регулюють переміщення відходів.

3. Відповідальність за порушення законодавства про поводження з відходами, будучи видом юридичної відповідальності за екологічні правопорушення, має еколого-правову сутність. Вона обумовлена специфічними ознаками відходів як природного ресурсу та складного за своїм змістом

природного об'єкта, що є компонентом довкілля. Особливе правове становище відходів визначається їх законодавчим визнанням, в силу чого вони виступають об'єктом публічних інтересів, мають не лише соціально-економічне, а й екологічне значення.

4. Аналіз українських та закордонних літературних джерел показує, що існують відмінності у визначенні сутності та змісту поняття «тверді комунальні відходи» в Україні та зарубіжних країнах. Нормативне трактування «тверді побутові відходи» має бути засноване на використанні ресурснозбережного підходу, який відрізняється орієнтацією на збільшення обсягів вилучення вторинної сировини та забезпечення розвитку галузі переробки відходів. Загальноприйнята схема утворення відходів на стадіях життєвого циклу продукції у нормативно-правових актах повинна бути доповнена блоком «організація та підтримка виробничого процесу», що дасть змогу максимально ефективно використовувати тверді побутові відходи як вторинну сировину.

5. У роботі використані такі методи досліджень: кількісної та якісної екології, ґрунтознавчі, хімічні, фізичні, математико-статистичні та системного аналізу.

Результати, наведені у цьому розділі, висвітлені в публікаціях [110, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 184].



### **РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ЗБОРУ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ ВІДХОДІВ ДО СМІТТЄЗВАЛИЩ. МІГРАЦІЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ КОМПОНЕНТІВ СМІТТЄЗВАЛИЩ У ДОВКІЛЛЯ**

#### **3.1. Ефективність функціонування рухомого складу для збору побутових відходів**

В Україні спостерігаються різні види смітєвозів та техніки для перевезення різного роду відходів. Кожен виробник спеціальної техніки по-різному характеризує і оцінює свій предмет виробництва і тому вибрати найбільш ефективний транспортний засіб для транспортування сміття в умовах міста досить складно. У науковій роботі [78] предметом досліджень є управління транспортними потоками при поводженні з відходами на рівні регіону. Проте, автори здебільшого досліджують економічну складову захоронення відходів на полігонах, а не ефективність руху спецтранспорту.

В науковій праці [89] наведено методику визначення раціональної вантажопідйомності автомобілів-смітєвозів з доступного ряду транспортних засобів, яка дає змогу підібрати марку автомобіля, що відповідає можливим об'ємам перевезення. Визначено цільову функцію, для кожної схеми організації вивозу твердих побутових відходів, яка враховує витрати: на однократний вивіз відходів, за здачу на розробку природоохоронних документів, на облаштованість місця розміщення певного виду відходів.

Праця [141] присвячена обґрунтуванню того, що оцінка транспортного процесу має виконуватись комплексно, враховуючи експлуатаційні витрати і капітальні вкладення. Автори запевняють, що єдиним критерієм, який можна застосовувати для характеристики всіх груп операцій є час їх виконання. Окрім цього, розподіл часу виконання операцій, є основною характеристикою надійності перевезень.

Дослідження є суто теоретичними без наведення математичних формул для розрахунків ефективності.

У статті [91] розглядаються питання експлуатації сміттєвозів, процеси, що протікають в системі «сміттєвоз - умови експлуатації», наведена схема формування реалізованого ресурсу двигунів спеціальних автомобілів, розроблена блок-схема алгоритму оптимізації періодичності технічного обслуговування та ремонту по мінімуму витрат на підтримку і відновлення працездатного стану.

Представлені основні наукові погляди на транспортне обслуговування систем збору побутових відходів у науковій праці [29]. Розглянуто підхід до вивчення систем збору побутових відходів та взаємозв'язок окремих елементів. Встановлено як позитивні так і негативні сторони опису технологічних процесів і сформульовані передумови для подальшого вивчення транспортного обслуговування систем збору побутових відходів.

У статті [159] пропонується методика розрахунку рентабельності переходу на новий тип транспорту, що використовується для вивезення муніципальних ТПВ. Методика базується на розрахунках різниці експлуатаційних витрат використовуваного та планованого до використання типу транспорту, а також витрат на складування твердих побутових відходів на полігоні.

Транспортування сміття від контейнера до сміттєзвалища здійснюють автомобільні сміттєвози, виконані на базі вантажних автомобілів. В Україні використовуються декілька різновидів сміттєвозів. За способом завантаження сміття сміттєвози класифікують: із боковим завантаженням, порталні та із заднім завантаженням. Окремі види сміттєвозів, у яких найбільший об'єм контейнера, наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Технічні характеристики сміттєвезів,  
які експлуатуються в Україні

Марка	Шасі	Об'єм кузова, м <sup>3</sup>	Маса відходів, кг	Повна маса автомобіля, кг	Вантажопідйомність маніпулятора, кг	Габаритні розміри, мм
1	2	3	4	5	6	7
<i>Сміттєвози із боковим завантаженням</i>						
КО-427-32	МАЗ-5337	16	6800	19000	700	7600x2500x3700
КО-440-8	МАЗ-5337	18	7150	18000	500	7600x2500x3700
КО-449-33	МАЗ-5337	18,5	7900	19500	700	7650x2500x3750
КО-449-02	КамАЗ-53215	22	8250	22400	700	8680x2500x3700
КО-449-35	МАЗ-5336А2	22	8100	20000	700	8750x2550x3750
<i>Сміттєвози із заднім завантаженням</i>						
КО-437-50	МАЗ-5337	17	5500	16150	700	7850x2500x3900
КО-427-06	КамАЗ-65115	18	9700	20500	700	9150x2550x3500
КО-456-10	МАЗ-438043	10	4000	12500	500	7600x2500x3700
КО-456-12	КамАЗ-43255	10	4775	14300	500	7600x2500x3700
МКЗ-40	КамАЗ-53215	18	6000	20800	700	8320x2490x3550
СБМ-409/1	КамАЗ-65115	20	11500	22200	1000	7200x2500x3500
<i>Сміттєвози порталні</i>						
СБМ-304/2	МАЗ-438043	8	5000	11600	5500	6100x2500x3200
СБМ-303/2	МАЗ-555102	8	7000	15700	5500	6100x2550x3300
СБМ-307/3	МАЗ-457041	8	4225	10100	4800	5650x2550x3200
МКТ-150	МАЗ-642205	50	24500	36500	5500	19395x2500x3800

На ефективність застосування сміттєвоза впливають такі характеристики, як маса транспортного засобу, маса відходів, габаритні розміри транспортного засобу, об'єм відходів та об'єм кузова. Оцінка ефективності є складним завданням та потребує окремого розгляду. Її можна розглянути у розрізі часових характеристик доправлення твердих побутових відходів та підготовчо-заклучних операцій. Комунальні господарства і підприємства із забезпечення благоустрою можуть експлуатувати різні сміттєвози, які мають різні характеристики. В ролі критеріїв ефективності роботи сміттєвозів великого міста виберемо функцію:

$$y = \frac{m_v}{m_a} \cdot \frac{m_m}{m_{m \max}} \cdot \frac{l}{l_{\max}} \cdot \frac{V}{V_{\max}},$$

де  $m_v$  – маса відходів, які транспортує сміттєвоз (кг),  $m_a$  – повна маса (кг),  $m_m$  – вантажопідйомність маніпулятора (кг),  $l$  – довжина (м),  $V$  – об'єм кузова ( $\text{м}^3$ ),  $m_{m \max}$ ,  $l_{\max}$ , і  $V_{\max}$  – відповідні максимальні значення параметрів для сміттєвозів, що розглядаються. При виборі критерію ми враховували, що ефективність сміттєвоза є більшою, якщо об'єм відходів, які він перевозить є більшим, має менші габарити, зокрема довжину, та вантажопідйомність маніпулятора є найвищою.

Визначення ефективності 15 сміттєвозів, які експлуатуються в Україні здійснимо за допомогою регресійного аналізу. Побудуємо функцію множинної лінійної регресії:

$$y_i = \beta_0^* + \beta_1^* x_{i1} + \beta_2^* x_{i2} + \beta_3^* x_{i3},$$

у якій незалежними змінними є  $x_{i1}$  – вантажопідйомність маніпулятора на  $i$ -му сміттєвозі,  $x_{i2}$  – маса відходів, яка транспортується, та  $x_{i3}$  – об'єм кузова сміттєвоза.

Матриця регресії та стовпчик значень критерію мають вигляд:

$$X = \begin{pmatrix} 1 & 700 & 6800 & 16 \\ 1 & 500 & 7150 & 18 \\ 1 & 700 & 7900 & 18 \\ 1 & 700 & 8250 & 22 \\ 1 & 700 & 8100 & 22 \\ 1 & 700 & 5500 & 17 \\ 1 & 700 & 9700 & 18 \\ 1 & 500 & 4000 & 10 \\ 1 & 500 & 4775 & 10 \\ 1 & 700 & 6000 & 18 \\ 1 & 1000 & 11500 & 20 \\ 1 & 5500 & 5000 & 8 \\ 1 & 5500 & 7000 & 8 \\ 1 & 4800 & 4225 & 8 \\ 1 & 5500 & 24500 & 50 \end{pmatrix}, \quad Y = \begin{pmatrix} 0.527424 \\ 0.470395 \\ 0.685805 \\ 0.653442 \\ 0.712800 \\ 0.516259 \\ 0.651579 \\ 0.210526 \\ 0.219682 \\ 0.436853 \\ 1.438939 \\ 3.109101 \\ 3.216038 \\ 2.843074 \\ 9.517352 \end{pmatrix}$$

Вектор коефіцієнтів рівняння регресії обчислюється за формулою:

$$\beta^* = (X^T X)^{-1} X^T Y.$$

Одержано такі значення компонент вектора  $\beta^*$  – коефіцієнтів рівняння регресії:

$$\beta_0^* = -2,22; \beta_1^* = 7.694 \cdot 10^{-4}; \beta_2^* = 1,218 \cdot 10^{-4}; \beta_3^* = 0,083.$$

Вектор похибок визначається за формулою:

$$\varepsilon = Y - X\beta^*,$$

З його урахуванням обчислено коефіцієнт множинної регресії:

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=0}^{n-1} \varepsilon_i^2}{\sum_{i=0}^{n-1} (y_i - \bar{y})^2}},$$

де  $n=14$ ,  $y_i$  – компоненти вектора  $Y$ ,  $\bar{y}$  – їх середнє арифметичне та  $\varepsilon_i$  – компоненти вектора  $\varepsilon$ . Значення коефіцієнта регресії становить  $R=0,989$  та є близьким до 1, що свідчить про добрий вибір функції регресії.

Для оцінки впливу факторів на ефективність визначимо нормовані коефіцієнти регресії за формулами:

$$a_i = \beta_i \frac{S_{\beta_i^*}}{S_y}, \quad i=1, 2, 3,$$

де

$$S_y = \sqrt{\frac{Y^T Y}{n} - \bar{y}^2},$$

$$S_{\beta_i^*} = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{n-1} \varepsilon_i^2}{n-m-1}} b_{ii},$$

$b_{ii}$  – елементи головної діагоналі матриці  $B = (X^T X)^{-1}$ ,  $n=14$ ,  $m=3$ .

Таким чином одержано:

$$a_1=2,224 \cdot 10^{-8}; a_2=4,286 \cdot 10^{-9}; a_3=1,348 \cdot 10^{-3}.$$

Розглянувши основні характеристики сміттевозів можна відмітити, що усі вони мають гідроманіпулятори для завантаження відходів та ущільнювальне устаткування. Проте, основною відмінністю є різне влаштування гідроманіпулятора.

В результаті проведених теоретичних досліджень результативності застосування сміттевозів доведено, що найбільше впливає на ефективність об'єм кузова сміттевоза. Дещо менше впливає вантажопідйомність маніпулятора, найменше – маса відходів, яка перевозиться. Такі результати є закономірними, оскільки для великого міста важливим показником роботи сміттевоза є максимальний об'єм відходів, які він може перевезти. Вантажопідйомність маніпулятора теж відіграє важливу роль, оскільки дає змогу підіймати великі

контейнери для сміття у житловому секторі та сприяє максимальному збору і рідшому вивозу. Маса відходів, яка транспортується сміттевозом, впливає на ефективність не суттєво, оскільки в основному залежить від коефіцієнта ущільнення сміття в кузові.

Можна зробити висновок, що в умовах міста найбільш ефективними під час використання є сміттевози із боковим завантаженням – КО-449-02, КО-449-35; із заднім завантаженням – МКЗ-40, СБМ-409/1; порталні – МКТ-150.

Відповідно до [23, 44] умовою вибору транспортного засобу для конкретних умов роботи, з точки зору максимального виробітку, є величина граничної відстані перевезення, при якій використання одного транспортного засобу стає доцільнішим порівняно з іншим. Гранична відстань транспортування при порівнянні двох транспортних засобів визначається як:

$$L = \frac{q_i^1 \gamma^1 t^2 - q_i^2 \gamma^2 t^1}{\frac{q_i^2 \gamma^2}{\beta v^1} - \frac{q_i^1 \gamma^1}{\beta v^2}},$$

де  $q_n$  – номінальна вантажопідйомність транспортного засобу, т;

$\gamma$  – коефіцієнти використання вантажопідйомності;

$t$  – час завантаження та розвантаження автомобіля, год.;

$\beta$  – коефіцієнт використання пробігу;

$v$  – швидкість руху транспортних засобів, км/год.

За вищенаведеною формулою визначено величину граничної відстані транспортування відходів сміттевозами, які є найбільш ефективними для експлуатації за даними вищенаведених теоретичних досліджень.

Вихідні дані для проведення розрахунків наведені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2.

Вихідні дані для розрахунку граничної відстані транспортування при порівнянні транспортних засобів [15, 98]

Сміттєвози	Шасі	$q_n, t$	$v, \text{км/год.}$	$\gamma$	$\beta$	$t, \text{год.}$
КО-449-02	КамАЗ-65115	9,97	60	0,8	0,55	0,3
КО-449-35	МАЗ-5340В5	8,1	60	1,0	0,48	0,2
МКЗ-40	КамАЗ-53215	8,075	70	0,85	0,58	0,5
СБМ-409/1	КамАЗ-65115	11,5	80	0,8	0,55	0,2
МКТ-150	МАЗ-642205	24,5	90	0,8	0,60	2,0

На основі вихідних даних табл. 3.2 побудовано матрицю доцільності використання найбільш поширених сміттєвозів (табл. 3.3).

Таблиця 3.3.

Матриця граничних відстаней експлуатації основних марок сміттєвозів, км

Сміттєвози	КО-449-02	КО-449-35	МКЗ-40	СБМ-409/1	МКТ-150
КО-449-02	•	26,510	167,158	-11,945	22,571
КО-449-35	26,510	•	68,971	-1,625	23,146
МКЗ-40	167,158	68,971	•	-45,707	11,043
СБМ-409/1	-11,945	-1,625	-45,707	•	52,638
МКТ-150	22,571	23,146	11,043	52,638	•

Отже за даними табл. 3.3 бачимо, що сміттєвоз МКТ-150 має найбільшу дальність транспортування (від 11 до 52,6 км), але має значну масу (39 тон) та габаритні розміри (19395x2500x3800 мм), тобто є автопоїздом (агрегований із



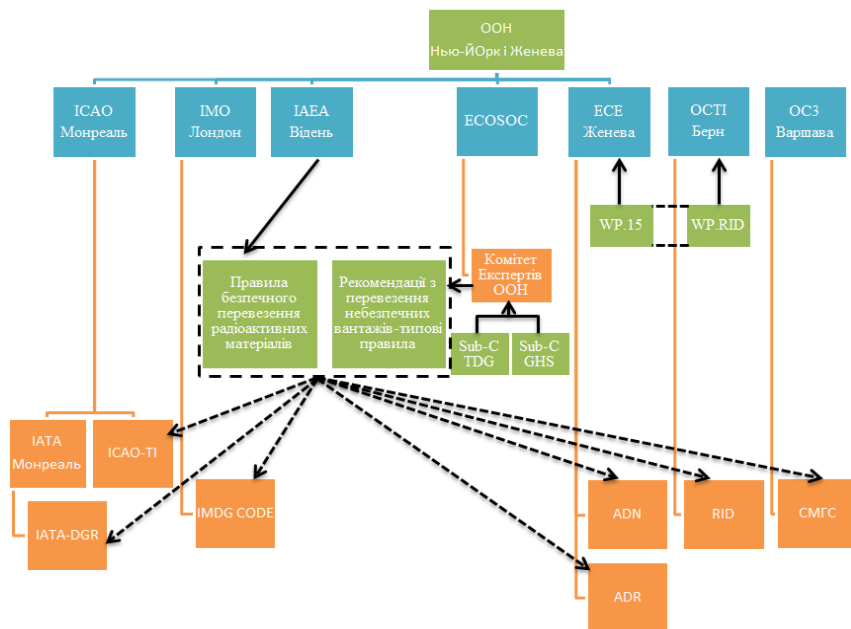
причепом 93892-010), тому його застосування в умовах міста недоцільне, через щільну забудову. Ефективніше МКТ-150 використовувати як сміттесортувальну станцію або проміжний пункт збору сміття. Також встановлено, що недоцільно у комунальних господарствах використовувати сміттевоз СБМ-409/1. Серед досліджуваних сміттевозів у даній моделі найнижчий об'єм кузова (20 м<sup>3</sup>), значна маса (22,2 т) при колісній формулі 4х2.

Таким чином, в умовах міста найбільша ефективність використання належить сміттевозам: із боковим завантаженням – КО-449-02, КО-449-35; із заднім завантаженням – МКЗ-40, СБМ-409/1; порталні – МКТ-150. Із досліджених найбільш ефективно експлуатувати сміттевоз МКЗ-40.

### **3.2. Ефективність функціонування рухомого складу для збору небезпечних відходів у складі побутових**

Розробка та впровадження рекомендацій з перевезення небезпечних вантажів для усіх видів транспортних засобів проводиться Комітетом експертів із перевезення небезпечних вантажів та узгодженої на глобальному рівні системи класифікації й маркування хімічних речовин Економічної й Соціальної Ради Організації Об'єднаних Націй (Комітет експертів ООН) (рис. 3.1).

Відображені міжнародні нормативно-правові акти, норми яких встановлюють вимоги до документації на право перевезення, порядку прийому та видачі вантажу у пункті призначення; умов за яких настає відповідальність перевізника, процедури заявок претензій і позовів. Особливої актуальності такі норми набувають при міжнародних перевезеннях небезпечних вантажів в умовах виникнення колізій між національними законодавствами окремих держав. Водночас, більшість із зазначених актів мають рекомендаційний характер, а отже не встановлюють імперативних приписів щодо перевезень небезпечних вантажів.



**Рисунок 3.1.** – Міжнародні організації, в рамках яких розробляються конвенції та угоди з питань транспортування небезпечних вантажів [59]

Під егідою Європейської економічної комісії Організації Об'єднаних Націй в Женеві 30 вересня 1957 року укладено Європейську угоду про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (надалі ДОПНВ), вступила в силу 29 січня 1968 року. ДОПНВ – угода, у рамках якої європейські держави розробили загальні правила дорожнього перевезення небезпечних вантажів через кордони та на їх території. Ключові слова назви угоди українською мовою (Дорожнє Перевезення Небезпечних Вантажів) створюють аббревіатуру «ДОПНВ». Аббревіатура «ADR» закріплена виходячи із основних слів назви Угоди французькою мовою (*Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route*).

Українське законодавство з питань перевезення небезпечних вантажів складається із міжнародних договорів (імplementованих Верховною Радою України), Законів України та інших нормативно-правових актів, які визначають умови перевезення небезпечних вантажів, вимоги до типів та обладнання транспортних засобів.

Основні напрямки державної політики щодо перевезення небезпечних вантажів:

- дотримання вимог радіаційної, екологічної і пожежної безпеки, фізичного захисту, охорони праці, захисту життя і здоров'я людей, санітарно-епідемічного благополуччя населення та безпеки руху;

- встановлення особливих умов ведення підприємницької діяльності з перевезення небезпечних вантажів, визначення характеристик, норм та правил, вимог до робіт та послуг щодо перевезення небезпечних вантажів, здійснення контролю за дотриманням умов перевезення, а також створення системи страхування відповідальності за заподіяну під час перевезення небезпечних вантажів шкоду;

- створення умов для соціального захисту працівників, які перевозять небезпечні вантажі, та осіб, які постраждали від аварій під час перевезення небезпечних вантажів [59].

У відповідності до норм [57] транспортні засоби, які призначені для перевезення великогабаритних, небезпечних, ремонтних, твердих відходів або їх окремих компонентів, отриманих під час роздільного збирання рекомендовано фарбувати у помаранчевий колір. На таких транспортних засобах пропонується розміщувати логотип перевізника та напис того виду побутових відходів, який перевозиться. На жаль, ці вимоги у більшості випадків не виконуються. Якщо небезпечні відходи перевозяться у складі інших побутових відходів необхідно зберегти їх цілісність та унеможливити їх пошкодження та змішування між собою та з іншими видами відходів.

«Базельська конвенція про контроль за транскордонним перевезенням небезпечних відходів та їх видаленням» є найбільш глобальною угодою щодо транспортування небезпечних та інших відходів. Крім того, ця Конвенція регламентує транскордонні перевезення небезпечних та інших відходів. Сторони Базельської конвенції взяли на себе спільні зобов'язання скоротити обсяги небезпечних відходів до мінімуму і здійснювати їх таким чином, щоб це не створювало загрози для здоров'я людини і довкілля [59].

На сьогодні у містах не має централізованого збору небезпечних побутових відходів. Насамперед це пов'язано із тим, що система роздільного збору сміття перебуває на початковій стадії розвитку. Як наслідок, небезпечні відходи потрапляють в один контейнер із іншими відходами та транспортуються контейнерним сміттєвозом загального призначення. Таке явище порушує вимоги нормативних документів, які виключають депонування на відкритій території небезпечних речовин.

Однією із основних засад екологічної безпеки держави є раціональне поводження із сміттям. Суттєвим чинником впливу на довкілля є наявність небезпечних відходів у складі побутових. Небезпечні відходи у складі побутових відходів – це такі відходи, які з'являються в процесі життєдіяльності людини в житловому та нежитловому секторі та мають такі хімічні, фізичні, біологічні чи інші небезпечні властивості, що завдають або можуть завдати значної шкоди довкіллю або здоров'ю людей та потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними [124].

Небезпечні відходи необхідно збирати окремо від інших видів побутових відходів та відокремлювати на етапі їх збирання або сортування. Після цього споживачі та виконавці послуг із вивезення побутових відходів мають передати їх спеціалізованим підприємствам, які отримали дозволи (ліцензії) на виконання робіт у сфері поводження з

небезпечними відходами [8]. Проте, у населених пунктах нашої держави спостерігається тенденція щодо накопичення у контейнерах небезпечних відходів разом із побутовими. Така ситуація пов'язана перш за все із тим, що не має спеціальних контейнерів для небезпечних відходів. Також вагомими чинниками потрапляння небезпечних відходів у контейнери для загального збору побутових відходів є відсутність спеціальних установок для переробки та спеціальної техніки для їх транспортування.

Транспортування небезпечних вантажів (у тому числі й небезпечних відходів) в нашій державі здійснюється відповідно до таких нормативно-правових документів:

1) Закону України від 02.03.2000 р. №1511 «Про приєднання України до Європейської Угоди про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ДОПНВ);

2) Закону України від 06.04.2000 р. №1644 «Про перевезення небезпечних вантажів»;

3) Постанови Кабінету Міністрів України від 01.06.2002 р. №733 «Про затвердження Порядку і правил проведення обов'язкового страхування відповідальності суб'єктів перевезення небезпечних вантажів на випадок настання негативних наслідків під час перевезення небезпечних вантажів»;

4) Наказу МВС України від 26.07.2004 р. №822 «Про затвердження Правил дорожнього перевезення небезпечних вантажів»;

5) інших нормативно-правових документів.

За даними [94] побутові відходи мають перевозити виключно спеціально обладнані для цього транспортні засоби, а саме: сміттєвози та асенізаційні машини. Це не допустить розсипання, розвіювання, розливання чи розпорошення відходів та забезпечить зручність під час їх завантаження та вивантаження. Необхідно забезпечити збереження цілісності небезпечних відходів та унеможливити їх руйнування чи

змішування між собою та з іншими видами відходів, в процесі їх перевезення. Нажаль, небезпечні відходи потрапляють у контейнери для загального збору сміття, а сміттевози, у більшості випадків, не обладнані спеціальними відсіками для небезпечних відходів.

Відповідно до норм [94], на транспортних засобах рекомендується розміщувати логотип перевізника та маркування, який саме вид побутових відходів перевозиться. Однак ці вимоги не виконуються.

Для перевезення небезпечних відходів повинні використовуватись спеціальні транспортні засоби, які відповідають таким характеристикам: безпечні у експлуатації, надійні та довговічні, екологічно безпечні, місткі, економні та ергономічні.

Транспортування небезпечних вантажів, слід використовувати спеціальні автомобілі, які відповідатимуть вимогам державних стандартів із безпеки, охорони праці та екології. А у встановлених законодавством випадках мають мати відповідне маркування і ліцензію про допуск до перевезення небезпечних вантажів. Для перевезення небезпечних вантажів, підрозділи Міністерства внутрішніх справ України, які забезпечують безпеку дорожнього руху, згідно з законодавством України видають відповідні свідоцтва [57].

Питанням транспортування побутових відходів та небезпечних в їх складі присвячено багато наукових праць як українських, так і закордонних вчених. Серед таких праць слід відмітити наукові публікації О. В. Березюка, у яких відображаються конструктивні особливості сміттевозів та пріоритетні напрямки удосконалення конструкцій машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів [8, 9]. У роботі [63] наведено аналіз поведження з небезпечними складовими побутових відходів у Вінницькій області, який продемонстрував відсутність системи поведження з ними.

Наукова стаття [13] присвячена аналізу накопичення відходів на виробництві із поділом їх на основні групи небезпечних відходів. Встановлено кількість відходів на підприємствах Львівської області та процес поводження із ними. Також досліджено різні погляди на поводження із сміттям та процесами управління відходами. Автором запропоновано систему логістики рециклінгу у складі механізму регулювання техногенних збитків підприємства та схему індустріального симбіозу підприємств з метою зменшення техногенних збитків.

Наукові праці [107, 108] відображають дослідження транспортних засобів для перевезення небезпечних (радіоактивних) відходів. Наводяться технічні характеристики транспортних засобів, які зможуть перевозити небезпечні побутові відходи, та вимоги до них. Запропоновано логістичну схему переробки та складування небезпечних відходів. Встановлено, що транспортування небезпечних побутових відходів може відбуватися за централізованою та децентралізованою схемами.

У науковій праці [109] відзначено, що ефективність використання сміттєвоза залежить від маси відходів та об'єму відходів, які він зможе перевезти, а також від маси транспортного засобу, його габаритних розмірів та об'єму кузова. Оцінка результативності є складним завданням і потребує детальнішого дослідження. Її розглядають в розрізі часових характеристик доставки твердих побутових відходів та підготовчо-заклучних операцій.

Як бачимо, питання ефективного використання спеціальної техніки для транспортування небезпечних відходів у складі побутових є надзвичайно актуальними та досліджуються багатьма науковцями. Проте, вивчення ефективності експлуатації сучасних транспортних засобів потребують детальніших досліджень та розрахунків.

На підприємствах нашої держави виготовляється незначна кількість спеціальних транспортних засобів для перевезення небезпечних відходів у складі побутових, серед них: ОТ-10А («Тітал», м. Київ), ОТ-20 («Тітал», м. Київ), КрАЗ К16.2 (АвтоКрАЗ, м. Кременчук). На потенційно-небезпечних об'єктах експлуатується ОТ-20 на базі ЗІЛ-433360 та спеціальний автомобіль СА-11 на базі КамАЗ-6540. З метою встановлення найбільш ефективного транспортного засобу для експлуатації, охарактеризуємо технічний рівень транспортних засобів для перевезення небезпечних відходів у складі твердих побутових.

ОТ-10А на шасі КамАЗ-43253 – це спеціальний автомобіль із колісною формулою 4х2, який характеризується наявністю сталевого кузова-контейнера. Маніпулятор у автомобіля відсутній (рис. 3.2).



**Рисунок 3.2.** – Загальний вигляд ОТ-10А  
(фото запозичене із офіційного сайту компанії «Тітал»)

**Таблиця 3.4.**

Технічні характеристики ОТ-10А (КамАЗ-43253, 4х2)

Особовий склад, чол.	1+1
Вантажопідйомність, кг	5000
Спеціальний кузов-контейнер	
- матеріал	сталь
- ємність, м <sup>3</sup>	7,7
- захисний екран, товщина, мм	свинцева пластина, 30



Спеціальний автомобіль ОТ-20 на шасі ISUZU NQR 71P із колісною формулою 4x2 характеризується наявністю крана-маніпулятора (рис. 3.3).



**Рисунок 3.3.** – Загальний вигляд ОТ-20  
(фото запозичене із офіційного сайту компанії «Тітал»)

**Таблиця 3.5.**

Технічні характеристики ОТ-20 (ISUZU NQR 71P, 4x2)

Особовий склад, чол.	1+1
Вантажопідйомність, кг	2900
Ємність кузова, м <sup>3</sup>	5,1
Кран-маніпулятор	UNIC UR-V344
Вантажопідйомність крана-маніпулятора, т/м	3/2,6
Робочий радіус, м	0,67 ... 9,81
Макс. виліт стріли, м	10
Захисний екран, товщина, мм	свинцева пластина, 15

Машина для перевезення твердих радіоактивних відходів ОТ-20 (ЗІЛ-433360) призначена для перевезення твердих і рідких промислових та радіоактивних відходів. Спецкузов виготовляється з нержавіючої сталі, об'ємом 5,29; 6,44; 6, 73 м<sup>3</sup>. Для захисту водія від опромінення передбачається захисний свинцевий екран товщиною 30 мм. Комплектується кран-маніпуляторною установкою різної вантажопідйомності виробництва різних країн. Спецкузов комплектується знімними касетами для перевезення контейнерів з твердими радіоактивними відходами (рис. 3.4).



**Рисунок 3.4.** – Загальний вигляд ОТ-20(ЗИЛ-433360)  
(фото запозичене із відкритих джерел мережі *Internet*)

**Таблиця 3.6.**

Технічні характеристики ОТ-20 (ЗИЛ-433360)

Базове шасі	ЗИЛ-433360
Габаритні розміри, мм:	
довжина	6430
ширина	2500
висота	3220
Маса спорядженої машини, кг	7250
Повна маса, кг	11200
Маса перевозимого вантажу, кг	3700

Автомобіль для перевезення радіоактивних матеріалів СА-11 (КамАЗ-6540) призначений для транспортування радіоактивних речовин в контейнерах на території об'єкта ядерного паливного циклу. Обладнаний кріпленням і захистом від атмосферних опадів, виготовлений із дотриманням правил і норм безпеки (рис. 3.5).

Технічні характеристики спеціального автомобіля СА-11, які відрізняють його від інших спецавтомобілів:

- наявність шумоізоляції кузова;
- хімічно стійке лакофарбове покриття;
- захист контейнера від атмосферних опадів;
- рама надбудови зі сталі підвищеної міцності;
- радіаційний захист кабіни з конструкційної сталі;
- захист від вивітрювання радіоактивних аерозолів з кузова;

- розсувний 2-х секційний кузов зі сталі, стійкої до корозії;
- можливість проведення дезактивації кузова миючими розчинами;
- система кріплення контейнерів упорами і притисками з ланцюговими стяжками;
- можливість збору і відводу дезактивуючих розчинів в спеціальну каналізацію;
- кузов обладнаний дверима, трапом і огорожами для дотримання техніки безпеки.



**Рисунок 3.5.** – Загальний вигляд СА-11  
(фото запозичене із відкритих джерел мережі *Internet*)

**Таблиця 3.7.**

Технічні характеристики СА-11

Шасі	КамАЗ-6540
Коліса формула	8x4
Тип двигуна	дизельний, з турбо наддувом
Потужність двигуна, кВт (л.с.)	206 (280)
Паливний бак, л.	210
Коробка передач	механічна, 5-и ступенева
Гальма	барабанні
Споряджена маса, кг	16 700
Повна маса, кг	26 700
Вантажопідйомність, кг	10 000
Габаритні розміри, мм	8 150 x 2 790 x 3 600
Транспортна швидкість, км/год.	5
Зовнішній радіус повороту, м	10,5

Автомобіль КрАЗ К16.2 призначений для механізованого завантаження, транспортування і вивантаження утилізації твердих побутових відходів (рис. 3.6).



**Рисунок 3.6.** – Загальний вигляд КрАЗ К16.2  
(фото запозичене із відкритих джерел мережі *Internet*  
та офіційного сайту компанії «Авто КрАЗ»)

### 3.3. Гранична відстань транспортування небезпечних відходів у складі побутових та середньорічна продуктивність спеціальної техніки

Згідно з [23], умовою вибору транспортного засобу, для конкретних умов роботи, з точки зору максимального виробітку, є величина граничної відстані перевезення, при якій використання одного транспортного засобу стає доцільнішим порівняно з іншим. Гранична відстань транспортування при порівнянні двох транспортних засобів визначається як:

$$L = \frac{q_n^1 \gamma^1 t^2 - q_n^2 \gamma^2 t^1}{\frac{q_n^2 \gamma^2}{\beta^1 v^1} - \frac{q_n^1 \gamma^1}{\beta^2 v^2}}, \quad (3.1.)$$

де  $q_n$  – номінальна вантажопідйомність транспортного засобу, т;  
 $\gamma$  – коефіцієнти використання вантажопідйомності;  
 $t$  – час завантаження та розвантаження автомобіля, год;  
 $\beta$  – коефіцієнт використання пробігу;  
 $v$  – швидкість руху транспортних засобів, км/год.

Для розрахунку продуктивності вантажного автомобіля чи автопоїзда використовують загальноприйняті методи [15]. У даному випадку, для порівняльної оцінки ефективності використання різних конструкцій незалежно від впливу сезонних та добових коливань доцільно визначати середньорічну продуктивність вантажного автомобіля чи автопоїзда за такою формулою (т км/рік):

$$W_p = \frac{q\gamma l \beta v_m T 365 \alpha}{l + \beta v_m t_{b-p}}, \quad (3.2.)$$

де  $q_n$  – номінальна вантажопідйомність транспортного засобу, т;  
 $\gamma$  – коефіцієнт використання вантажопідйомності;  
 $t_{b-p}$  – час завантаження та розвантаження автомобіля, год;  
 $\beta$  – коефіцієнт використання пробігу;  
 $v_m$  – технічна швидкість руху транспортного засобу, км/год;  
 $\alpha$  – коефіцієнт використання автомобіля;  
 $l$  – середня довжина поїздки із вантажем, км;  
 $T$  – час в наряді, год.

Варто зауважити, що деякі техніко-експлуатаційні характеристики для спеціальних транспортних засобів ОТ-10А (КамАЗ-43253) і ОТ-20 (ISUZU NQR 71P) нами вже розглядалися у науковій статті [108], однак їх необхідно доповнити та порівняти з іншим рухомих складом. Вихідні дані для проведення розрахунків наведені у табл. 3.8.

**Таблиця 3.8.**

Вихідні дані для розрахунку граничної відстані транспортування та середньорічної продуктивності транспортних засобів

Тип спец. транспорту	Шасі	$q_n, т$	$v_m, км/год.$	$\gamma$	$\beta$	$t, год.$	$l, км$	$\alpha$	$T, год.$
ОТ-10А	КамАЗ-43253	5	90	0,75	0,55	1	15	0,7	8
ОТ-20	ISUZU NQR 71P	2,9	120	0,7	0,52	0,5	15	0,7	8
ОТ-20	ЗІЛ-433360	3,7	90	0,7	0,52	0,5	15	0,7	8
СА-11	КамАЗ-6540	10	80	0,5	0,5	1,5	15	0,7	8
КрАЗ К16.2	КрАЗ Н23.2	16	85	0,7	0,5	0,5	15	0,7	8

Таким чином після проведення розрахунків за залежністю (2) встановлено середньорічну продуктивність спеціальних машин для перевезення небезпечних відходів у складі побутових.

Таблиця 3.9.

Встановлена середньорічна продуктивність досліджуваних транспортних засобів

Тип спецтранспорту	Шасі	W, т км/рік
ОТ-10А	КамАЗ-43253	71588,2
ОТ-20	ISUZU NQR 71P	84064,1
ОТ-20	ЗІЛ-433360	96780,2
СА-11	КамАЗ-6540	81760,0
КрАЗ К16.2	КрАЗ Н23.2	25162,3

У результаті проведених розрахунків встановлено, що найвищою є середньорічна продуктивність для ОТ-20 (ЗІЛ-433360), яка становить 96780,2 т км/рік. Показник середньорічної продуктивності спеціального автомобіля має важливе значення при транспортуванні небезпечних відходів у складі твердих побутових в межах міста.

Таблиця 3.10.

Матриця розрахунку дальності транспортування

Тип спецтранспорту	ОТ-10А (КамАЗ- 43253)	ОТ-20 (ISUZU NQR 71P)	ОТ-20 (ЗІЛ- 433360)	СА-11 (КамАЗ- 6540)	КрАЗ К16.2 (Н23.2)
ОТ-10А(КамАЗ-43253)	*	7,75	23,83	0,68	-45,4
ОТ-20(ISUZU NQR 71P)	7,75	*	142,5	9,73	-35,4
ОТ-20 (ЗІЛ-433360)	23,83	142,5	*	-0,21	-23,9
СА-11(КамАЗ-6540)	0,68	9,73	-0,21	*	-89,4
КрАЗ К16.2(Н23.2)	-45,4	-35,4	-23,9	-89,4	*

Отже, у результаті проведених розрахунків встановлено, що найбільша гранична відстань перевезення небезпечних відходів у складі побутових, при порівнянні двох транспортних засобів, становить для ОТ-20 (ЗІЛ-433360) і становить від 23,83 км до 142,5 км.

### 3.4. Технічний рівень транспортних засобів для перевезення небезпечних відходів у складі побутових

Відомо, що основними показниками, які характеризують технічний рівень транспортних засобів для перевезення небезпечних вантажів є питома маса спецобладнання ( $q$ ), питома потужність двигуна ( $кВт/т$ ), коефіцієнт компактності ( $м^2/м^3$ ) [12].

Питома маса спеціального обладнання визначається за залежністю (3.3.):

$$q_n = \frac{q_{об}}{Q}; \quad (3.3.)$$

де,  $q_{об}$  – маса спеціального обладнання, т;

$Q$  – маса небезпечних відходів, які транспортуються, т.

Питома потужність двигуна визначається як відношення потужності двигуна базового автомобіля до маси небезпечних відходів, які транспортуються (3.4.):

$$N_n = \frac{N}{Q}; \quad (3.4.)$$

де,  $N$  – потужність двигуна базового автомобіля, кВт.

Коефіцієнт компактності – це відношення площі, яку займає автомобіль до місткості кузова (3.5.):

$$\eta = \frac{L_{ТЗ} \cdot B_{ТЗ}}{V_K}; \quad (3.5.)$$

де,  $L_{ТЗ}$  – довжина транспортного засобу, м;

$B_{ТЗ}$  – ширина транспортного засобу, м;

$V_K$  – об'єм кузова,  $м^3$ .

Вихідні дані для розрахунку технічного рівня транспортних засобів наведені у табл. 3.11.

Таблиця 3.11.

Вихідні дані для розрахунку технічного рівня транспортних засобів

Тип спецтранспорту	Шасі	$q_{об}, т$	$Q, т$	$N, кВт$	$L_{тз}, м$	$V_{тз}, м$	$V_{к}, м^3$
ОТ-10А	КамАЗ-43253	0,5	5	149,3	7,48	2,5	7,7
ОТ-20	ISUZU NQR 71P	0,6	2,9	89	6,61	2,11	5,1
ОТ-20	ЗІЛ-433360	0,6	6	136	6,43	2,5	5,29
СА-11	КамАЗ-6540	1	10	206	8,15	2,79	22,2
КрАЗ К16.2	КрАЗ Н23.2	6,4	16	266	9,2	2,49	30

Результати розрахунків технічного рівня транспортних засобів для перевезення небезпечних відходів наведено у табл. 3.12.

Таблиця 3.12.

Експлуатаційно-технічна характеристика транспортних засобів для перевезення небезпечних відходів

Тип спецтранспорту	Шасі	$q_{об}, т$	$N_{об}, кВт/т$	$\eta$
ОТ-10А	КамАЗ-43253	0,1	29,9	2,43
ОТ-20	ISUZU NQR 71P	0,2	30,7	2,73
ОТ-20	ЗІЛ-433360	0,1	22,7	3,04
СА-11	КамАЗ-6540	0,1	20,6	1,02
КрАЗ К16.2	КрАЗ Н23.2	0,4	16,6	0,76

Важливу роль у сфері збереження довкілля та підвищення екологічної безпеки відіграє саме спеціальна техніка для транспортування відходів та небезпечних відходів у складі побутових. Ефективність спеціальної техніки для транспортування небезпечних відходів безпосередньо впливає на можливість міграції небезпечних речовин у біоту.

Дослідження показали, що виходячи із загальних експлуатаційно-технічних характеристик транспортних засобів для перевезення небезпечних вантажів найкращі показники належать: за питомою масою спеціального обладнання спецавтомобілю – КрАЗ К16.2 – 0,4 т; за питомою потужністю двигуна – ОТ-20(ISUZU NQR 71P) – 30,7 кВт; за коефіцієнтом



компактності – ОТ-20(ЗІЛ-433360) – 3,04. Найвищою є середньорічна продуктивність для ОТ-20(ЗІЛ-433360), яка становить 96780,2 т км/рік.

За вантажопідйомністю (16 т) та об'ємом контейнера для небезпечних відходів у складі твердих побутових (30 м<sup>3</sup>) найкращі технічні характеристики належать спецавтомобілю КрАЗ К16.2.

Безумовно, що будь-яке складування відходів на відкритих територіях (звалищах) призводить до незворотних екологічних процесів у біосфері. Впливу сміттєзвалищ на довкілля присвячено чимало наукових праць. Ми зупинимось на впливі фільтратів Львівського міського сміттєзвалища на гідросферу та біосферу, а також розглянемо питання міграції небезпечних речовин.

### **3.5. Міграція у довкілля небезпечних компонентів фільтратів Львівського міського сміттєзвалища**

Львівське міське сміттєзвалище є одним із найбільших в Україні, оскільки накопичувало відходи із території, де проживає більше 1 млн людей впродовж 60 років. Воно розташоване за 3 км від північної межі м. Львів. Звалище експлуатувалося із 1957 року до 2016 року. За час експлуатації на звалищі накопичено близько 55 млн м<sup>3</sup> сміття [162]. До 1990 р. у його межах складували не лише тверді побутові, а й токсичні промислові відходи. Їхня кількість досягає 2 млн т. Крім сміття, на території сміттєзвалища накопичено понад 200 тис. т кислих гудронів – відходів ВАТ «Львівський дослідний нафтомаслозавод» [18]. Загальна площа водойм із гудронами близько 5 га, у них накопичено близько 250 тис. м<sup>3</sup> відходів нафтопереробки, які містять сірчану кислоту, та 60 тис. м<sup>3</sup> кислої води [21].

29 травня 2016 року на території Львівського міського сміттєзвалища виникла пожежа на площі 2000 м<sup>2</sup>, для ліквідації якої було залучено загалом 29 одиниць техніки та

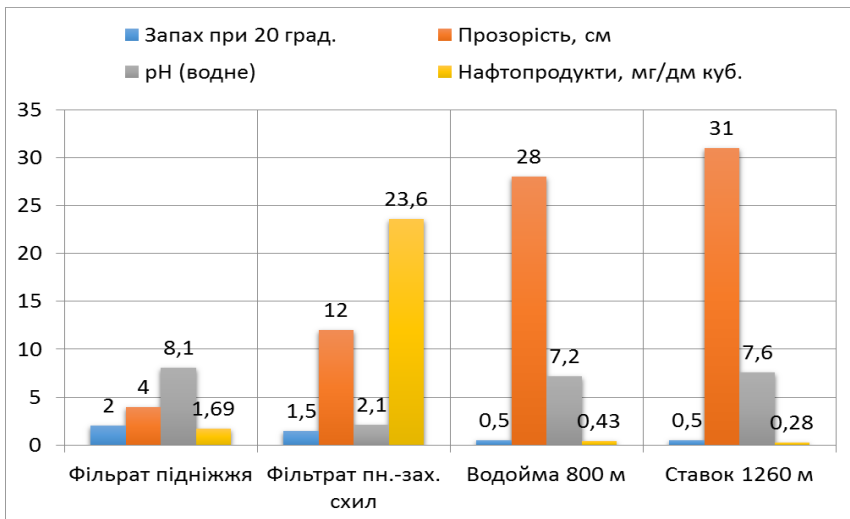
88 осіб. Пожежа 30 травня 2016 року була ліквідована. Проте близько 15 год 00 хв 30 травня 2016 року, вже після ліквідації пожежі, стався зсув сміття, з висоти близько 90 метрів із загальною площею зони обвалу 30 тис м<sup>2</sup> та об'ємом близько 100 тис м<sup>3</sup> під яким опинились 3 рятувальники, а також працівник комунального підприємства «Збиранка», яке здійснює експлуатацію сміттєзвалища. В результаті зсуву виникла загроза розливу резервуарів-накопичувачів з фільтратами на прилеглі території. У ході проведення пошуково-рятувальних робіт було укріплено береги захисних дамб резервуарів-накопичувачів фільтратів (викладено 4544 мішків з піском та насипано орієнтовно 73000 м<sup>3</sup> ґрунту). На жаль, 31 травня 2016 року були виявлені тіла 3 рятувальників без ознак життя. Пошуки працівника комунального підприємства, продовжувалися, однак результатів не дали. У ніч із 06 на 07 червня 2016 року в зоні можливого зсуву через самозаймання сміття виникла пожежа на площі 800 м<sup>2</sup>, на ліквідацію якої було залучено 12 одиниць техніки та 56 осіб, а для схилу сміттєзвалища 2 пожежні літаки АН-32П та 14 членів екіпажу. Однією із імовірних причин виникнення пожежі, у тому числі і її наслідків (зсувів, обвалень, обрушень побутових відходів) є незадовільний стан утримання території Львівського міського сміттєзвалища [25].

Львівське сміттєзвалище закладене на дні природної балки на рівні абсолютних відміток 274–280 м. У північно-західному напрямку балка роз'єднується на 2 яри, які входять у східний схил Малехівської гряди (на висотах 340–350 м). На південний схід від звалища рельєф місцевості перетворюється в інтенсивно обводнену рівнину [150]. Кожної доби в сміттевому тілі Львівського полігону ТПВ утворюється від 70 до 300 м<sup>3</sup> фільтратів з тенденцією до щорічного зростання (рис. 3.7).



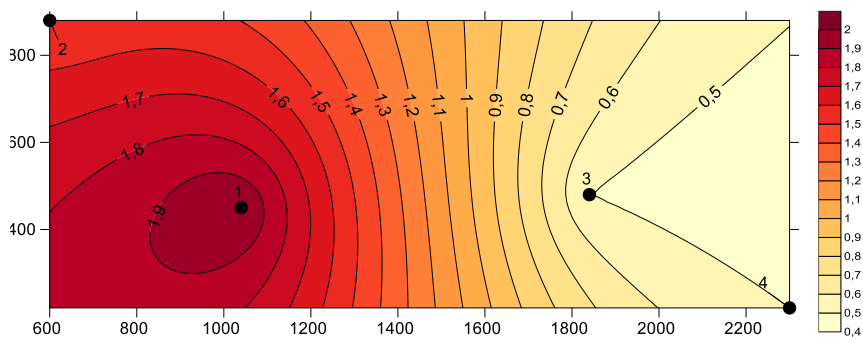
**Рисунок 3.7.** – Фільтраційна водойма біля підніжжя  
Львівського сміттєзвалища

У результаті дослідження запаху, прозорості, рН та вмісту нафтопродуктів встановлено, що на ділянках 1 і 2 ці показники є значно відмінними від водойм, розташованих на відстані 800 м та 1260 м від підніжжя (рис. 3.8).

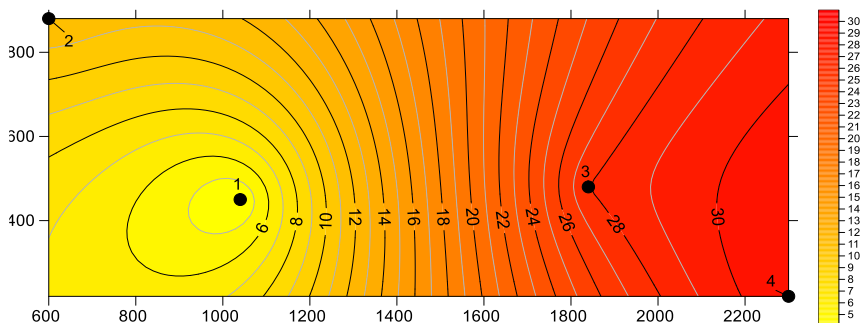


**Рисунок 3.8.** – Значення запаху, прозорості, рН та нафтопродуктів  
у фільтратах Львівського міського сміттєзвалища

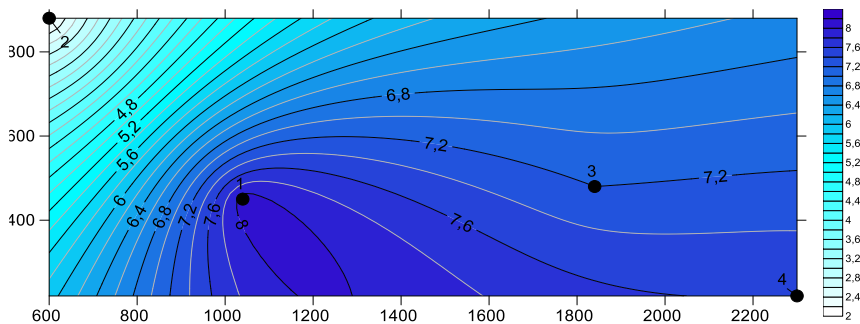
Значення запаху при +20°C найвищим є для фільтрату, який накопичується біля підніжжя сміттєзвалища (2 бали), та знижується з відстанню до 0,5 балів. Прозорість фільтрату найнижча також біля підніжжя та становить всього 4 см. Із північно-західного боку сміттєзвалища прозорість фільтрату становить 12 см, що є, як і для підніжжя, надзвичайно низьким показником. На відстані 800 м і 1260 м від підніжжя сміттєзвалища прозорість води у ставках становить 28 см і 31 см відповідно. Фільтрати з північно-західного боку сміттєзвалища є кислими (рН становить 2,1). Біля підніжжя значення рН фільтратів переходить у лужне (8,1) що пояснюється депонуванням змитих поживних речовин із тіла сміттєзвалища. На відстанях більше 800 м від підніжжя сміттєзвалища рН води у ставках дещо знижується та становить 7,2-7,6. Найбільше нафтопродуктів накопичується у фільтратах із північно-західного боку сміттєзвалища (23,6 мг/дм<sup>3</sup>) та перевищує значення граничнодопустимих концентрацій (10 мг/дм<sup>3</sup>) у 2,36 рази. Біля підніжжя вміст нафтопродуктів у фільтраті становить 1,69 мг/дм<sup>3</sup> та не перевищує допустимі норми. На відстані 800 м та більше вміст нафтопродуктів у водоймах становить 0,28-0,43 мг/дм<sup>3</sup>. Динаміку розповсюдження запаху, зміни прозорості, рН та нафтопродуктів наведено на рис 3.9-3.12.



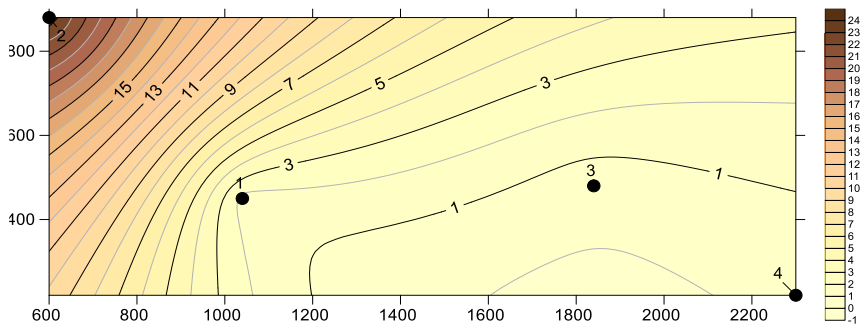
**Рисунок 3.9.** – Динаміка розповсюдження запаху  
в зоні впливу Львівського сміттєзвалища при +20°C (у балах)



**Рисунок 3.10.** – Прозорість фільтраційних та природних водойм Львівського сміттєзвалища (см)

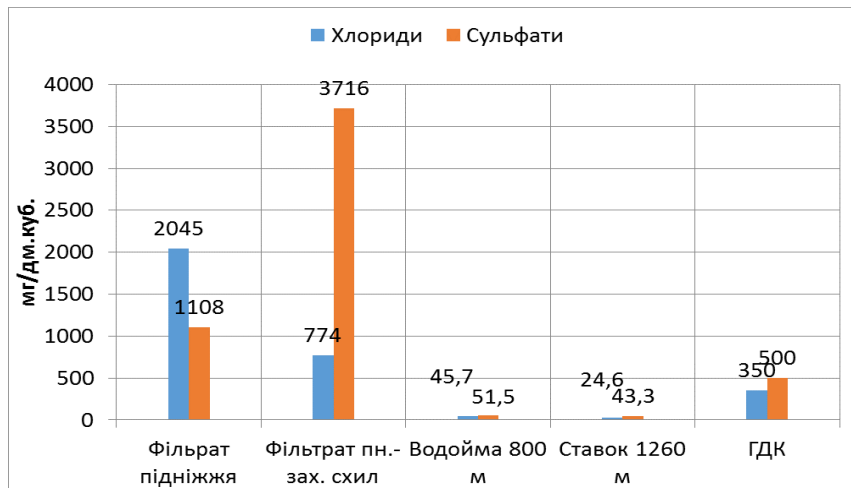


**Рисунок 3.11.** – Водневий показник (рН) фільтраційних та природних водойм у зоні впливу Львівського сміттєзвалища



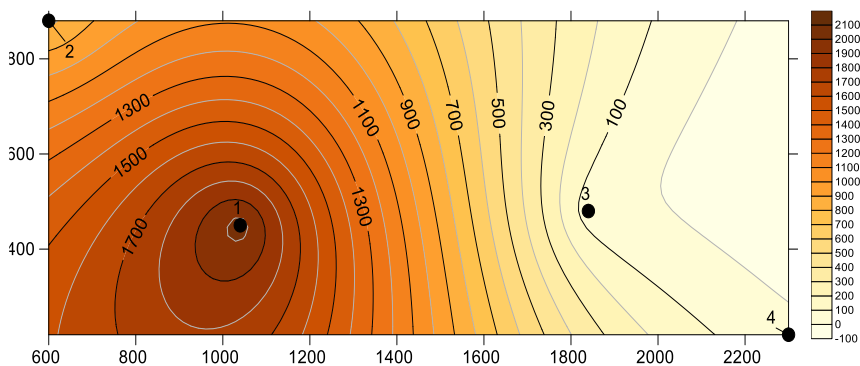
**Рисунок 3.12.** – Динаміка розповсюдження нафтопродуктів в зоні впливу Львівського сміттєзвалища (мг/дм<sup>3</sup>)

Дослідження засоленості фільтратів сміттєзвалища хлоридами та сульфатами показали, що найбільш засоленими фільтраційними водоймами є ділянки біля підніжжя та із північно-західного боку (рис. 3.13).

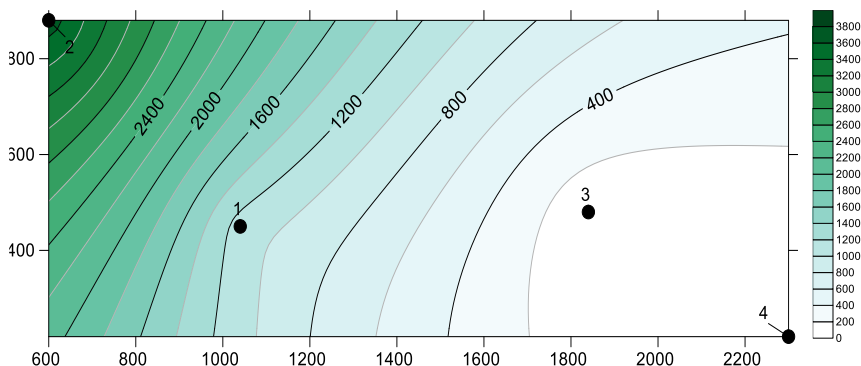


**Рисунок 3.13.** – Значення вмісту хлоридів та сульфатів у фільтратах Львівського міського сміттєзвалища

Найвищий вміст хлоридів у фільтратах спостерігався біля підніжжя – 2045 мг/дм<sup>3</sup>, що перевищує граничнодопустимі концентрації (350 мг/дм<sup>3</sup>) у 5,84 рази. Вміст хлоридів у фільтратах із північно-західного боку сміттєзвалища становив 774 мг/дм<sup>3</sup>, що перевищує граничнодопустимі концентрації у 2,21 рази. У решта водоймах вміст хлоридів не перевищував допустимі норми. Найвищий вміст сульфатів у фільтратах спостерігався із північно-західного боку – 3716 мг/дм<sup>3</sup>, що перевищує граничнодопустимі концентрації (500 мг/дм<sup>3</sup>) у 7,43 рази. У фільтратах біля підніжжя вміст сульфатів становив 1108 мг/дм<sup>3</sup>, що перевищує граничнодопустимі концентрації у 2,21 рази. У решта водоймах вміст сульфатів не перевищував допустимі норми. Міграцію у довкілля хлоридів та сульфатів наведено на рис. 3.14 і 3.15.

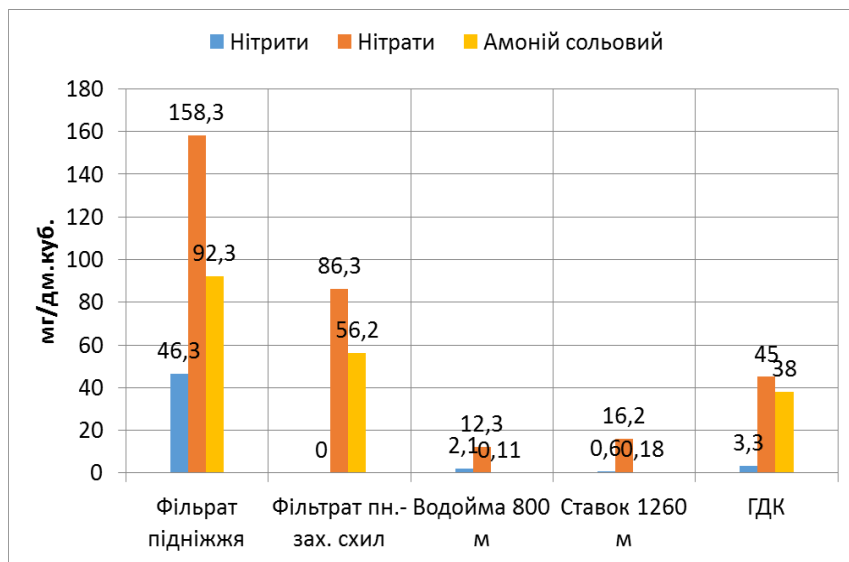


**Рисунок 3.14.** – Динаміка розповсюдження хлоридів ( $\text{Cl}^-$ ) у фільтраційних та природних водоймах Львівського сміттєзвалища ( $\text{мг/дм}^3$ )



**Рисунок 3.15.** – Динаміка розповсюдження сульфатів ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) у фільтраційних та природних водоймах Львівського сміттєзвалища ( $\text{мг/дм}^3$ )

Аналіз результатів досліджень щодо вмісту нітратів, нітритів та амонію сольового показав, що перевищення цих речовин притаманне фільтратам, які накопичуються біля підніжжя та із північно-західного боку Львівського міського сміттєзвалища (рис. 3.16).



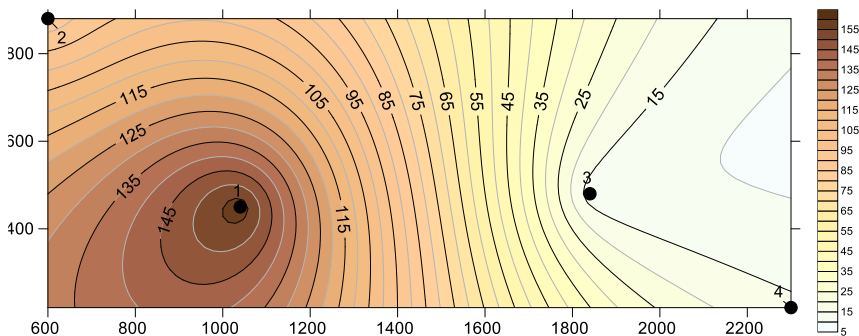
**Рисунок 3.16.** – Значення вмісту нітратів, нітритів та амонію сольового у фільтратах Львівського міського сміттєзвалища

Найвищий вміст нітратів зафіксовано у фільтратах біля підніжжя сміттєзвалища ( $158,3 \text{ мг/дм}^3$ ), який перевищує граничнодопустимі концентрації ( $45 \text{ мг/дм}^3$ ) у 3,52 рази. Вміст нітратів із північно-західного боку сміттєзвалища ( $86,3 \text{ мг/дм}^3$ ) перевищує граничнодопустимі концентрації у 1,92 рази. У решті досліджуваних водоймах вміст нітратів становив  $12,3\text{-}16,2 \text{ мг/дм}^3$  та не перевищував допустимі норми. Найвищий вміст нітритів зафіксовано також у фільтратах біля підніжжя сміттєзвалища ( $46,3 \text{ мг/дм}^3$ ), який перевищує граничнодопустимі концентрації ( $3,3 \text{ мг/дм}^3$ ) у 14 разів. На решта ділянках вміст нітритів становив  $0,6\text{-}2,1 \text{ мг/дм}^3$  та не перевищував допустимі норми. Вміст амонію сольового у фільтратах біля підніжжя ( $92,3 \text{ мг/дм}^3$ ) та із північно-західного боку ( $56,2 \text{ мг/дм}^3$ ) сміттєзвалища перевищує допустимі норми ( $38 \text{ мг/дм}^3$ ) у 2,43 та 1,48 рази відповідно. На решта досліджуваних водоймах вміст

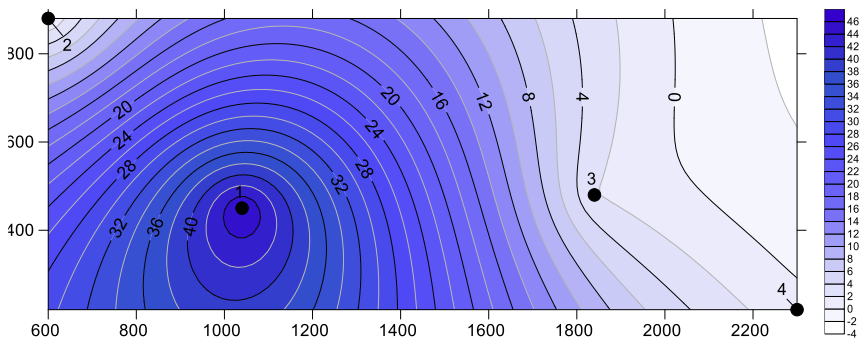


амонію сольового становив 0,11-0,18 мг/дм<sup>3</sup> та не перевищував допустимі норми.

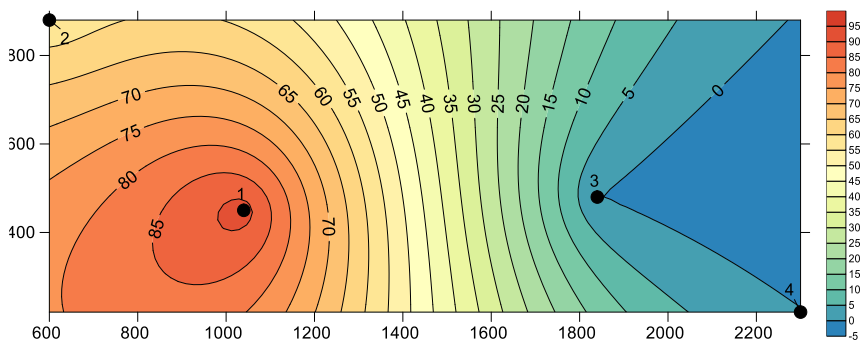
Поширення у довкілля нітратів, нітритів та амонію сольового у зоні впливу львівського сміттєзвалища наведено на рис. 3.17-3.19.



**Рисунок 3.17.** – Динаміка розповсюдження нітратів ( $\text{NO}_3^-$ ) у фільтраційних та природних водоймах Львівського сміттєзвалища (мг/дм<sup>3</sup>)

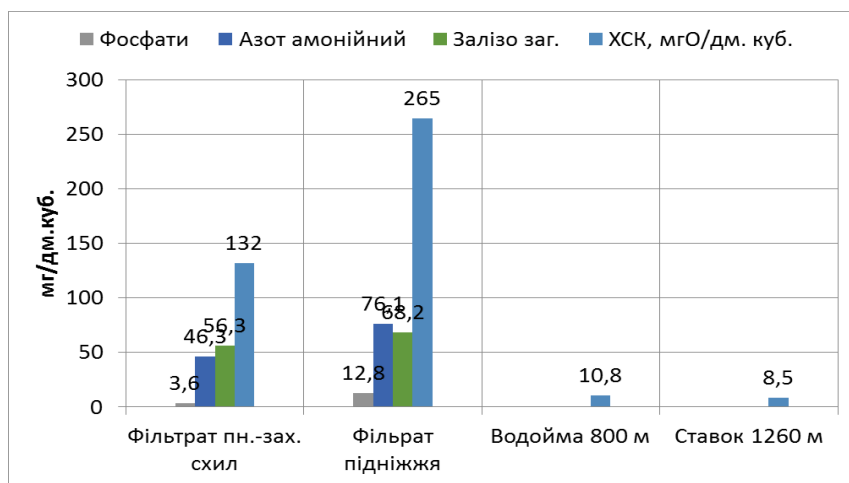


**Рисунок 3.18.** – Динаміка розповсюдження нітритів ( $\text{NO}_2^-$ ) у фільтраційних та природних водоймах Львівського сміттєзвалища (мг/дм<sup>3</sup>)



**Рисунок 3.19.** – Динаміка розповсюдження амонію сольового ( $\text{NH}_4^+$ ) у фільтраційних та природних водоймах Львівського сміттєзвалища ( $\text{мг/дм}^3$ )

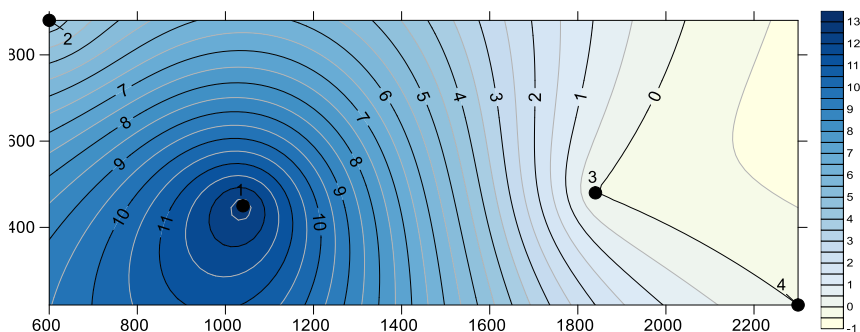
Вміст фосфатів у досліджуваних зразках фільтратів найвищим був у підніжжі сміттєзвалища та становив  $12,8 \text{ мг/дм}^3$ , що перевищує граничнодопустимі концентрації ( $10 \text{ мг/дм}^3$ ) у 1,28 раза (рис. 3.20).



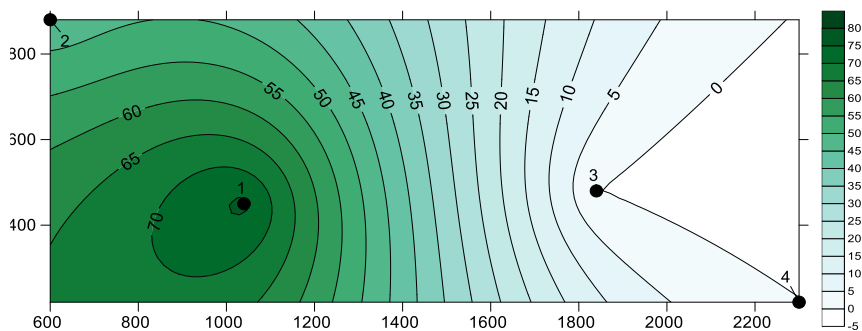
**Рисунок 3.20.** – Значення вмісту фосфатів, азоту амонійного, заліза та хімічне споживання кисню у фільтратах Львівського міського сміттєзвалища

У фільтратах, які накопичуються із північно-західного боку сміттєзвалища, вміст фосфатів становив  $3,6 \text{ мг/дм}^3$ . У решти водоймах фосфатів не виявлено. Азот амонійний виявлений в фільтратах у високих концентраціях біля підніжжя ( $76,1 \text{ мг/дм}^3$ ) та із північно-західного боку ( $46,3 \text{ мг/дм}^3$ ), що перевищує граничнодопустимі концентрації ( $30 \text{ мг/дм}^3$ ) у 2,53 та 1,54 рази відповідно. У решті досліджуваних водойм вміст азоту амонійного становив  $0,09\text{-}0,16 \text{ мг/дм}^3$  та не перевищував допустимі норми. Що стосується вмісту в фільтратах заліза загального, то тут найвищі показники притаманні також водоймам, які розташовані безпосередньо біля сміттєзвалища (біля підніжжя –  $68,2 \text{ мг/дм}^3$ , із північно-західного боку –  $56,3 \text{ мг/дм}^3$ ) та перевищують допустимі норми ( $2,5 \text{ мг/дм}^3$ ) у 27,28 і 22,52 рази відповідно. У решті досліджуваних водойм вміст заліза загального становив  $0,18\text{-}0,21 \text{ мг/дм}^3$  та не перевищував допустимі норми. Зважаючи на вищенаведені показники, хімічне споживання кисню (ХСК) у фільтраційних водоймах біля підніжжя сміттєзвалища та із його північно-західного боку є високими ( $265 \text{ мгО/дм}^3$  та  $132 \text{ мгО/дм}^3$  відповідно) при допустимих концентраціях  $810 \text{ мгО/дм}^3$ . Вміст ХСК у решті фільтратах становив  $8,5\text{-}10,8 \text{ мгО/дм}^3$ .

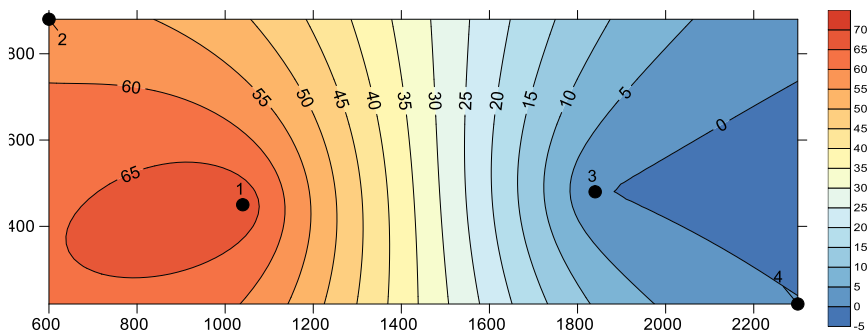
Міграцію у доквіллія фосфатів, азоту амонійного, заліза та вміст ХСК наведено на рис. 3.21-3.24.



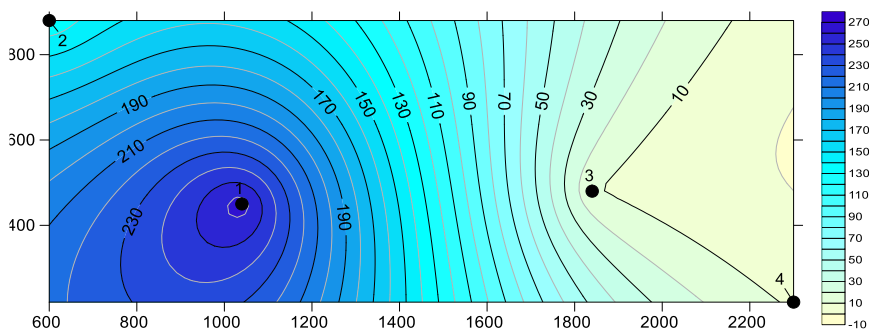
**Рисунок 3.21.** – Динаміка розповсюдження фосфатів ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) у фільтраційних та природних водоймах Львівського сміттєзвалища ( $\text{мг/дм}^3$ )



**Рисунок 3.22.** – Динаміка розповсюдження азоту амонійного ( $N_{\text{амон.}}$ ) у фільтраційних та природних водоймах Львівського сміттєзвалища ( $\text{мг/дм}^3$ )

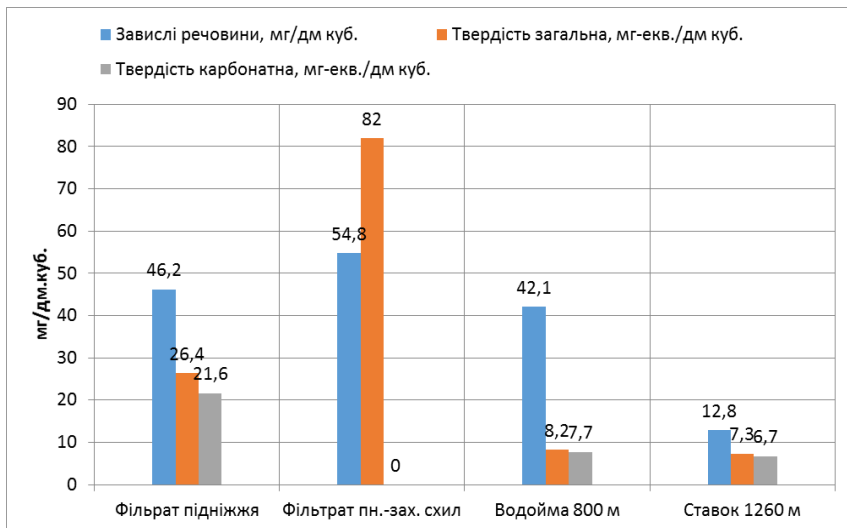


**Рисунок 3.23.** – Динаміка розповсюдження заліза загального ( $Fe_{\text{заг.}}$ ) у фільтраційних та природних водоймах Львівського сміттєзвалища ( $\text{мг/дм}^3$ )



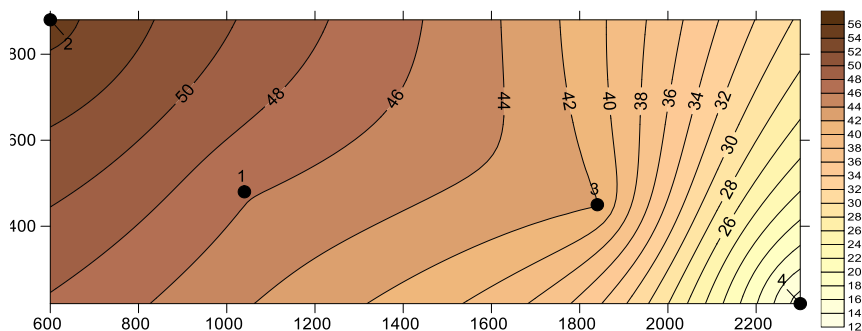
**Рисунок 3.24.** – Хімічне споживання кисню у фільтраційних та природних водоймах Львівського сміттєзвалища ( $\text{мг O/дм}^3$ )

Вміст завислих речовин у досліджуваних фільтратах не перевищує граничнодопустимі концентрації (380 мг/дм<sup>3</sup>) (рис. 3.25).

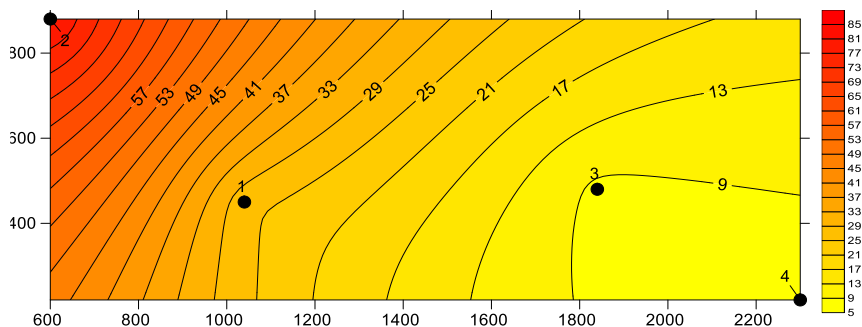


**Рисунок 3.25.** – Значення вмісту завислих речовин та загальної і карбонатної твердості у фільтратах Львівського міського сміттєзвалища

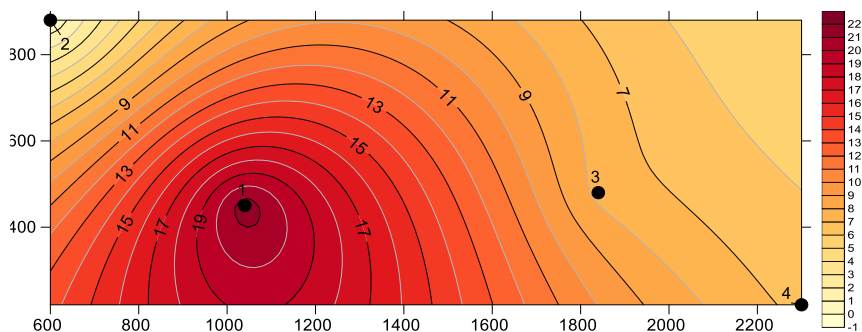
Проте значення вмісту завислих речовин є вищим у фільтраційних водоймах, розташованих безпосередньо біля сміттєзвалища (біля підніжжя – 46,2 мг/дм<sup>3</sup>, із північно-західного боку – 54,8 мг/дм<sup>3</sup>) на відміну від решти ділянок (за 800 м – 42,1 мг/дм<sup>3</sup>, за 1260 м – 12,8 мг/дм<sup>3</sup>). Загальна твердість фільтратів найвища біля підніжжя сміттєзвалища – 26,4 мг/дм<sup>3</sup>, найнижча – за 1260 м від підніжжя сміттєзвалища (7,3 мг/дм<sup>3</sup>). Карбонатна твердість фільтратів найвища також біля підніжжя сміттєзвалища – 21,6 мг/дм<sup>3</sup>, найнижча – за 1260 м від підніжжя сміттєзвалища (6,7 мг/дм<sup>3</sup>). Зміну вмісту завислих речовин та загальної і мінеральної твердості на досліджуваних водоймах наведено на рис. 3.26-3.28.



**Рисунок 3.26.** – Завислі речовини у фільтраційних та природних водоймах у зоні впливу Львівського сміттєзвалища (мг/дм<sup>3</sup>)

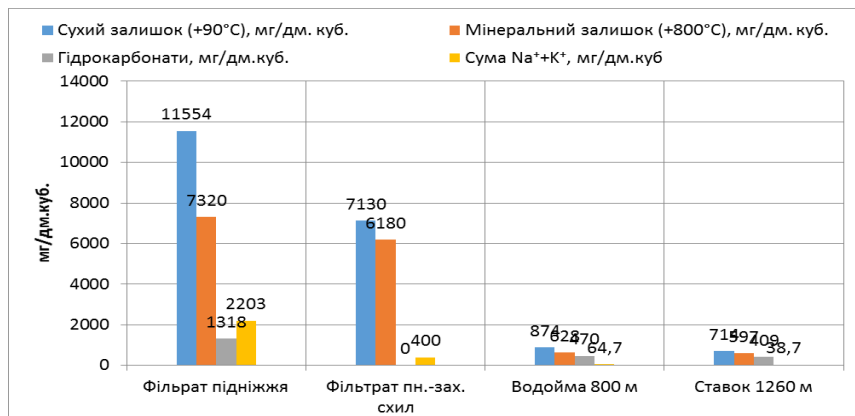


**Рисунок 3.27.** – Твердість загальна фільтраційних та природних водойм у зоні впливу Львівського сміттєзвалища (мг-екв/дм<sup>3</sup>)



**Рисунок 3.28.** – Твердість мінеральна фільтраційних та природних водойм у зоні впливу Львівського сміттєзвалища (мг-екв/дм<sup>3</sup>)

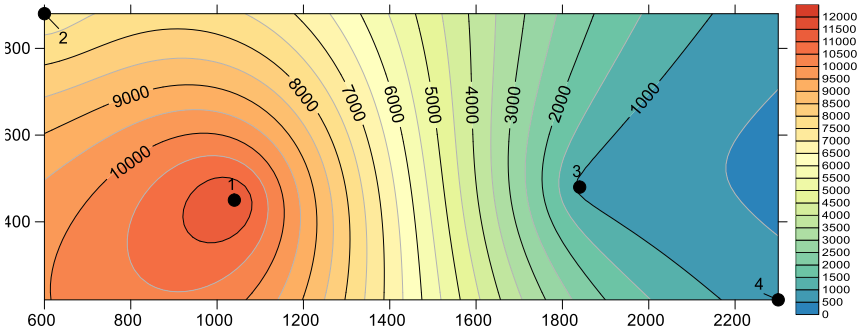
Найвищі значення сухого залишку ( $11554 \text{ мг/дм}^3$ ), після нагрівання до температури  $+90^\circ\text{C}$ , спостерігалися для фільтратів, відібраних із водойми, розташованої біля підніжжя сміттєзвалища. Ці значення перевищують граничнодопустимі концентрації ( $1000 \text{ мг/дм}^3$ ) більш аніж у 11,5 раза (рис. 3.29).



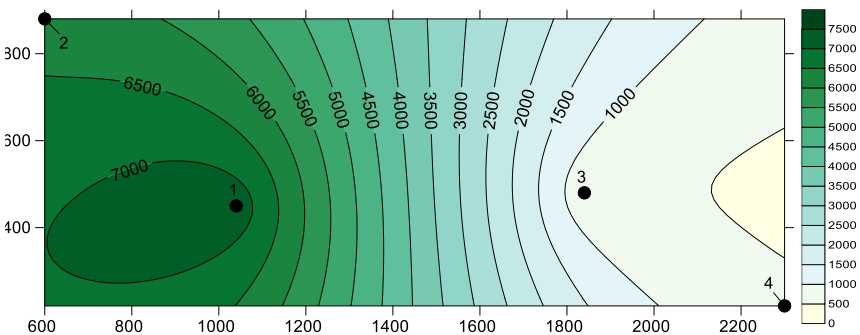
**Рисунок 3.29.** – Значення вмісту сухого і мінерального залишків, гідрокарбонатів та  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  у фільтратах Львівського міського сміттєзвалища

Значення сухого залишку із північно-західного боку перевищує граничнодопустимі концентрації у 7,13 раза. На відстані 800 м та 1260 м від підніжжя сміттєзвалища значення сухого залишку дещо наближені до допустимих норм ( $874 \text{ мг/дм}^3$  і  $714 \text{ мг/дм}^3$  відповідно). Найвищі значення мінерального залишку ( $7320 \text{ мг/дм}^3$ ), після нагрівання до температури  $+800^\circ\text{C}$ , спостерігалися для фільтратів, відібраних із водойми, розташованої біля підніжжя сміттєзвалища. Значення мінерального залишку із північно-західного боку становить  $6180 \text{ мг/дм}^3$ . На відстані 800 м та 1260 м від підніжжя сміттєзвалища значення мінерального залишку є нижчими від решти ділянок більш ніж у 10 разів ( $628 \text{ мг/дм}^3$  і  $597 \text{ мг/дм}^3$  відповідно). Найвищий вміст гідрокарбонатів ( $1318 \text{ мг/дм}^3$ ) спостерігався для фільтратів, відібраних із водойми, розташованої біля підніжжя

сміттєзвалища. На відстані 800 м та 1260 м від підніжжя сміттєзвалища значення гідрокарбонатів є нижчими від решти ділянок більш ніж у 3 рази ( $470 \text{ мг/дм}^3$  і  $409 \text{ мг/дм}^3$  відповідно). Сума  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  у фільтратах Львівського міського сміттєзвалища встановлювалася розрахунковим шляхом. Встановлено, що у фільтратах біля підніжжя сміттєзвалища вміст  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  становив  $2203 \text{ мг/дм}^3$ , із північно-західного боку –  $400 \text{ мг/дм}^3$ , на відстані 800 м та 1260 м від підніжжя –  $64,7 \text{ мг/дм}^3$  і  $38,7 \text{ мг/дм}^3$  відповідно. Аналіз сухого і мінерального залишку у різних водоймах, а також міграцію гідрокарбонатів, натрію ( $\text{Na}^+$ ) + калію ( $\text{K}^+$ ) наведено на рис. 3.30-3.33.

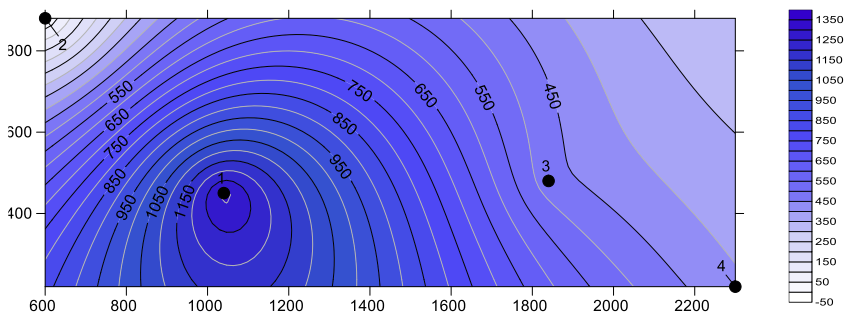


**Рисунок 3.30.** – Сухий залишок ( $+90^\circ\text{C}$ ) у фільтраційних та природних водоймах у зоні впливу Львівського сміттєзвалища ( $\text{мг/дм}^3$ )

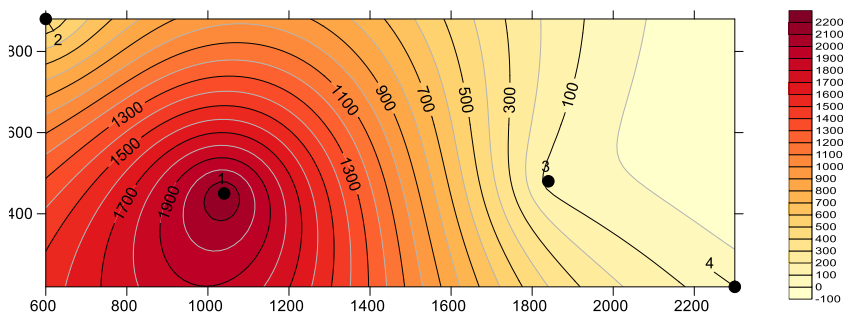


**Рисунок 3.31.** – Мінеральний залишок ( $+80^\circ\text{C}$ ) у фільтраційних та природних водоймах у зоні впливу Львівського сміттєзвалища ( $\text{мг/дм}^3$ )





**Рисунок 3.32.** – Динаміка розповсюдження гідрокарбонатів ( $\text{HCO}_3^-$ ) у фільтраційних та природних водоймах Львівського сміттєзвалища ( $\text{мг/дм}^3$ )



**Рисунок 3.33.** – Динаміка розповсюдження натрію ( $\text{Na}^+$ ) + калію ( $\text{K}^+$ ) у фільтраційних та природних водоймах Львівського сміттєзвалища ( $\text{мг/дм}^3$ )

З огляду на вищенаведені дослідження видно, що найбільш забрудненими фільтратами сміттєзвалища є ті, які накопичуються біля підніжжя сміттєзвалища та із північно-західного боку. На відстані 800 м та 1260 м концентрація забруднюючих речовин значно знижується, зате деякі із них перевищують допустимі норми та спричиняють значний техногенний пресинг на довкілля.

Встановлено, що множина показників по кожній водоймі із фільтратами корелюються між собою (табл. 3.13).

Таблиця 3.13.

Коефіцієнти кореляції між показниками фільтраційних водойм

	Фільтрат пн.-зах. схил	Фільтрат підніжжя	Водойма 800 м	Ставок 1260 м
Фільтрат пн.-зах. схил	1			
Фільтрат підніжжя	0,92084027	1		
Водойма 800 м	0,834774208	0,924641864	1	
Ставок 1260 м	0,837134897	0,912402849	0,99661632	1

При зміні фізико-хімічних показників фільтратів, біля підніжжя та із північно-західного боку, змінюються показники у водоймах на відстані 800 м і 1260 м від підніжжя сміттєзвалища (коефіцієнт кореляції високий, позитивний  $K > 0,83$ ).

Отже, при вивченні міграції небезпечних компонентів міського сміттєзвалища у довкілля встановлено, що:

- прозорість фільтрату найнижча біля підніжжя та становить всього 4 см. Із північно-західного боку сміттєзвалища прозорість фільтрату становить 12 см, що є, як і для підніжжя, надзвичайно низьким показником. На відстані 800 м і 1260 м від підніжжя сміттєзвалища прозорість води у ставках становить 28 см і 31 см відповідно;
- найбільше нафтопродуктів накопичується у фільтратах із північно-західного боку сміттєзвалища ( $23,6 \text{ мг/дм}^3$ ) та перевищує значення граничнодопустимих концентрацій ( $10 \text{ мг/дм}^3$ ) у 2,36 раза;
- найбільш засоленими хлоридами та сульфатами є фільтрати, які накопичуються біля підніжжя та з північно-західного боку;
- аналіз результатів досліджень щодо вмісту нітратів, нітритів та амонію сольового показав, що перевищення цих речовин також притаманне фільтратам, які накопичуються біля підніжжя та із північно-західного боку;
- вміст фосфатів у досліджуваних зразках фільтратів найвищим був для підніжжя сміттєзвалища та становив  $12,8 \text{ мг/дм}^3$ , що перевищує граничнодопустимі концентрації ( $10 \text{ мг/дм}^3$ ) у 1,28 раза;

- азот амонійний виявлений в фільтратах у високих концентраціях біля підніжжя ( $76,1 \text{ мг/дм}^3$ ) та із північно-західного боку ( $46,3 \text{ мг/дм}^3$ ), що перевищує граничнодопустимі концентрації ( $30 \text{ мг/дм}^3$ ) у 2,53 та 1,54 рази відповідно;

- що стосується вмісту в фільтратах заліза загального, то найвищі показники притаманні також водоймам, розташованим безпосередньо біля сміттєзвалища (біля підніжжя –  $68,2 \text{ мг/дм}^3$ , із північно-західного боку –  $56,3 \text{ мг/дм}^3$ ) та перевищують допустимі норми ( $2,5 \text{ мг/дм}^3$ ) у 27,28 і 22,52 рази відповідно;

- найвищі значення сухого залишку ( $11554 \text{ мг/дм}^3$ ), після нагрівання до температури  $+90^\circ\text{C}$ , спостерігалися для фільтратів, які відібрані із водойми, яка знаходиться біля підніжжя сміттєзвалища, що перевищує граничнодопустимі концентрації ( $1000 \text{ мг/дм}^3$ ) більш аніж у 11,5 рази;

- найвищі значення мінерального залишку ( $7320 \text{ мг/дм}^3$ ), після нагрівання до температури  $+800^\circ\text{C}$ , спостерігалися для фільтратів, відібраних із водойми, розташованої біля підніжжя сміттєзвалища. Значення мінерального залишку із північно-західного боку становить  $6180 \text{ мг/дм}^3$ . На відстані 800 м та 1260 м від підніжжя сміттєзвалища значення мінерального залишку є нижчими від решти ділянок більш ніж у 10 разів ( $628 \text{ мг/дм}^3$  і  $597 \text{ мг/дм}^3$  відповідно).

Фільтрати, які накопичуються біля підніжжя сміттєзвалища, згідно із результатами наших досліджень, є найбільш екологічно та техногенно небезпечними для біоти.

### **Висновки до розділу 3:**

1. Процеси збирання, транспортування та утилізації твердих побутових відходів забезпечують спеціальні транспортні засоби. Серед цих транспортних засобів особливе місце займають сміттєвози, які експлуатуються у населених пунктах та повинні відповідати вимогам санітарних норм, безпеки експлуатації, екологічної безпеки. В даний час в Україні

та за її межами випускаються значна кількість сміттевозів. Всі вони в основному відрізняються об'ємом кузова, масою відходів, які транспортують, вантажопідйомністю маніпулятора, базовим шасі.

2. На підприємствах нашої держави виготовляється незначна кількість спеціальних транспортних засобів для перевезення небезпечних відходів у складі побутових це, а саме: КрАЗ К16.2, ОТ-10А, ОТ-20. Разом з ними на потенційно-небезпечних об'єктах експлуатуються ОТ-20 на базі ЗІЛ-433360 та СА-11 40.

3. Експлуатаційно-технічні характеристики транспортних засобів для перевезення небезпечних вантажів найвищими є для: за питомою масою спеціального обладнання – КрАЗ К16.2 – 0,4 т; за питомою потужністю двигуна – ОТ-20 – 30,7 кВт; за коефіцієнтом компактності – ОТ-20(ЗІЛ-433360) – 3,04. Серед-ньорічна продуктивність ОТ-20(ЗІЛ-433360) (96780,2 т км/рік) є найвищим показником в Україні.

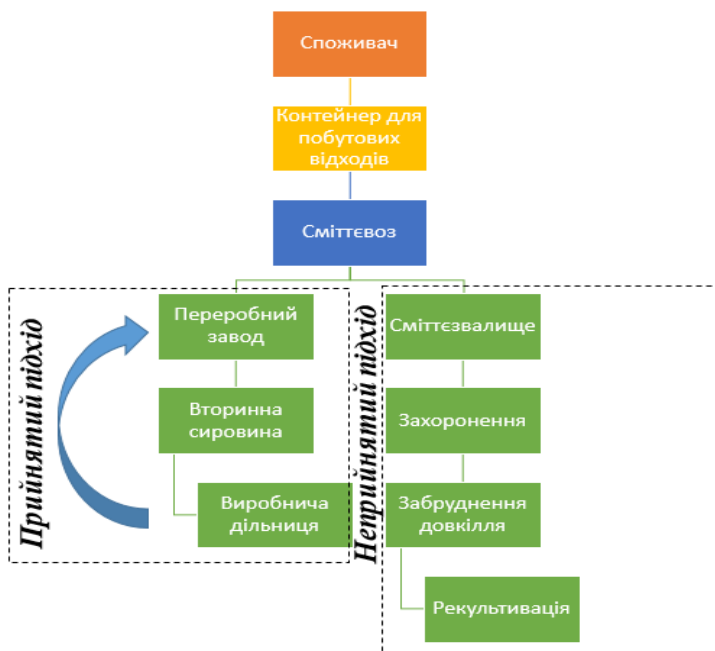
4. Аналітичне опрацювання лабораторних даних фізико-хімічного складу фільтратів Львівського міського сміттєзвалища дало змогу встановити особливості міграції небезпечних компонентів у природні водойми, розташовані на відстані 1260 м від підніжжя сміттєзвалища. Встановлено, що небезпечні компоненти, які накопичуються у фільтраційних водоймах біля підніжжя, мають безпосередній вплив на природні водойми, які розташовані на відстані 800 м та 1260 м від підніжжя сміттєзвалища (коефіцієнт кореляції для всіх множин даних  $K > 0,83$ ). За окремими показниками вміст небезпечних компонентів у фільтратах, які накопичуються біля підніжжя та на схилі із північно-західного боку, перевищує граничнодопустимі концентрації та є вищим за дані в природних водоймах на відстані 800 м та 1260 м у декілька разів.

Результати, наведені у цьому розділі, висвітлені в публікаціях [108, 109, 121].

## РОЗДІЛ 4. ОСНОВНІ ЗАХОДИ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ НА ДОВКІЛЛЯ

### 4.1. Особливості поводження із небезпечними відходами в умовах міста

Проблемою загальнодержавного рівня є вилучення небезпечних відходів із загального контейнера зі сміттям для подальшої переробки. На рис. 4.1. наведено логістичний ланцюг переробки небезпечних відходів та депонування на звалищах [107].



**Рисунок 4.1.** – Логістика переробки та складування відходів на сміттєзвалищах

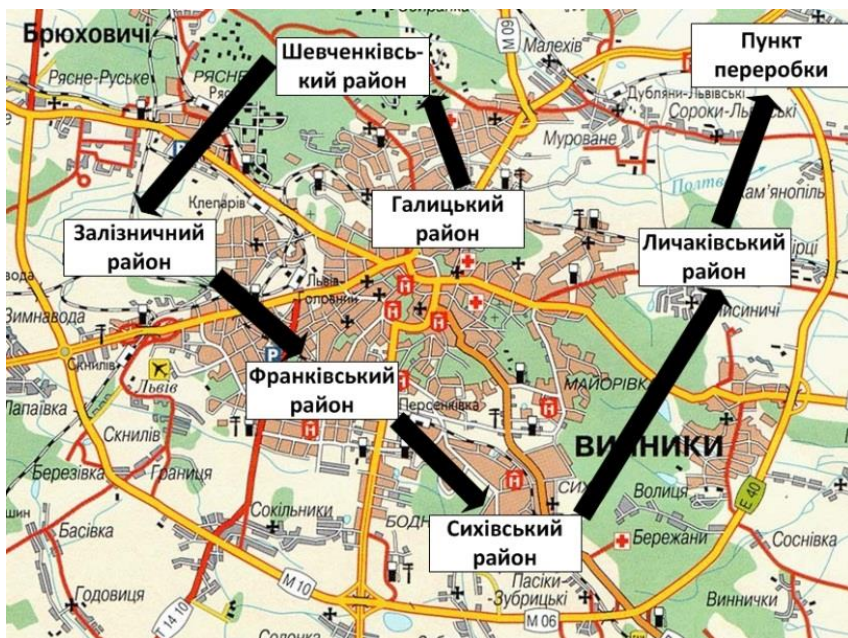
Зберігання відходів на відкритих майданчиках є небажаним явищем, проте воно розповсюджене у країнах з перехідною

економікою. Це зумовлене відсутністю заводів із переробки відходів та недостатньо збалансованим законодавством.

Найбільша частка небезпечних відходів утворюється на промислових підприємствах.

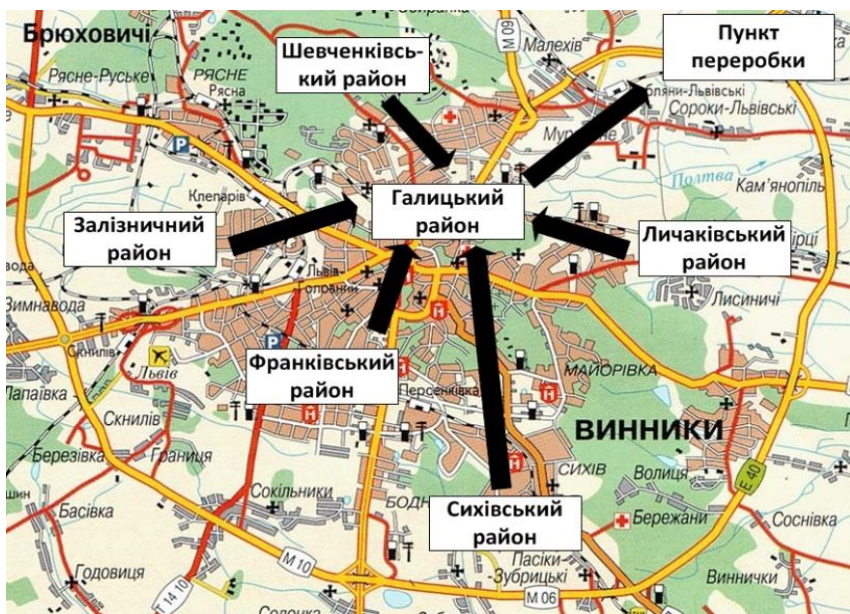
З метою транспортування небезпечних відходів в місті пропонується в кожному адміністративному районі облаштувати спеціально захищені пункти прийому. З кожного адміністративного району вилучення небезпечних відходів з побутових та транспортування до дільниць переробки здійснювати за допомогою спеціально захищених транспортних засобів, про які йшла мова вище у роботі.

Логістичні ланцюги транспортування небезпечних відходів у складі побутових на прикладі міста Львова зображено на рис. 4.2. та рис. 4.3.



**Рисунок 4.2.** – Централізована схема транспортування небезпечних відходів у складі побутових

У випадку централізованого логістичного ланцюга екологічно безпечно збирання та перевезення небезпечних відходів у складі побутових необхідно проводити за чергою в кожному адміністративному районі. Перевагами такого способу транспортування є екологічність, низька частка експлуатації транспортних засобів, економічність. Недоліками цієї схеми є зберігання токсичних відходів в одному автомобілі і необхідність їх транспортування через усі райони міста [107].



**Рисунок 4.3.** – Децентралізована схема транспортування небезпечних відходів у складі побутових

У випадку використання децентралізованої схеми перевезення небезпечних відходів у складі побутових залучається додаткова кількість спеціально захищених автомобілів (1 на адміністративний район). Негативними явищами представленої схеми є нагромадження значної маси токсичних відходів у попередньо встановленому місці та

необхідність перевантаження у транспортний сміттєвоз. Перевагами цієї схеми перевезення є незначний екологічний ризик виникнення надзвичайної події внаслідок транспортування небезпечних речовин та матеріалів у межах певного адміністративного району [107].

#### **4.2. Екологічна логістика поводження із відходами у селах, селищах та селянських домогосподарствах**

Поводження із побутовими та іншими відходами в населених пунктах нашої держави та особистих домогосподарствах набуває рівня екологічної катастрофи. Відсутність переробних заводів, сортувальних ліній чи станцій, рухомого складу призводить до накопичення відходів на відкритих територіях, спалювання, скидання у струмки, річки та водойми. Особливо гостро ці екологічні проблеми зачіпають гірські території, заповідники та резервати нашої держави, де підтримання чистого довкілля стоїть на першому місці [120].

Державні та громадські інституції усвідомлюють проблему забруднення довкілля відходами у сільській місцевості та спричиняють розроблення нормативно-правових актів, проводять громадські слухання, реалізують різноманітні акції. Проте ця екологічна проблема набуває розмаху внаслідок збільшення утворення відходів з року в рік, а соціокультурний підхід населення стосовно сортування відходів не змінюється та залишається на рівні «загального контейнера для збору відходів» [120].

Дослідження екологічної логістики та логістики рециклінгу мають важливе значення для людства, оскільки висвітлюють механізми зниження рівня екологічної небезпеки відходів [19]. Низка авторів стверджують, що впровадження рециклінгу в національне господарство позитивно впливатиме як на економічні, так і на екологічні показники. Побудова системи переробки відходів на основі логістичних принципів



із використанням сучасних технологічних досягнень дасть змогу нашій країні наблизитись до європейських стандартів ведення бізнесу. Вторинні компоненти, які отримують у поверненні з відходів, є цивілізаційним доказом дотримання екологічної рівноваги середовища [13, 19]. У науковій праці [79] зазначено, що для більшої орієнтації логістики на довкілля потрібне урядове регулювання, підвищення рівня екологічної освіти людей та впровадження нових екологічних норм. Найперше, що повинен зробити уряд – створити умови для інтерналізації збитків, спричинених перевезеннями, у тому числі, відходів [79]. У науковій статті [65] відображені результати досліджень моделі поводження із побутовими відходами. Модель забезпечує оптимальність управління програмою і містить деталізовані плани управління, використання ресурсів і методи перевірки систем і продуктів програми. Реалізація моделі управління програмою привела до постановки і рішення задач оптимального логістичного управління матеріальними потоками відходів і ресурсів програми, фінансовими та інформаційними потоками [65]. Дещо вужче визначені основні логістичні підсистеми в системі рециклінгу відходів на прикладі автотранспортного підприємства [87]. У роботі запропоновані етапи формування системи рециклінгу відходів підприємства на основі логістичного підходу [120].

У своїх дослідженнях автор дійшов висновку, що інтегральна системна модель управління проектами поводження з відходами має забезпечити ефективну інтеграцію всіх елементів управління проектами з управлінням поводження з відходами. Передумовою розробки системної інтегральної методології є розробка системних моделей поводження з відходами на мікро і макрорівнях, яка дозволяє провести декомпозицію всього процесу поводження з відходами як для регіону, так і для підприємства [156]. Наукова стаття [64] присвячена розробленню аналітичної моделі

впровадження логістичної системи, дає змогу виділити дев'ять ключових параметрів, зміна яких може суттєво зменшити вплив логістичної діяльності на довкілля. Інтеграція екологічних принципів у стратегічне планування логістики та координації екологічного управління на стратегічному, комерційному, функціональному та організаційному рівнях ієрархії, прийняття рішень в логістичних процесах дозволить реалізувати бізнес-стратегію екологічної логістики при розробці регіональної програми поводження з відходами [64].

Слід зазначити, що ефективність логістики визначають за залежністю [149]:  $P = D - W$ , де:  $P$  – прибуток;  $D$  – дохід;  $W$  – витрати. У нашому випадку це означає, що, зменшуючи витрати (передусім логістичні – на виробничі та товарні запаси, а також на транспортування (доставку) відходів), комунальне підприємство автоматично збільшує власні прибутки за того ж обсягу реалізації продукції (доходу) [120].

Таким чином, аналізуючи наукові підходи до системи поводження із відходами в Україні необхідно відмітити, що вони мають багато спільних рис, а саме: необхідність впровадження рециклінгу, забезпечення рухомим складом у необхідній кількості, розробка чіткої ієрархії поводження з відходами, застосування логістичних принципів [120].

Значне зростання обсягів твердих побутових відходів в Україні спричинило вкрай напружену екологічну ситуацію в населених пунктах. Для вирішення проблем побутових відходів та розроблення ефективних механізмів їх знешкодження запроваджено «Національну стратегію управління відходами в Україні до 2030 року». Стратегія визначає головні напрями державного регулювання у сфері поводження з відходами в найближче десятиліття з урахуванням європейських підходів з питань управління відходами [138].

У «Стратегії...» значна увага приділяється поводженню із відходами на місцевому та регіональному рівнях (села та

селища міського типу, райони). Відповідно до [138] зазначено, що регіональні плани управління відходами повинні охоплювати всі види діяльності, що належать до повноважень місцевих органів виконавчої влади у сфері поводження з відходами, та передбачати: проведення аналізу поточної ситуації у сфері поводження з відходами в регіоні; визначення цілей та заходів; проведення аналізу з метою вибору оптимальної системи поводження з відходами (інфраструктура для збирання, роздільного збирання, перероблення, оброблення та видалення) та практичні заходи, що необхідні для її впровадження; визначення географічних меж міжрегіональних територій, для яких розроблено план і які повинні разом користуватися послугами полігону або переробного підприємства; визначення зобов'язань різних установ та організацій, що будуть задіяні у здійсненні заходів та дій, обсягів витрат та можливих джерел фінансування [120].

Регіональні плани погоджуються з Мінприроди та Мінрегіоном відповідно до їх компетенції. Затверджений регіональний план управління відходами є підставою для фінансування з державного і місцевих бюджетів [138].

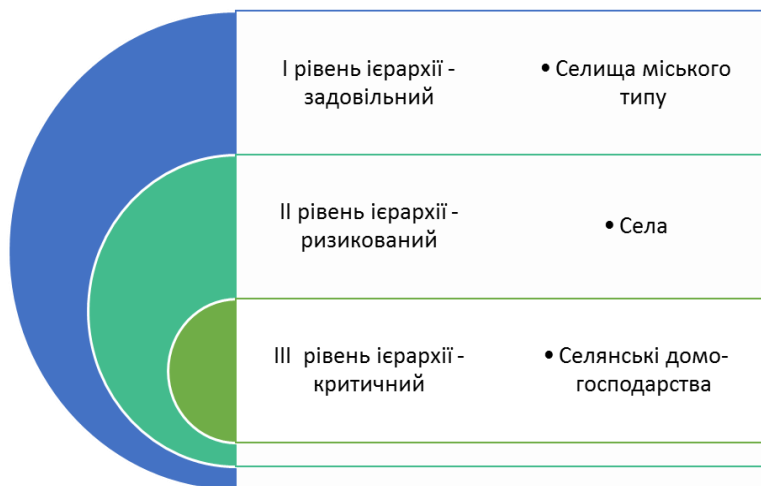
Тому розробка логістичних ланцюгів стану поводження із побутовими відходами на трьох рівнях ієрархії у межах сільських населених пунктів актуальна та не суперечить «Національній стратегії управління відходами в Україні до 2030 року». Навпаки, вони можуть стати основою регіональних планів поводження із відходами відповідно до розділу «Стратегії...» – «Національний та регіональні плани управління відходами» [120].

Законодавством передбачено, що перевезення побутових відходів здійснюється спеціально обладнаними транспортними засобами. Спеціально обладнані транспортні засоби для перевезення твердих, великогабаритних, ремонтних, небезпечних відходів, а також окремих компонентів твердих відходів, отриманих під час роздільного збирання, рекомендується

фарбувати у помаранчевий колір [94]. Проте, ряд сіл та селищ міського типу не оснащені сміттєвозами взагалі. Поряд з тим, у невеликих селах полігони відсутні, а відходи скидаються у річку або спалюються. Відсутність адміністративного контролю призводить до масовості таких вчинків.

Слід зауважити, що в Україні є 460 міст, 885 селищ міського типу і 28388 сіл, органи місцевого самоврядування яких відповідають за організацію надання послуг з поводження із побутовими відходами [138].

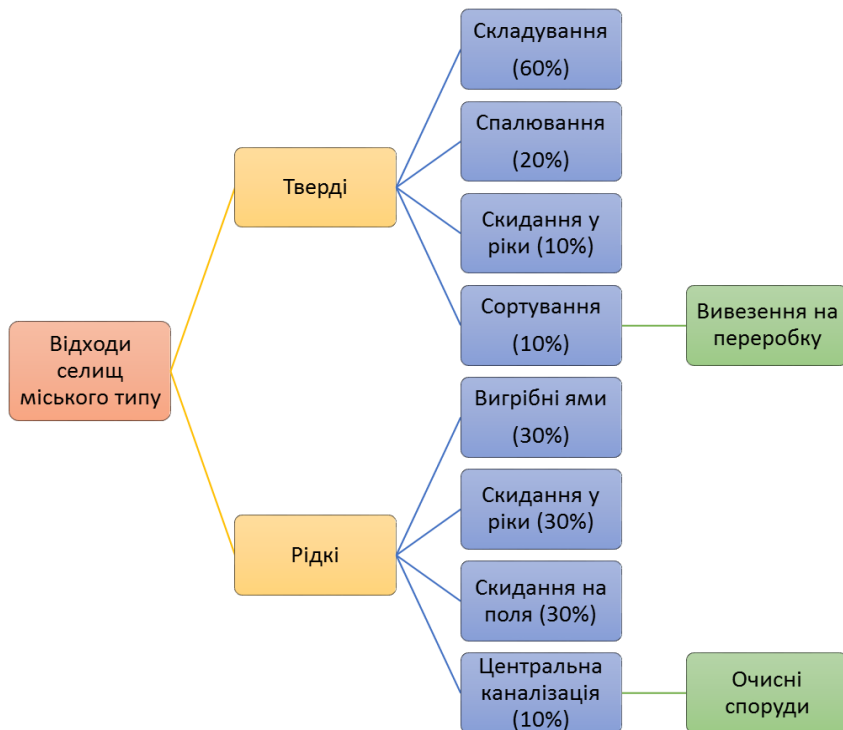
У відповідності до підходів щодо поводження із побутовими відходами на рівні села, селища та приватного селянського домогосподарства встановлені ієрархічні рівні: задовільний, ризикований, критичний (рис. 4.4.).



**Рисунок 4.4.** – Ієрархічні рівні поводження із побутовими відходами у сільській місцевості

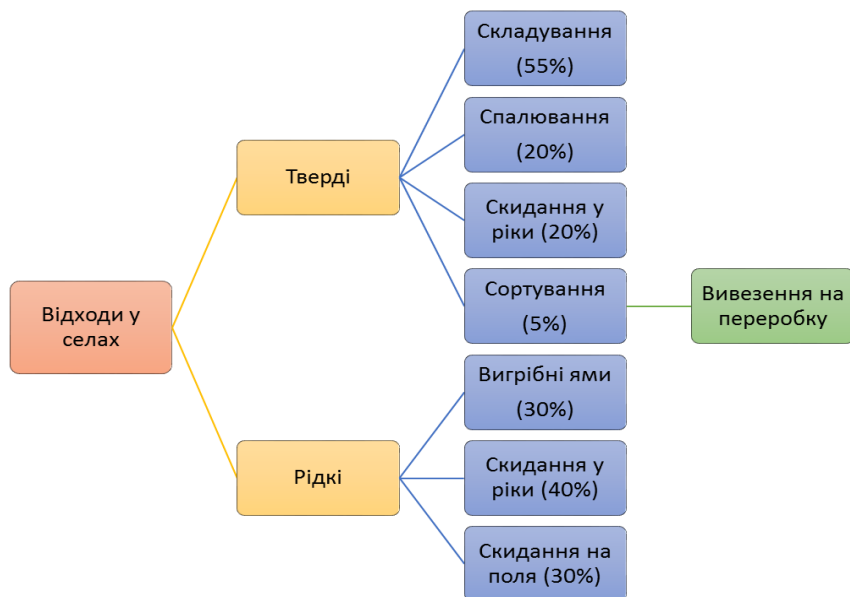
Задовільний рівень – спостерігається в селищах міського типу, де відбувається збір побутових відходів сміттєвозами за централізованою схемою, відбувається сортування та облаштовані сміттєзвалища. Також у селищах

міського типу зустрічаються централізовані системи відведення рідких відходів (каналізації) та очисні споруди, які, здебільшого, перебувають у незадовільному стані (рис. 4.5.).



**Рисунок 4.5.** – Екологічна логістика поводження із побутовими відходами у селищах міського типу (задовільний рівень)

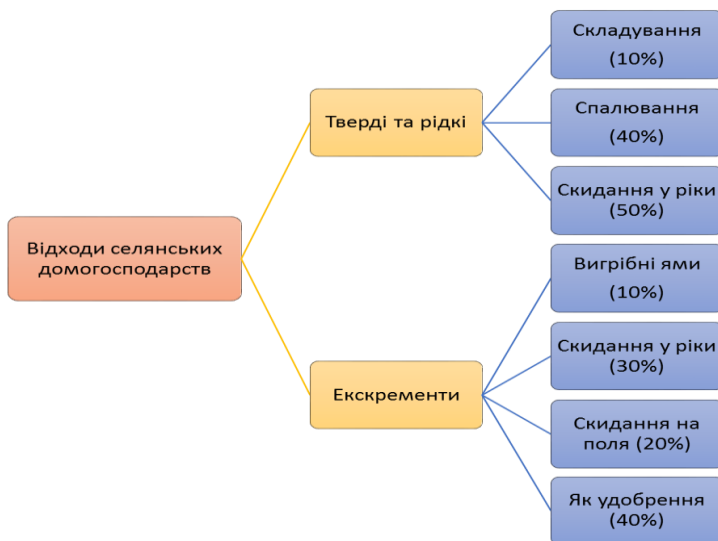
Ризикований рівень – спостерігається у селищах та населених пунктах, які не мають спеціального рухомого складу (сміттєвозів чи спеціально захищених автомобілів) для транспортування відходів. Сміттєзвалища, здебільшого, стихійні, а сортування відходів практично не відбувається. Каналізація і очисні споруди не встановлені (рис. 4.6.).



**Рисунок 4.6.** – Екологічна логістика поводження із побутовими відходами у селах (ризикований рівень)

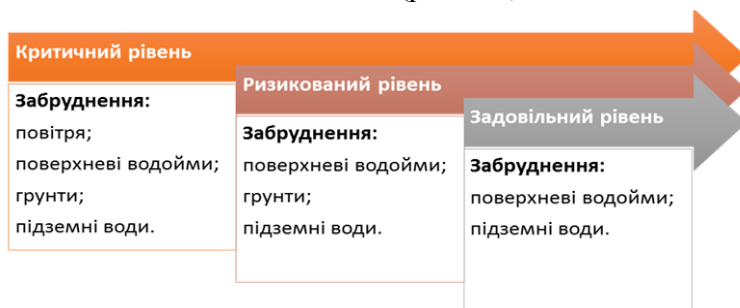
Критичний рівень – спостерігається у особистих селянських (приватних) домогосподарствах, де окрім проблеми накопичення та утилізації побутових відходів існує проблема поводження із екскрементами. Також важливою екологічною проблемою є відсутність моніторингу за поводженням з відходами.

Спостерігаються численні випадки спалювання побутового сміття на території приватних домогосподарств та скидання рідких відходів у струмки та річки [120]. Також спостерігаються численні випадки розміщення вздовж річок селянами різноманітних відходів – тирси, гною, металобрухту, стихійних звалищ, вуличного змету, будівельних матеріалів тощо (рис. 4.7.).



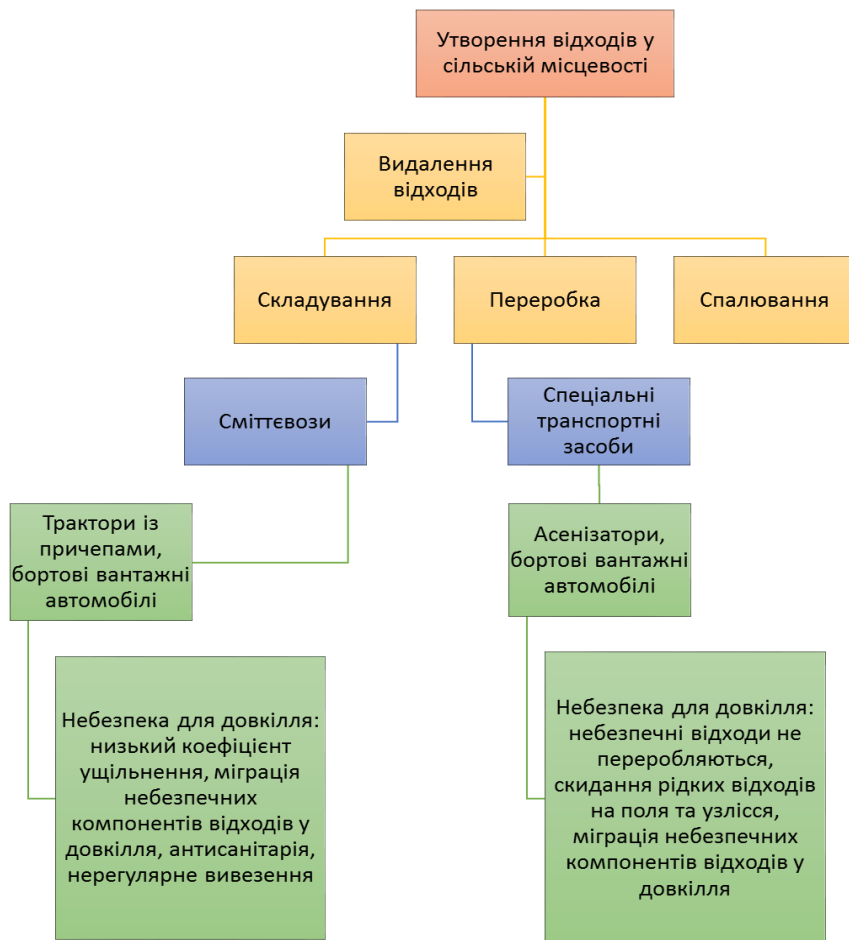
**Рисунок 4.7.** – Екологічна логістика поводження із побутовими відходами у селянських домогосподарствах (критичний рівень)

Зрозуміло, що усі існуючі підходи поводження із відходами у сільській місцевості є неприпустимими, оскільки значна частина забруднюючих речовин потрапляє у гідро-, літосферу та біогеоценоз. Екологічно небезпечною є ситуація, яка склалася у гірській місцевості. Внаслідок специфіки рельєфу та крутизни схилів міграція забруднюючих речовин в довкілля є надзвичайно високою (рис.4.8.).



**Рисунок 4.8.** – Зростання рівня регіональної екологічної небезпеки

Систему поводження із відходами у сільській місцевості та її вплив на регіональну екологічну безпеку наведено на рис. 4.9.



**Рисунок 4.9.** – Логістична система поводження із відходами у сільській місцевості та її вплив на регіональну екологічну безпеку (сучасний стан)



Найбільш перспективними напрямами подолання негативних явищ поводження із побутовими відходами у сільській місцевості є:

- запровадження екологічного моніторингу за місцями видалення відходів і систем сортування відходів, сміттесортувальних ліній та переробних заводів у населених пунктах;
- забезпечення сіл та селищ рухомим складом, який призначений для транспортування побутових та небезпечних відходів (сміттєвозами та екологічно захищеними автомобілями);
- проектування місць тимчасового зберігання відходів;
- здійснення агітаційної роботи серед населення стосовно небезпеки міграції небезпечних компонентів відходів у довкілля через засоби масової інформації та пресу;
- адміністративний контроль за порушеннями у сфері поводження із відходами.

Відсутність сміттєпереробних заводів, підприємств з утилізації небезпечних відходів у складі побутових та занепад і нестача спеціальних транспортних засобів у сільській місцевості збільшують рівень регіональної екологічної небезпеки.

Встановлено ієрархічні рівні: задовільний, ризикований, критичний. Задовільний рівень притаманний селищам міського типу, ризикований – селам, критичний – приватним селянським домогосподарствам. Запропонована логістична система поводження із відходами у населених пунктах відображає вплив підходів утилізації сміття на регіональну екологічну безпеку.

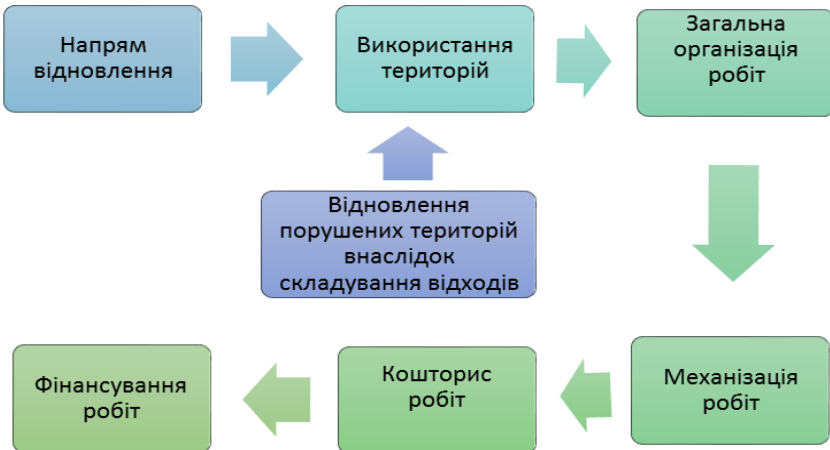
### **4.3. Знешкодження фільтратів сміттєзвалищ шляхом використання біоплато**

У сучасних умовах господарювання найбільш прийнятним заходом боротьби із екологічною небезпекою девастрованих територій є фітомеліорація. Фітомеліорація – дослідження, прогнозування, моделювання, проектування та створення рослинних систем з метою покращення біотичних, геохімічних, геофізичних, просторових і естетичних

характеристик середовища життєдіяльності людини [22]. Показником повноти відновлення порушених земель є коефіцієнт відновлення ландшафту  $K_L$ , який визначається відношенням рекультивованої площі –  $S_B$  до загальної площі порушень ґрунтового комплексу –  $S_H$ .

$$K_L = S_B / S_H \longrightarrow \max$$

Чим більша повнота відновлення порушених земель, тим менша негативна дія робіт на довкілля [64]. Екологічна логістика відновлення порушених територій наведена на рис. 4.10.



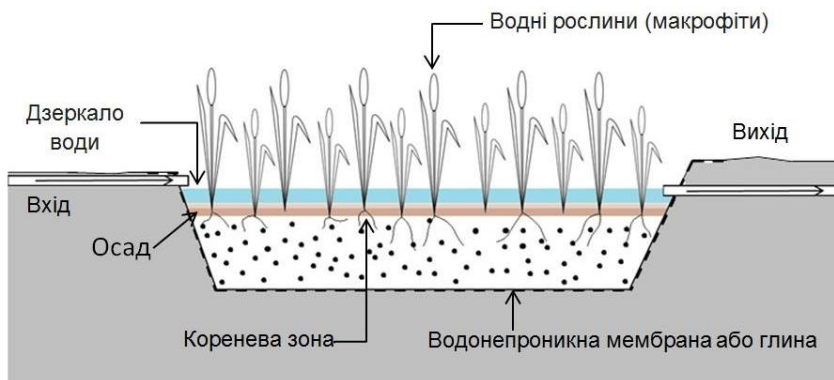
**Рисунок 4.10.** – Екологічна логістика відновлення порушених територій

Одним із засобів охорони довкілля в зоні впливу сміттєзвалищ є системи біоплато. Системи біоплато широко використовуються у всьому світі для очищення різноманітних стічних вод. Зокрема, у США досить широко використовуються системи очищення шахтних вод на плантаціях очерету [174]. Описані біоплато з очерету для очищення господарсько-побутових стічних вод в Нідерландах [165], Японії [174], Китаю [33], для очищення поверхневого стоку в Норвегії [162],

Австралії [180] і в інших країнах. Стійкість очерету до дії великих концентрацій забруднюючих речовин дозволила легко використовувати його також для очищення стічних вод свиноферм у Великобританії [172].

Загальновідомо, що водні рослини в водоймах виконують такі основні функції [152]: фільтрувальну (яка полягає в осіданні завислих речовин); поглинальну (біогенних елементів і органічних речовин); окислювальну (у процесі фотосинтезу збагачення води киснем); детоксикаційну (рослини здатні депонувати небезпечні речовини та перетворювати їх на безпечні); накопичувальну (здатність накопичувати деякі метали і органічні речовини, які важко розкладаються) [66].

Значні угруповання очерету звичайного (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) були виявлені у прибережній зоні фільтраційних водойм Львівського міського сміттєзвалища. У зв'язку із природним поширенням у межах впливу сміттєзвалища та вищезгаданими фільтрувальними властивостями води саме цей вид пропонується для використання у горизонтальній системі очищення. На рис. 4.11. зображено схему горизонтального біоплато для очищення фільтратів Львівського міського сміттєзвалища.



**Рисунок 4.11.** – Схема горизонтального біоплато для очищення фільтратів Львівського міського сміттєзвалища

В літературі наводяться приклади розрахунків біоплато з метою отримання води необхідної якості. Було показано, що ефективність видалення речовин в різних біоплато знижується таким чином: завислі речовини > БПК > азот > фосфор.

У загальному вигляді розрахунок біоплато для горизонтальних систем виглядає так [160]:

$$S = \frac{Q}{k \cdot \ln \frac{C_i - C^*}{C_e - C^*}};$$

де,  $S$  – площа біоплато, м<sup>2</sup>;

$Q$  – розхід стічних вод, м<sup>3</sup>/добу (для Львівського сміттєзвалища 70-300 м<sup>3</sup>/день (за Волошиним П., 2012);

$k$  – константа для розрахункового показника (БСК<sub>5</sub> – 0,09 м/добу; завислі речовини – 2,7 м/добу; заг. азот – 0,06 м/добу; орг. азот – 0,047 м/добу; заг. фосфати – 0,033 м/добу; нітрати – 0,096 м/добу; амоній сольовий – 0,049 м/добу) [160];

$C_i$  – початкова концентрація, мг/дм<sup>3</sup>;

$C_e$  – необхідна концентрація, мг/дм<sup>3</sup>;

$C^*$  – фонові концентрація, мг/дм<sup>3</sup>.

Розрахунок площі горизонтального біоплато при різних значеннях виділення фільтратів ( $Q$ ) Львівського міського сміттєзвалища наведені у таблицях 4.1.-4.3.

**Таблиця 4.1.**

Площа біоплато при продуктивності фільтратів  
 $Q = 70$  м<sup>3</sup>/день (мінімальний показник)

Речовина	$Q$ , м <sup>3</sup> /добу	$k$ , м/добу	$C_i$ , мг/дм <sup>3</sup>	$C_e$ , мг/дм <sup>3</sup>	$C^*$ , мг/дм <sup>3</sup>	$S$ , м <sup>2</sup>
Завислі речовини	70	2,7	46,2	15	12,8	9,53124512
Азот амонійний	70	0,06	76,1	30	0,16	1248,98237
Нітрати	70	0,096	158,3	45	16,2	456,826794
Фосфати	70	0,033	12,8	10	0	8592,77101
БСК <sub>5</sub>	70	0,09	186	10	0	266,074165
Амоній сольовий	70	0,049	92,3	38	0,18	1604,67845

Таблиця 4. 2.

Площа біоплато при продуктивності фільтратів  
 $Q=185 \text{ м}^3/\text{день}$  (середній показник)

Речовина	$Q$ , м <sup>3</sup> /добу	$k$ , м/добу	$C_i$ , мг/дм <sup>3</sup>	$C_e$ , мг/дм <sup>3</sup>	$C^*$ , мг/дм <sup>3</sup>	$S$ , м <sup>2</sup>
Завислі речовини	185	2,7	46,2	15	12,8	25,1897192
Азот амонійний	185	0,06	76,1	30	0,16	3300,88199
Нітрати	185	0,096	158,3	45	16,2	1207,32795
Фосфати	185	0,033	12,8	10	0	22709,4662
БСК <sub>5</sub>	185	0,09	186	10	0	703,196008
Амоній сольовий	185	0,049	92,3	38	0,18	4240,93591

Таблиця 4.3.

Площа біоплато при продуктивності фільтратів  
 $Q=300 \text{ м}^3/\text{день}$  (максимальний показник)

Речовина	$Q$ , м <sup>3</sup> /добу	$k$ , м/добу	$C_i$ , мг/дм <sup>3</sup>	$C_e$ , мг/дм <sup>3</sup>	$C^*$ , мг/дм <sup>3</sup>	$S$ , м <sup>2</sup>
Завислі речовини	300	2,7	46,2	15	12,8	40,84819336
Азот амонійний	300	0,06	76,1	30	0,16	5352,781605
Нітрати	300	0,096	158,3	45	16,2	1957,829115
Фосфати	300	0,033	12,8	10	0	36826,16147
БСК <sub>5</sub>	300	0,09	186	10	0	1140,317852
Амоній сольовий	300	0,049	92,3	38	0,18	6877,193362

Розрахункові площі біоплато при різній продуктивності виділення фільтратів наведені на рис. 4.12.

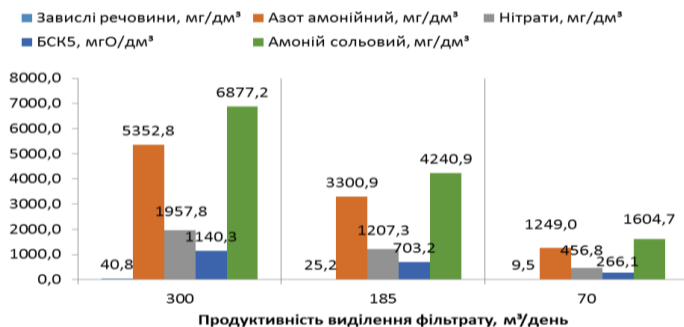


Рисунок 4.12. – Розрахункові площі біоплато при різній продуктивності виділення фільтратів, м<sup>2</sup>

Таким чином, при виділенні фільтратів максимальною продуктивністю  $300 \text{ м}^3/\text{день}$ , системи біоплато повинні мати максимальну площу  $6877,2 \text{ м}^2$  для знешкодження небезпечних речовин.

#### 4.4. Підвищення регіональної екологічної безпеки шляхом удосконалення логістичної системи поводження з відходами

Екологічна безпека людства напряму залежить від поводження із відходами. Якщо розвинені країни світу вже давно відмовилися від сміттєзвалищ (а побутові відходи переробляються), то в Україні найбільш поширеним способом поводження залишається складування на відкритій території. Про те, що побутові відходи, які накопичені у звалищах та полігонах спричиняють значне забруднення довкілля та знищення біоти опубліковано чимало наукових праць українських та закордонних вчених. Усі вони приходять до висновку, що єдиним та найбільш прийнятним способом поводження із відходами є переробка на заводах та використання їх у подальшому як вторинної сировини. В Україні спостерігається тенденція щорічного збільшення обсягів побутових відходів. Внаслідок збільшення об'ємів побутових відходів, відповідно, збільшується кількість сміттєзвалищ. Складування побутових відходів спричиняє зниження регіональної екологічної безпеки (рис. 4.13).



**Рисуюнок 4.13.** – Зниження регіональної екологічної безпеки внаслідок складування побутових відходів на сміттєзвалищах

Розробка та удосконалення існуючих логістичних підходів щодо поводження із побутовими відходами на регіональному рівні актуальні та відповідають вимогам «Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року». Науковці у роботі [2] чітко виокремили поняття екологічної безпеки регіону – це забезпечення відповідності наявних або прогнозованих екологічних умов території міжнародним стандартам якості довкілля [2]. Відповідно до визначення, процес складування сміття, який спостерігається у наших населених пунктах порушує екологічну рівновагу регіону та перешкоджає відновленню довкілля.

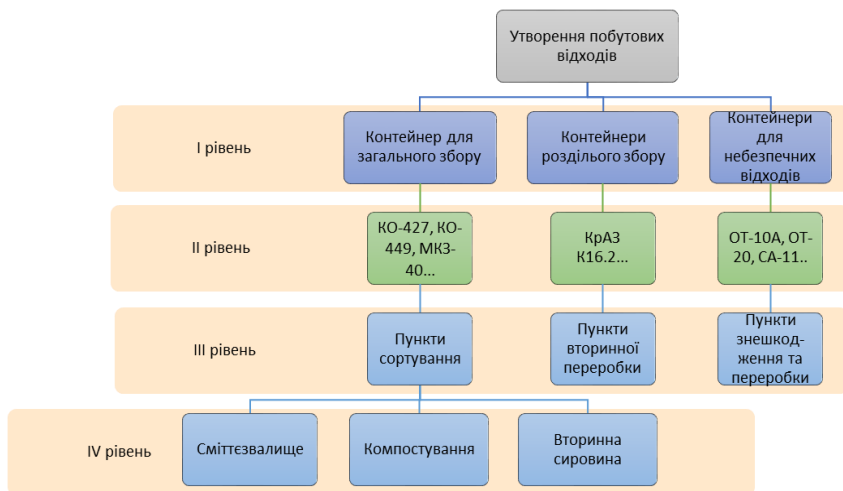
Головними завданнями регіонального стратегічного управління техногенно–екологічною безпекою в ринковій економіці є максимально ефективно використання механізмів правового, адміністративного та економічного регулювання небезпечних видів діяльності [17]. Автор у науковій праці [105] зауважує, що вирішення основних екологічних проблем неможливе без міжнародного співробітництва, що пов'язано з глобальними масштабами та транскордонним впливом надзвичайних ситуацій, в першу чергу через повітря та воду. Вказано на необхідність зближення законодавчих норм та формування узгодженого законодавства держав у галузі запобігання та ліквідації НС. У роботі [16] доведено новий метод оцінки рівня екологічної безпеки регіону за двома узагальнюючими показниками. В науковій праці [158] розширено і конкретизовано наукові основи управління екологічною безпекою регіонального рівня.

Слід зазначити такі спільні риси наукових досліджень: моніторинг зростання рівня екологічної безпеки найкраще фіксувати на регіональному рівні; неодмінною складовою оцінки екологічної безпеки регіону є міжнародне співробітництво; техногенна складова є визначальною у формуванні рівня екологічної безпеки. Зважаючи на вищесказане, підвищення регіональної екологічної безпеки

шляхом удосконалення логістичної системи поводження з відходами є актуальною проблемою сьогодення.

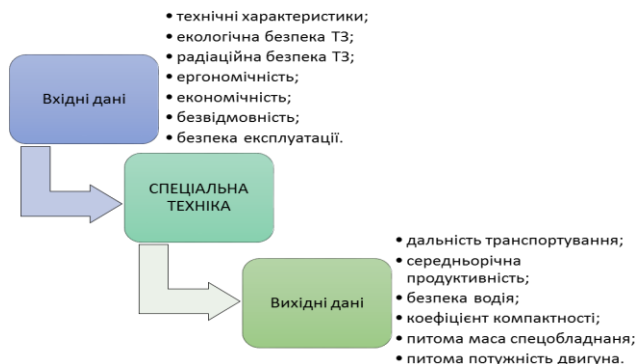
Регіональна екологічна логістична система повинна передбачати IV рівні. На першому рівні необхідно організувати збір побутових відходів у три типи контейнерів: I тип – контейнер для загального збирання відходів (харчові відходи); II тип – контейнери для роздільного збирання побутових відходів (папір, полімери, скло, текстиль); III тип – контейнери для збирання небезпечних відходів, які входять до складу твердих побутових (аккумуляторні батареї, люмінесцентні лампи, лакофарбові відходи). Другий рівень поводження із побутовими відходами повинен включати організацію експлуатації спеціальних транспортних засобів, які забезпечують транспортування відходів залежно від видів (I рівня). Контейнери для загального збору повинні обслуговувати звичайні сміттєвози (із боковим та заднім завантаженням), для роздільного – порталні та контейнерні сміттєвози, для небезпечних відходів у складі побутових – спеціальні транспортні засоби, які мають захищені кузов та кабіну для особового складу від випромінювань та гідроманіпулятор. Третій рівень поводження із побутовими відходами на регіональному рівні передбачає сортування (при загальному зборі), вторинну переробку (при роздільному зборі) та знешкодження (небезпечних відходів). Основною проблемою регіонів щодо дотримання умов запропонованого третього рівня є нестача вищенаведених установок. Четвертий рівень (заключний) передбачає захоронення побутових відходів (не токсичних) на сміттєзвалищах (не прийнятний захід, проте, найбільш традиційний в умовах сьогодення), компостування (харчові відходи, опале листя) та відправлення на повторну переробку (відходи, які потрапили до контейнера та були відсортовані на III рівні). Загальну схему підвищення ефективності екологічної логістичної системи поводження з відходами на регіональному рівні наведено на рис. 4.14.





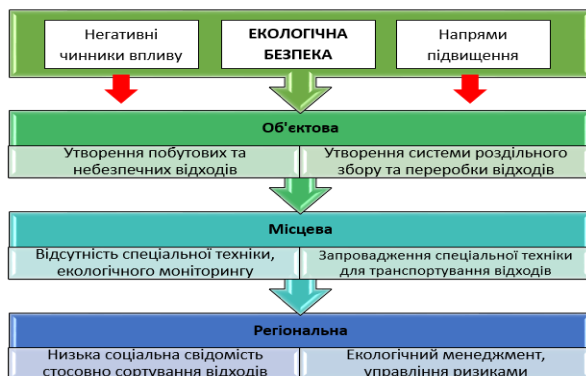
**Рисунок 4.14.** – Підвищення ефективності екологічної логістичної системи поводження з відходами (регіональний аспект)

Поряд із запропонованими заходами слід звернути увагу на експлуатаційні характеристики транспортних засобів, які є ключовою ланкою при поводженні із відходами. При виборі найбільш оптимального рухомого складу слід звернути увагу на першочергові вимоги, яких необхідно дотримуватись на «вході» до екологічної логістичної системи (тобто відповідність поставленим завданням): належні технічні характеристики, екологічна та радіаційна безпека, ергономічність, економічність, безвідмовність, безпека експлуатації. На «виході» із екологічної логістичної системи (тобто вимоги населення до ефективного збирання відходів спецтехнікою) транспортні засоби повинні мати високі показники: дальність транспортування; середньорічної продуктивності; безпеки водія; коефіцієнта компактності; питомої маси спецобладнання; питомої потужності двигуна. Загальні вимоги до спеціальної техніки, яка транспортує побутові та небезпечні відходи на «вході» та «виході» екологічної логістичної системи, наведено на рис. 4.15.



**Рисунок 4.15.** – Вимоги до спеціальної техніки, яка транспортує побутові та небезпечні відходи на «вході» та «виході» екологічної логістичної системи

У системі регіональної екологічної безпеки поводження із відходами чітко виділяються ієрархічні структурні підрозділи – місцева екологічна безпека та об'єктова екологічна безпека. Слід зауважити, що саме симбіоз цих двох складових визначають екологічну безпеку регіону. Причому, місцева та об'єктова складові екологічної безпеки мають практичне вирішення, а розглядаючи регіональну екологічну проблему поводження із відходами доходимо до висновків, що вона потребує теоретичного обґрунтування та вирішення (рис. 4.16).



**Рисунок 4.16.** – Чинники впливу та напрями підвищення регіональної екологічної безпеки

Таким чином, здійснивши аналіз підходів щодо поводження із побутовими відходами на регіональному рівні встановлено: вимоги до спеціальної техніки, яка транспортує побутові та небезпечні відходи на «вході» та «виході» екологічної логістичної системи повинні забезпечувати безпеку особовому складу, санітарно-епідеміологічну та екологічну безпеку; у системі регіональної екологічної безпеки поводження із відходами чітко виділяються ієрархічні структурні підрозділи – місцева екологічна безпека та об'єктова екологічна безпека.

#### 4.5. Вплив продуктів горіння сміттєзвалищ на організм людини та рослинність

Продукти горіння – речовини й агломерати, які утворюються в результаті горіння [194]. На сміттєзвалищах та полігонах ТПВ домінуючим видом відходу є полімерні матеріали. При нагріванні їх до температури 300-500°C відбувається їх займання. У період нагрівання та полум'яного горіння полімерів утворюються такі небезпечні речовини як фосген ( $\text{COCl}_2$ ), ціаністий водень ( $\text{HCN}$ ), сірководень ( $\text{H}_2\text{S}$ ), хлороводень ( $\text{HCl}$ ), сірчистий газ ( $\text{SO}_2$ ), чадний газ ( $\text{CO}$ ), вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ) та ін. Під час горіння та розкладання мінеральних добрив (аміачної, калієвої, кальцієвої селітри) та отрутохімікатів (гербіциди) утворюється велика кількість окисів азоту ( $\text{NO}$ ), аміаку ( $\text{NH}_3$ ), двоокису азоту ( $\text{NO}_2$ ) і інших газів [195]. В загальному перелік небезпечних речовин та сполук, що виділяються під час горіння окремих видів сміття, наведені у табл. 4.4.

Таблиця 4.4.

Перелік небезпечних речовин, які виділяються при горінні сміття

№ з/п	Морфологічний склад сміттєзвалища (розподіл згідно з [197])	Небезпечні речовини та сполуки, які виділяються при горінні
1	2	3
1.	Харчові відходи	акролеїн, чадний газ, вуглекислий газ, окиси азоту
2.	Папір та картон	акролеїн, синильна кислота

1	2	3
3.	Полімери	фосген, ціаністий водень, сірководень, хлороводень, сірчистий газ, чадний газ, вуглекислий газ, діоксид азоту, ціаністі сполуки, хлорангідридні кислоти, формальдегіди, фенол, бензол, аміак, ацетон, стирол, фтороводень
4.	Скло	кремнієві сполуки, кальцієві сполуки, їдкий натр, окиси свинцю і бору
5.	Чорні метали	окиси, перокиси, надперокиси, сульфід
6.	Кольорові метали	окиси, перокиси, надперокиси, (крім золота та платини, які не реагують із киснем), нітриди
7.	Текстиль	аміак, піридин, хінолін, ціаністі сполуки, сполуки які містять сірку; гази, які мають сильний гострий запах: альдегіди, кетони
8.	Деревина	формальдегід, ацетальдегід, фурфурол, смоляні кислоти, спирти, складні ефіри, кетони, феноли, аміни, піридин, окис вуглецю, акролеїн
9.	Небезпечні відходи (батареї, сухі та електролітичні акумулятори, тара від розчинників, фарб, ртутні лампи, телевізійні кінескопи)	кадмієві сполуки, сполуки ртуті, аміак, сполуки міді, сполуки цинку, сполуки кобальту
10.	Кістки, шкіра, гума	аміак, піридин, хінолін, синильна кислота, ціаністі сполуки, сірчистий ангідрид, сполуки які містять сірку; гази, які мають сильний гострий запах: альдегіди, кетони
11.	Залишок твердих побутових відходів після вилучення компонентів (дрібнобудівельне сміття, каміння, вуличний змет)	сірководень, сірчистий газ, чадний газ, вуглекислий газ, діоксид азоту, ціаністі сполуки, формальдегідні смоли

Токсичні компоненти шкідливих викидів сміттєзвалищ та полігонів ТПВ безпосередньо впливають на населення, тварин, рослинність, які знаходяться в безпосередній близькості від складування сміття і в фоновій зоні. На підставі численних епідеміологічних і токсикологічних досліджень встановлено, що вплив кожного з шкідливих компонентів веде до певних негативних наслідків. Чадний газ (час перебування в атмосфері 2-42 місяці) впливає на нервову систему, викликає непритомність, оскільки вступає в реакцію з гемоглобіном крові, заміщаючи кисень. Залежно від концентрації CO в повітрі і часу впливу ступінь ураження організму може істотно розрізнятися [196]. Зв'язаний гемоглобіном CO поступово виділяється в кров, яка у здорової людини очищується від CO на 50% кожні 3-4 год. Вплив CO на центральну нервову систему проявляється у зміні колірної чутливості очей. Максимально-разова ГДК цієї речовини в населених пунктах становить 3 мг/м<sup>3</sup>, в США – 10 мг/м<sup>3</sup> за 8 год дії.

На організм людини NO<sub>2</sub> діє як гострий подразник при концентрації 15 мг/м<sup>3</sup> і може викликати набряк легенів при концентрації 200-300 мг/м<sup>3</sup> Реагуючи з атмосферною вологою, оксиди азоту утворюють азотну кислоту, що викликає корозію металів, знищення рослинності і ін. Найбільшу небезпеку окиси азоту представляють як активний компонент при утворенні фотохімічного смогу. Максимально-разова концентрація оксидів азоту в атмосфері населених пунктів не повинна перевищувати 0,085 мг/м<sup>3</sup> [196].

Окиси сірки при малих концентраціях (0,001%) викликають подразнення дихальних шляхів, при концентрації 0,01% відбувається отруєння людей за декілька хвилин. Наявність в атмосфері сірчистих газів перешкоджає фотосинтезу рослин, несприятливо впливає на дихальні шляхи людини. При концентрації SO<sub>2</sub> в повітрі понад 0,9 мг/м<sup>3</sup> відбувається зміна процесів фотосинтезу рослин; через 5-10 днів хвоя сосни, ялини починає жовтіти і передчасно опадає.

Встановлено, що суміш SO<sub>2</sub> і CO при тривалому впливі викликає порушення генетичної функції організму. ГДК в робочій зоні становить 10 мг/м<sup>3</sup>.

Сполуки свинцю призводять до виникнення головного болю, втоми, порушення сну, ферментативної активності білків живих організмів. Середньодобова норма ГДК становить 0,0003 мг/м<sup>3</sup>. Свинець накопичується в організмі і може викликати важкі розлади нервової і кровоносної системи [196].

Численні небезпечні сполуки та речовини, які виділяються і розповсюджуються у довкілля при горінні сміття та їх вплив на людський організм та рослинність наведені у таблицях 4.5, 4.6.

Таблиця 4.5.

Вплив небезпечних сполук, які виділяються при горінні сміття, на організм людини

№ з/п	Небезпечна сполука	Дія на організм людини
1	2	3
1.	Фосген	Внаслідок набряку легень настає різке погіршення стану: частішає дихання, з'являються сильний кашель з виділенням пінистої мокроти, головний біль, часте дихання, посиніння губ, повік, носа, почастішання пульсу, біль в серці, слабкість і задуха. Температура тіла піднімається до 38-39 °С. Набряк легенів триває декілька днів і зазвичай призводить до смерті.
2.	Вуглекислий газ (диоксид вуглецю)	Викликає почастішання дихання і збільшення легеневої вентиляції, має судинорозширювальну дію, викликає зміну рН крові, також викликає підвищення рівня адреналіну.
3.	Чадний газ (окис вуглецю)	В результаті з'єднання з гемоглобіном крові, утворюється неактивний комплекс – карбоксигемоглобін, що викликає порушення надходження кисню до тканин організму.
4.	Аміак	Спричиняє сильну подразнюючу і обпікаючу дію на слизові оболонки. Викликає сльозотечу і біль в очах, задуху, сильні напади кашлю, запаморочення, блювоту, набряки голосових зв'язок і легенів.

1	2	3
5.	Хлороводень (хлористий водень)	Знижує можливість орієнтації людини: стикаючись з вологим очним яблуком, перетворюється в соляну кислоту. Викликає спазми дихання, запальні набряки і, як наслідок, порушення функції дихання.
6.	Синильна кислота (ціановодень, ціанистий водень)	Викликає порушення тканинного дихання внаслідок придушення діяльності залізовмісних ферментів, відповідальних за використання кисню в окислювальних процесах. Викликає параліч нервових центрів.
7.	Фтороводень (фтористий водень)	Викликає утворення виразок на слизових оболонках очей і дихальних шляхів, носові кровотечі, спазм гортані і бронхів, ураження ЦНС, печінки. Спостерігається серцево-судинна недостатність.
8.	Диоксид азоту	При попаданні в кров, утворюються нітрити та нітрати, які переводять оксигемоглобін в метгемоглобін, що викликає кисневу недостатність організму, обумовлену ураженням дихальних шляхів.
9.	Акролеїн (акриловий альдегід)	Легке запаморочення, припливи крові до голови, нудота, блювота, уповільнення пульсу, втрата свідомості, набряк легенів. Іноді відзначається сильне запаморочення і дезорієнтація.
10.	Сірчистий газ (диоксид сірки)	На вологій поверхні слизових оболонок послідовно перетворюється в сірчисту та сірчану кислоти. Викликає кашель, носові кровотечі, спазм бронхів, порушує обмінні процеси, сприяє утворенню метгемоглобіну в крові, діє на кровотворні органи.
11.	Сірководень	Подразнення очей і дихальних шляхів. Поява судом, втрата свідомості.

Таблиця 4.6.

Дія продуктів горіння сміття на рослинність

№ з/п	Небезпечна сполука	Характер ураження
1	2	3
1.	Цинк, мідь, кобальт	Рослини карликових розмірів, листя мале. Кінцівки листя пожовтілі, деформовані, відмираючі. У листяних породах дерев декілька разів за сезон з'являються шишки: білі → рожеві → жовті → зелені
2.	Сірчистий газ	Листя бурого забарвлення із жовтими та білими (некротичними) плямами

1	2	3
3.	Сполуки фтору	Некроз хвої та листя, який розповсюджується від їх кінців до основи. Колір плям – від білого та блідо-жовтого до буро-коричневого
4.	Хлористий водень	Листок оливкового кольору (при незначній концентрації) чи темно-коричневого (при сильній концентрації), коричнюваті краї
5.	Озон	Гальмування росту, зменшення розмірів, маси, на листі білі плями
6.	Окиси азоту	Кінці хвої червоно-бурого кольору, на листі темно-бурі і чорні плями

У результаті аналізу пожеж на сміттєзвалищах та впливу небезпечних продуктів горіння на довкілля та організм людини встановлено: в Україні трапляються значні пожежі на полігонах твердих побутових відходів та сміттєзвалищах, які тривають від декількох днів до декількох місяців; до гасіння сміття залучається велика кількість особового складу ДНС України, основних пожежних та спеціальних пожежних автомобілів; унаслідок горіння сміття у довкілля потрапляють такі небезпечні речовини та сполуки, як фосген, ціаністий водень, сірководень, хлороводень, сірчистий газ, чадний газ, вуглекислий газ, окиси азоту, аміаку, двоокис азоту та ін.; небезпечні сполуки, які виділяються при горінні сміттєзвалищ отруюють живі організми, згубно впливають на організм людини та рослинність; запобігти пожежам на сміттєзвалищах та полігонах твердих побутових відходів можна унаслідок проведення їх рекультивації та фітомеліорації.

#### **Висновки до розділу 4:**

1. Логістичні схеми транспортування небезпечних відходів у складі твердих побутових передбачають централізований та децентралізований підходи.
2. Відсутність сміттепереробних заводів, підприємств з утилізації небезпечних відходів у складі побутових та відсутність спеціальних транспортних засобів у сільській місцевості збільшують рівень регіональної екологічної безпеки.



3. Запропонована логістична система поводження із відходами у населених пунктах відображає вплив заходів з утилізації сміття на екологічну безпеку регіону.

4. Регіональна логістична система має передбачати чотири складові – екологічно безпечне контейнерне збирання, збирання побутових відходів у спеціально захищені транспортні засоби, ділянки сортування та переробки, складування та переробку (кінцевий).

5. Вимоги до спеціальної техніки, яка транспортує побутові та небезпечні відходи, на «вході» та «виході» екологічної логістичної системи повинні забезпечувати безпеку особовому складу, санітарно-епідеміологічну та екологічну безпеку.

Результати, наведені у цьому розділі, висвітлені в публікаціях [107, 120, 122].

## ВИСНОВКИ

У даній монографії представлено результати експериментальних досліджень та теоретичних узагальнень екологічно безпечного збору, транспортування та знешкодження твердих побутових відходів на регіональному рівні. Досліджено фактичний стан функціонування екологічних систем поводження із побутовими відходами на рівні сіл, селищ та приватних селянських домогосподарств. Встановлено, що у системі регіональної екологічної безпеки поводження із відходами виділяються ієрархічні структурні підрозділи – місцева екологічна безпека та об'єктова екологічна безпека. Слід зауважити, що саме симбіоз цих двох складових визначає екологічну безпеку регіону. Запропоновані заходи підвищення регіональної екологічної безпеки шляхом удосконалення логістичної системи поводження з відходами, яка повинна враховувати чотири ієрархічні рівні.

1. Рівень екологічної небезпеки побутових відходів зростає внаслідок низької соціальної та культурної поведінки людей та призводить до низького рівня використання вторинних ресурсів.

2. Внаслідок недосконалого відпрацювання механізмів щодо поводження із побутовими відходами, всі розпорядження та дії, які здійснюються на регіональному та місцевому рівнях, впроваджуються не в повній мірі. Наслідками таких дій є складування побутових відходів на сміттєзвалищах, що призводить до зниження рівня екологічної безпеки регіонів.

3. На прикладі Львівського міського сміттєзвалища встановлено, що найбільше токсичних компонентів накопичується у фільтрах, які утворюються біля підніжжя сміттєзвалищ. Вміст небезпечних речовин у водах зменшується на відстані 800 м та більше від підніжжя сміттєзвалищ. Обґрунтовано, що для зниження токсичності фільтратів в умовах раціональним є впровадження системи біоплато.

4. У відповідності до підходів щодо поводження із побутовими відходами на рівні села, селища та приватного селянського домогосподарства встановлені ієрархічні рівні: задовільний, ризикований, критичний. Необхідністю для населених пунктів є запровадження ефективного рухомого складу, сміттесортувальних ліній та заводів переробки відходів.

5. Найбільш вагомою складовою ланкою у екологічній системі поводження із відходами є залучення ефективного рухомого складу. Найкращі показники загальної експлуатаційно-технічної характеристики транспортних засобів для перевезення небезпечних відходів у складі побутових належать: за питомою масою спеціального обладнання спецавтомобілю – КрАЗ К16.2 – 0,4 т; за питомою потужністю двигуна – ОТ-20(ISUZU NQR 71P) – 30,7 кВт; за коефіцієнтом компактності – ОТ-20(ЗІЛ-433360) – 3,04. Найвищою є середньорічна продуктивність для ОТ-20(ЗІЛ-433360), яка становить 96780,2 т км/рік.

6. Вибираючи найбільш оптимальний рухомий склад слід звернути увагу на першочергові вимоги, яких необхідно дотримуватись на «вході» до екологічної логістичної системи (відповідність поставленим завданням): належні технічні характеристики, екологічна та радіаційна безпека, ергономічність, економічність, безвідмовність, безпека експлуатації. На «виході» із екологічної логістичної системи (вимоги населення до ефективного збирання відходів спецтехнікою) транспортні засоби повинні мати високі показники дальності транспортування; середньорічної продуктивності; безпеки водія; коефіцієнта компактності; питомої маси спецобладнання; питомої потужності двигуна.

7. Екологічна логістична система поводження із відходами на регіональному рівні повинна враховувати чотири рівні. На першому рівні необхідно організувати збір побутових відходів у три типи контейнерів: І тип – контейнер для

загального збирання відходів; II тип – контейнери для роздільного збирання побутових відходів; III тип – контейнери для збирання небезпечних відходів, які входять до складу твердих побутових. Другий рівень поводження із побутовими відходами повинен включати організацію експлуатації спеціальних транспортних засобів. Третій рівень поводження із побутовими відходами на регіональному рівні передбачає сортування, вторинну переробку та знешкодження небезпечних відходів, які виявлені у складі побутових. Основною проблемою регіонів щодо дотримання умов запропонованого третього рівня є брак вищенаведених установок. Четвертий рівень передбачає захоронення побутових відходів (не токсичних) на сміттєзвалищах, компостування (біогенні відходи) та відправлення на повторну переробку.

8. У системі регіональної екологічної безпеки поводження із відходами виділяються ієрархічні структурні підрозділи – місцева екологічна безпека та об'єктова екологічна безпека. Місцева та об'єктова складові екологічної безпеки мають практичне вирішення, а регіональна екологічна безпека поводження із відходами потребує теоретичного обґрунтування та вирішення.

9. Унаслідок горіння сміття у докільля потрапляють такі небезпечні речовини і сполуки як фосген, ціаністий водень, сірководень, хлороводень, сірчистий газ, чадний газ, вуглекислий газ, окиси азоту, аміаку, двоокис азоту та ін., які отруюють живі організми, згубно впливають на організм людини, рослинність.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамова М. В. Формування раціональної системи управління твердими побутовими відходами / М. В. Абрамова, І. Х. Османов // Вісник економічної науки України. – 2011. – № 2 (20). – С. 6-10.
2. Адаменко О. М., Зоріна Н. О. Стратегія регіональної екологічної безпеки Івано-Франківської області. Перший Всеукраїнський з'їзд екологів. (Ecology-2006). Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції, м. Вінниця, 4-7 жовтня 2006 року. С. 7.
3. Адміністративне право України: підруч.: У двох томах: Том 1. Загальна частина / Ред. колегія: В. Б. Авер'янов (голова). – К.: Вид-во «Юридична думка», 2004. – 584 с.
4. Адміністративне право: навч. посіб. / О. І. Остапенко, М. В. Ковалів, Р. В. Кісіль. – К.: Всеукр. асоціація видавців «Правова єдність», 2008. – 533 с.
5. Базельська конвенція про контроль за транскордонним перевезенням небезпечних відходів та їх видаленням: закон України від 22 березня 1989 року. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua).
6. Балюк Г. І. Проблеми удосконалення юридичної відповідальності за екологічні правопорушення в контексті сталого розвитку України // Вісник Київського нац.університету ім. Т.Шевченка. – 2007. – Випуск 74. – С. 7–10.
7. Баруздина Ю. П. Рециклинг отходов в Польше: положительная динамика / Ю. П. Баруздина // Тердые бытовые отходы. – 2014. – №4. – С. 50-54.
8. Березюк О. В. Огляд конструкцій машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів / Вісник машинобудування та транспорту №1, 2015. С. 3-8.
9. Березюк О. В. Структура машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів / Вісник машинобудування та транспорту №2, 2015. С. 3-7.].

10. Березюк О. В. Удосконалення математичної моделі концентрацій забруднювальних речовин у фільтраті полігонів твердих побутових відходів. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2016. № 4. 28-31.

11. Бінковська Г. В. Шляхи зменшення впливу відходів тваринництва на якість навколишнього середовища одеської області / Г. В. Бінковська, Т. П. Шаніна // Сучасний стан регіональних екологічних проблем та шляхи їх вирішення. – Матеріали Міжнародної наукової конференції молодих вчених. – Одеса: ОДЕКУ, 2014 – С. 29-30.

12. Благоустройство городов / [З. И. Александровская, Е. М. Букреев, Я. В. Медведев, Н. Н. Юскевич]. – М.: Стройиздат, 1984. – 341 с.

13. Бублик М. І. Механізм регулювання техногенних збитків промислових підприємств: логістика рециркулювання як інструмент його застосування / М. І. Бублик // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2012. – № 749 : Логістика. – С. 530–537.

14. Бучка А. В. Проблема електронних відходів та шляхи її вирішення в Україні / А.В. Бучка, Т.П. Шаніна // Сучасний стан регіональних екологічних проблем та шляхи їх вирішення. – Матеріали Міжнародної наукової конференції молодих вчених. – Одеса: ОДЕКУ, 2014. – С. 237-239.

15. Великанов Д. П. Эффективность автомобиля / Д. П. Великанов. «Транспорт». – 1969. – 240 с.

16. Ветрова Н. М. Управління екологічною безпекою рекреаційного регіону : автореф. дис. ... докт. техн. наук : спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / Ветрова Наталія Мусіївна. – Сімферополь, 2008. – 32 с.

17. Відоменко О. І. Економіко-екологічні аспекти техногенно-природної безпеки прикордонних регіонів (на прикладі західних областей України) : автореф. дис. ... канд. екон. наук : спец. 08.10.01 «Розміщення продуктивних сил і

регіональна економіка» / Відоменко Оксана Іванівна. – Київ, 2000. – 20 с.

18. Волошин П. Аналіз впливу Львівського сміттєзвалища на природне середовище. Вісник Львівського університету. Серія геологічна. 2012. Випуск 26. С. 139–147.

19. Вороніна Р. М. Логістика рециклінгу. Логістика: видавництво Національного університету" Львівська політехніка". №.623. 2008. С. 28-33.

20. Гаврилюк О. Органи публічного управління у сфері поводження з побутовими відходами / О. Гаврилюк // Підприємництво, господарство, право. 2017. № 2. С. 126-130.

21. Гайдін А. М., Дяків В. О., Погребенник В. Д., Пашук А. В. Хімічний склад фільтрату Львівського полігону твердих побутових відходів. Географія. №10, 2013. 43-49.

22. Генік Я. В. Еколого-біологічні основи відновлення ландшафтів, порушених звалищами та полігонами твердих побутових відходів / Я. В. Генік // Науковий вісник НЛТУ України. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.2. – С. 77-82.

23. Герелиця Р. О. Управління транспортною логістикою в сільськогосподарських підприємствах / Р. О. Герелиця, Н. Є. Герелиця // Всеукр. наук.-виробн. журнал «Інноваційна економіка». – Житомир, 2010. – С. 292 – 298.

24. Гетьман А. П. Організаційно-правовий механізм охорони навколишнього природного середовища / А. П. Гетьман // Проблеми законності: Збірник наукових праць. Національного університету імені Ярослава Мудрого. – 2014. – № 125. – С. 119-128.

25. Глобенко В. А. Організація виконання пошуково-рятувальних та інших невідкладних робіт за наслідками надзвичайної ситуації на полігоні твердих побутових відходів. Сучасний стан цивільного захисту України: перспективи та шляхи до Європейського простору: матеріали 18 Всеукраїнської науково-практичної конференції рятувальників. – Київ: ІДУЦЗ, 2016. С.343-344.

26. Голець Н. Ю. Вплив природних умов розташування Грибовицького сміттєзвалища на поширення забруднень у гідросфері / Н. Ю. Голець, Ю. О. Малик // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Хімія, технологія речовин та їх застосування : збірник наукових праць. – 2015. – № 812. – С. 287–291.

27. Голець Н. Ю. Дослідження матеріалів протифільтраційного екрана на сорбційні властивості / Н. Ю. Голець, Ю. О. Малик, З. С. Одноріг // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2007. – № 590 : Хімія, технологія речовин та їх застосування. – С. 221-224.

28. Голець Н.Ю., Мальований М.С., Малик Ю.О. Розрахунок класу небезпеки фільтрату Грибовицького полігону твердих побутових відходів. Вісник ЛДУ БЖД № 7, 2013. 219-224.

29. Горяинов А. Н. Транспортное обслуживание систем сбора бытовых отходов / А. Н. Горяинов, О.Е. Стариенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - № 1/3 (31). – 2008. – С. 34-37.

30. Гуменюк Г. Д. Поводження з відходами: вимоги Європейського Союзу і законодавства України / Г. Д. Гуменюк, Г. В. Войтюк // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2015. – № 3. – С.26-29.

31. Дергачова Л. В. Законодавче закріплення рециклінгу як необхідної новації у сфері поводження з відходами / Л. В. Дергачова // Конкурсна наукова робота. – 2011. – 30 с. <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/27379>.

32. Державний класифікатор України. Класифікатор відходів ДК 005-96 Наказ Держстандарту України від 29.02.1996 № 89. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sfs.gov.ua/zakonodavstvo/podatkove-zakonodavstvo/normativno-pravovi-akti-z-pitan-kpr/nakazi/61769.html>

33. Дин Яньхуа. Исследование образцового проекта системы очистки сточных вод на увлажненных землях с зарослями тростника //Chim. J. Environ. Sci. 1992. 13, N 2. P. 8-13.



34. Директива 2004/35 Європейського Парламенту та Ради «Про екологічну відповідальність за попередження та ліквідацію наслідків завданої навколишньому середовищу шкоди» від 21 квітня 2004 року.

35. Директива Європарламенту і Ради 2002/96/ЄС про відходи електричного й електронного обладнання» від 27 січня 2003 р.

36. Директива Європарламенту і Ради 94/62/ЄС від 20 грудня 1994 р. «Про упаковку і пакувальні відходи».

37. Директива про попередження важких аварій 2012/18 від 4 липня 2012 / Офіціальний вестник Європейського Союзу. – 39 с.

38. Дмитриев М.Т., Казнина Н.И., Пинигина И.А. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде. Справочник.- М: Химия, 1989.

39. Довідка про результати здійснення державного нагляду (контролю) за 2016 рік) / Офіційний сайт Державної екологічної інспекції України. 9 лютого 2017 року. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dei.gov.ua/menu-3/2011-12-19-07-30-27/zv2016/3553-pro-rezultati-zdijsnennya-derzhavnogo-naglyadu-kontrolyu-za-2016-rik.html>

40. Додин Е. В. Доказывание в административно-юрисдикционной деятельности органов внутренних дел: учеб. пособ. / Е. В. Додин. – К., НИиРИО КВШ МВД, 1985. – 132 с.

41. ДСТУ 2156-93. «Безпечність промислових підприємств. Терміни та визначення».

42. ДСТУ 2195-99 (ГОСТ 17.9.0.2-99) «Охорона природи. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходу. Склад, вміст, виклад і правила внесення змін. Міждержавний стандарт». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://document.ua/ohorona-prirodi\\_povodzhennja-z-vidhodami\\_tehnichnij\\_paspor\\_nor11387.html](http://document.ua/ohorona-prirodi_povodzhennja-z-vidhodami_tehnichnij_paspor_nor11387.html)

43. Европейская практика обращения с отходами: проблемы решения перспективы. – СПб: - 2005. – 73 с.

44. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / [В. Ю. Ільченко, П. І. Карасьов, А. С. Лімонт та ін.]; за ред. В. Ю. Ільченка . – К. : вид-во «Урожай», 1993. – 288 с.

45. Єсімов С. С. Правові підстави застосування адміністративних стягнень / С. С. Єсімов // Вісник Дніпропетровського ун-ту імені Альфреда Нобеля. серія «юридичні науки». – 2013. – № 1 (4). – С.5-9.

46. Єсімов С.С. Формування єдиного інформаційного простору в діяльності державних органів України / С.С. Єсімов // Вісник Національного ун-ту «Львівська політехніка»: юридичні науки. 2015. № 813. С. 48–53.

47. Закон США "Про відновлення та збереження ресурсів" (Resource Conservation & Recovery Act (RCRA) / USA Code, 2006 edition, Title 40, Chapter 115 // National Archives and Records Administration Office of the Federal Register. – Washington D.C., 2006. – 1154 p.

48. Закон України «Про благоустрій населених пунктів» від 6 вересня 2005 року № 2807-IV (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2005, N 49, ст.517).

49. Закон України «Про відходи» від 5 березня 1998 р., №187/98-ВР.

50. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24 лютого 1994 року № 4004-ХІІ.

51. Закон України «Про металобрухт» від 5 травня 1999 року № 619-ХІV (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1999, N 25, ст.212).

52. Закон України «Про місцеве самоврядування в Україні» від 21 травня 1997 року № 280/97-ВР (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1997, № 24, ст.170).

53. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25 червня 1991 року № 1264-ХІІ (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1991, № 41, ст.546).

54. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» №2818-VI від 21 грудня 2010 року. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2011, № 26, – С. 218.

55. Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами» від 30 червня 1995 року № 255/95-ВР (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1995, N 27, ст.198).

56. Закон України «Про приєднання України до Базельської конвенції про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх видаленням». – Київ, 1 липня 1999 року, № 803-XIV.

57. Закон України від 06.04.2000 р. №1644 “Про перевезення небезпечних вантажів”.

58. Законодавство європейського союзу у сфері охорони навколишнього середовища: навч. посіб. / [Ю. С. Голік, А. В. Войтенко, О. Е. Ілляш та ін.]. – Полтава: Вир. "Оріяна", 2009. – С. 106 – 146.

59. Закону України від 02.03.2000 р. №1511 «Про приєднання України до Європейської Угоди про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ДОПНВ).

60. Збірник нормативно-правових актів Європейського Союзу у сфері охорони навколишнього середовища. – Львів: Екоправо-Львів, 2004. – 192 с.

61. Зерук В. А. Аналіз нормативно-правової бази реалізації політики поводження з відходами в Україні./ В. А. Зерук // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – К.: НТУ – 2013. – Вип. 12. – С. 276-288.

62. Зуєв В. А. Проблеми та перспективи розвитку господарсько-правового регулювання поводження з відходами в Україні / В. А. Зуєв // Право та інноваційне суспільство. – 2014. – № 1 (2). – С. 44-52.

63. Іщенко В. А. Поводження з небезпечними компонентами побутових відходів у Вінницькій області / [Електрон. ресурс.]. – Режим доступу:

[https://www.researchgate.net/publication/319528404\\_POVODZENN\\_A\\_Z\\_NEBEZPECNIMI\\_KOMPONENTAMI\\_POBUTOVIN\\_VIDN\\_ODIV\\_U\\_VINNICKIJ\\_OBLASTI](https://www.researchgate.net/publication/319528404_POVODZENN_A_Z_NEBEZPECNIMI_KOMPONENTAMI_POBUTOVIN_VIDN_ODIV_U_VINNICKIJ_OBLASTI).

64. Картавий А. Г. Аналітична модель розробки логістичної системи в програмах поводження з відходами. Вісник Національного транспортного університету. 2011. № 23. С. 124-130.

65. Картавий А. Г., Смешек М., Хрутьба В. О. Визначення задач логістичного управління інтеграцією проектів в регіональних програмах поводження з відходами. Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". 2012. Випуск № 37. С. 128-133.

66. КНД 211.1.0.009-94. Гідросфера. Відбір проб для визначення складу і властивостей стічних і технологічних вод.

67. КНД 211.1.4.023-95. Методика фотометричного визначення нітрит-іонів з реактивом Грісса в поверхневих та очищених стічних водах.

68. КНД 211.1.4.027-95. Методика фотометричного визначення нітратів з саліциловою кислотою в поверхневих та біологічно очищених водах.

69. КНД 211.1.4.030-95. Методика фотометричного визначення амоній-іонів з реактивом Неслера в стічних водах.

70. КНД 211.1.4.034-95. Методика фотометричного визначення загального заліза в поверхневих та стічних водах.

71. КНД 211.1.4.039. Методика гравіметричного визначення завислих (суспензованих) речовин в природних та стічних водах.

72. КНД 211.1.4.042-95. Методика гравіметричного визначення сухого залишку (розчинних речовин) в природних та стічних водах.

73. Книш В. І. Особливості адміністративної відповідальності за вчинення правопорушень у галузі охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання природних ресурсів / В. І. Книш // Право і безпека. – 2011. – № 1 (38). – С. 68-71.

74. Койнова І. Б. Геоекологічні наслідки роботи комунального господарства в басейні річки Західний Буг. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. № 3-4, 2015. 96-102.

75. Концепція Загальнодержавної програми поводження з відходами на 2013-2020 роки: розпорядженням Кабінету Міністрів України від 02.01.2013 № 22-р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/22-2013-%D1%80#n9>

76. Корнеєв Ю. В. Юридична відповідальність за екологічні правопорушення / Ю. В. Корнеєв, М. В. Садовський // Юридичний вісник. Повітряне і космічне право. – 2015. – № 1 (34). – С. 13-17.

77. Корнієнко І. В. Стан і напрями розв'язування проблеми утилізації екологічно-небезпечних побутових відходів / І. В. Корнієнко, А. І. Кошма // Чернігівський науковий часопис. Серія 2, Техніка і природа : електронний збірник наукових праць. – Чернігів : ЧДІЕУ, 2012. – № 1(3). – С. 122-127.

78. Коротаев В. Н. Оптимизация региональной схемы транспортирования отходов потребления с целью окончательного размещения / В. Н. Коротаев, С. В. Чечкин, И. Б. Стафейчук // «Транспорт Урала». Научно-технический журнал. – 2004. – №3. – С. 24-30.

79. Корпан Р. В. Логістика в системі екологічного менеджменту. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Логістика. 2004. №6. С. 67-76.

80. Костицький В. В. Десять тез про юридичну відповідальність за екологічні правопорушення (Третя «опора» міжнародно-правового екологічного імперативу) / В. В. Костицький. – 37 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kostytsky.com.ua/upload/doc/vidp.pdf>

81. Лазор О. Я. Екологічна експертиза: теорія, методологія, практика / О. Я. Лазор. – Львів: Ліга-Прес, 2002. – 364 с.

82. Лейст О.Э. Санкции и ответственность по советскому праву (теоретические проблемы) / О. Э. Лейст. – М.: Госюриздат, 1962. – 216 с.

83. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. - М.: Химия, 1984.

84. Льовін А. Відповідальність за правомірну діяльність в європейському міжнародному праві / А. Льовін, Д. Чорнобай // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Міжнародні відносини. – 2012. – №38/39. – С. 116-118.

85. Мальований М. С. Тверді побутові відходи м. Львова та їх вплив на довкілля / М. С. Мальований, О. Я. Голодовська, М. І. Пастернак // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2011. – № 700 : Хімія, технологія речовин та їх застосування. – С. 250-252 .

86. Мальований М., Бойчишин Л., Жук В., Горбач В., Решетняк О., Серета А., Слюсар В. Двостадійна аеробно-реагентна технологія очищення інфільтратів сміттєзвалищ. Сталий розвиток – стан та перспективи: Матеріали Міжнародного наукового симпозиуму SDEV'2018 (28 лютого - 3 березня 2018 року, Львів-Славське, Україна). – Львів, 2018. 147-150.

87. Матейчик В. П., Смешек М., Хрутьба В. О. Застосування логістичних підходів в системі поводження з відходами автотранспортного підприємства. Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. 2011. Вип. 8. С. 139-144.

88. МВВ № 081/12-0116-03. Методика виконання вимірювань масової частки нафтопродуктів гравіметричним методом.

89. Методика выбора рациональной схемы при доставке твердых бытовых отходов / [А. В. Павленко, В. Н. Нефёдов, Д. А. Музылёв, Р. Н. Гришаточкин]. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - № 6/3 (60). – 2012. – С. 8-11.

90. Міщенко В.С. Організаційно-економічний механізм поводження з відходами в Україні та шляхи його вдосконалення / В.С. Міщенко, Г.П. Виговська // – К.: Наукова думка, 2009. – 294 с.

91. Моделирование процесса эксплуатации машин для сбора и вывоза твердых бытовых отходов / [А. С. Носенко, Р. В. Каргин, Е. А. Шемшур, М. С. Алтунина]. международную научно-практическую Интернет-конференцию «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании-2012» (18-27 декабря 2012 г.). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/december-2012>.

92. Мороз О. І. Аналіз перспектив аеробного очищення інфільтратів сміттєзвалищ та полігонів твердих побутових відходів / О. І. Мороз, М. С. Мальований, В. М. Жук, В. Т. Слюсар, А. С. Серета, С. Б. Мараховська, О. В. Стокалюк, Н. Ю. Черномаз // Науковий вісник НЛТУ України. – 2017. – Вип. 27(3). – С. 83–88.

93. Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 16.02.2010 № 39 «Методичні рекомендації з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів».

94. Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 07.06.2010 № 176 «Методичні рекомендації з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації побутових відходів».

95. Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 01.12.2010 № 435 «Правила експлуатації полігонів побутових відходів».

96. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.08.2011 року № 133 «Методика роздільного збирання побутових відходів».

97. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 04.05.2012 № 196 «Правила експлуатації об'єктів поводження з побутовими відходами».

98. Наказ Міністерства транспорту та зв'язку "Про затвердження Експлуатаційних норм середнього ресурсу пневматичних шин колісних транспортних засобів і спеціальних машин, виконаних на колісних шасі" від 20.05.2006 № 488.

99. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2007 році.

100. Національна екологічна політика України: оцінка і стратегія розвитку // Документ, підготовлений в рамках проекту ПРООН / ГЕФ «Оцінка національного потенціалу в сфері глобального екологічного управління в Україні». – К., 2007. – 185 с.

101. Нечитайленко В. А. Деякі шляхи вдосконалення законодавства про адміністративну відповідальність за екологічні правопорушення / В. А. Нечитайленко // Юридичний електронний науковий журнал. – 2015. – № 6. – С. 138-141.

102. Остапенко О. І. Адміністративна деліктологія: соціально-правовий феномен і перспективи розвитку / О. І. Остапенко. – Львів, Львів. ін-т внутр. справ, 1995. – 312 с.

103. Остапик Я. / Правові підстави відшкодування моральної шкоди за порушення права на безпечне для життя та здоров'я довкілля / Я. Остапик // Журнал «Екологія. Право. Людина». – № 4-5 (34-35). Львів. – 2007. – С.68.

104. Пиць В. М. Адміністративно-правові засади забезпечення екологічного правопорядку : автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата юридичних наук : 12.00.07 – адміністративне право і процес; фінансове право; інформаційне право / В. М. Пиць. – Львів, 2015. – 21 с.



105. Підкамінний І. М. Регіональні аспекти техногенно-екологічної безпеки населення України : автореф. дис. ... канд. екон. наук : спец. 08.10.01 «Розміщення продуктивних сил і регіональна економіка» / Підкамінний Ігор Миколайович. – Київ, 2000. – 20 с.

106. Попович В. В., Волощишин А. І., Попович Н. П. Теоретичні та практичні аспекти екологічної логістики відходів. *Матер. III Круглого столу «Стратегія екологічної безпеки України: соціально-економічний та правовий вимір»*, 11 травня 2018 р. Львів: «Посвіт», 2018. С. 57-61.

107. Попович В. В., Попович Н. П., Бучковський А. І. Логістична система транспортування небезпечних відходів в умовах міста. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2013. №8. С. 166-171.

108. Попович В. В., Попович Н. П., Кравчук М. М. Критерії вибору транспортних засобів для перевезення небезпечних (радіоактивних) відходів. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2014. Вип. 24.1. С. 171-177.

109. Попович В. В., Придатко О. В., Сичевський М. І., Попович Н. П., Панасюк М. А. Ефективність експлуатації сміттевозів у середовищі "місто – сміттєзвалище". *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2017. Вип. 27(10). С. 73–76.

110. Попович Н. Нормативно-правовое обеспечение деятельности органов государственной санитарно-эпидемиологической службы в сфере обращения с отходами. *Legea si viata: publicatie stiintifico-practica*. 2017. № 5/2(305). P. 103-106.

111. Попович Н. П. Адміністративна відповідальність за порушення законодавства про екологічну експертизу. *Науковий вісник Львівського державного університету внутрішніх справ*. 2016. Вип. 3. С. 204-213.

112. Попович Н. П. Аналіз нормативно-правових актів у сфері поводження із побутовими відходами в Україні. *Зб. тез доп. XIV Міжнар. наук.-практ. конф. «Проблеми екологічної безпеки»*, 12-14 жовтня 2016 р. Кременчук: КрНУ, 2016. С. 90.

113. Попович Н. П. Аналіз нормативно-правових актів, які регулюють порядок експлуатації полігонів твердих побутових відходів. *Матер. V Міжнар. наук.-практ. конф. «Суспільні науки: невирішені питання»*, 22 квітня 2017 р. Краматорськ: «Універсум», 2017. С. 131-133.

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

115. Попович Н. П. Зміст нормативно-правових актів у сфері поводження із відходами. *Proceedings of 1st International Scientific Conference «New Horizons: Achievements of Various Branches of Science»*. Morrisville: Lulu Press., 2016. С. 15.

116. Попович Н. П. Особливості нормативно-правового регулювання поводження із небезпечними відходами. *Матер. I Міжнар. наук.-практ. конф. студ. та молодих вч. «Перші кроки в науку»*, 26 січня 2017 р. Краматорськ: «Унівесум», 2017. С. 96-98.

117. Попович Н. П. Поняття та зміст адміністративно-юрисдикційної діяльності у сфері поводження з відходами. *Порівняльно-аналітичне право*. 2017. №1. С. 182-186.

118. Попович Н. П. Поняття та особливості юридичної відповідальності за порушення законодавства про поводження з відходами. *Науковий вісник Львівського державного університету внутрішніх справ*. 2016. Вип. 4. С. 131-140.

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

120. Попович Н. П., Мальований М. С., Попович В. В. Екологічна логістика поводження із відходами у селах, селищах та селянських домогосподарствах. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2018. №17. С.102-110.

121. Попович Н. П., Мальований М. С., Попович В. В. Ефективність експлуатації спеціальної техніки для транспортування небезпечних відходів у складі побутових. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2018. Т. 28, №3. С. 111-116.

122. Попович Н. П., Мальований М. С., Попович В. В. Підвищення регіональної екологічної безпеки шляхом удосконалення логістичної системи поводження з відходами. *Науково-практичний журнал: «Екологічні науки»*. 2018. №1(20), Т.2, С.11-14.

123. Постанова Кабінету Міністрів України № 915 від 26 липня 2001 року «Про впровадження системи збирання, сортування, транспортування, переробки та утилізації відходів як вторинної сировини».

124. Постанова Кабінету Міністрів України від 10.12.2008 р. №1070 «Про затвердження Правил надання послуг з вивезення побутових відходів».

125. Постанова Кабінету Міністрів України від 13 липня 2000 р. № 1120 «Про затвердження Положення про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією / видаленням і Жовтого та Зеленого переліків відходів».

126. Постанова Кабінету Міністрів України від 13.07.2016 № 446 «Про затвердження Ліцензійних умов провадження господарської діяльності з поводження з небезпечними відходами». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/446-2016-%D0%BF>

127. Постанова Кабінету Міністрів України від 16 листопада 2011 р. № 1173 «Питання надання послуг з вивезення побутових відходів».

128. Постанова Кабінету Міністрів України від 21.01.2015 № 32 «Про затвердження Положення про Міністерство екології та природних ресурсів України». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/32-2015-%D0%BF>

129. Постанова Кабінету Міністрів України від 26 липня 2001 р. № 915 «Про впровадження системи збирання, заготівлі та утилізації відходів як вторинної сировини».

130. Постанова Кабінету Міністрів України від 3 вересня 2012 р. № 843 «Деякі питання заготівлі та утилізації відходів, що утворюються внаслідок втрати транспортними засобами своїх споживчих властивостей».

131. Постанова Кабінету Міністрів України від 3 серпня 1998 р. № 1216 «Про затвердження Порядку ведення реєстру місць видалення відходів».

132. Постанова Кабінету Міністрів України від 3 серпня 1998 р. № 1217 «Про затвердження Порядку виявлення та обліку безхазяйних відходів».

133. Постанова Кабінету Міністрів України від 3 серпня 1998 р. № 1218 «Про затвердження Порядку розроблення, затвердження і перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів».

134. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України у сфері поводження з відходами: Закон України від 21.01.2010 № 1825-VI // Відомості Верховної Ради. 2010. № 10. Ст. 107.

135. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо вдосконалення механізму правового регулювання та посилення відповідальності у сфері поводження з відходами: Закон України 02.10. 2012 № 5402-VI // Відомості Верховної Ради. 2013. № 40. Ст. 539.

136. Про затвердження Порядку подання декларації про відходи та її форми: постанова Кабінету Міністрів України від

18.02.2016 № 118. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/118-2016-%D0%BF>

137. Про основи національної безпеки України : закон України від 19 червня 2003 року N 964–IV // Відомості Верховної Ради України від 26.09.2003. – 2003 р. – № 39. – стаття 351.

138. Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року. Кабінет Міністрів України; Розпорядження, Стратегія від 08.11.2017 № 820-р.

139. Проблеми державного регулювання у сфері поводження з відходами та шляхи їх вирішення. Аналітична записка. Національний інститут стратегічних досліджень. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/1386/>

140. Протокол про відповідальність і компенсацію за шкodu, заподіяну в результаті транскордонного перевезення небезпечних відходів та їхнього видалення (ратифікований Законом № 1672-VI (1672-17) від 22.10.2009 р.).

141. Процик О. П. Аналіз ефективності роботи сміттєвозів / О. П. Процик, О. Я. Коцюк // Вісник КДПУ. – 2006. - Випуск 6(41). - Ч. 1. – С. 52-54.

142. Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 года. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995\\_455](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995_455)

143. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 3 січня 2013 р. № 22-р «Про схвалення Концепції Загальнодержавної програми поводження з відходами на 2013-2020 роки».

144. Самощенко И.С., Сущность юридической ответственности в советском обществе / Самощенко И.С., Фарукшин М.Х. – М.: Знание, 1974. – 44 с.

145. Семененко, І. С. Проблема твердих побутових відходів та її регіональні аспекти / І. С. Семененко, О. В.

Супруненко // Науковий вісник Ужгородського університету : Серія: Економіка. – Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2011. – Вип. 32. – С. 50–55.

146. Системи поводження з твердими побутовими відходами в українських містах, роль міського населення в роздільному збиранні сміття та рекомендації для органів місцевого самоврядування. – Київ: ПРООН/МПВСР, 2011. – 48 с.

147. Скороход І. С. Роль логістики в забезпеченні екобезпечного розвитку регіону / І. С. Скороход, Н. Г. Ребрина // Науковий журнал «Логістика: теорія та практика» Луцького національного технічного університету. – 2011. – №1. – С. 105-110.

148. Скрит Н. В. Система органічного землеробства як основа отримання екологічно чистої продукції / Н. В. Скрит // Сучасний стан регіональних екологічних проблем та шляхи їх вирішення. – Матеріали Міжнародної наукової конференції молодих вчених. – Одеса: ОДЕКУ, 2014 – С. 237-239.

149. Смирнов І. Г. Логістика муніципальних послуг: міжнародний вимір. Продуктивні сили і регіональна економіка. №1. 2008. С. 232-239.

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

151. Технологические и организационные аспекты обращения с радиоактивными отходами. Серия учебных курсов. МАГАТЭ. – Вена, 2005. – № 27. – 220 с.

152. Тимофеева С.С. Биотехнология обезвреживания сточных вод // Хим. и технол. Воды. 1995. 17, № 5. С. 525-532.

153. Указ Президента України від 12.01.2015 № 5/2015 «Про Стратегію сталого розвитку «Україна – 2020». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5/2015>.

154. Фесіна Ю. Г. Оптимізація логістичного ланцюга поводження з твердими побутовими відходами / Ю. Г. Фесіна //

Науковий журнал «Логістика: теорія та практика» Луцького національного технічного університету. – 2011. – №1.– С. 110-126.

155. Харламова О. В. Антропоцентричний підхід в управлінні екологічною безпекою на регіональному рівні / О. В. Харламова // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. - 2014. - № 2. - С. 142-149.

156. Хрутьба В. О. Передумови формування інтегральної системної методології управління проектами поводження з відходами. Вісник Національного транспортного університету. 2011. Вип. 23. С.101-108.

157. Черп О.М., Винниченко В.Н. Проблема твёрдых бытовых отходов: комплексный подход. Глава1. – Москва: Эколайн, 1996.

158. Шмандій В. М. Управління екологічною безпекою на регіональному рівні (теоретичні та практичні аспекти) : дис. ... докт. техн. наук : 21.06.01 «Екологічна безпека» / Володимир Михайлович Шмандій. – Харків, 2003. – 356 с.

159. Шмарин А. А. Методика экономического обоснования перехода на новый тип транспорта для вывоза муниципальных отходов / А. А. Шмарин, А. П. Шмарин // Проблемы экономики и менеджмента. -№ 6 (22). – 2013. – С. 69-72.

160. Щеголькова Н.М., Диас В., Криксунов Е.А., Рыбка К.Ю. (2014). Применение фито-систем для очистки сточных вод в России. *Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение*. 5. 20-31.

161. Юрескул В. О. Правове регулювання поводження з побутовими відходами в Україні: автореф. дис. ... канд. юрид. наук: спец.: 12.00.06 «Земельне право; аграрне право; екологічне право; природоресурсне право» / В. О. Юрескул. – К.: 2008. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_low/cgiirbis\\_64.exe?...2...1](http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_low/cgiirbis_64.exe?...2...1)

162. Blankenberg A.-G.B., Braskerud B.C. «LIERDAMMEN» – a wetland testfield in Norway. Retention of nutrients, pesticides and sediments from a agriculture runoff: Diffuse Pollut. Conf., Dublin, 2003.

163. Christensen T. H., Kjeldsen P., Bjerg P. L., Jensen D. L., Christensen J. B., Baun A., Albrechtsen H.-J., Heron G. (2001). Biogeochemistry of landfill leachate plumes. *Applied Geochemistry*. 16 (7-8). 659-718. [https://doi.org/10.1016/S0883-2927\(00\)00082-2](https://doi.org/10.1016/S0883-2927(00)00082-2)

164. Deng Y., Englehardt J. D. (2006). Treatment of landfill leachate by the Fenton process. *Water Research*. 40(20). 3683-3694. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2006.08.009>

165. Dunbabin J.S., Bowner K.H. Potential use of constructed wetlands for treatment of industrial wastewaters containing metals // *Sci. Total. Environ.* 1992. 111, N 2/3. P. 56-60.

166. Environment and health. World Health Organization. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/healthtopics/environment-and-health>

167. Environmental benefits of recycling – 2010 // [http://www.wrap.org.uk/wrap\\_corporate/publications/benefitsrecycling.html](http://www.wrap.org.uk/wrap_corporate/publications/benefitsrecycling.html).

168. Environmental benefits of recycling/ Published by: Department of Environment, Climate Change and Water NSW// DECCW 2010/58, ISBN 978 1 74232 530 9/ June 2010. – p.26.

169. European Commission Communication: EUROPE 2020 – A strategy for smart, sustainable and inclusive growth (March 2010). – p.9// <http://www.socialjustice.ie/sites/default/files/file/EU/2010%20%20EU2020%20Strategy%20Full%20Text.pdf>

170. Fytanidis D. K., Voudrias E. A. (2014). Numerical simulation of landfill aeration using computational fluid dynamics. *Waste Management*. 34 (4). 804-816. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.01.008>



171. Gleichman-Verheyc E.G., Putten W.H., Vander L. Alvalwaterzuvering met helofytenfilters, een aalbaarheidsstudie // Tijdschr. watervoorz. en. afvalwater. 1992. 25, N 3. P. 56-60.

172. Hadlington Simon. An interestind reed // Chem. Brit. 1991. 27, N 4. P. 229.

173. Heavey M. (2003). Low-cost treatment of landfill leachate using peat. *Waste Management*. 23 (5). 447-454. [https://doi.org/10.1016/S0956-053X\(03\)00064-3](https://doi.org/10.1016/S0956-053X(03)00064-3)

174. Hosokova Yasuschi, Miyoshi Eiich, Fukukawa Keita. Характеристика процесса очистки прибрежных вод тростниковыми зарослями // Rept. Part and Harbour. Res. Inat. 1991. 30, N 11. P. 206-257.

175. IDC: в 2012 году продажи компьютеров снизились на 3,2% [Электронный ресурс] / ИТС – ведущий украинский информационный ресурс об ИТ – Режим доступа: <http://itc.ua/news/idc-v-2012-goduprodazhi-kompyuterov-snizilis-na-3-2>

176. International atomic energy agency, Underground Disposal of Radioactive Wastes: Basic Guidance, Safety Series No. 54, IAEA, Vienna (1970).

177. International Data Corporation [Электронный ресурс] / Ведущий поставщик информации и консультационных услуг – Режим доступа: <http://idcukraine.com/ru>

178. Kulikowska D., Klimiuk E. (2008). The effect of landfill age on municipal leachate composition. *Bioresource Technology*. 99(13). 5981-5985. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.10.015>

179. LIFE Focus / LIFE and waste recycling: Innovative waste management options in Europe//Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. – 2007 – 60p. – ISBN 978-92-79-07397-7 – ISSN 1725-5619 – p.24-26. <http://ec.europa.eu/environment/life/publications/lifepublications/lifefocus/env.htm>

180. Lloyd S.D., Fletcher T.D., Wong T.H.F., Wootton R.M. (Australia). Assessment of Pollutant Removal Performance in a

Bio-filtration System: Preliminary Results, and South Pacific Stormwater Conf.; Rain the Forgotten Resource, 27-29 June 2001, Auckland, New Zealand. — P. 20-30.

181. Mor S., Ravindra K., Dahiya R. P., Chandra A. (2006). Leachate Characterization and Assessment of Groundwater Pollution Near Municipal Solid Waste Landfill Site. *Environmental Monitoring and Assessment*. 118 (1–3). 435–456. <https://doi.org/10.1007/s10661-006-1505-7>

182. Municipal Solid Waste (MSW) in the United States: Facts and Figures [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.epa.gov/epawaste/nonhaz/municipal/msw99.htm>

183. Order Code RL33636 /CRS Report for Congress. The European Union’s Energy Security Challenges Updated January 30, 2008 Paul Belkin Analyst in European Affairs Foreign Affairs, Defense, and Trade Division// <http://www.fas.org/sgp/crs/row/RL33636.pdf>.

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

185. Popovych N., Malyovanyy M., Telak O., Voloshchynshyn A., Popovych V. Environmental hazard of uncontrolled accumulation of industrial and municipal solid waste of different origin in Ukraine. *Environmental problems*. 2018. №1. P. 53-58.

186. Popovych V., Stepova K., Prydatko O. (2018). Environmental hazard of Novoyavorivsk municipal landfill. MATEC Web of Conferences 247, 00025. FESE 2018. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201824700025>

187. Recycling – why its important and how to do it. Briefing. September 2008 / Friends of the Earth // <http://www.foe.co.uk/resource/briefings/recycling.pdf>

188. Renou S., Givaudan J. G., Poulain S., Dirassouyan F., Moulin P. (2008). Landfill leachate treatment: Review and

opportunity. *Journal of Hazardous Materials*. 150(3). 468-493.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.09.077>

189. Suchecka T., Lisowski W., Czykwin R., Piatkiewicz W. (2006). Landfill leachate: water recovery in Poland. *Filtration & Separation*. 43 (5). 34-36, 38. [https://doi.org/10.1016/S0015-1882\(06\)70891-6](https://doi.org/10.1016/S0015-1882(06)70891-6)

190. Uygur A., Kargı F. (2004). Biological nutrient removal from pre-treated landfill leachate in a sequencing batch reactor. *Journal of Environmental Management*. 71(1). 9-14.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2004.01.002>

191. Vodyanitskii Yu. N. (2016). Biochemical processes in soil and groundwater contaminated by leachates from municipal landfills (Mini review). *Annals of Agrarian Science*. 14 (3). 249-256. <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2016.07.009>

192. Waste of management [electronic resource] // of Official of website of the of European Union is the access mode [http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/waste\\_management/index\\_en.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/index_en.htm)

193. Xiaoli C., Shimaoka T., Xianyan C., Qiang G., Youcai Z. (2007). Characteristics and mobility of heavy metals in an MSW landfill: Implications in risk assessment and reclamation. *Journal of Hazardous Materials*. 144(1-2)/ 485-491.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.10.056>

194. Наказ Міністерства охорони здоров'я від 07.06.2006 р. № 369 «Про затвердження методичних вказівок «Визначення та гігієнічна оцінка показників токсичності продуктів горіння полімерних матеріалів».

195. Кабанов М.Л. Методические рекомендации по обучению и тренировке газодымозащитников пожарной охраны / М.Л. Кабанов, И.А. Ярмук. УПО МВД УССР. – Харьков, 1978. – 75 с.

196. Воздействие токсичных выбросов на человека и окружающую среду. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://vxi.su/ecology/vozdleistvie-toksichnyh-vybrosov/>

197. Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 16 лютого 2010 року № 39 «Про затвердження Методичних рекомендацій з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів». – Київ, 2010. – 10 с.

## ДОДАТКИ

### Додаток А. Технічні характеристики найбільш ефективних для експлуатації сміттєвозів у населених пунктах

**КО-449-02**



#### **Технічні характеристики:**

Шасі	КамАЗ-65115
Система погрузки	механізована
Маса спецобл., кг	4700
Місткість кузова, м <sup>3</sup>	22,0
Маса відходів, кг	9970
Вантажопідйомність маніпулятора	до 700
Коеф. ущільнення	до 4,0
Транспортна швидкість, км/год	60
Маса сміттєвоза, кг	22400
Тип привода робочих органів	гідравлічний
Довжина, мм	8680
Ширина, мм	2550
Висота, мм	3700

**КО-449-35****Технічні характеристики:**

Шасі	МАЗ-5340В5
Система погрузки	механізована
Маса спецобл., кг	4750
Місткість кузова, м <sup>3</sup>	22,0
Маса відходів, кг	8100
Вантажопідйомність маніпулятора	до 700
Коеф. ущільнення	до 4,0
Транспортна швидкість, км/год	60
Маса сміттєвоза, кг	20000
Тип привода робочих органів	гідравлічний
Довжина, мм	8750
Ширина, мм	2550
Висота, мм	3750

## МКЗ-40



### Технічні характеристики:

Завантаження	заднє
Шасі	КАМАЗ-53215
Потужність при 2200 об/хв, л.с. (кВт)	240 (176)
Швидкість руху, км/ч	70
Місткість кузова, м <sup>3</sup>	31,9
Маса відходів, кг	8075
Коеф. ущільнення	до 4,5
Час розвантаження, хв	5
Повна маса, кг	20800
Габаритні розміри, мм	- довжина 6500 - ширина 2500 - висота 3150

**СБМ-409/1****Технічні характеристики:**

Шасі	КамАЗ-65115
Місткість кузова, м <sup>3</sup>	20,0
Місткість ковша, м <sup>3</sup>	3,0
Коеф. ущільнення	6:1
Вантажопідйомність маніпулятора, кг	800-1000
Маса відходів, кг	11500
Повна маса, кг	22200
Довжина, мм	7200
Ширина, мм	2500
Висота, мм	3500



## МКТ-150



### Технічні характеристики:

Тип базового шасі	
тягач	МАЗ-642205
напівпричіп	93892-010
Місткість кузова, м <sup>3</sup>	50,0
Маса обладнання, кг	8000
Маса завантаження відходів, кг	24500
Тиск в гідросистемі, мПа	8200
Коефіцієнт ущільнення	5-6
Габаритні розміри, мм	19395x2500x3800

## Додаток Б. Протоколи досліджень фільтратів сміттєзвалища

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД

вих. № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; т. 063-489-78-54; 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.

Протокол № 53 від « 27 » 04 20 18 р.

визначення показників якості стічної (зворотної) води

Дата відбору: « 12 » 04 20 18 р. Шифр проби СНР-05ст/18Об'єкт дослідження: інфільтрат Грибовицького сміттєзвалища; т. 1Водокористувач: \_\_\_\_\_ наукова робота  
(назва та місцезнаходження)Місце відбору: доставлено замовником;за НД --- \_\_\_\_\_; акт відбору № 58 від « 12 » 04 20 18 р.  
(шифр НД)Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні,  
(тип, модель)

термометри ртутні лабораторні, мірний посуд

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК *)
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	бали	2,0	2,0
2.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	см	4	не норм.
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	од. рН	8,1	6,5-9,0
4.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм <sup>3</sup>	46,2	380
5.	Сухий залишок (90 °С)	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	11554	1000
6.	Мінеральний залишок (800 °С)	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	7320	не норм.
7.	Твердість загальна	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	26,4	не норм.
8.	Твердість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	21,6	не норм.
9.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	1318	не норм.
10.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	2045	350
11.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	1108	500
12.	Нітрити (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	46,3	3,3
13.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	158,3	45
14.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	12,8	10
15.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	92,3	38
16.	Азот амонійний (N <sub>амон.</sub> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	76,1	30
17.	Залізо загальне (Fe <sub>заг.</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	68,2	2,5
18.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	2203	не норм.
19.	Мідь (Cu)	КНД 211.1.4.035-95	мг/дм <sup>3</sup>	не визн.	0,5
20.	Свинець (Pb)	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	не визн.	0,1
21.	Цинк (Zn)	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	не визн.	5
22.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	КНД 211.1.4.021-95	мг/О/дм <sup>3</sup>	265	810
23.	Біологічне спож. кисню (БСК5)	Лур'є Ю.Ю., 1984	мг/О/дм <sup>3</sup>	186	325
24.	Нафтопродукти	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	1,69	10

\*) - згідно з рішенням Львівської міської ради № 292 від 19.02.2002 р.

М.П.

Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

(підпис)

Л.В. Сиса

(ін. та прізвище)

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; т. 063-489-78-54; 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.

вих. № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

Протокол № 54 від « 27 » 04 20 18 р.

вимірювань показників якості стічної (зворотної) води

Дата відбору: « 12 » 04 20 18 р. Шифр проби СНР-06ст/18

Об'єкт дослідження: нафтовий гудрон Грибовицького сміттєзвалища, т. 2

Водокористувач: \_\_\_\_\_ наукова робота  
(назва та місцезнаходження)

Місце відбору: доставлено замовником;

за НД ---; акт відбору № 59 від « 12 » 04 20 18 р.  
(шифр НД)

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні,  
(тип, модель)

термометри ртутні лабораторні, мірний посуд

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК *)
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	бали	1,5	2,0
2.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	см	12	не норм.
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	од. рН	2,1	6,5-9,0
4.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм <sup>3</sup>	54,8	380
5.	Сухий залишок (90 °С)	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	7130	1000
6.	Мінеральний залишок (800 °С)	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	6180	не норм.
7.	Твердість загальна	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	82,0	не норм.
8.	Твердість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,0	не норм.
9.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,0	не норм.
10.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	774	350
11.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	3716	500
12.	Нітриди (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,0	3,3
13.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	86,3	45
14.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	3,6	10
15.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	56,2	38
16.	Азот амонійний (N <sub>амон</sub> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	46,3	30
17.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	56,3	2,5
18.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	400	не норм.
19.	Мідь (Cu)	КНД 211.1.4.035-95	мг/дм <sup>3</sup>	не визн.	0,5
20.	Свинець (Pb)	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	не визн.	0,1
21.	Цинк (Zn)	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	не визн.	5
22.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	КНД 211.1.4.021-95	мгО/дм <sup>3</sup>	132	810
23.	Біологічне спож. кисню (БСК5)	Лур'є Ю.Ю., 1984	мгО/дм <sup>3</sup>	не визн.	325
24.	Нафтопродукти	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	23,6	10

\*) - згідно з рішенням Львівської міської ради № 292 від 19.02.2002 р.

М.П. Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

(підпис)

Л.В. Сиса

(п. та прізвище)

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД

вих. № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; т. 063-489-78-54; 067-185-16-23  
Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.

**Протокол № 55 від « 27 » 04 20 18 р.  
вимірювань показників якості стічної (зворотної) води**

Дата відбору: « 12 » 04 20 18 р. Шифр проби СНР-07ст/18

Об'єкт дослідження: ставок біля Грибовицького сміттєзвалища; т. 3

Водокористувач: \_\_\_\_\_ наукова робота  
(назва та місце знаходження)

Місце відбору: доставлено замовником;

за НД --- (шифр НД); акт відбору № 60 від « 12 » 04 20 18 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні.  
(тип, модель)

термометри ртутні лабораторні, мірний посуд

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК *)
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	бали	0,5	2,0
2.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	см	28	не норм.
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	од. рН	7,2	6,5-9,0
4.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм <sup>3</sup>	42,1	380
5.	Сухий залишок (90 °С)	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	874	1000
6.	Мінеральний залишок (800 °С)	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	628	не норм.
7.	Твердість загальна	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	8,2	не норм.
8.	Твердість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	7,7	не норм.
9.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	470	не норм.
10.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	45,7	350
11.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	51,5	500
12.	Нітриди (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	2,1	3,3
13.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	12,3	45
14.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	0,0	10
15.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,11	38
16.	Азот амонійний (N <sub>амон</sub> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,09	30
17.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,18	2,5
18.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	64,7	не норм.
19.	Мідь (Cu)	КНД 211.1.4.035-95	мг/дм <sup>3</sup>	не визн.	0,5
20.	Свинець (Pb)	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	не визн.	0,1
21.	Цинк (Zn)	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	не визн.	5
22.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	КНД 211.1.4.021-95	мг/дм <sup>3</sup>	10,8	810
23.	Біологічне спож. кисню (БСК5)	Лур'є Ю.Ю., 1984	мг/дм <sup>3</sup>	не визн.	325
24.	Нафтопродукти	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	0,43	10

\*) - згідно з рішенням Львівської міської ради № 292 від 19.02.2002 р.

М.П.

Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

(підпис)

Л.В. Сиса

(іні. та прізвище)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; т. 063-489-78-54; 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.

вих. № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

Протокол № 56 від « 27 » 04 20 18 р.

вимірювань показників якості стічної (зворотної) води

Дата відбору: « 12 » 04 20 18 р.

Шифр проби СНР-08ст/18

Об'єкт дослідження: потічок біля Грибовицького сміттєзвалища; т. 4

Водокористувач: доставлено замовником;  
(назва та місцезнаходження)

Місце відбору: доставлено замовником;

за НД --- ; акт відбору № 61 від « 12 » 04 20 18 р.  
(шифр НД)

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні,  
(тип, модель)

термометри ртутні лабораторні, мірний посуд

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК *)
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	бали	0,5	2,0
2.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	см	31	не норм.
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	од. рН	7,6	6,5-9,0
4.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм <sup>3</sup>	12,8	380
5.	Сухий залишок (90 °С)	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм <sup>3</sup>	714	1000
6.	Мінеральний залишок (800 °С)	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	597	не норм.
7.	Твердість загальна	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	7,3	не норм.
8.	Твердість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	6,7	не норм.
9.	Гідрокарбонати (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	409	не норм.
10.	Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	24,6	350
11.	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм <sup>3</sup>	43,3	500
12.	Нітрити (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,6	3,3
13.	Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм <sup>3</sup>	16,2	45
14.	Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм <sup>3</sup>	0,0	10
15.	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,18	38
16.	Азот амонійний (N <sub>амон</sub> )	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,16	30
17.	Залізо загальне (Fe <sub>заг</sub> )	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм <sup>3</sup>	0,21	2,5
18.	Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	розрахунок	мг/дм <sup>3</sup>	38,7	не норм.
19.	Мідь (Cu)	КНД 211.1.4.035-95	мг/дм <sup>3</sup>	не визн.	0,5
20.	Свинець (Pb)	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	не визн.	0,1
21.	Цинк (Zn)	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	не визн.	5
22.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	КНД 211.1.4.021-95	мгО/дм <sup>3</sup>	8,5	810
23.	Біологічне спож. кисню (БСК5)	Лур'є Ю.Ю., 1984	мгО/дм <sup>3</sup>	не визн.	325
24.	Нафтопродукти	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм <sup>3</sup>	0,28	10

\*) - згідно з рішенням Львівської міської ради № 292 від 19.02.2002 р.

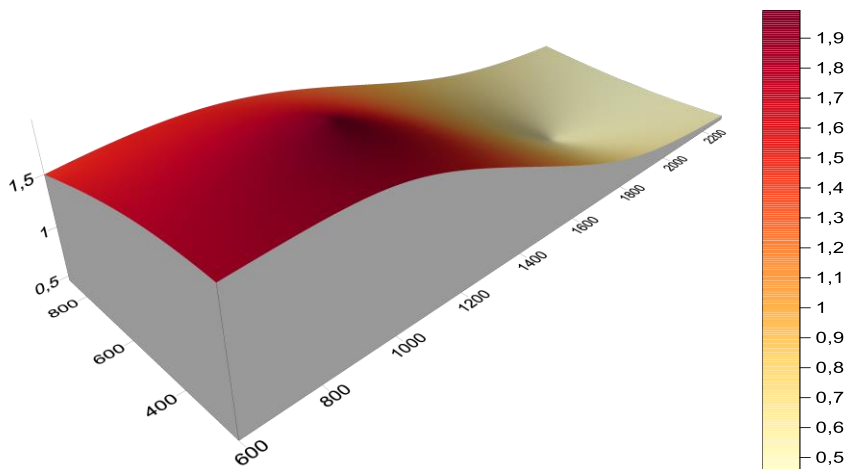
М.П. Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Л.В. Сиса

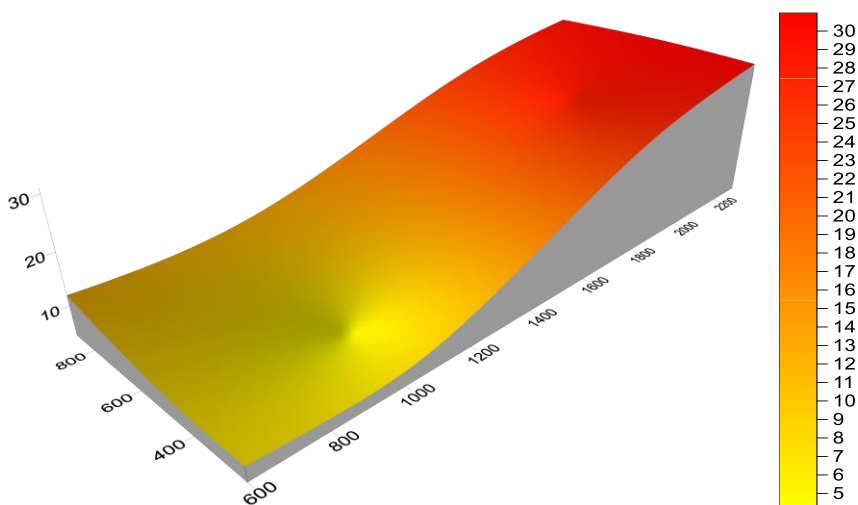
(підпис)

(ін. та прізвище)

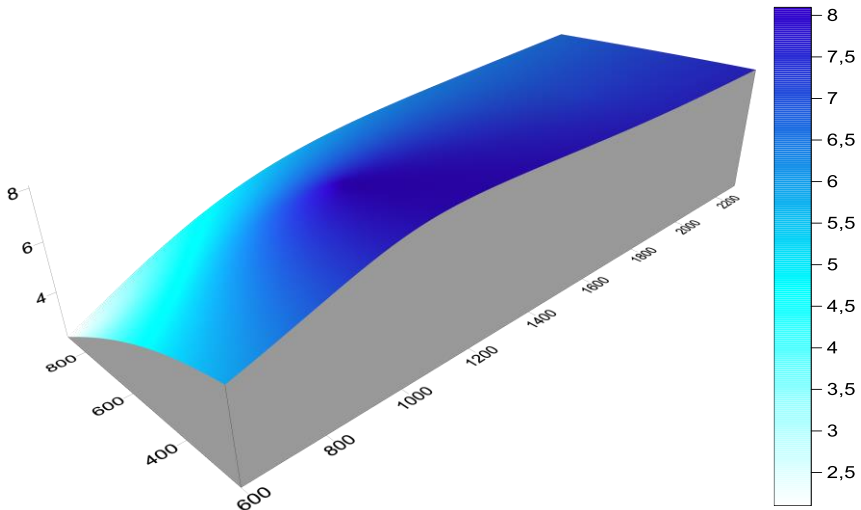
### Додаток В. 3-D моделі міграції небезпечних компонентів фільтратів Львівського сміттєзвалища у довкілля



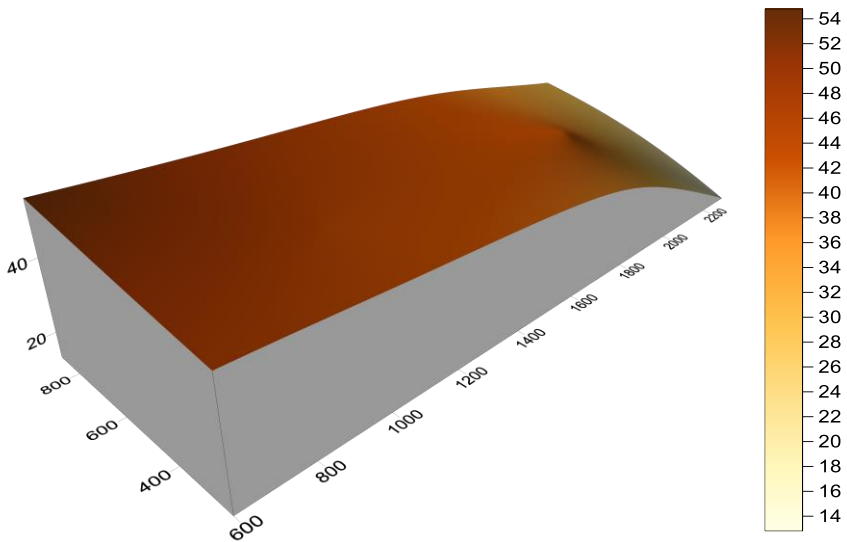
Динаміка розповсюдження запаху в зоні впливу  
Львівського сміттєзвалища при  $+20^{\circ}\text{C}$  (у балах)



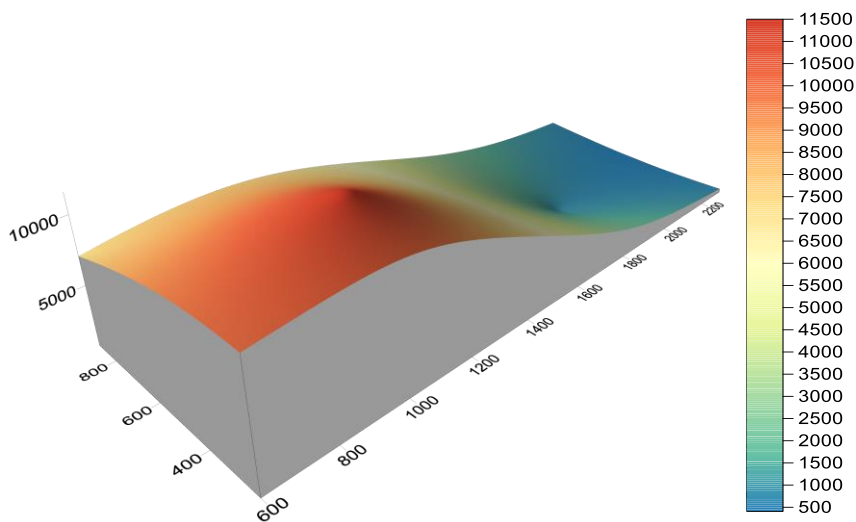
Прозорість фільтраційних та природних водойм  
Львівського сміттєзвалища (см)



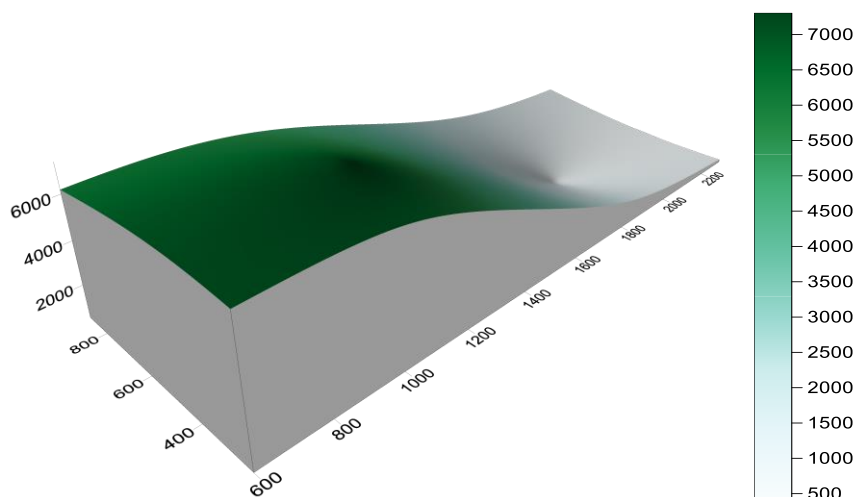
Водневий показник (рН) фільтраційних та природних водойм у зоні впливу Львівського сміттєзвалища



Завислі речовини у фільтраційних та природних водоймах у зоні впливу Львівського сміттєзвалища (мг/дм<sup>3</sup>)

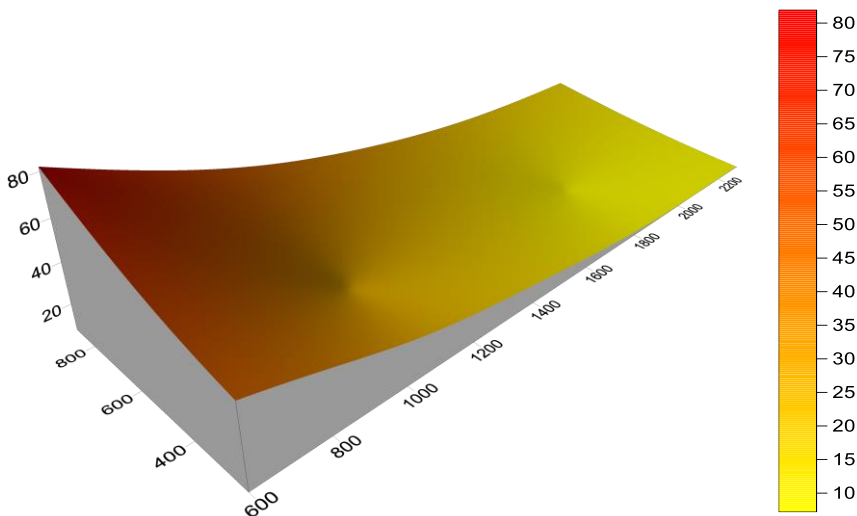


Сухий залишок (+90°C) у фільтраційних та природних  
водоймах у зоні впливу Львівського сміттєзвалища (мг/дм<sup>3</sup>)

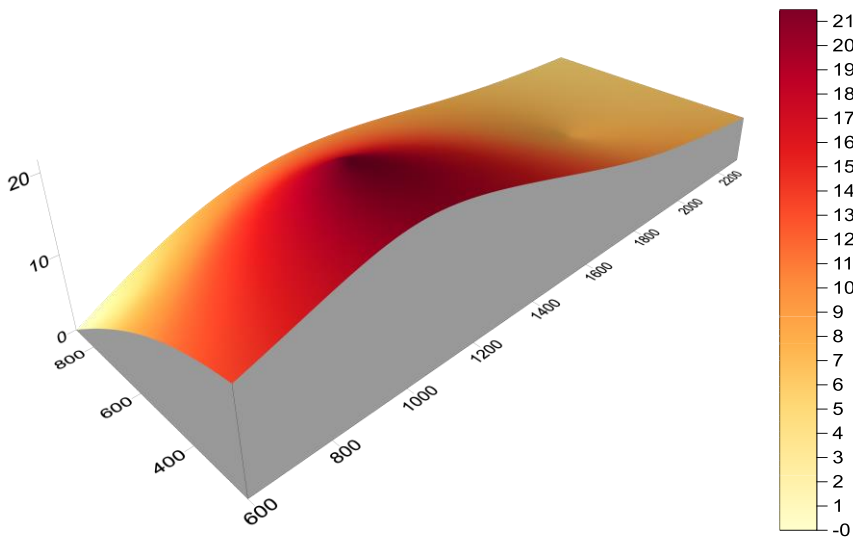


Мінеральний залишок (+800°C) у фільтраційних та природних  
водоймах у зоні впливу Львівського сміттєзвалища (мг/дм<sup>3</sup>)

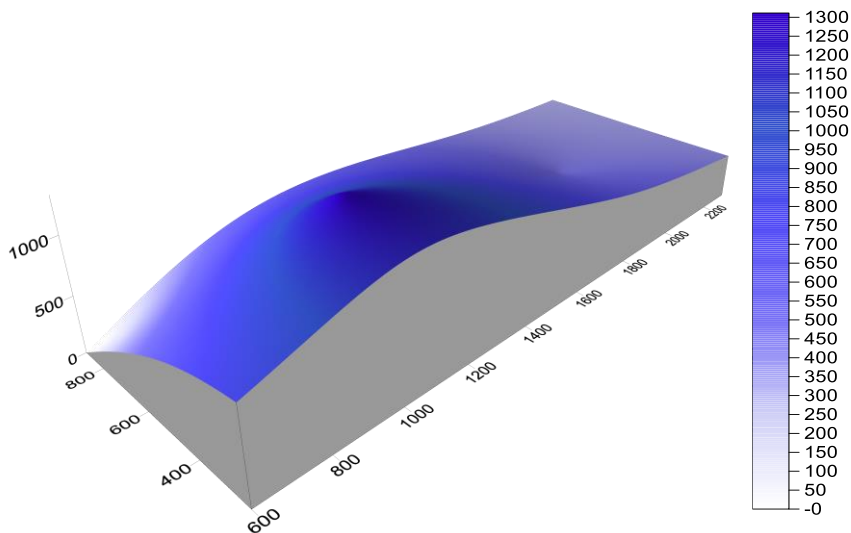




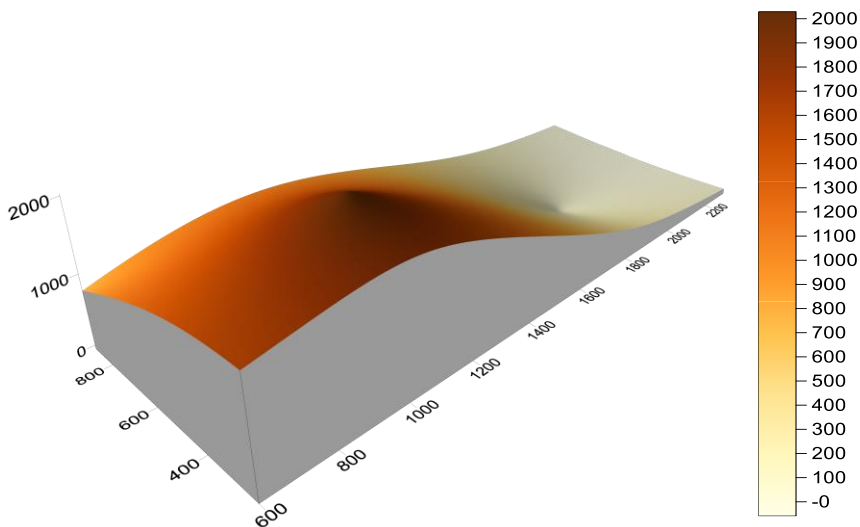
Твердість загальна фільтраційних та природних водойм у зоні впливу Львівського сміттєзвалища (мг-екв/дм<sup>3</sup>)



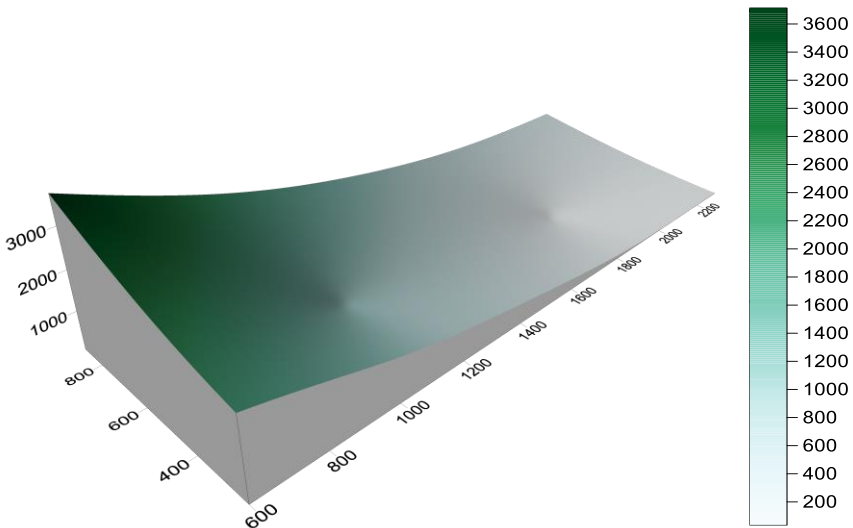
Твердість мінеральна фільтраційних та природних водойм у зоні впливу Львівського сміттєзвалища (мг-екв/дм<sup>3</sup>)



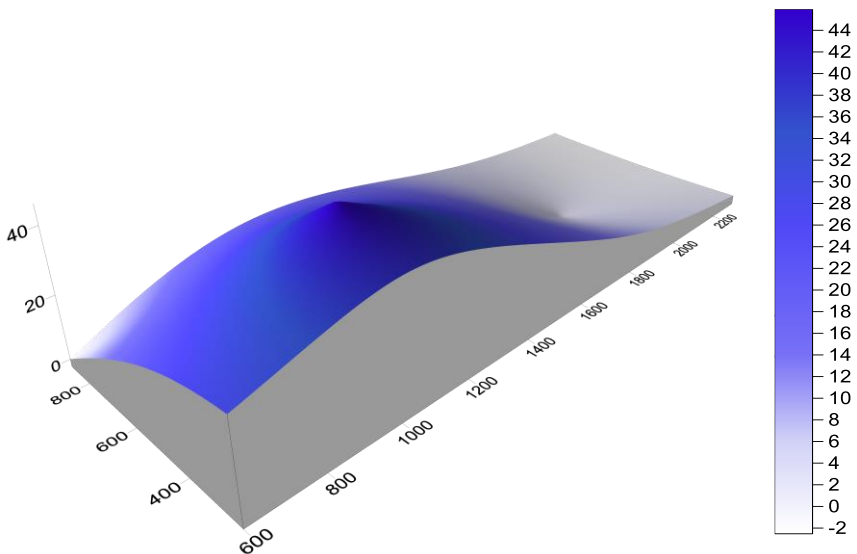
Динаміка розповсюдження гідрокарбонатів ( $\text{HCO}_3^-$ )  
у фільтраційних та природних водоймах  
Львівського сміттєзвалища ( $\text{mg/dm}^3$ )



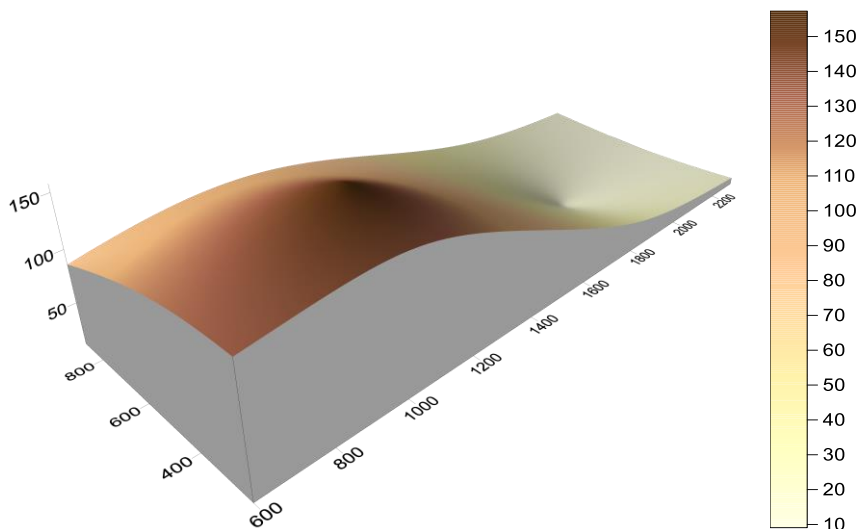
Динаміка розповсюдження хлоридів ( $\text{Cl}^-$ ) у фільтраційних та  
природних водоймах Львівського сміттєзвалища ( $\text{mg/dm}^3$ )



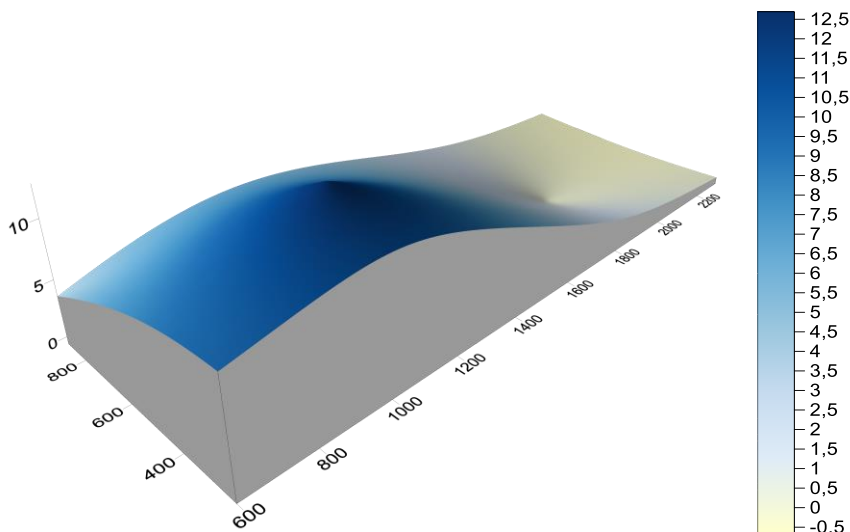
Динаміка розповсюдження сульфатів ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) у фільтраційних та природних водоймах Львівського сміттєзвалища ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )



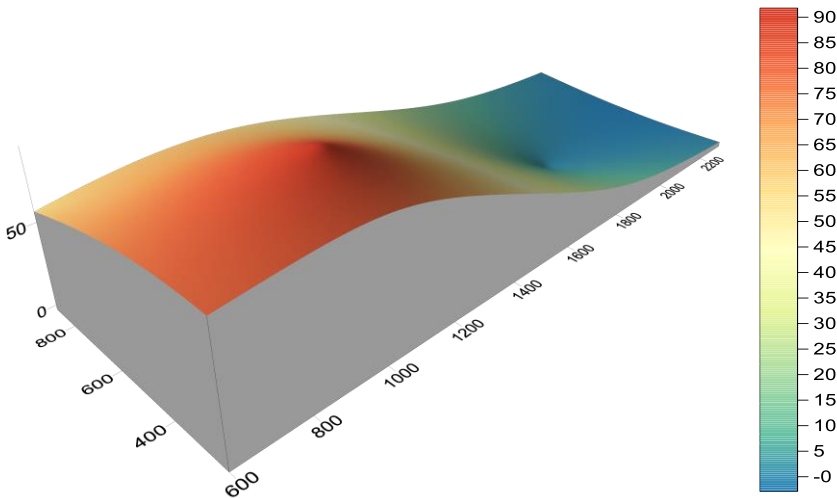
Динаміка розповсюдження нітритів ( $\text{NO}_2^-$ ) у фільтраційних та природних водоймах Львівського сміттєзвалища ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )



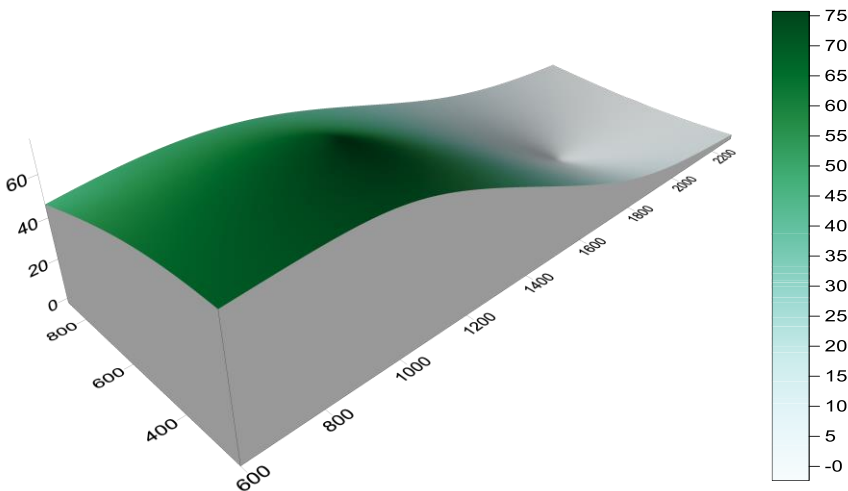
Динаміка розповсюдження нітратів ( $\text{NO}_3^-$ ) у фільтраційних та природних водоймах Львівського сміттєзвалища ( $\text{mg/dm}^3$ )



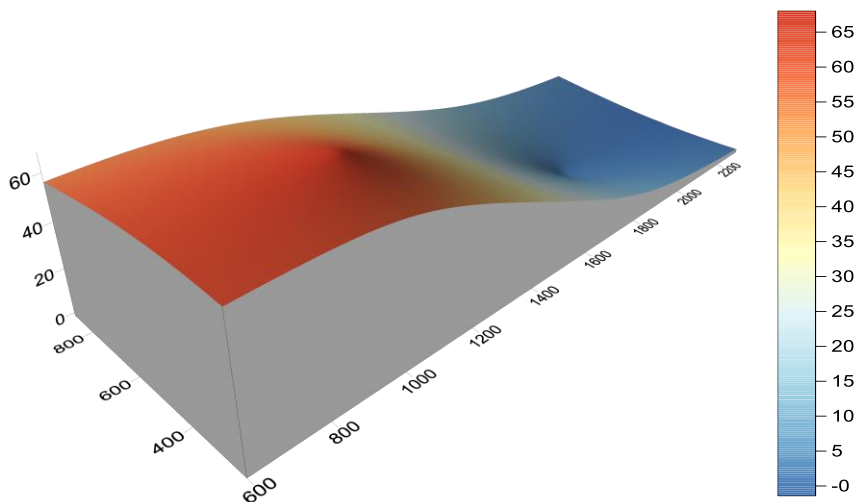
Динаміка розповсюдження фосфатів ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) у фільтраційних та природних водоймах Львівського сміттєзвалища ( $\text{mg/dm}^3$ )



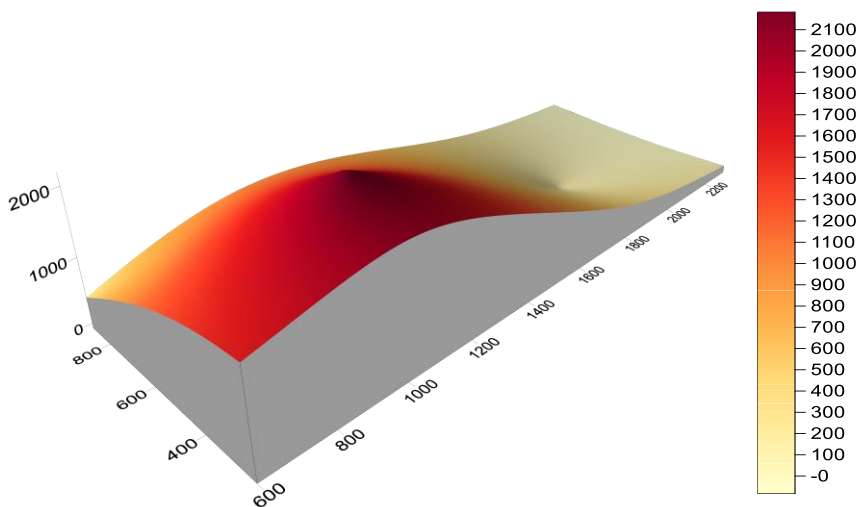
Динаміка розповсюдження амонію сольового ( $\text{NH}_4^+$ )  
у фільтраційних та природних водоймах  
Львівського сміттєзвалища ( $\text{mg/dm}^3$ )



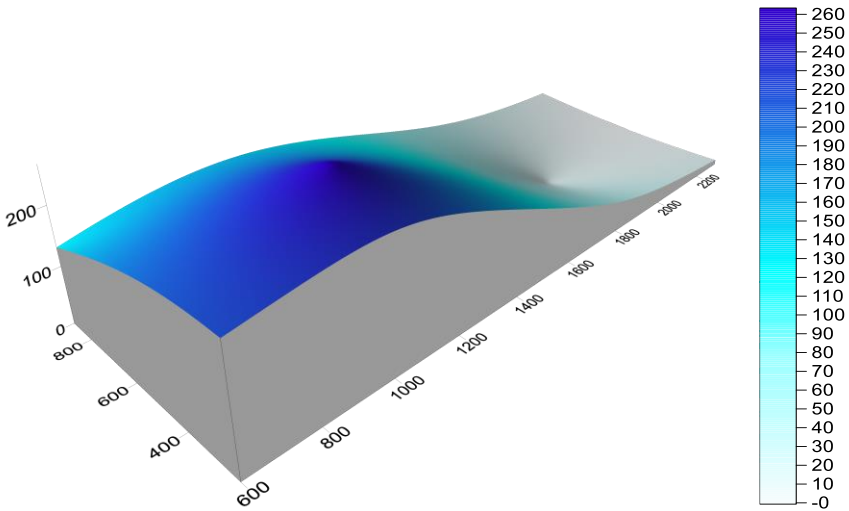
Динаміка розповсюдження азоту амонійного ( $\text{N}_{\text{амон.}}$ )  
у фільтраційних та природних водоймах  
Львівського сміттєзвалища ( $\text{mg/dm}^3$ )



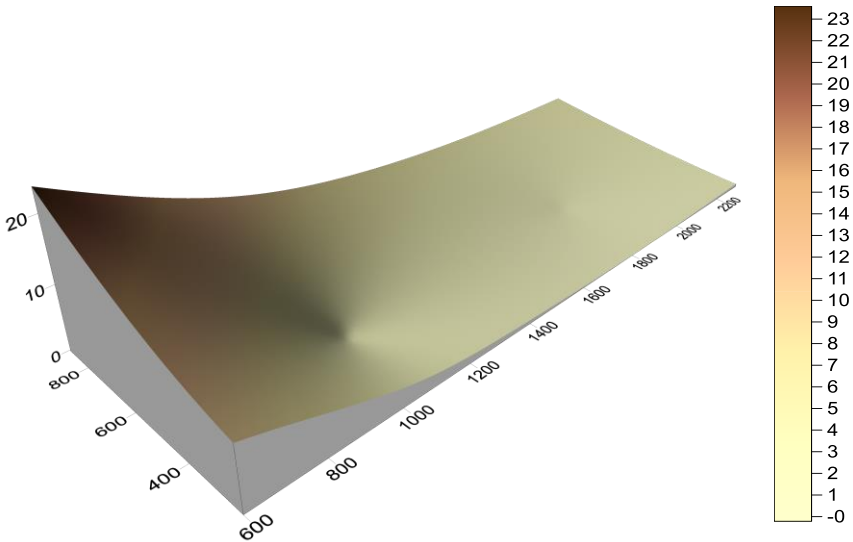
Динаміка розповсюдження заліза загального ( $Fe_{\text{заг}}$ )  
у фільтраційних та природних водоймах  
Львівського сміттєзвалища ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )



Динаміка розповсюдження натрію ( $Na^+$ ) + калію ( $K^+$ )  
у фільтраційних та природних водоймах  
Львівського сміттєзвалища ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )



Хімічне споживання кисню у фільтраційних та природних  
водоймах Львівського сміттєзвалища (мг О/дм<sup>3</sup>)



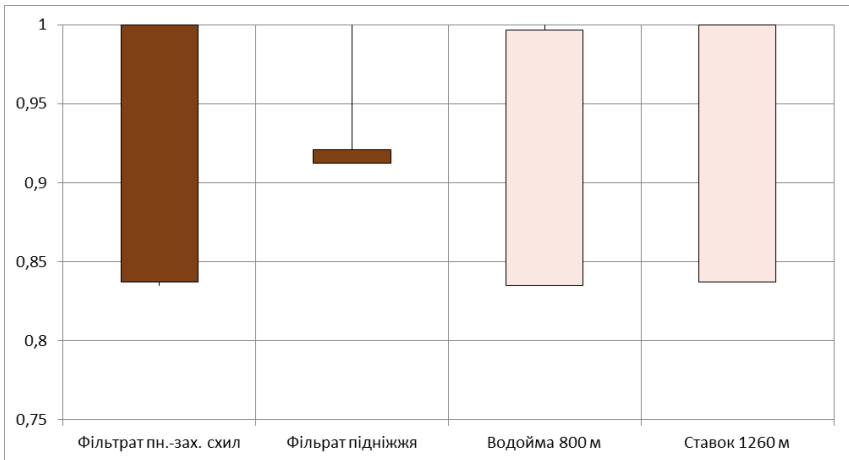
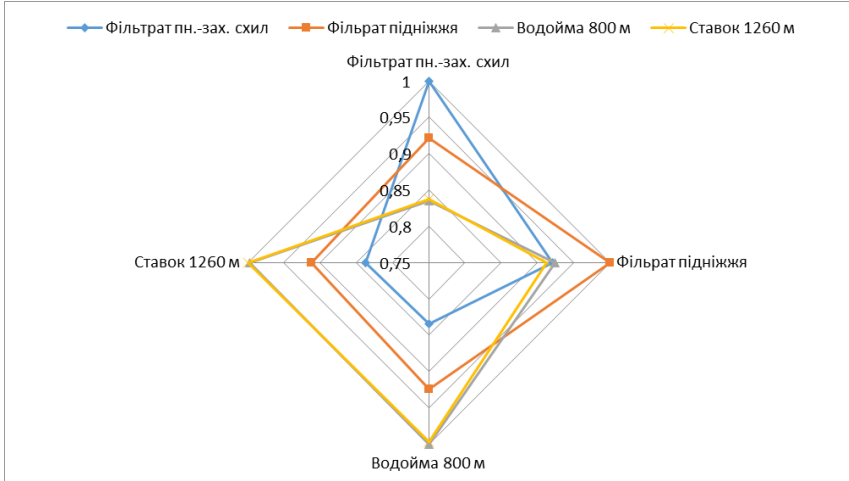
Динаміка розповсюдження нафтопродуктів в зоні впливу  
Львівського сміттєзвалища (мг/дм<sup>3</sup>)

Моделі, які описують міграцію  
небезпечних компонентів фільтратів у довкілля

Показник	Тип залежності	Формула залежності	Середньо-квadraticне відхилення
Запах при +20°C	Експоненційна	$y=3e^{-0,468x}$	0,6915
Прозорість	Поліноміальна	$y=2,75x^2-5,65x+12,25$	0,7184
Водневий показник (pH)	Поліноміальна	$y= -1,4x^2+8,56x+4,65$	0,8561
Нафтопродукти	Експоненційна	$y=57,98e^{-1,467x}$	0,8979
Хлориди (Cl <sup>-</sup> )	Поліноміальна	$y=301,4x^3-2706,4x^2+6788,9x-3511,6$	0,7591
Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Поліноміальна	$y=512,69x^2-3825,8x+6921,6$	0,9875
Нітриди (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	Поліноміальна	$y=22,2x^3-178,45x^2+426,25x-270$	1
Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Експоненційна	$y=269,77e^{-0,757x}$	0,6114
Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Експоненційна	$y=1272,6e^{-2,396x}$	0,7333
Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	Поліноміальна	$y=5,8x^3-45,8x^2+106x-62,4$	1
Азот амонійний (N <sub>амон.</sub> )	Експоненційна	$y=1009,7e^{-2,374x}$	0,7269
Залізо загальне (Fe <sub>заг.</sub> )	Експоненційна	$y=1014,6e^{-2,271x}$	0,7755
Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Експоненційна	$y=737,03e^{-1,143x}$	0,7175
Завислі речовини	Поліноміальна	$y= -5,175x^2-12,865x+45,625$	0,9558
Твердість загальна	Поліноміальна	$y=13,675x^2-92,605x+159,93$	0,9945
Твердість карбонатна	Поліноміальна	$y=8,0667x^3-66,15x^2+163,58x-105,5$	1
Мінеральний залишок (+800°C)	Експоненційна	$y=21640e^{-0,947x}$	0,7782
Сухий залишок (+90°C)	Експоненційна	$y=28682e^{-0,949x}$	0,7377
Гідрокарбонати (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )		$y=492,17x^3-4036x^2+9980,8x-6437$	1
Сума натрій (Na <sup>+</sup> ) + калій (K <sup>+</sup> )	Експоненційна	$y=3017,9e^{-1,053x}$	0,545



### Коефіцієнти кореляції між показниками водойм Львівського міського сміттєзвалища



*Наукове видання*

**ПОПОВИЧ** Василь Васильович  
**ДЕЛЯТИНЧУК** Андрій Іванович  
**ПОПОВИЧ** Наталія Пилипівна  
**МАЛЬОВАНИЙ** Мирослав Степанович

**ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ У ПОВОДЖЕННІ ІЗ  
ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ  
РІВНІ: ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ**

Монографія

Літературний редактор

**Галина Падик**

Технічний редактор, верстка  
та відповідальний за випуск

**Микола Фльорко**

Підписано до друку 21.06.2021 р.

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman.

Друк на різнографі. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 12,5

Наклад 100 пр. Зам. № 61/21-06

Видавництво “СПОЛОМ”. 79008 Україна,

м. Львів, вул. Краківська, 9. Тел./факс: (380-32) 297-55-47.

E-mail: spolom\_lviv@ukr.net. Свідоцтво суб'єкта видавничої діяльності:

серія ДК, № 2038 від 02.02.2005 р.

Друк ЛДУБЖД

73007, Україна, м. Львів, вул. Клепарівська, 35

Тел./факс: (032) 233-32-40, 233-24-79

e-mail: ldubzh.lviv@dsns.gov.ua