

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

Кафедра екології  
Допускається до захисту  
« 22 » грудня 2024 р.

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

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

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Магістр  
(рівень вищої освіти)

на тему: «Оцінка впливу твердих побутових відходів на стан поверхневих вод у Львівській області та обґрунтування природоохоронних заходів»

Виконав: студент групи Еко-61

спеціальності 101 «Екологія»

Бабій Володимир Михайлович

Керівник: Мар'яна ІВАНКІВ \_\_\_\_\_

Консультант: Юрій КОВАЛЬЧУК \_\_\_\_\_

Дубляни 2024

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

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
к.б.н., доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ  
« 16 » \_\_\_\_\_ січня 2023 р.

## ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту  
Бабій Володимир Михайловичу

1. Тема роботи: «Оцінка впливу твердих побутових відходів на стан поверхневих вод у Львівській області та обґрунтування природоохоронних заходів»

Затверджена наказом по університету № 30/к-с від «17» лютого 2023 р.

2. Термін здачі студентом закінченої кваліфікаційної роботи 22 грудня 2023 р.

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи

Літературні джерела, фізико-географічна та кліматична характеристика району проведення досліджень, методики виконання досліджень

4. Перелік питань, які необхідно розробити (наводиться зміст, який містить пункти і підпункти усіх розділів)

Вступ

1 Огляд літератури

- 1.1 Екологічний аспект навантаження твердих побутових відходів на екологічні складові довкілля
- 1.2 Загальні відомості про відходи споживання, їх види та генерування
- 1.3 Екологічні ризики у сфері поводження з твердими побутовими відходами
- 1.4 Вплив твердих побутових відходів на поверхневі води

2 Об'єкт, умови та методика досліджень

- 2.1 Природно-географічні умови Львівської урбосистеми
- 2.2 Методика проведення досліджень

3 Результати дослідження

- 3.1 Динаміка акумулювання твердих побутових відходів у Львівській області
- 3.2 Оцінка впливу викидів забруднень в атмосферу від полігону складування

ТПВ

- 3.3 Оцінювання впливу забруднюючих речовин, які містяться у фільтраті ТПВ, на водні об'єкти

3.4 Екологічне навантаження на поверхневі води

3.5 Вплив урбосистем на якість водних ресурсів Львівської області

3.6 Напрямки оптимізації щодо покращення стану водних об'єктів

4 Охорона праці та захист населення в умовах надзвичайних ситуацій

4.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів

4.2 Охорони праці в системах водопостачання

4.3.4.3 Захист населення в умовах надзвичайних ситуацій воєнного характеру

Висновки

Сформулювати список використаних джерел

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

6. Консультанти з розділів:

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

7. Дата видачі завдання 14 жовтня 2022 року

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	При-мітка
1	Написання вступу та розділу “Огляд літератури”	14.10.22– 28.03.23	
2	Написання розділу “Об’єкт, умови та методика досліджень”	29.03.23– 30.05.23	
3	Написання розділу “Результати досліджень”	31.05.23– 30.09.23	
4	Написання розділу “Охорона праці та захист населення в умовах надзвичайних ситуацій”, формулювання висновків, укладання бібліографічного списку	01.10.23– 20.12.23	

Студент \_\_\_\_\_ Володимир БАБІЙ  
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Мар’яна ІВАНКІВ  
(підпис)

УДК 614.7:628.54

Оцінка впливу твердих побутових відходів на стан поверхневих вод у Львівській області та обґрунтування природоохоронних заходів. Бабій В. М. Кваліфікаційна робота. Кафедра екології. Львів-Дубляни, Львівський НУП, 2024.

79 ст. текст. част., 15 табл., 20 рис., 65 джерел

У роботі висвітлюються питання впливу полігонів твердих побутових відходів на екологічні складові довкілля. Забруднення від сміттєзвалищ поширюється у ґрунт стічними, інфільтраційними та підземними водами.

Досліджено, що ТПВ є джерелами значного і зростаючого екологічно небезпечного антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище. Основним джерелом негативної дії полігонів депонування ТПВ на об'єкти гідросфери є фільтраційні води. Фільтрат містить численні компоненти розпаду органічних і мінеральних речовин, з'єднання миш'яку, кадмію, хрому, свинцю, ртуті, нікелю та ряду інших токсичних речовин, які практично на жодному зі сміттєзвалищ не знешкоджуються, а інфільтруються у ґрунт і потрапляють у підземні водоносні горизонти, а звідти токсичні компоненти прямують до водного об'єкта прилеглої до полігону ТПВ території та як наслідок є фактором екологічної небезпеки.

Здійснено моніторинг поверхневих вод Львівської області. Встановлено, що санітарний стан вод за більшістю проб не відповідає нормативам.

Досліджено, що на екологічний стан поверхневих вод Львівської області впливають різноманітні фактори, які тісно пов'язані, а саме: забруднення ґрунтів, атмосфери, зміна ландшафтної структури та техногенне навантаження території, неефективна робота каналізаційно-очисних споруд, забруднення річок твердими, рідкими побутовими та промисловими відходами.

На основі результатів дослідження обґрунтовано природоохоронні заходи щодо зменшення впливу ТПВ на стан поверхневих вод.

Проаналізовано питання охорони праці та захисту населення.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	9
1.1 Екологічний аспект навантаження твердих побутових відходів на екологічні складові довкілля .....	9
1.2 Загальні відомості про відходи споживання, їх види та генерування .....	11
1.3 Екологічні ризики у сфері поводження з твердими побутовими відходами .....	17
1.4 Вплив твердих побутових відходів на поверхневі води .....	19
2 ОБ'ЄКТ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	23
2.1 Природно-географічні умови Львівської урбосистеми .....	23
2.2 Методика проведення досліджень .....	35
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	37
3.1 Динаміка акумулювання твердих побутових відходів у Львівській області .....	37
3.2 Оцінка впливу викидів забруднень в атмосферу від полігону складування ТПВ .....	47
3.3 Оцінювання впливу забруднюючих речовин, які містяться у фільтраті ТПВ, на водні об'єкти .....	49
3.4 Екологічне навантаження на поверхневі води .....	53
3.5 Вплив урбосистем на якість водних ресурсів Львівської області .....	59
3.6 Напрямки оптимізації щодо покращення стану водних об'єктів .....	63
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ .....	65
4.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів .....	65
4.2 Охорони праці в системах водопостачання .....	67
4.3 Захист населення в умовах надзвичайних ситуацій воєнного характеру .....	68
ВИСНОВКИ.....	70
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	72

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Для будь-якої національної економіки надзвичайно важливим завданням є підвищення рівня екологічної безпеки, оскільки на сучасному етапі розвитку суспільства масштаби використання природних ресурсів і розширення виробництва ведуть до збільшення використання багатств природи, зростання кількості сучасних промислових та продовольчих товарів для населення. З ростом цих процесів посилюється втручання людини у незворотні природні процеси, а також зростає кількість відходів, які викидаються у навколишнє середовище та акумулюються у геометричній прогресії. Такий підвищений обсяг викидів та вплив на природу ставлять під загрозу екосистему та стабільність екологічного балансу.

Річний обсяг сміття та відходів, що виробляється середньостатистичним мешканцем мегаполісу, становить від 500 до 1000 кілограмів [17, 49]. Ці відходи могли б бути цінним ресурсом для виробництва вторинної продукції, але замість цього вони відправляються на звалища.

Глобальні проблеми екології та їх посилення впливу на навколишнє середовище ставлять перед людством завдання більш раціональнішого та мудрішого використання природних ресурсів. Така ситуація спонукає до вироблення оптимальних стратегій для гармонійного та збалансованого розвитку взаємодій між ноосферою та біогеосферою.

Високі темпи урбанізації, надмірні техногенні навантаження, випадкові надзвичайні ситуації й аварії призводять до зростання обсягу відходів. Саме через ці дії, людина власноруч перетворює природне середовище в своєрідний смітник, що ставить екологічні проблеми в розріджений ряд актуальних та найгостріших проблем сучасності, як на глобальному, так і національному рівнях.

В сучасних умовах пріоритетом стають заходи з охорони природи, адаптації до змін клімату, фоновий моніторинг, аудити екологічного стану довкілля, зменшити та запобігти новим катастрофічним ситуаціям забруднення

природного середовища, природо-заповідної справи, створення екомережі, відновлення природних ресурсів, забезпечення екологічної та радіаційної безпеки, енергозбереження, підтримка органічного агровиробництва тощо. Сучасна промисловість, яка використовує велику кількість ресурсів, створює матеріали та речовини, що за своїми фізико-хімічними властивостями можуть бути небезпечними та шкідливими для живих організмів. Техногенне забруднення призвело до утворення штучних біогеохімічних провінцій з високим вмістом деяких хімічних сполук.

За останні десятиліття надмірне накопичення твердих побутових відходів стало однією з ключових проблем сучасного суспільства, що серйозно впливає на якість поверхневих вод. Львівська область, відома своєю природною красою та водними ресурсами, не є винятком. Однак зростання обсягів виробництва та споживання призводить до значного забруднення водойм, викликаючи необоротні зміни у водних екосистемах.

Гідроекосистема визначається як складна система взаємозв'язків між гідробіонтами та екологічними факторами оточуючого середовища, що проявляються в показниках трофічного статусу водоймищ, рівня токсичності, сапробності, процесах самоочищення та заболочуванні [50]. В умовах антропогенного впливу порушуватиметься екологічна рівновага у водній екосистемі, що призведе до зменшення видового біорізноманіття гідробіонтів.

І.В. Волошина доводить в своєму дослідженні, що «благополуччя нації залежить не тільки від рівня заробітних виплат, але, чи не в першу чергу, від чистоти довкілля» [8].

У сучасному світі, проблеми управління відходами є однією з актуальних екологічних тем. Особливо велике значення має проблема рециклізації відходів, оскільки неконтрольоване їх акумулювання може суттєво впливати на стан природних водойм. Тому є потреба у здійсненні оцінки впливу твердих побутових відходів на стан поверхневих вод у Львівській області, а також розробка заходів для збереження та відновлення екосистем.

**Мета і завдання дослідження.** Метою даної роботи стало дослідження, аналіз характеру та вивчення впливу твердих побутових відходів, що генеруються населенням, на якість та екологічний стан поверхневих вод Львівської області.

**Для досягнення поставленої мети вирішувалися такі завдання:**

- проаналізувати інформацію щодо обсягів та складу твердих побутових відходів, що генеруються в Львівській області;
- обґрунтувати вплив побутових відходів на екологічні складові довкілля;
- з'ясувати основні джерела забруднення водою твердими відходами;
- дати оцінку впливу на водне середовище полігонів ТПВ;
- проаналізувати гідрохімічні параметри якості водних ресурсів та їх зміни у басейні річок області;
- надати рекомендації проведення природоохоронних заходів щодо мінімізації негативного впливу твердих побутових відходів на поверхневі води.

**Об'єктом дослідження** є процеси впливу побутових відходів на екологічний стан поверхневих вод Львівської області.



## 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1 Екологічний аспект навантаження ТПВ на екологічні складові довкілля

Незважаючи на прогрес у впровадженні екологізації виробничих процесів, зростаючий рівень споживання призводить до того, що люди щороку продукують більше твердих побутових відходів. Якщо проаналізувати ситуацію кілька років тому, то проблема постійного збільшення обсягів ТПВ переважала у великих містах, але тепер стає характерною і для невеликих населених пунктів. Відсутня система збору та рециклінгу відходів зумовила появу стихійних, із переповненням, смітників, в тому числі на територіях відпочинку.

Тверді побутові відходи (ТПВ) є результатом людської діяльності та включають у себе різноманітні матеріали, що утворюються у житлових будинках, закладах харчування, установах соціокультурного та побутового спрямування, адміністративних організаціях, а також в громадських, медичних, торговельних та інших закладах. Це охоплює харчові відходи, предмети побуту, кімнатне та дворове сміття, опале листя, відходи від прибирання та поточного ремонту квартир, а також вторинні ресурси, такі як макулатура, тара, упаковальні матеріали, скло, метали, полімерні матеріали, великогабаритні відходи та інші.

Діяльність людини призвела до формування техносфери, до елементів якої належать різні місця складування відходів, такі як стави-сховища, землеробські поля зрошення, відстійники, шламосховища, хвостосховища та полігони твердих побутових та промислових відходів (ТПВ).

Небезпека впливу відходів на навколишнє середовище збільшується у тому випадку, коли виробничі відходи набувають властивостей, які сприятимуть міграції їх компонентів в оточуюче середовище (рис. 1.1 ).



Рисунок 1.1 – Основні властивості відходів, що підвищують їхню екологічну небезпеку

Навіть при тому, що побутові відходи у менших кількостях порівняно з промисловими, відомі нам краще, але завдяки їх всеосяжній поширеності – сміттєві баки на подвір'ях, вулицях, у парках і скверах – ці відходи є джерелом занепокоєння для мешканців міст і сіл, творять дискомфорт і створюють практично постійну загрозу виникнення епідемії.

Санкціоновані сміттєзвалища, навіть якщо їх експлуатувати з дотриманням усіх вимог, залишатимуться джерелами забруднення оточуючого середовища, оскільки зі звалищ у ґрунті та поверхневій воді, атмосферне повітря та ґрунтовий покрив потрапляють шкідливі хімічні та біологічні речовини, як важкі метали, пестициди, поліхлоровані біфеніли, діоксини, нафтопродукти, поверхнево-активні речовини [2, 9, 11, 14, 16, 29, 39, 54, 59].

Стихійні сміттєзвалища, крім того, що вони відчужують значні площі родючих земель, представляють собою джерело забруднення природи токсичними елементами, – ксенобіотиками, які не можуть бути включені в природні цикли обігу речовин. Переміщаючись через трофічні ланцюги, ці небезпечні речовини потрапляють в ґрунтове середовище та повітря, а звідти – у водоймища та рослинні продукти харчування, що вирощують у зоні впливу сміттєзвалищ, а потім проникають в організм людини, спричиняючи непередбачувані зміни в її організмі.

У глобальному масштабі відбуваються зміни у кругообігу води та газовому балансі в атмосфері. Різноманітні види живих істот великою мірою піддаються впливу небезпечних речовин, включаючи також вплив на генетичний рівень.

## 1.2 Загальні відомості про відходи споживання, їх види та генерування

До категорії відходи споживання відносять вироби та матеріали, які вийшли з ужитку чи позбулись своїх споживчих властивостей внаслідок фізичного чи морального зносу. До ТПВ потрапляє і використана упаковка, що становить приблизно 50% загального обсягу ТПВ [22].

Орієнтовний морфологічний склад відходів, що утворюються в житлових і суспільних будівлях, місцях загального користування у великих містах приведений на рис. 1.2.

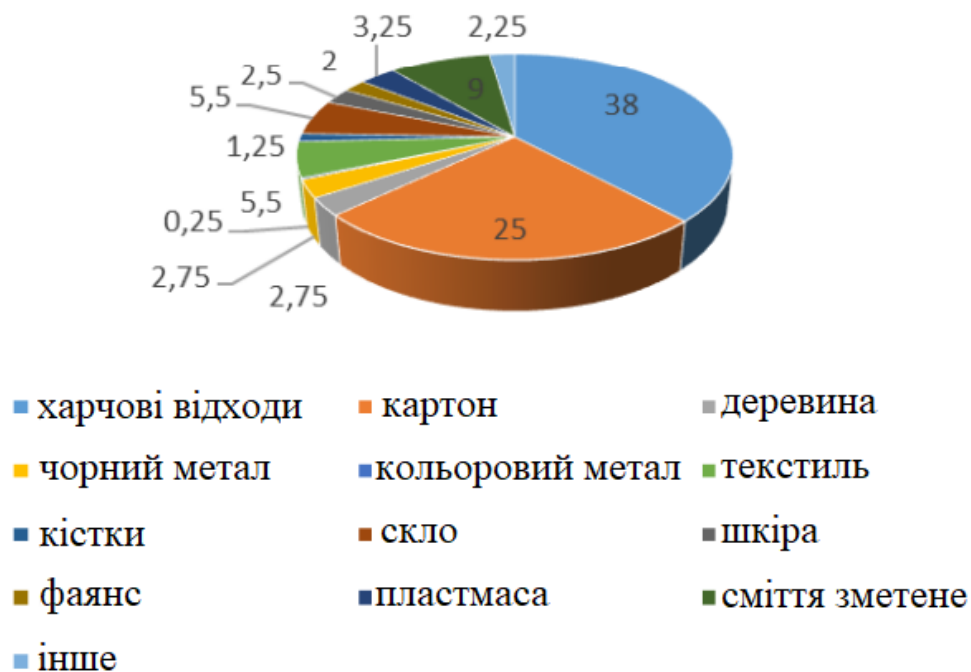


Рисунок 1.2 – Співвідношення та узагальнений фракційний склад ТПВ

Морфологічний склад відходів багато в чому залежить від клімату території, пори року, ступеня благоустрою житла, наявності окремої системи

збору твердих побутових відходів, включаючи окремі контейнери для харчових відходів та побутових відходів, соціального рівня населення.

Відзначимо, що у структурі ТПВ переважаючими є органіка та папір. Встановлена закономірність: якщо більше сільського населення та приватного сектору, то високе процентне співвідношення органічних і харчових відходів. Основний фактор, що впливає на зміну складу ТПВ протягом року, – це зростання вмісту харчових відходів від 20-25% навесні до 40-55% восени, що обумовлено збільшеним споживанням населення овочів і фруктів у цей період [2, 16, 28, 29, 60, 62, 65]. У морфології ТПВ спостерігається зростання кількості полімерних матеріалів.

За статистичними даними, органічні відходи становлять 63% від усіх відходів, що генеруються у всьому світі. Біологічні відходи представляють собою біорозкладані та біодоступні компоненти (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Біовідходи

Органічні відходи можуть стати відмінними добривами і не вимагають захоронення на майданчиках ТПВ. Існують різні методи рециклізації відходів органічного походження, метою яких є мінімізувати вплив на навколишнє середовище, одночасно використовуючи потенціал цих матеріалів для корисного повторного використання: компостування, виробництво біогазу, виробництво біогумусу за допомогою вермікомпостування (рис. 1.4) [2, 16, 29].



Рисунок 1.4 – Рециклізація органічних відходів

Таким чином, переробка біовідходів охоплюючи декілька ключових процесів і методологій, спрямована на ефективніше відновлення матеріалів й створення цінності та додаткової вартості.

Графічне відображення відсоткового вмісту вторинних відходів у різних країнах наведено на рис. 1.5.



Рисунок 1.5 – Морфологія ТПВ в країнах, що розвиваються (а), та розвинутих країнах (б)

За останні десятиліття відзначився ріст об'єму пластикових пакувальних виробів та пластикової упаковки харчового продукту, переважно за рахунок поліетилену високого та низького тиску, а також поліетилентерефталат (ПЕТ-пляшка) [8].

Складність проблеми зумовлена тим, що процеси упаковки товарів і переробки використаного пакувального матеріалу передують зовсім протилежну мету. Виробники і споживачі прагнуть, щоб упаковка не розбивалась, не ламалась, щоб не розкладалась, не горіла і не розчинялась у воді [2, 8, 16, 29, 64]. Установки для рециклізації відходів розраховано на те, щоб пакувальний матеріал міг бути зруйнований, спалений, ущільнений або хімічно розкладений. Саме тому розробники упаковки намагаються знайти баланс між міцністю та екологічністю упаковки, щоб її було легше переробляти.

Найбільше ТПВ продукується за рахунок відходів 3-х пріоритетних секторів – житлово-комунальних послуг, громадських організацій та промисловості (рис. 1.6).

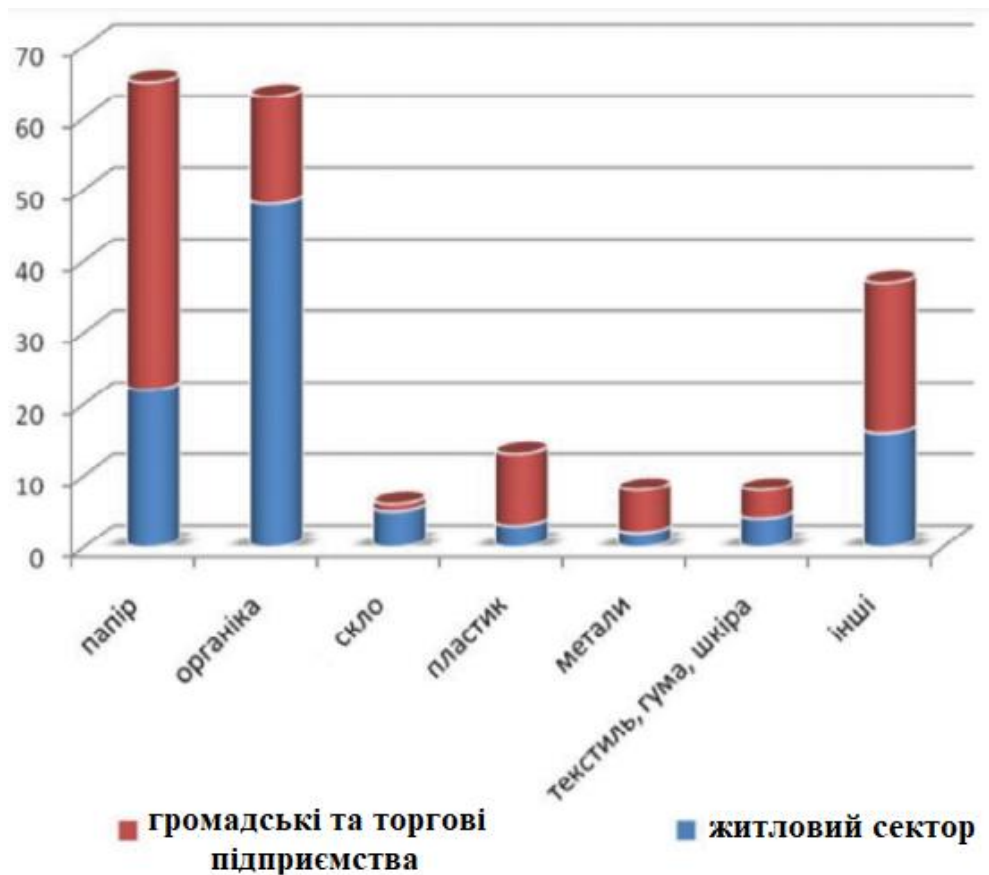


Рисунок 1.6 – Фракційний склад ТПВ для різних галузей утворення

Усі небезпечні відходи за ступенем шкідливого впливу розділяються на класи та піддаються об'єктивному обліку відносно процесів утворення, обсягу акумулювання, зберігання та реальної або потенційно можливої утилізації [2, 22, 28, 29, 64, 65]. На сьогоднішній день найбільш поширеною є 4-рівнева класифікація токсичних відходів за ступенем небезпеки, що включає:

- ❖ I клас – надзвичайно небезпечні;
- ❖ II клас – високонебезпечні;
- ❖ III клас – небезпечні;
- ❖ IV клас – помірно небезпечні токсичні відходи.

Небезпечні види відходів включають побутові відходи, такі як миючі засоби, фарби, хімікати, прострочені медикаменти, люмінесцентні лампи, ртутні лампи (кожна з яких містить – 80-120 мл ртуті), пестициди, добрива тощо; батареї та акумулятори, а також відходи електричного та електронного обладнання (рис. 1.7) [2, 12, 29, 65]. Важливо відзначити, що ці відходи не використовуються на місці їх накопичення та потребують належної утилізації, рекуперації та рециклінгу.



Рисунок 1.7 – Небезпечні відходи в Україні

Внаслідок впливу природних факторів у навколишнє середовище вивільнюються небезпечні токсичні речовини, такі як сполуки кадмію, свинцю, ртуті, нікелю і інші.

Небезпеку також представляють відходи, що незаконно викидаються в межах певного природного ландшафту (лісів, річкові долини і т. д.), утворюючи нелегальні сміттєзвалища. Отже, при цьому природний ландшафт втрачає свої природні функції, отримуючи нові, негативно впливаючи на розвиток екосистеми та здоров'я людей.

Проте необхідно пам'ятати і той факт, що науковці, які займалися вивченням даного питання стверджують, що на практиці важливо не лише збереження сировини для виробництва, а й зменшення негативних впливів продукції протягом всього її життєвого циклу. Такий принцип, забезпечується концепцією Cleaner Production, яка включає перехід від контролю за забрудненням (засада «на кінці труби», реагування після факту) до проведення превентивних заходів для недопущення забруднення та мінімізування утворення відходів (еквівалентно до поняття екопродуктивності чи «зеленої продуктивності») [29]. Таким чином, концепція спрямована на підвищення ресурсної ефективності продукту в цілому.

Однією з ключових проблем управління відходами I-III класів небезпеки є питання безпечного зберігання, знешкодження та обробки відходів нафтоперероблення, а саме кислих гудронів та гудронів імпортованих з Угорщини. Львівська область також стикається з утворенням небезпечних відходів через діяльність підприємств та організацій, які виробляють відпрацьовані нафтопродукти – токсичні відходи з низьким рівнем біорозкладання (10-30%) [2, 11, 12, 39, 60, 61].

Токсичність цих відходів обумовлена вмістом різних вуглеводнів, серед яких особливо небезпечні канцерогени, а також олефіни, сполуки сірки, азоту та кисню. Відпрацьовані нафтопродукти завдають значних шкідливих впливів на навколишнє природне середовище, особливо на водні ресурси через високу



проникливість. За експертною оцінкою, один літр відпрацьованої оливи здатен забруднити приблизно 7 млн літрів ґрунтових вод [62, 65].

Найсильніші канцерогени, які проявляють токсичну дію складають нафтошлами, гудрони та кислі гудрони. Виробництво колишнього підприємства нафтопереробки залишило близько 200 тис. м<sup>3</sup> кислих гудронів, які накопичено в період 70-80 р. у трьох неізольованих земляних ємностях площею приблизно 30 тис. м<sup>2</sup>. Ці збірники розташовані поблизу Грибовицького сміттєзвалища в с. Великі Грибовичі Львівського району. Також імпортовані гудрони з Угорщини (близько 20,0 тис. т) не підлягали утилізації через порушення природоохоронного законодавства, що призвело до збереження 1,174 тис. тонн нейтралізованих гудронних залишків та 18,928 тис. тонн модифікатора типу «МГ» [12, 35, 39, 40, 54, 57, 59, 61]. Цей модифікатор виготовлений з нейтралізованого гудронного залишку та котлового залишку ангідриду малеїнової кислоти і зберігається на різних територіях промислових об'єктів Львівської області. Загальна кількість вищезазначених відходів становить понад 270,0 тис. т [49].

Також до відходів I-III класу небезпеки відносяться стійкі органічні забруднювачі, які характеризуються вираженими токсичними властивостями та утрудненою біологічною розкладеністю.

### **1.3 Екологічні ризики у сфері поводження з твердими побутовими відходами**

У сучасний період складно визначити регіон чи значну територію в Україні, яка б не була піддана антропогенному впливу. Цей вплив може мати різні характеристики: від цілеспрямованого, спрямованого на поліпшення чи, навпаки, погіршення природних та соціально-економічних умов, до стихійного, неспланованого, з непередбачуваними наслідками для всього регіону.

Кількісна оцінка поводження з твердими побутовими відходами в системі індикації сталого розвитку міських систем здійснюється за допомогою наступних показників:

- обсяг ТПВ, що утворюються в місті, характеризує загальну кількість ТПВ, які утворюються в місті за певний період часу. Він є важливим для оцінки впливу ТПВ на навколишнє середовище та здоров'я населення;
- обсяг ТПВ, що захоронюються на полігонах. Цей показник характеризує кількість ТПВ, які не підлягають переробці або утилізації і захоронюються на полігонах, що є важливим для оцінки рівня екологічної безпеки міста;
- обсяг ТПВ, що переробляються або утилізуються з метою отримання вторинної сировини. Отже є важливим для оцінки рівня ресурсозбереження в місті.

Якісна оцінка поводження з ТПВ в системі індикації сталого розвитку міських систем здійснюється за допомогою таких показників:

- рівень організації ефективності роздільного збирання ТПВ в місті. Визначається як частка ТПВ, які збираються роздільно, від загального обсягу ТПВ, що утворюються в місті;
- показник використання сучасних технологій захоронення ТПВ характеризує рівень екологічної безпеки захоронення ТПВ в місті;
- показник використання вторинної сировини характеризуватиме рівень ресурсозбереження в місті.

Вказані показники можуть бути оцінені за шкалою від 0 до 100, де 0 відповідає найнижчому рівню якості, а 100 – найвищому.

Дослідження М. С. Мальованого, Н. Ю. Голеця, І. В. Васильківського, В. А. Іщенко, Ю. О. Малика, О. Я. Голодовської, В. Г. Петрука та інших вчених вказують на те, що кількісні та якісні показники поводження з ТПВ в системі індикації сталого розвитку міських систем взаємопов'язані. Так, наприклад, високий рівень кількісного показника «Обсяг ТПВ, що переробляються або утилізуються» може бути досягнутий за рахунок низького рівня кількісного

показника «Обсяг ТПВ, що захоронюються на полігонах». Однак, такий підхід не є оптимальним, оскільки він може призвести до зниження рівня екологічної безпеки міста [14, 16, 39, 61].

Для забезпечення сталого розвитку міських систем необхідно, щоб кількісні та якісні показники поводження з ТПВ перебували в оптимальному балансі. Це означає, що необхідно прагнути до збільшення обсягів переробки, ресайклінгу, рекуперації, рециклювання й утилізації відходів, а також до підвищення рівня екологічної безпеки захоронення ТПВ [2, 29, 64, 65].

#### **1.4 Вплив твердих побутових відходів на поверхневій воді**

Органічна складова побутового сміття під впливом природних процесів розкладається і утворюють фільтрат, який є складним за хімічним складом розчином. За визначенням В.В. Поповича «фільтратом називають рідку фазу, яка утворюється на полігоні при захороненні ТПВ з вологістю більшою 55 % та в результаті просочування атмосферних опадів у тіло полігону, обсяг яких перевищує кількість вологи, що випаровуються з поверхні полігона [12, 15, 39, 40, 62]. Внаслідок випадання опадів на стихійному звалищі, частина води проникає у товщу сміття, а інша частка випаровується.

Міграційний потік забруднюючих речовин вниз по потоці відбувається на глибині внаслідок впливу конвективного та дифузно-конвективного переносу, спільно з переважаючим переносом вздовж напрямку потоку.

Після інфільтрації через масив відходів, фільтрат насичується токсичними компонентами, які складають відходи або утворюються під час їх розкладення (значно перевищуються гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин) – стає висококонцентрованим. До стійких токсикантів відносяться важкі метали, адже вони в природних умовах погано розкладаються, та максимально концентруються в нижніх шарах твердих побутових відходів, призводячи до забруднення токсинами ґрунту, а також здатні знижувати інтенсивність перебігу фотосинтезу та справляти патогенний

вплив на рослини. З полігону до підземних вод потрапляють також феноли, хлориди, нітрати, сульфати, поверхнево-активні речовини, нафтопродукти, сірководень та інші сполуки в концентрації вищих за гранично допустиму норму. Крім того, фільтрат містить патогенні мікроорганізми та яйця гельмінтів, що становить загрозу для здоров'я населення [9, 11, 12, 14, 15].

На полігонах, де не дотримані стандарти охорони довкілля (відсутні протифільтраційні екрани, геохімічні бар'єри, дренажі, системи відведення та очищення фільтрату), фільтрат може вільно розливатися, стікаючи по рельєфу, потрапляє в ґрунт та води ґрунтового та підземного стоку, а потім потрапляє у відкриті водоймища (рис. 1.8).

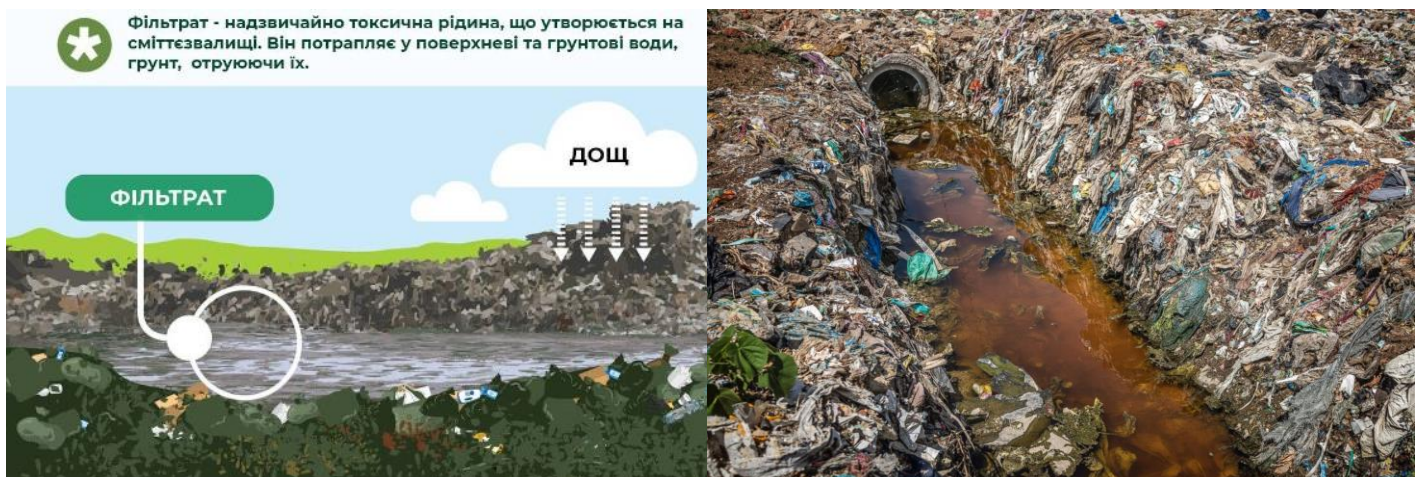


Рисунок 1.8 – Наслідки неналежного поводження з відходами (у водах утворюється особливо токсичний (отруйний) фільтрат)

Надзвичайно критична ситуація настає влітку, адже підвищена температура сприяє швидкому розкладанню продуктів життєдіяльності, що в свою чергу зумовлює утворення, насиченого забруднювачами та мікроорганізмами, пилу із токсичних речовин. Отже, полігони є гігантськими реакторами, де проходять процеси окислення, хімічного і біологічного розкладу органічних речовин та їх детоксикації.

Тому, особливо важливим заходом є необхідність вибору ефективної системи очищення фільтрату на етапі закриття полігону твердих побутових

відходів, оскільки неконтрольований витік фільтрату часто спричиняє накопичення його великих об'ємів у спеціальних ставках-накопичувачах.

Джерелами потрапляння токсикантів з канцерогенними і мутагенними властивостями в річкові системи є поверхневі розсіяні стічні води з урбанізованих та сільськогосподарських земель, аварійні розливи стоків з систем каналізації та водопостачання, низька ефективність очисних споруд для стічних вод та порушення гідродинамічного режиму водоносного горизонту (рис. 1.9).

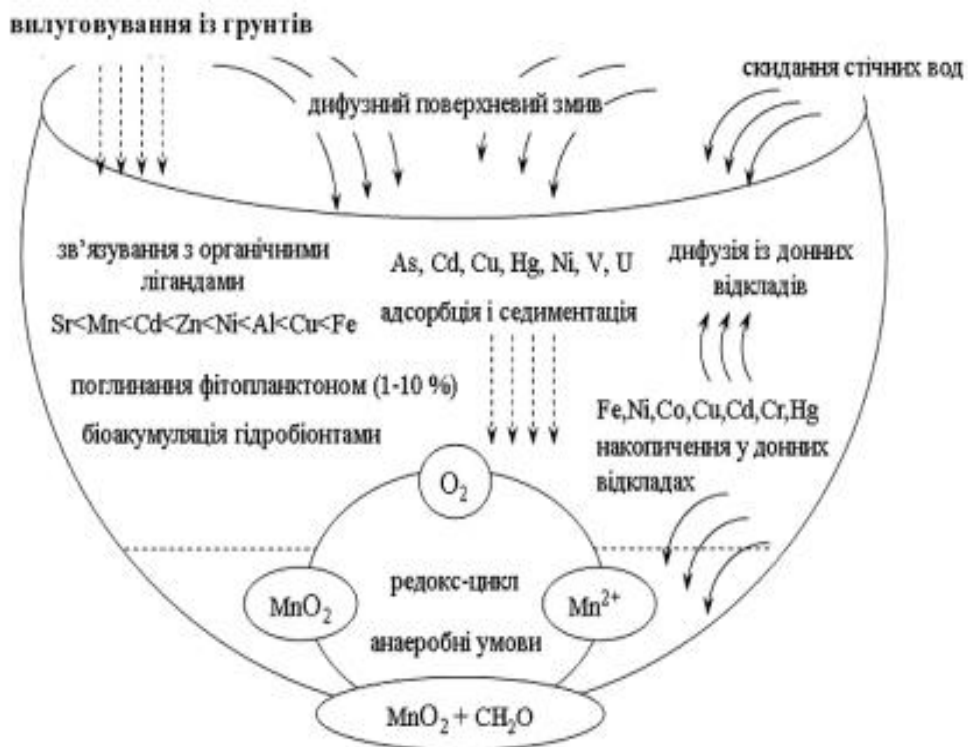


Рисунок 1.9 – Шляхи забруднення водних екосистем [20]

Багато відходів, зокрема пластикових матеріалів, зі стихійних, неорганізованих звалищ сміття на суходолі, потрапляє у водні потоки та водойми. Поза безпосередньою шкодою для тварин, плаваючі відходи можуть забруднювати воду органічними забруднювачами, а саме поліхлорованими біфенілами, дихлордифенілтрихлорметилметаном, полібромованими дифеніловими ефірами та поліароматичними вуглеводнями [21, 26, 44]. Це речовини з високим токсичним впливом, які можуть спричинити гормональні

порушення у живих організмах. Цей вплив може передаватися до людини через харчові ланцюги.

Взаємодія людини і природи на основі рівноваги й взаємовигідності, раціональне використання водних ресурсів стали одними з найактуальніших питань, які стосуються всіх мешканців планети, оскільки від їх вирішення залежить майбутнє всього людства. ООН визначила забезпечення населення планети прісною водою як пріоритетну мету сталого розвитку [47].

З роками Україна, як і багато інших країн, відчуває нестачу води та наростаючі екологічні труднощі, що пов'язані з водними ресурсами. Відтак, на сьогоднішній день наростає необхідність у створенні ефективної національної системи керування водними ресурсами, яка здатна забезпечити досягнення задовільного екологічного стану води, раціональне використання та запровадження стимулів для сталого розвитку.

Для отримання об'єктивної ґрунтовної інформації про стан річкових басейнів важливо проводити систематичний державний моніторинг вод. Цей процес регулюється законодавством, прийнятим Кабінетом Міністрів України, і базується на відповідності міжнародним та національним стандартам [3, 4, 18, 19, 25, 46, 47, 50].

## 2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 Природно-географічні умови Львівської урбосистеми

З метою розкриття питання щодо впливу твердих побутових відходів на стан поверхневих вод у Львівській області надано характеристику геоморфологічної структури території, що зумовлюються її гідрологічними та гідрогеологічними умовами.

Львівщина розташована на Головному європейському вододілі, який розділяє басейни Балтійського і Чорноморського морів, обумовлює відсутність великих річок у межах міста. Цей фактор визначає переважання малих річок у Львівській області, які є притоками великих і середніх річок.

Рельєф території безпосередньо залежить від її геолого-тектонічної будови. Інтенсивне вертикальне розчленування рельєфу сприяє накопиченню підземних вод у долинах річок і на схилах пагорбів. Строкатий за складом і різний за віком комплекс відкладів, що залягають на території міста, утворює кілька водоносних горизонтів, які мають різні запаси води і хімічний склад. Таким чином, геологічна будова території характеризується переважанням пісковиків, глинистих сланців та мергелів. Рельєф впливає на розподіл опадів, а також на циркуляцію підземних вод.

Річки рівнинних типів в основному отримують живлення від дощових опадів, яке складає 50% від загальної кількості. З них 37% походить від снігового танення і 13% – від підземних джерел. У гірських ріках снігове живлення є переважаючим і складає 50%, дощове живлення – 44%, в той час як лише 6% надходить від підземних джерел.

На підставі протягом тривалого часу проведених досліджень, Юрій Андрейчук, Євген Іванов, стверджують, що після 2000 року збільшилась частота виникнення небезпечних повеней на річках Львівщини [13]. Середньорічна каламутність рік коливаються у межах 20–700 г/м<sup>3</sup> [10, 36].

Область включає в свою геологічний комплекс відкладів різного складу і віку, який характеризується різноманітністю та змінністю в часі. Зазначені відклади включають в себе формації крейди, неогену та антропогену. Практично всі ці формації містять певну кількість води і формуючи водоносні горизонти, такі як верхньокрейдяний, неогеновий та антропогеновий [36, 45, 53].

Згідно з картою гідрологічного районування області, досліджувана територія входить до Пасмового Побужжя західного Лісостепу України. Тут спостерігається помірно теплий клімат та достатня кількість опадів. Це дозволяє віднести цю зону до підзони з достатнім рівнем вологості ґрунту з агрокліматичної точки зору [7, 13, 27].

Дані щодо відомостей про температурні показники в період проведення досліджень було взято із матеріалів Українського гідрометеорологічного центру і подані у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Середня місячна температура повітря у Львівській області (за даними Українського гідрометеоцентру)

	Місяці, °C											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2015	0,3	0,2	4,1	7,7	13,1	17,2	19,4	20,7	15,4	7,1	4,8	2,9
2016	-3,6	3,8	4,1	10,1	13,6	18,3	19,0	17,8	15,0	6,7	2,4	-1,3
2017	-6,5	-0,8	5,9	8,1	13,3	18,0	18,4	19,6	13,7	9,1	3,3	1,7
2018	0,2	-4,1	-0,3	13,9	16,9	18,4	19,5	20,2	15,3	10,4	3,5	0,3
2019	-3,0	2,3	5,5	10,1	13,5	21,3	18,7	19,8	14,7	11,1	6,6	3,1
2020	0,7	2,6	4,3	8,3	10,8	18,1	18,6	19,5	14,9	10,8	4,3	1,0
2021	-1,1	-1,9	2,5	6,5	13,1	18,8	22,0	17,8	13,0	8,3	4,8	-1,4
2022	-6,9	-5,4	-0,2	10,8	12,7	21,7	32,4	21,7	15,1	11,0	4,7	1,0

Перші декади червня характеризувалися стрімким зростанням середньодобової температури повітря з нижчих значень, відхиляючись від норми до значно вищих показників. Середньо-річна температура повітря



дорівнює + 5,2°C-8,5°C, перевищуючи норму на 1,4°C, а іноді – з 0,7 до 2,1°C (з тенденцією до підвищення). Найвища середня температура липня +19,5°C, а окремими роками у серпні. Зима порівняно тепла, з частими відлигами, середня температура січня -3°C, але в окремі роки бувають морози більше -30°C. Спостерігаються підняття температури повітря щодо норми упродовж року, – у липні на 2,3°C, у серпні на 2,0 °C, у січні на 1,6°C.

Таке підвищення температури було результатом впливу потужного антициклону. Протягом більшості днів в цей період було сухо, і лише при переміщенні неактивного атмосферного фронту на початку декади спостерігалися нерівномірні дощі. Місцями траплялися локальні зливи, іноді супроводжувані грозами, шквалами та градом, переважно в північному та західному напрямі, а також в окремих районах центральних і східних області. Однак більша частина території залишалася беззмінною або зазнавала лише невеликих опадів, а деякі райони перебували в майже сухому стані.

Таблиця 2.2 – Місячна кількість опадів у Львівській області (за даними Українського гідрометеоцентру)

	Місяці, мм											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2015	47,7	20,6	4,3	41,2	118,7	53,6	70,1	16,8	76,6	50,2	84,5	21,5
2016	50,1	52,4	36,8	74,0	61,2	83,2	102,9	50,8	38,6	137,9	84,3	60,0
2017	28,3	39,3	42,6	41,9	85,2	61,5	87,4	42,9	141,8	67,1	61,8	102,3
2018	25,0	58,0	45,0	24,0	61,0	125,0	134,0	67,0	45,0	50,0	27,0	72,0
2019	52,0	18,0	22,0	56,0	158,0	50,0	68,0	105,0	38,0	30,0	40,0	51,0
2020	25,4	74,0	41,3	13,8	142,6	142,7	109,7	40,5	104,1	69,0	19,1	52,9
2021	62,0	88,0	39,0	45,0	64,0	79,0	68,0	114,0	95,0	6,0	31,0	78,0

Сумарно кількість опадів коливаються в межах 650–850 мм, що становить 90–110% відповідно норми. У середньому ця сума складає 768 мм. Найбільшу кількість опадів спостерігаємо влітку – 217 мм (36% річної суми),

тоді як найменшу – у зимові місяці (155 мм або 18%). Трапляється тенденція до зростання суми опадів, особливо у вересні (110–135%), жовтень – 140–165%.

Однак, в останні роки спостерігається зменшення суми опадів у місяці липень та серпень (80% від норми). Наприклад, серпень 2015 року був аномально сухим, з лише 1 мм опадів.

Таким чином, метеорологічні зміни чинять прямиий вплив на водність малих річок та, відповідно, і на санітарний стан їхніх русел та якість води.

Львівська область знаходиться в смузі помірно-континентального клімату з високою зволоженістю (рис. 2.1). На території області основними центрами атмосфери, які впливають на рух повітряних мас, є Азорський та Сибірський максимуми, а також Ісландський мінімум. У зимовий період спостерігається збільшення активності цих центрів. Також важливий вплив на формування кліматичних характеристик відіграє місцева модифікація циркуляції повітряних мас в конкретних географічних умовах.

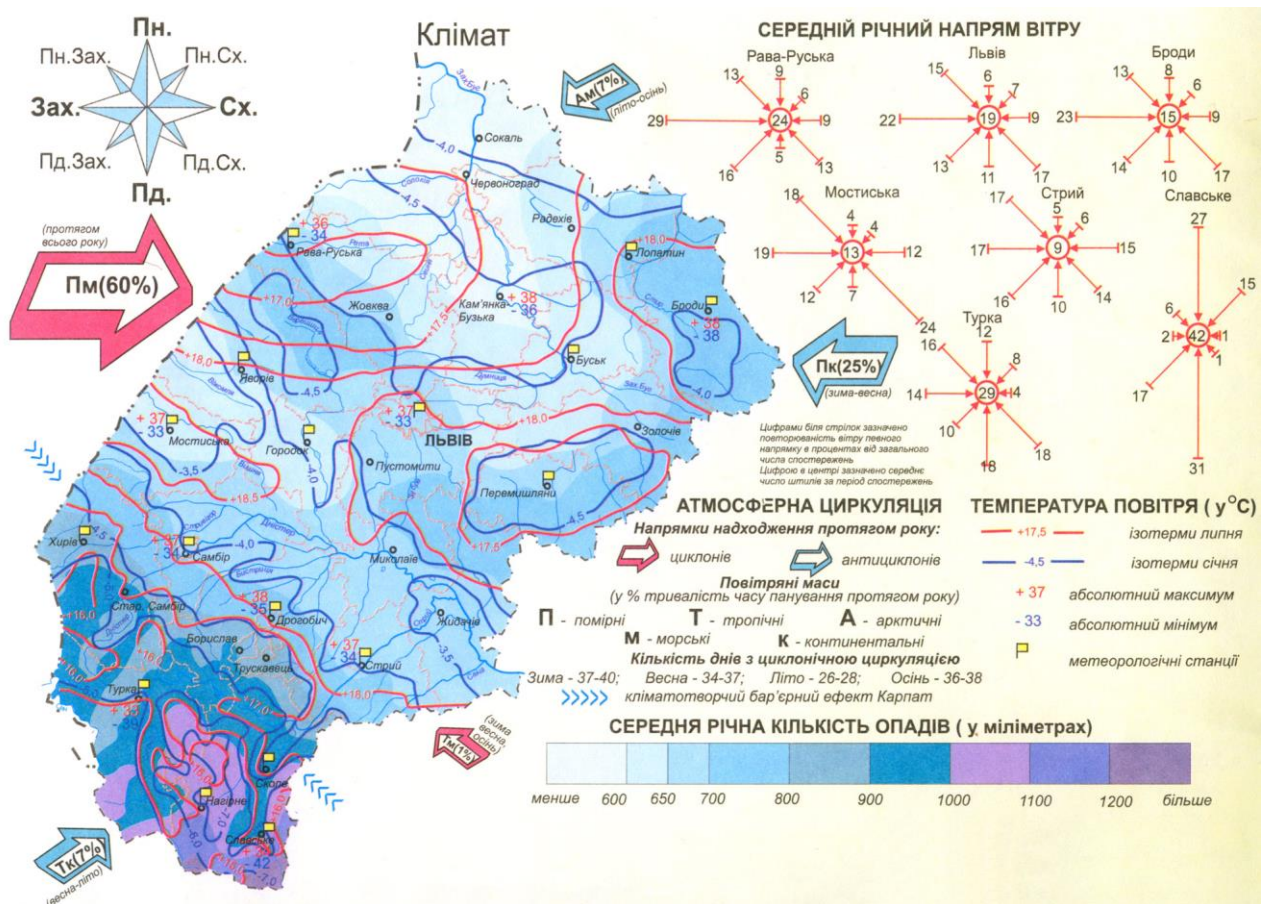


Рисунок 2.1 – Карта клімату Львівської області [36]

У межах території дослідження, переважають західні вітри, а північно-східні рідко спостерігаються. У літні місяці характерні є західні та північно-західні. Середньорічна швидкість вітру складає 12,4 км за годину.

Регіон знаходиться у перехідній зоні від помірного теплого європейсько-західного клімату до помірно континентального європейсько-східного. Всього за рік випаровуються 560 мм вологи, на що витрачаються понад 30 ккал/см<sup>2</sup>. Кількість опадів у середньому становить 650–750 мм/рік.

Територія розташована в межах Центрально-малополіської групи ландшафтів. Верхньостирський ландшафт охоплює розгалужене верхів'я річки Стир. Його характеристика включає головним чином поєднання обширних овальних піщаних слабопідвищених рівнин з еоловими формами та широкими заторфованими днищами річкових долин [13, 36]. У цьому регіоні переважаючими є соснові ліси та сінокоси. Варто зазначити, що в межах басейну Західного Бугу територія входить лише своєю західною окраїною.

Метод заповідання є одним з ефективних способів збереження генофонду живої природи, унікальної природної екосистеми та ландшафту. Результатами екологічних досліджень підтверджено, що заповідні екосистеми виконують важливу роль у міграційному потоку видів флори й фауни у прилеглих напівокультурених та окультурених ландшафтах. Цим самим збагачуючи біологічне різноманіття цих територій та сприяють екологічній стабільності.

Гідрогеологічні умови території, наявність та кількість води у надрах визначається багатьма чинниками: геолого-тектонічною будовою, рельєфом, кількістю атмосферних опадів тощо. У цьому відношенні Львівська область є унікальною.

Ріки області належать до басейну Чорного (Дністер, Стир) і Балтійського (Західний Буг, Сян) моря. Найбільше річок входять до басейну Дністра (5838, що складає 52%), Західного Бугу (3213, а це 28%) і незначну кількість в басейнах р. Сян – 12% та Стира – 8% (рис. 2.2). Більшість малих річок, за винятком гірських частин області, є каналізованими та слугують як водоприймачі осушувальної системи [6, 13, 26].



Рисунок 2.2 – Карта гідрологічного районування Львівської області (розподілу річок по басейнах в межах області) [36]

Відповідно до оновлених даних Львівського обласного управління водних ресурсів до великих річок належить річка Дністер, довжина якої в межах області сягає 207 км (площа водозбору понад 50 тис. км<sup>2</sup>). До класу середніх річок, маючи площу водозбору від 2 до 50 тис. км<sup>2</sup>, зараховують Західний Буг (довжиною в межах області – 202 км), Стрий, Серет, Сян, Іква, Стир. Малі річки і струмки із площею водозбору до 2 тис. км<sup>2</sup> нараховують – 240, загальною протяжністю 4713,75 км. Через область протікає 8950 річок, з них 216 завдовжки понад 10 км кожна, а потічки і струмки загальною протяжністю склали 16343 км [1, 5, 6, 13, 36, 38]. Варто відзначити, що навесні під час танення снігового покриву та влітку під час тривалих дощів утворюються тисячі тимчасово діючих потоків.

Дністер – найважливіша водна артерія західного регіону України. Охоплює території 7-ми областей України (Львівську, Івано-Франківську, Чернівецьку, Тернопільську, Хмельницьку, Вінницьку та Одеську) та більшу частину території Молдови. Загальною довжиною – 1352 км (в межах України — 912 км), 225 км є суміжними для України та Республіка Молдова. Площа басейну — 72900 км<sup>2</sup> (в межах України — 53490 км<sup>2</sup>). Дністер впадає в Дністровський лиман довжиною 57 та шириною від 4 до 6 км [38].

Західний Буг – є притокою другого порядку ріки Вісла, площа басейну – 6075 км<sup>2</sup> (табл. 2.3). Протяжність басейну річки з південного сходу на північний захід через території 3-х держав; загальною довжиною – 772 км, в тому числі на території України – 404 км [13, 21, 26, 34, 36].

До категорії великих у басейні Західного Бугу (згідно типології ВРД ЄС) у межах України відносять 4-ри річки: Полтва – 60,0 км, 1440 км<sup>2</sup>; Рата – 76,0 км, 1820 км<sup>2</sup>; Луга – 89,1 км, 1351,4 км<sup>2</sup> [1, 31, 32, 33, 52].

Полтва – ліва притока Західного Бугу є важливою транскордонною водною артерією України. Її басейн має площу 1474 км<sup>2</sup>, а довжина – 60 км. Витікаючи у межі м. Львова, налічує 55 приток, з яких лише 7 – довжиною понад 10 км. Полтва виконує роль колектора для стічних та дренажних вод, які після очищення надходять у Зах. Буг [31, 32, 33, 52, 53].

Таблиця 2.3 – Морфометричні характеристики басейну р. Західний Буг територією України, Польщі та Білорусії

Країна / всього	Довжина річки в межах країни / всього, км	Питома частка країни у загальній довжині річки, %	Площа басейну в межах країни / всього, км <sup>2</sup>	Питома частка країни у загальній площі басейну, %
Україна	404 (220*)	52 (28**)	11205	28
Республіка Польща	214	28	17815	46
Білорусь	154	20	10400	26
Західний Буг в межах трьох країн	772	100	39420	100

Примітка: \* – прикордонна ділянка між Україною та Польщею;

\*\* – прикордонна ділянка між Білоруссю та Польщею.

В межах області нараховують 20 водосховищ, які розміщені в басейнах річки Дністер, Західного Бугу та Сяну, загальною площею водного дзеркала склало 3448 га, повною ємкістю – 79,88 млн. м<sup>3</sup>.

Найбільшими з водосховищ є: Унятицьке (ємність 8,29 млн.м<sup>3</sup>) на р. Бар (басейн Дністра), Добротвірське (14,65 млн.м<sup>3</sup>) на р. Західний Буг, Завадівське (8,8 млн. м<sup>3</sup>) та Малий Гноянець (14,0 млн.м<sup>3</sup>) в басейні Сяну.

Загальна щільність річкової сітки в області складає 0,75 км/км<sup>2</sup>, вказуючи на високий рівень вологості та сприятливі умови для формування річкового стоку. Середня густота річкової мережі в басейні Західного Бугу склала 0,35 км/км<sup>2</sup>, в басейні Дністра вона коливається від 0,7 км/км<sup>2</sup> (на Передкарпатті) до 1,0 км/км<sup>2</sup> (в Карпатах) (рис. 2.3).

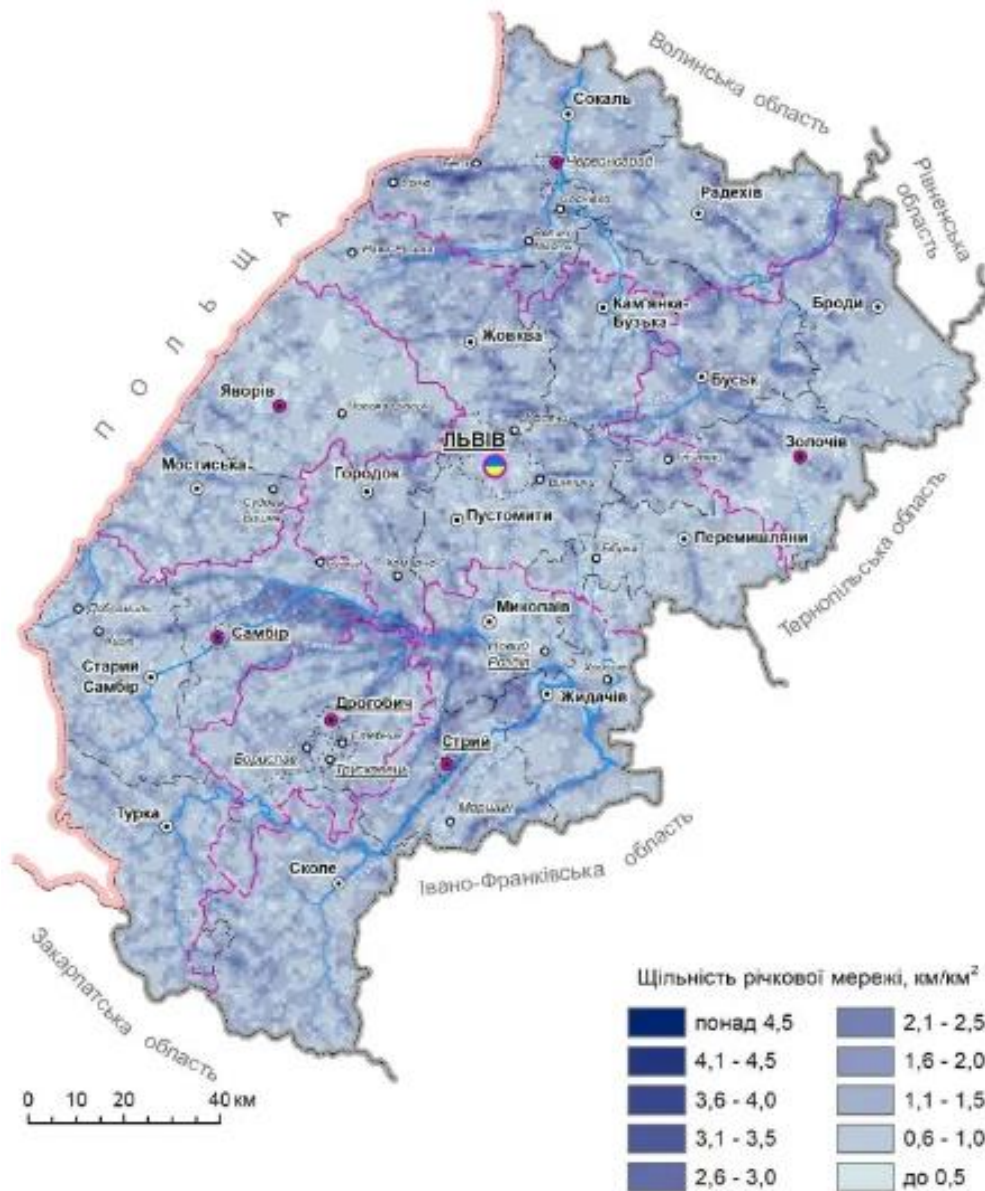


Рисунок 2.3 – Карта густоти річкової мережі в Львівській області [13, 36]

За дослідження науковців, І.М. Волошина, О.С. Галаса, О.І. Шаблій, Б.П. Муха, А.В. Гурин, М.В. Зінкевич, Львівщина у гідрологічному відношенні є досить різноманітною та контрастною, оскільки річки формуються і течуть у різних умовах тектонічного, геологічного, гіпсометричного, кліматичного, що відповідають саме їхнім властивостям та специфіці [7, 26, 27, 36, 48].

Найбільшою довжиною в межах Львівської області характеризуються три ріки: Дністер (299 км), Стрий (230 км), Західний Буг (202 км). Ці ж ріки мають і найбільшу площу водозбору, відповідно і найбільші витрати води.

Таблиця 2.4 – Характеристика річок на території області

№ з.п	Назва річки	Протяжність по території регіону, км	Кількість населених пунктів вздовж берегової смуги, шт	Кількість гребель (водосховищ), шт.	Кількість магістральних трубопроводів через річку, шт.			Кількість мостів через річки, шт.	
					газо-	нафто-	продукто	автодор.	залізнич.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Великі річки</b>									
1	Дністер	207	66	2	17	3	3	28	5
	<b>Усього</b>	<b>207</b>	<b>66</b>	<b>2</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>28</b>	<b>5</b>
<b>Середні річки</b>									
1	Західний Буг	184	43	2	3	3	–	21	4
2	Стрий	232	50	–	10	5	1	2	7
3	Серет	5	1	–	–	–	–	–	–
4	Сан	56	2	–	Річка прикордонна				
5	Іква	16,6	6	–	1	1	–	–	–
6	Стир	66,8	13	–	2	1	–	5	–
	<b>Усього</b>	<b>560,4</b>	<b>115</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>54</b>	<b>11</b>

На території області протікають ріки Дністер, Стрий, Опір, Західний Буг, Бистриця, Солокія та їх притоки, які в період весняної повені і випадання значних опадів створюють зони затоплення, особливо в Миколаївському, Самбірському, Мостиському, Стрийському, Дрогобицькому, Старосамбірському, Городоцькому, Жидачівському, Сокальському районах та місті Червонограді.

Гідрогеологічні умови області є сприятливими для формування підземних вод. Завдяки наявності Головного європейського вододілу, значній кількості атмосферних опадів, інтенсивному вертикальному розчленуванню



рельєфу та різноманітному комплексу відкладів за складом та віком сприяють нагромадженні підземних вод у значних кількостях. Саме вищевказані фактори забезпечують місто достатньою кількістю високоякісної води для задоволення потреб населення, промисловостей та сільського господарства.

У Львівській області згідно державного балансу запас водних ресурсів нараховує 94-ри ділянки прісних підземних вод з загальними запасами 1327 тис. м<sup>3</sup>/добу за категоріями А+В+С1. Мінеральні підземні води в цьому регіоні представлені 24 ділянками з запасами 1,77 тис. м<sup>3</sup>/добу. Для питного та технічного водопостачання використовуються 56 діючих ділянок прісних підземних вод [13, 27, 36, 37].

Виділяють головні водоносні комплекси, які експлуатують для питного та технічного водозабезпечення населення і промисловості Львівщини: четвертинний, неогеновий, верхньокрейдний і девонський [50, 53].

Водопостачання міста організоване виключно за рахунок підземних джерел, які розташовані на території Львівської області. Система включає 17 групових водозаборів і 180 свердловин, при цьому глибиною окремих свердловин може сягати 250 метрів. Найближчий водозабір розташований на відстані 13 км від Львова у селі Малечковичі, а найвіддаленіший – поблизу міста Стрия, на відстані – 100 км. Усі ці свердловини, які забезпечують місто водою, розділені на чотири напрямки за географічною орієнтацією: Північний (65 км), Південний (103 км), Східний (77 км) та Західний (35 км) [1, 13]. Проектною потужністю водозаборів становить 452 тисячі.

У межах Карпат у середньому на площу 1 км<sup>2</sup> припадає 1 км річок. На Передкарпатській височині густота річкової сітки зменшується, але річки стають більш повноводними.

Відповідно до природно-сільськогосподарського районування досліджувана область розподіляється на 4-ри райони, враховуючи агробіологічні властивості основних сільськогосподарських культур та природно-кліматичні умови.

Земельний фонд області становить 2183,1 тис. га (2,8% від території України), з них 1261,5 тис. га або 58% займають сільськогосподарські угіддя. У структурі сільськогосподарських угідь рілля становить 974,1 тис. га (76,3%), багаторічні насадження – 23,2 тис. га (1,8%), пасовища та сіножаті – 35,0% (табл. 2.5) [24, 36].

Таблиця 2.5 – Структура земельного фонду області (за даними Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру)

Основні види земель та угідь	Площа	До загальної площі території
	тис. га	%
Загальна територія	2183,1	100,0
у тому числі:		
1. Сільськогосподарські угіддя, з них:	1261,5	59,8
рілля	794,1	36,4
перелоги	0,7	0,0
багаторічні насадження	23,2	1,1
сіножаті	187,7	8,6
пасовища	255,8	11,7
2. Ліси та інші лісовкриті площі	697,3	31,9
з них вкриті лісовою рослинністю	629,1	28,8
3. Забудовані землі	162,0	5,4
4. Відкриті заболочені землі	9,4	0,4
5. Відкриті землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом (піски, яри, землі, зайняті зсувами, щебнем, галькою, голими скелями)	35,7	1,4
6. Інші землі	28,6	1,3
Усього земель (суша)	2140,3	98,0
Території, що покриті поверхневими водами	42,8	2,0

Ґрунтовий покрив Львівської області характеризується великою різноманітністю. Формування і поширення окремих типів ґрунтів і різновидностей зумовлюється характером ґрунтоутворчих порід, рельєфом місцевості, кліматичними умовами, глибиною залягання ґрунтових вод і рослинним покривом.

На території Львівської області нараховується 404 об'єкти природо-заповідного фонду, загальна площа яких становить 180,2 тис. га [24]. Показник заповідності, визначений як відношення площі заповіданих територій до загальної площі області, складає 8,25%. Це свідчить про значний обсяг територій, які захищені та призначені для збереження природних цінностей та екосистем.

## 2.2 Методика проведення досліджень

Пропозиції проводити географічні дослідження у межах природних районів, зокрема, річкових басейнів, висловлені французьким вченим Ф. Бюашем ще у середині XVIII ст. Його ідеї були підтримані німецьким географом Й. К. Гаттерером та деякими англійськими науковцями [42]. У 60-х рр. XIX ст. французький дослідник Е. Реклю висловив думку, що річку варто розглядати як єдине ціле з усіма водотоками і кожною краплею води у межах всієї водозбірної площі.

На початку XX ст. басейновий підхід почали застосовувати при розробці природоохоронного законодавства (Франція, США, Австралія) [44]. Наприкінці XX ст. були сформовані теоретико-методичні засади застосування басейнового підходу при аналізі природокористування та оцінюванні стану довкілля.

Басейновий принцип [3, 4] в геоекологічних дослідженнях обґрунтували Ф. М. Мільков (1981), Л. М. Коритний (1991, 2001), І. П. Ковальчук (1997), Я. О. Мольчак (2004), К. А. Позаченюк (2006) та ін.

В останні десятиліття басейновий підхід широко використовується науковцями при оцінюванні якості компонентів довкілля та вирішенні проблем раціонального використання природних ресурсів [41, 42, 43, 44].

Для вирішення поставлених завдань використано літературні джерела та інтернет-ресурси; картографічні матеріали і космознімки; законодавчі акти та нормативні документи; дані Головного управління статистики у Львівській області; матеріали Басейнового управління водних ресурсів річок Західного Бугу та Сяну, Дністровського БУВР, Львівського обласного управління водних ресурсів, Львівського регіонального центру з гідрометеорології, Волинського та Рівненського обласного центру з гідрометеорології, Департаменту екології та природних ресурсів Львівської обласної держадміністрації, ЛКП «Львівводоканал» [37, 51] тощо.

Достовірність щодо отриманих результатів дослідження є підтверджена наявністю статистичного аналізу даних.

Оцінювання проведено на підставі публічної і доступної інформації щодо стану управління відходами в місті Львові та на національному рівні. Кількісний аналіз обсягів генерування та морфології твердих побутових відходів було проведено на основі статистичних даних, зібраних Головним управлінням статистики у Львівській області.

Аналіз та узагальнення інформації щодо стану водних об'єктів за басейновим принципом здійснено за вихідними матеріалами відділу гідрології Басейнового управління водних ресурсів річок Західного Бугу та Сяну, Головного управління статистики у Львівській області, інформаційною базою досліджень стали матеріали Держкомстату України, Державного управління охорони навколишнього природного середовища у Львівській області.

Для обробки даних застосовано наукові методи: бібліографічний, аналітичний, нормативно-пошуковий, порівняльний, системного аналізу та узагальнення.

## 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 3.1 Динаміка акумулювання твердих побутових відходів у Львівській області

Сучасна ситуація управління побутовими відходами в Львівській області є критичною. Зараз відбувається значний приріст обсягів відходів у різних галузях людської діяльності, і ці відходи накопичуються у місцях тимчасових зберігання. Практично не відбувається їх переробка, що призводить до високого рівня накопичення відходів та низьких показників їхнього використання як вторсировини. Рециклізація та захоронення відходів здійснюються неефективно та зі порушеннями. Відсутність відповідної інфраструктури для керування відходами негативно впливає на екологію, здоров'я людей та вимагає впровадження системних підходів до рециклінгу відходів. Розв'язання наявних проблем та попередження екологічної кризи прискорило необхідність розроблення Стратегії управління відходами у Львівській області до 2030 року [17, 23, 46, 47].

Накопичення промислових і побутових відходів виконують на підставі виданих Департаментом екології і природного середовища Львівської ОДА лімітами на їхнє розміщення. Сумарний обсяг лімітів, що видані підприємствам області щороку, змінюється і сьогодні не перевищує 5 млн т промислових і побутових відходів.

Протягом експлуатації усіх сміттєзвалищ у Львівській області, з 1995 р. по 2021 рік, накопичено близько 230 млн т побутових відходів, зафіксовано 154 незаконних сміттєзвалища (рис. 3.1). За даними Головного управління статистики в Львівській області, їхня кількість збільшується щороку в середньому на 700 тис. т сміття, а система їх керування базується головним чином на акумулюванні та захоронення їх на полігонах (95%).



Рисунок 3.1 – Загальний обсяг відходів, накопичений протягом експлуатації, у спеціально відведених місцях у Львівській області

За 2021 рік на території Львівської області утворено 3212,2 тис. т. відходів, одержано від інших підприємств – 1369,1 тис. т, спалено – 118,7 тис. т, утилізовано – 308,6 тис. т, направлено в сховища організованого складування (поховання) – 2005,5 тис. т, передано іншим підприємствам – 2453,2 тис. т [17, 49].

За статистичними даними, у межах об'єкта досліджуваної території найбільше відходів накопичує місто Львів, річною кількістю відходів – від 200 до 400 тисяч тонн (на території Львівської міської ради (м. Львів, м. Винники, смт Брюховичі, смт Рудно), додатково ще 100–200 тисяч тонн постачається з інших джерел. Ця кількість включає 300–400 тисяч тонн відходів I–III класу небезпеки (400–600 тисяч тонн постачається ззовні).

Основна частина утворених відходів (99,96% від загального обсягу) належить до відходів IV класу небезпеки. У 2022 році на 21 діючому полігоні (сміттєзвалищі) області захоронено 529937,21 тонн твердих побутових відходів. Загальна площа земель, зайнята під сміттєзвалищами, перевищує 152 га (рис. 3.2).

Значна кількість відходів, що накопичувалася на території міста Львова та прилеглих до нього населених пунктах та районах, раніше складувалися та утилізувалися на єдиному відведеному місці для захоронення твердих побутових відходів та промислових відходів IV класу небезпеки ЛКП «Збиранка». Після пожежі та обвалу на Грибовицькому сміттєзвалищі у кінці травня – на початку червня 2016 року його було закрито, і тоді Львів зіткнувся з «сміттевою проблемою», через накопичення відходів просто на вулицях міста. Тривала діяльність полігону без дотримання чинних технологічних та екологічних умов призвели до зсуву сміття та прориву захисної дамби із фільтратом призвели до значного забруднення води та ґрунтів на прилеглих територіях [9, 35, 39].

Поруч із полігоном ЛКП «Зелене місто», на площі 6,8 гектара, розташовані три амбари з кислими гудронами – відходи II класу небезпеки. З 2004 року і до сьогоднішнього часу відбувається витік гудронів, та згідно з Державною екологічною інспекцією, спричинює забруднення підземних та поверхневих вод та едафотопів (вміст нафтопродуктів у ґрунтах поблизу амбарів перевищує фонові значення від 18 до 170 разів). Як показали дослідження М. З. Шіпка, Л. П. Курганевич, приблизно 15 тисяч тонн небезпечних відходів від переробки нафти зберігаються в долині річки Полтва (Борщовицького лісництва) [31, 32, 33, 52, 53]. На сьогодні на стадії завершення комплексний проект з рекультивації міського полігону.

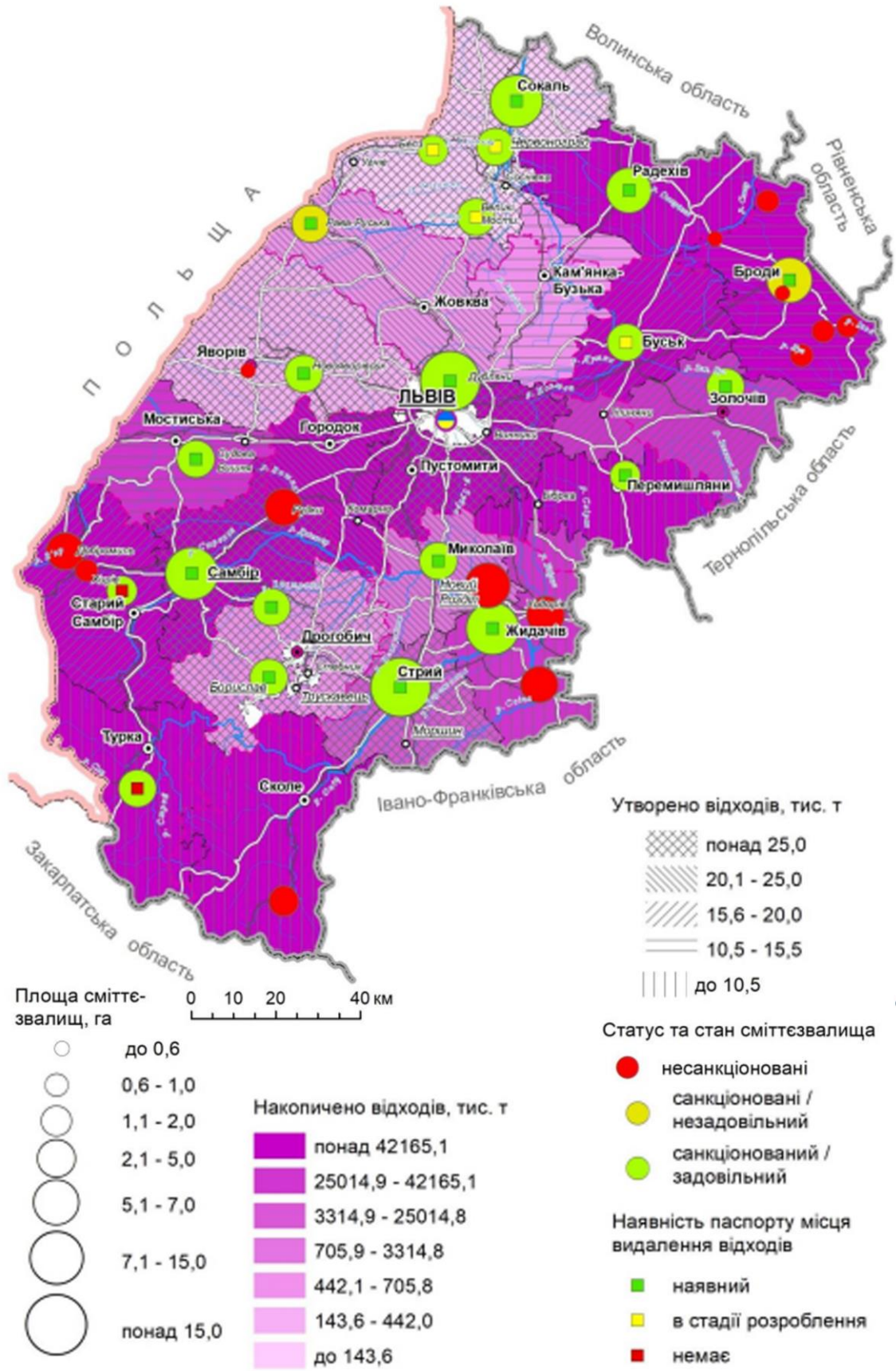


Рисунок 3.2 – Кількість акумульованих ТПВ у Львівській області



Згідно з дослідженням Г. Микітчака, встановлено, що найбільша кількість сміттєзвалищ на Львівщині розташована в басейнах річок Дністра (49%) і Західного Бугу (25%) [13]. Несанкціоновані звалища (рис. 3.2) знаходяться в безпосередній близькості до населених пунктів у природних западинах, лісових смугах, поблизу водоймищ й уздовж автодоріг. Для прикладу, 15% сміттєзвалищ розміщено в ярах або відпрацьованих кар'єрах, а приблизно 5% – на сільськогосподарських землях. На таких полігонах у товщах ТПВ проходять процеси, які призводить до виділення шкідливих токсичних речовин у навколишнє природне середовище.

У таблиці 3.1 подано структуру відходів Львівської області, України та Європи [56]. За цими даними видно, що серед інших видів відходів у Європі, Україні та у Львівській області значно переважають харчові відходи. Аналізуючи структуру відходів досліджуваної області, спостерігаємо переважання відходів вторинного матеріалу, деревини та іншої продукції, що також є характерним для України. З іншого боку, в європейських країнах зростають відходи з паперу, великогабаритного матеріалу та вторинного товару.

Таблиця 3.1 – Відсотковий зміст відходів, %

Вид відходів	Львівська область	Україна	Європа
Харчові відходи	35	45	35
Вторинні полімери	30	13	12
Папір, картон	8	10	33
Великогабаритні матеріали	-	-	10
Скло	12	8	3
Текстильні матеріали	2	6	-
Метали	4	3	5
Деревина	10	1	2
Відходи будівництва	6	5	-
Інші відходи	18	10	-

Коронавірусна криза в усьому світі істотно вплинула на звичний режим життя людей, зумовлюючи збільшення об'єму ТПВ на контейнерних майданчиках у житлових районах. Саме тому, у складі змішаних відходів зросли негабаритні та будівельні відходи, органічні відходи, а також вторсировина об'ємного опаккування, такі, як полімери (пластикові контейнери, плівка, пакети), а також появу нового типу відходів пандемії: використаних масок, респіраторів, рукавичок, вологих серветок, так і антисептиків та їх упакування (рис. 3.3).

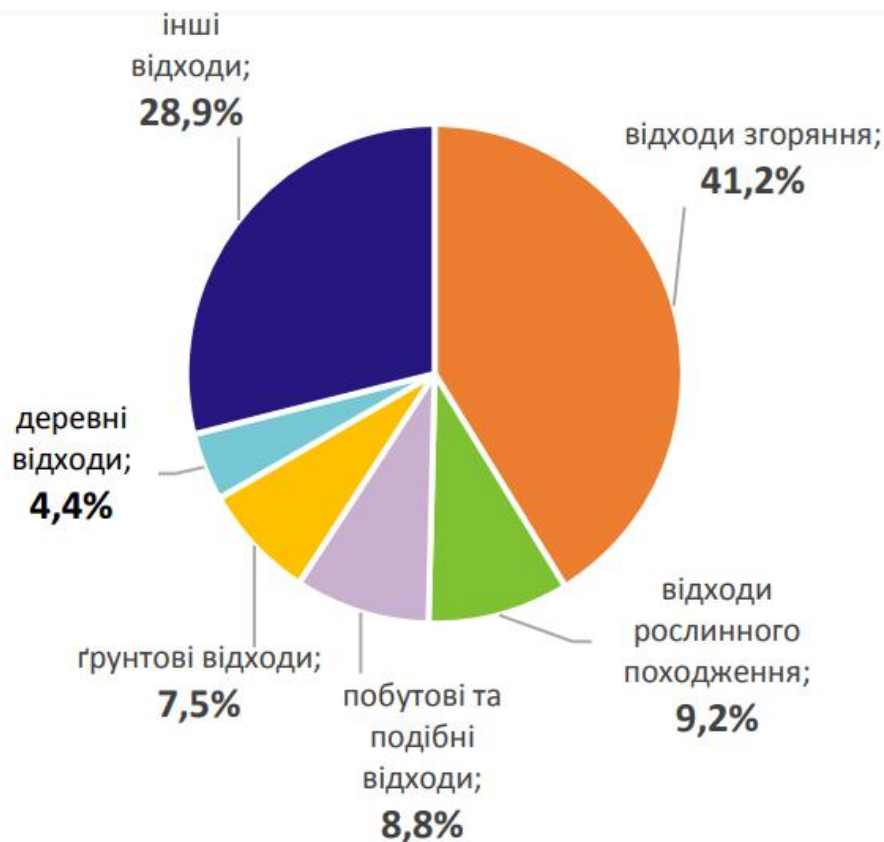


Рисунок 3.3 – Динаміка розподілу відходів, утворених у 2021 році

Кількість спеціально відведених (облаштованих) місць видалення відходів протягом 2020-2022 рр. не є сталими (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Статистичні дані щодо поширеності методів поводження з ТПВ в різні роки (млн. куб. м)

№ з/п	Показники	2021 рік	2020 рік
1	Утворено	3212,2	3121,1
2	Одержано від інших підприємств	1369,1	385,2
3	Спалено	118,7	116,6
3.1	у тому числі з метою отримання енергії	118,7	116,6
4	Використано (утилізовано)	308,6	403,2
5	Направлено в сховища організованого складування (поховання)	2005,5	1945,3
6	Передано іншим підприємствам	2453,2	1116,4
7	Втрати відходів внаслідок витікання, випаровування, пожеж, крадіжок	–	–
8	Наявність на кінець звітнього року у сховищах організованого складування та на території підприємств	–	282580,5

Дослідження, проведене Микітчаком у 2012 році [13], вказує на те, що в едафотобах, що оточують 12 із 20-ти сміттєзвалищ, виявлені перевищення нормативів рухомих форм важких металів. Найбільш несприятлива ситуація зафіксована в зоні впливу сміттєзвалища в селі Павлів, Радехівського району. У ґрунтового покриві цієї області виявлені перевищення гранично допустимих концентрацій 7-ми важких металів, зокрема Pb (до 4,9 рази), Cr (2,0 рази), Zn (1,8 рази), та перевищення орієнтовно допустимих концентрацій Cd у 4,4 рази (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Уміст важких металів (мг/кг) у ґрунтах досліджуваних сміттєзвалищ в Львівській області станом на 2012 рік (Микітчак, 2012) [13]

№ з/п	Адміністративна приналежність звалища	Zn	Cd	Ni	Co	Pb	Cu	Cr
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
1	Красне	37,15	0,85	1,13	2,16	8,09	1,36	2,08
2	Олесько	2,25	0,68	2,55	0,42	6,69	0,37	0,37
3	Керниця	34,89	3,22	8,99	7,10	24,24	2,17	6,29
4	Великий Любінь	32,57	1,11	3,04	2,44	6,54	0,90	2,18
5	Єлиховичі	25,78	1,91	2,16	0,92	16,32	2,47	7,66
6	Плугів-1	6,98	1,27	2,04	3,58	9,22	0,79	6,36
7	Плугів-2	13,05	2,44	5,18	5,63	17,57	1,54	13,42
8	Новий Яричів	58,29	0,99	5,94	4,32	25,08	3,97	3,68
9	Стоянів	24,20	0,63	0,89	0,40	7,83	0,24	3,17
10	Павлів	41,65	2,21	6,64	5,14	29,45	4,95	12,05
11	Дубина	29,86	0,42	3,74	5,88	10,20	3,37	1,67
12	Івано-Франкове	8,97	1,25	4,49	3,53	8,51	0,54	3,74
ГДК, мг/кг		23,00	0,50	4,00	5,00	6,00	3,00	6,00

Примітка: \* – курсивом виділено значення, які перевищують ГДК

В едафотопі навколо сміттєзвалища у населених пунктах Керниця (Городоцький район), Плугів та Новий Яричів (Кам'янка-Бузький район) також виявлено вищі концентрації п'яти важких металів. Максимальне перевищення нормативу зафіксоване у зоні впливу звалища поблизу села Керниця, де концентрація Cd перевищує граничні значення до 6,4 рази, а поблизу села Плугів зафіксовано перевищення гранично допустимих концентрацій Ni (1,5 рази), Pb (3 рази), Cr (2,0 рази), та орієнтовно допустимих концентрацій Cd (1,5 рази). Микітчак зазначає, що саме в селі Плугів розташовано Східний водозабір, що включає 9 діючих свердловин, з яких подається вода до міста Львова.

Як відмічають науковці, основною причиною забруднення ґрунтового покриву йонами важких металів є наявність небезпечних відходів в складі побутового сміття. Серед таких відходів можна виділити батарейки, використані прилади, що містять ртуть, та стару побутову техніку. Ці матеріали, у значних кількостях, викидалися на сміттєзвалища області, спричиняючи забруднення природних ресурсів.

На сьогоднішній день більшість сміттєзвалищ, вищезазначених у таблиці, вже ліквідовано. Залишилися активними лише ті, що розташовані у Красному, Великому Любені, Слиховичах та Новому Яричеві. Науковець у своїх наукових публікаціях зазначає, що при проведенні рекультивації ліквідованих сміттєзвалищ застосовувалися економно-недорогі методи, які включали в себе вирівнювання сміттєзвалища і засипання його поверхні шаром ґрунту без використання ізоляційних матеріалів. Отже, це зумовлює і надалі дію негативного впливу цих «рекультивованих» сміттєзвалищ на різні складові компоненти геосистеми.

Діючий полігон ТПВ у м. Стрию є найбільшим за розмірами (площею 53,2 га) полігоном у Львівській області. Цей полігон працює в режимі перезавантаження з порушеннями нормативних вимог, оскільки захоронення сміття на ньому проводиться з 1949 року. Полігон приймає сміття із Стрийської міської територіальної громади, міст Трускавця, Дрогобича, Сколе, Східниці, Львова та з інших населених пунктів з-поза меж територіальної громади. За період його експлуатації захоронено близько 700,0 тис. т. побутових відходів. Меншими сміттєзвалищами по 10 га у містах: Жидачів, Сокаль, Самбір, а інші діючі 16 сміттєзвалища займають площі до 6 га [48, 55, 56].

Експерти Департаменту екології і природних ресурсів Львівської обласної державної адміністрації визнали ситуацію на інших сміттєзвалищах як задовільну. Проте, 70% з цих місць експлуатуються понад 30 років, що свідчить про вичерпання їхніх проектних можливостей. Не всі зареєстровані сміттєзвалища Львівської області забезпечені необхідними дозвільними документами для своєї діяльності. Третина звалищ не має паспортів місця

захоронення відходів, і навіть наявність документацій не гарантуватиме належної організації та ефективної роботи через відсутність ефективного контролю.

Новітні об'єкти управління твердими побутовими відходами, зведені з максимальними врахуванням вимог до організації полігону, розташовані у місті Червонограді (введені в експлуатацію у 2012 році, площа 4,6 га) та у місті Великі Мости Сокальського району (будівництво завершено у 2016 році, площа 3,0 га) (рис. 3.2). Попри існування офіційних об'єктів управління ТПВ, у Львівській області існує значна кількість несанкціонованих сміттєзвалищ. Станом на січень 2020 року їх було зафіксовано 41. Найбільше з цих несанкціонованих місць розташоване неподалік від міста Новий Розділ Миколаївського району і має площу 6,2 га.

За даними аналізів, виконаних лабораторією управління екології і природних ресурсів [17] в санітарно-захисній зоні сміттєзвалища виявлялись перевищення ГДК солей важких металів, зокрема нікелю в 6-39 разів, міді в 1,3-4,0 рази, цинку в 4,2- 5,4 разів, хрому в 1,1-22 рази, а свинцю у 2,1 рази. Для вирішення ситуації зі сміттєзвалищем на початку травня 2021 року владою громади підписано договір із ТОВ «Грінера Стрий» щодо управління Стрийським полігоном захоронення ТПВ. Компанія має забезпечити низку технічних рішень, зокрема, щодо згрупування та утримання сміття, викладення схилу сміття під кутом  $18^\circ$ , перешарування і накриття сміття шаром ґрунту до 30 см. У 2021 році компанією встановлено в місті 280 нових контейнерів та облаштовано 52 контейнерні майданчики.

Згідно з даними Департаменту екології і природних ресурсів Львівської ОДА станом на 1 січня 2022 року в області нараховувалося 41 несанкціоноване сміттєзвалище загальною площею понад 46 га. Отже, близько 30 % сміття складують стихійно.

У межах затвердженої Стратегії поводження з відходами у Львівській області до 2030 року, депутати під час позачергової сесії Львівської облради, передбачили налагодження діяльності семи регіональних об'єктів захоронення ТПВ та будівництво 4 сміттєпереробних заводів, а також рекультивация 154 несанкціонованих сміттєзвалищ [14, 48, 49].

На території Львівської МТГ реалізують декілька екопроектів у сфері поводження з відходами. Наразі тривають заходи з рекультивації Грибовицького сміттєзвалища. Згідно з укладеним договором, вже виконано понад 75% необхідних робіт. Загальна вартість проекту оцінюється в 769 млн грн. У межах проекту враховано такі етапи: очищення фільтрату, дегазації та реконструкції полігону, а також біологічної рекультивації.

### **3.2 Оцінка впливу викидів забруднень в атмосферу від полігону складування ТПВ**

При захороненні побутових відходів на звалищах у повітряне середовище вивільнюються різноманітними забруднювальними речовинами: метаном, толуолом, ксилолом, аміаком, формальдегідом, сірководнем та іншими. Вказані речовини представляють собою продукти розкладання органічних компонентів відходів, а саме харчових та рослинних, макулатури та текстилю.

Багато з діючих сміттєзвалищ не мають систем захисту ґрунтових вод, засобів вилучення та обробки фільтрату, не організовано санітарно-захисну зону, і часто, у літній період, спостерігаються випадки спалювання та самозаймання відходів. Отруйний дим з величезною кількістю діоксинів потрапляє в атмосферу і отруює все живе у радіусі десятків кілометрів (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – Несанкціоновані і неконтрольовані звалища, що горять

Таблиця 3.4 – Перелік небезпечних речовин, які виділяються при горінні сміття [11]

№ п/п	Морфологічний склад сміттєзвалища	Небезпечні речовини та сполуки, які виділяються при горінні
1	Харчові відходи	Акролеїн, чадний газ, вуглекислий газ, окиси азоту
2	Папір та картон	акролеїн, синильна кислота
3	Полімери	фосген, ціаністий водень, сірководень, хлороводень, сірчистий газ, чадний газ, вуглекислий газ, діоксид азоту, ціаністі сполуки, формальдегіди, бензол, аміак, хлорангідридні кислоти, фенол, 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 (дрібне будівельне сміття, каміння, вуличний змет)	сірководень, сірчистий газ, чадний газ, вуглекислий газ, діоксид азоту, ціаністі сполуки, формальдегідні смоли



З кожного спаленого кілограма відходів у повітряне середовище надходить 1 мг діоксинів, які переносяться вітром й осідають на поверхні ґрунту на великих відстанях від сміттєзвалищ. Люди по всьому світу вже зіткнулись з відсутністю чистої води і повітря. Необхідно відзначити і недостатнє перекриття відходів інертними матеріалами. Таким чином, існуючі сміттєзвалища не виконують функцію природоохоронних споруд для екологічно безпечного захоронення побутових відходів, тому жодне з них не можна повністю назвати «полігоном».

### **3.3 Оцінювання впливу забруднюючих речовин, які містяться у фільтраті ТПВ, на водні об'єкти**

Більшість сміттєзвалищ розташовані в безпосередній близькості до критичних зон, де підземні водоносні горизонти природно не захищені природними бар'єрами. Критичні зони – це ділянки, де ґрунтові води знаходяться близько до поверхні землі або мають погану циркуляцію. Це означає, що фільтрат зі звалищ легко може потрапити в ґрунтові води.

Забруднення ґрунтових горизонтів є серйозною проблемою для здоров'я людини. Шкідливі речовини, що містяться у фільтраті, можуть потрапити в організм людини з питною водою.

Навіть якщо населений пункт знаходиться на віддалі 20-30 км від звалища, є велика вірогідність, що у питній воді з криниці або свердловини є шкідливі речовини саме з фільтрату сміттєзвалища.

Характеристики фільтрату змінюються залежно від тривалості функціонування полігону (етапу розкладу відходів), характеристикам складованих відходів та обсягу надходження поверхневих і ґрунтових вод. На схемі представлені основні процеси розкладання органічних відходів, які відбуваються в тілі полігону (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 – Загальні процеси розкладання органічних сполук при захороненню ТПВ на полігоні  
(основні стадії розкладу, склад утворених продуктів і фільтрату)

До шкідливих речовин, що можуть потрапити в питну воду з фільтрату полігону ТПВ, належать: важкі метали, такі як сполуки свинцю, кадмію, цинку, міді, кобальту, хрому, заліза, можуть викликати порушення нервової системи, нирок і печінки; з хімічних сполук (нафтопродукти, нітрати, фосфати), – можуть призвести до проблем з травленням, репродуктивною системою та імунною системою; та бактерії (групи кишкової палички, ентерококи).

Дослідженнями проведеними В. В. Поповичем, В. П. Кучерявим виявлено високу концентрацію забруднюючих речовин у фільтраційних водах звалища, яка піддається значним коливанням (табл. 3.5) [35].

Таблиця 3.5 – Кратність зростання небезпечних речовин у фільтраті у літній період (за даними [35]).

<b>Речовина</b>	<b>Кратність зростання</b>
сульфати	1,4
хлориди	1,2
миш'як	8,1
хром загальний	600
мідь	1,4
цинк	1,6
БПК	3,7
ХПК	3,5

Аналізуючи фільтраційні води полігонів В.В. Попович зазначає [35, 63], що це є високоінформативний матеріал., адже завдяки дослідженням складу фільтраційних вод стихійних звалищ отримуються дані для вибору методів очищення, що стає актуальною проблемою.

Таблиця 3.6 – Склад фільтрату полігонів з різним терміном функціонування (за даними [60])

Показник фільтрату	Одиниця виміру	Фільтрат полігону з початку експлуатації, 1-3 роки	Фільтрат полігону, 3-10 років	Фільтрат полігону, більше 10 років
Кислотність, рН	-	4-7	5-6	7-8
БПК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /л	15000	6000	1000
ХПК	мгО <sub>2</sub> /л	21000	13000	6000
Іон амонію	мг/л	800	300	500
Солевміст	мг/л	1000	2000	6000

Департамент геологічного профілю «Західукргеологія» зазначає, що більшість сміттєзвалищ області функціонують з середини ХХ століття, що призводить до потрапляння забруднюючих речовин у підземні води. Склад забруднюючих речовин у підземних водах, які аналізуються у свердловинах для моніторингу якості води, є широким та включає різноманітні інградієнтні компоненти. Зокрема, у воді поблизу Грибовицького сміттєзвалища вміст домішок хлориду перевищує ГДК до 23 рази, нітратів – 1,5–1,6 рази, а натрію – від 17 до 20 разів [40]. Забруднення включає перевищення ГДК для фенолів, органічних речовин, нафтових й жирних кислот. Виявлені також значні перевищення норм для питної води бактерій групи кишкової палички (у 19 рази). Оскільки підземні води використовуються для питного водопостачання мешканців області, це забруднення створює потенційну загрозу для здоров'я людей.

М.С. Мальований, О.Я. Голодовська, М.І. Пастернак провели, відповідно загальних методик [41, 42, 43, 44], хімічний аналіз поверхневих водойм Львівської області [39, 63].

Таблиця 3.7 – Характеристика забруднення поверхневих вод в районі сміттєзвалища [60, 61]

Назва показників	Об'єкти випробувань								
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9
Показник концентрації водневих іонів, од. рН	6,94	7,61	7,69	7,4	7,65	7,35	6,92	6,81	7,22
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	2,0	273,0	7,60	22,0	28,8	6,40	Відсутні	28,7	9,10
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	5852,0	610,0	558,0	1254,0	1292,0	577,0	430,0	459,0	488,0
Загальна твердість, ммоль/дм <sup>3</sup>	31,70	6,80	7,40	7,0	8,20	7,40	7,0	7,10	7,60
Кальцій (Ca <sup>++</sup> ) мг/дм <sup>3</sup>	462,92	100,2	126,25	114,23	120,24	130,26	112,22	144,29	132,26
Магній (Mg <sup>++</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>	7,50	20,66	13,37	15,80	26,73	6,08	17,01	Відсутні	12,15
Хлориди (Cl <sup>-</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>	60,35	83,08	15,11	518,11	323,33	60,35	15,98	19,53	33,73
Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>	100,41	121,80	121,80	115,22	83,95	44,44	52,67	44,44	82,30
Залізо (Fe <sup>3+</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>	0,6	9,2	2,1	24,1	22,5	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) мг/дм <sup>3</sup>	15,30	15,30	<0,4	25,02	20,37	<0,4	6,94	11,46	8,07
Азот амонійний (NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>	22,9	5,5	0,2	27,6	31,7	0,67	0,010	0,1	0,1
Азот нітритний (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>		0,1	0,1	0,05	0,05	0,1	0,0199	<0,007	0,014
Азот нітратний (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>		0,7	1,4	1,9	0,9	1,0	1,128	1,866	2,2
Феноли, мг/дм <sup>3</sup>		0,71	0,71	7,18	<0,001	<0,001	0,013	<0,01	0,012
Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>		>500	7,25	>500	<0,1	<0,001	<0,05	<0,05	<0,05
БСК5, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>		16,0	13,0	1,0	13,0	9,0	2,0	<2	<2
ХСК, мг O/дм <sup>3</sup>		1010	121	25,3	242	197	<5	<5	17

Дослідженнями води з криниць, проведеними науковцями [15, 39], у селах Великі і Малі Грибовичі, Малехова, Збиранки та місті Дубляни, розташованих неподалік сміттєзвалища, регулярно підтверджували підвищені рівні кадмію та свинцю в цих джерелах водопостачання. Забруднення іонами важких металів призвело до неможливості використання цієї криничної води. Станом на кінець 2019 р. на зазначеній території спостерігали перевищення фонових значень вмісту цинку (у 2,9–4 рази), свинцю (у 3,2–3,4 рази), кадмію

(в 1,8–3,4 рази), заліза (у 2,5–2,8 рази), марганцю (в 1,4– 1,6 рази) і нафтопродуктів (в 1,8–2,3 рази). Поблизу амбарів з кислими гудронами міст нафтопродуктів перевищував фонові значення у 2,5–13 разів, заліза – в 1,5–3,2 рази, марганцю – в 1,3–2,2 рази. На місці витоку ґрунтових вод з амбарів спостерігали перевищення фонових концентрацій нафтопродуктів (у 4–14 разів), міді (у 15 разів), хрому (в 11,6 рази), кадмію (у 2 рази), кобальту (у 4 рази), заліза (у 24–29 разів), марганцю (у 7–18 разів) і фосфору рухомого (у 8–10,6 рази).

Важливо проводити аналіз токсичності осадів, що формуються під час очищення фільтрату. У разі, якщо клас токсичності не перевищує III, можна захоронити осади на полігоні; у випадку вищого класу токсичності, необхідно транспортувати осади та захоронювати їх на полігоні токсичних відходів.

### **3.4 Екологічне навантаження на поверхневі води**

Протягом останніх століть водні ресурси зазнають ризику виснаженню, забрудненню та засміченню внаслідок інтенсивного їх використання в побуті, промисловостях та сільському господарстві.

Процес урбанізації, який не лише трансформує природний ландшафт та рельєф територій, але й виступає головним джерелом забруднення, виявляє все більший вплив на поверхневі води. Розмір впливу від урбанізації залежить, передусім, від розмірів урбанізованої площі, кількості населення, економіко-промислового комплексу, промислових потенціалів, обсягів водопостачання та систем водокористування.

Львівщина є регіоном з високою щільністю населення та високим рівнем урбанізації. Територія області поділена на 7 районів: Дрогобицький, Золочівський, Львівський, Самбірський, Стрийський, Червоноградський і Яворівський. На 1 січня 2022 року у 44 містах, 34 селищах міського типу і 1850 сільських населених пунктах проживало 2478,1 тис. осіб.

На екологічний стан поверхневих вод Львівської області впливають різноманітними факторами, тісно пов'язаними, а саме: забруднення едафотопів, атмосферного повітря, зміною ландшафтної структури та техногенним перевантаженням території, неефективною роботою каналізаційно-очисних споруджень, не виділено відмінних ознак між режимами водоохоронної зони та режимами прибережно-захисної смуги, а також їх недодержання, насамперед в населених пунктах. Забрудненню і засміченню річок побутовими та іншими відходами, трелюванню лісу по потоках у гірських місцевостях.

Моніторинг за станом поверхневих вод Львівської області здійснює Львівське обласне управління водних ресурсів, Державна екологічна інспекція у Львівській області, Волинський та Рівненський обласні центри з гідрометеорології. Основні показники використання і відведення води у Львівській області (млн куб. м) представлено у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Основні показники водопостачання і водовідведення води (за даними БУВР Західного Бугу та Сяну) [23]

Показники	1990	2000	2010	2015	2020	2021	2022
	млн м <sup>3</sup>						
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
Використано свіжої води	552,0	259,9	174,7	119,7	101,1	130,8	132,3
у тому числі							
на виробничі потреби	217,0	56,1	46,5	40,9	33,5	34,8	33,8
на побутово-питні потреби	234,0	125,8	78,3	55,1	56,1	61,9	50,3
на сільськогосподарські потреби	675	30,0	30,9	23,3	10,3	30,9	46,2
Загальне водовідведення	437,5	335,8	240,0	219,6	164,6	188,8	188,3
Скинуто у поверхневі водні об'єкти	389,0	321,9	230,2	207,7	155,4	149,8	143,1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
у тому числі							
забруднених зворотних вод	76,6	56,0	59,3	45,1	123,1	119,8	113,9
з них без очищення	4,2	4,1	1,8	1,2	1,2	0,7	0,6
нормативно очищених	243,6	241,0	146,5	143,8	22,5	17,9	18,1
нормативно чистих без очистки	–	24,9	24,4	18,8	9,8	12,5	11,9
Забрано води з природних водних об'єктів	564,2	312,0	250,2	181,9	143,8	176,4	183,1
у тому числі з підземних водних об'єктів	374,0	260,0	178,7	151,7	125,7	151,3	157,0
Обсяг оборотного та повторно-послідовного водопостачання	1365,0	395,7	310,7	416,5	354,4	355,0	385,0
Потужність очисних споруд	386,0	386,3	330,2	269,2	365,3	311,9	327,3

Згідно даних державної звітності про використання води по формі 2ТПводгосп (річна) забір води з природних водних об'єктів області у 2022 році збільшився на 6,748 млн м<sup>3</sup> в порівняно з минулими роками і становив 183,147 млн м<sup>3</sup>. У поточному році забір води з підземних водних об'єктів збільшився на 5,678 млн м<sup>3</sup> (зі 151,304 млн м<sup>3</sup> у 2021 до 156,982 млн м<sup>3</sup> в 2022). Також у 2022 році зріс забір води з поверхневих водних об'єктів на 1,07 млн м<sup>3</sup> і складав 26,165 млн м<sup>3</sup>, (у 2021 році забір становив 25,095 млн м<sup>3</sup>).



Таблиця 3.9 – Зведені дані експлуатаційних запасів питних і технічних підземних вод по адміністративним одиницям (станом на 01 січня 2023 року)

№	Адміністративна одиниця	Кількість родовищ	Кількість ділянок				Експлуатаційні запаси, тис. м <sup>3</sup> /добу					Видобуток, тис. м <sup>3</sup> /добу за 2022 р.		% використання запасів А+В+С1
			всього	в т.ч. позабалансові	в т.ч. розробляються.	в т.ч. розроб. позаб.	балансові				Позабалансові	всього	в т.ч. скид	
							А+В+С1	С2	в т.ч. розробл.					
									А+В+С1	С2				
1	Львівська область	60	102	56		1254,572	45,000	731,795	30,000		258,990	14,486	19,49	
2	м. Київ	7	36	22		695,399					51,713	0,097	7,42	
<b>Всього по Україні</b>		<b>737</b>	<b>1521</b>	<b>5</b>	<b>514</b>	<b>3</b>	<b>15256,161</b>	<b>995,844</b>			<b>78,785</b>	<b>955,390</b>	<b>64,184</b>	<b>5,85</b>

Використовування підземних питних і технічних вод складає – 5,85 % від розвіданих балансово-експлуатаційних запасів категорії А+В+С1, й становить у Львівській області – 19,49 %.

Використання прісної води по області збільшилося на 1,518 млн м<sup>3</sup> (з 130,812 млн м<sup>3</sup> у минулому році до 132,330 млн м<sup>3</sup> у поточному), переважно за рахунок використання води сільського населення, що показано у звітах територіальних громад Львівщини. Використання води на господарсько-питні потреби зменшилося у 2022 році на 11,575 млн м<sup>3</sup> в порівнянні з минулими роками (з 61,864 млн м<sup>3</sup> до 50,289 млн м<sup>3</sup>).

За виробничими потребами водокористувачі області зменшили використання води на 1,085 млн м<sup>3</sup> (з 34,846 млн м<sup>3</sup> до 33,761 млн м<sup>3</sup>), тоді як у

сільських господарствах збільшилося на 0,492 млн м<sup>3</sup> і становить у 2022 році 2,638 млн м<sup>3</sup>.

За матеріалами БУВР Західного Бугу та Сяну на рис. 3.6 вказано використання води підприємствами за видами економічної діяльності за 2022 рік. За матеріалами державної звітності щодо використання води, представленою у формі № 2 ТП-водгосп за 2022 рік, загальний обсяг використаної води у всіх секторах економіки склав 132,33 млн кубічних метрів. Зазначено, що 60% цього обсягу води було використано для питних та санітарно-гігієнічних потреб, тоді як 40% було використано в промислових цілях.

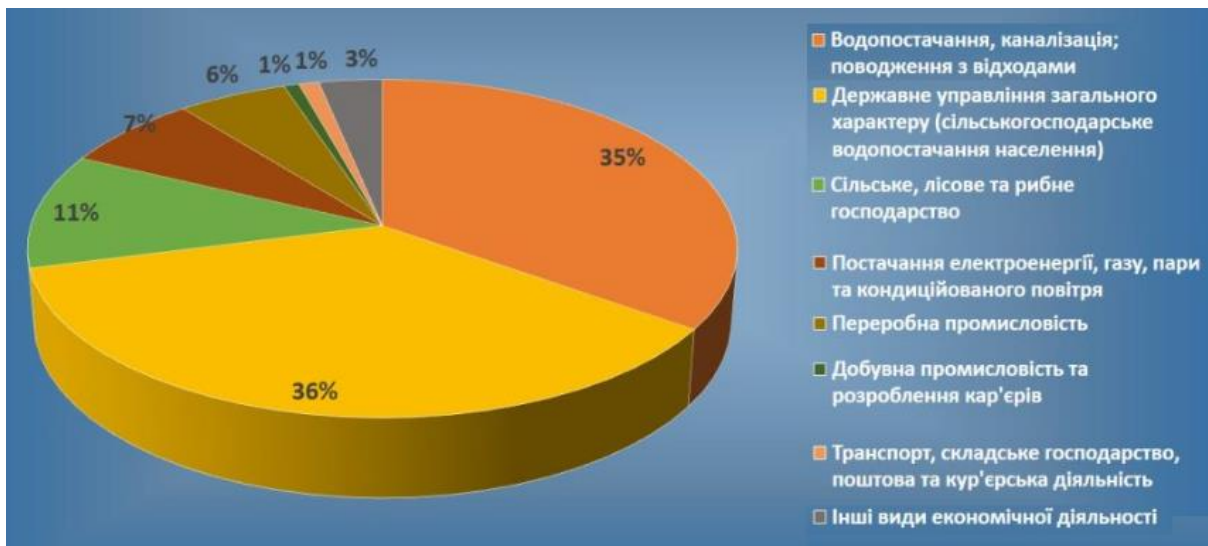


Рисунок 3.6 – Водокористування в межах Львівської області за видами економічної діяльності

Сектор комунального господарства та індивідуального водопостачання приватних домогосподарств використали найбільший обсяг води – 71%, де частина була спрямована на комунальні потреби, а також на особисті потреби домогосподарств.

За виділенням використаної води за галузями, найбільший обсяг було спожито в комунальному господарстві – 77% та промисловості – 13%, зокрема у сфері енергетики – 11%, для потреб пиття та санітарно-гігієнічних потреб.

Щодо виробничих потреб, сільське та рибне господарство використали найбільше води (39%), разом з переробною промисловістю (20%) та енергетикою (12%).

Впродовж 2022 року водокористувачами області було скинуто в поверхневі водні об'єкти 143,093 млн м<sup>3</sup> зворотних вод. Порівняно з 2021 роком загальний скид стоків знизився на 6,752 млн м<sup>3</sup>. З статистичних даних можна зробити висновок, що щороку у водні об'єкти потрапляє понад 100 млн м<sup>3</sup> забруднених стічних вод [17, 21, 49].

Загальним об'ємом забруднених стічних вод в поверхневі водойми області надходить 113,858 млн м<sup>3</sup>, що на 5,968 млн м<sup>3</sup> більше, у порівнянні з минулим роком, а щороку потрапляє понад 100 млн м<sup>3</sup> забруднених стічних вод.

Діяльність систем водовідведення м. Львова спричинює зростання концентрації важких металів у едафотопі: поруч мулових майданчиків м. Львова виявлені підвищені концентрацію міді (у 4–6,4 рази щодо фону), цинку (у 3,3–4,2 рази) та свинцю (у 2,4–2,9 рази) [48, 55, 56].

Таким чином, основною проблемою якості води в річкових басейнах Львівської області є забруднені стічні води комунальних підприємств та несанкціоновані стоки від приватних домогосподарств. Внаслідок тривалої експлуатації, без необхідної реконструкції, систем водопостачання, каналізації та очистки стічних вод більшість очисних споруд та каналізаційних мереж області знаходяться у незадовільному технічному стані.

### 3.5 Вплив урбосистем на якість водних ресурсів Львівської області

На якість води ріки Дністра впливають стоки від МКП «Миколаївводоканал». Забруднення в річці Дністер вносяться і у річку Тисмениця, в яку скидає стоки КП «Дрогобичводоканал», річку Луг, в яку скидає стоки ДП «Водоканал» м. Ходорів, річку Бережниця зі стоками від м. Моршин (ПЖКГ Моршинської міської ради).

У 2022 році скид зворотних вод у поверхневі водні об'єкти басейну найбільшої річки Дністер порівняно з минулими роками зменшився на 0,075 млн м<sup>3</sup> і становить 28,192 млн м<sup>3</sup>.

Найбільше забруднюючих речовин у річкові води басейну Західного Бугу щорічно скидаються Львівським водоканалом практично 87% загальної кількості стічних вод, а також Державною вугільною холдинговою компанією «Укрзахідвугілля» (скидає шахтні води). Дослідженнями підтверджено, що скид неочищеної шахтної води призводить до погіршення кисневого режиму, збільшення рівня мінералізації та зростання концентрації завислих речовин у водному середовищі.

Таблиця 3.10 – Скид зворотних вод в поверхневі водні об'єкти Львівської області

Найменування водокористувача	Скинуто в поверхневі водні об'єкти, млн. м <sup>3</sup>							
	Всього		в тому числі					
			Забруднених		Нормативно чистих		Нормативно очищених	
	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020
Львівська область	149,845	155,421	119,8	123,15	12,122	9,802	17,896	22,469
Басейн р. Західний Буг	117,679	123,669	113,745	117,680	1,775	1,158	2,159	4,831
Басейн р. Дністер	28,267	27,420	5,343	4,803	9,791	8,403	13,134	14,214
Басейн р. Стыр	1,501	1,078	0,259	0,261	0,311	0,00	0,931	0,817
Басейн р. Сян	2,397	3,251	0,480	0,405	0,245	0,241	1,673	2,605

Дренажними водами від осушувально-зволожувальних меліоративних систем зумовлено забруднення поверхневих вод р. Західного Бугу та її приток

(осушенню підлягало понад 300 тис. га боліт, що склало 28,8% загальної площі водозбору) [30, 58]. Додаткового тиску на екологічний стан басейну додається сільськогосподарським навантаженням, оскільки більше половини становить орних земель (61%), при цьому розораність становить у середньому 41,5% території. Це призводить до значного збільшення навантаження на екосистему, сприяючи забрудненню вод річки.

Водогосподарський комплекс басейну р. Полтви включає систему міської каналізації Львова, два великі водозабори підземних вод для водопостачання міста і 10 меліоративних осушних систем. Дослідженнями проведеними Л. П. Курганевич, М. З. Шіпка встановлено, що близько 60 % об'єму стічних вод міста складають дощові, дренажні стоки та вода з джерел, решта 40 % – господарсько-побутові та промислові стоки [52, 53]. Значна маса органічних забруднювальних речовин потрапляє від підприємств харчової галузі, найбільшу кількість нафтопродуктів скидають транспортні підприємства. На якість води приток р. Полтви впливають комунальні та промислові стічні води м. Дубляни, смт. Куликів, смт. Новий Яричів, смт. Запитів, с. Старий Яричів, а також несанкціоновані стоки з приватних господарств.

Середньорічні концентрації забруднюючих речовин у контрольних створах водних об'єктів регіону за даними водокористувачів, які скидають зворотні води у поверхневі водні об'єкти (мг/л) за 2022 рік для р. Полтва становлять: БСК5 – 4,19 мг/л, сульфати – 47,7 мг/л, хлориди – 21,2 мг/л, амоній сольовий – 2,20 мг/л, нітрати – 1,45 мг/л, ХСК – 31,62 мг/л, розчинений кисень – 7,3 мг/л, фосфати – 0,379 мг/л, цинк – 0,005 мг/л, нітроти – 0,608, мідь – <0,001 мг/л [53].

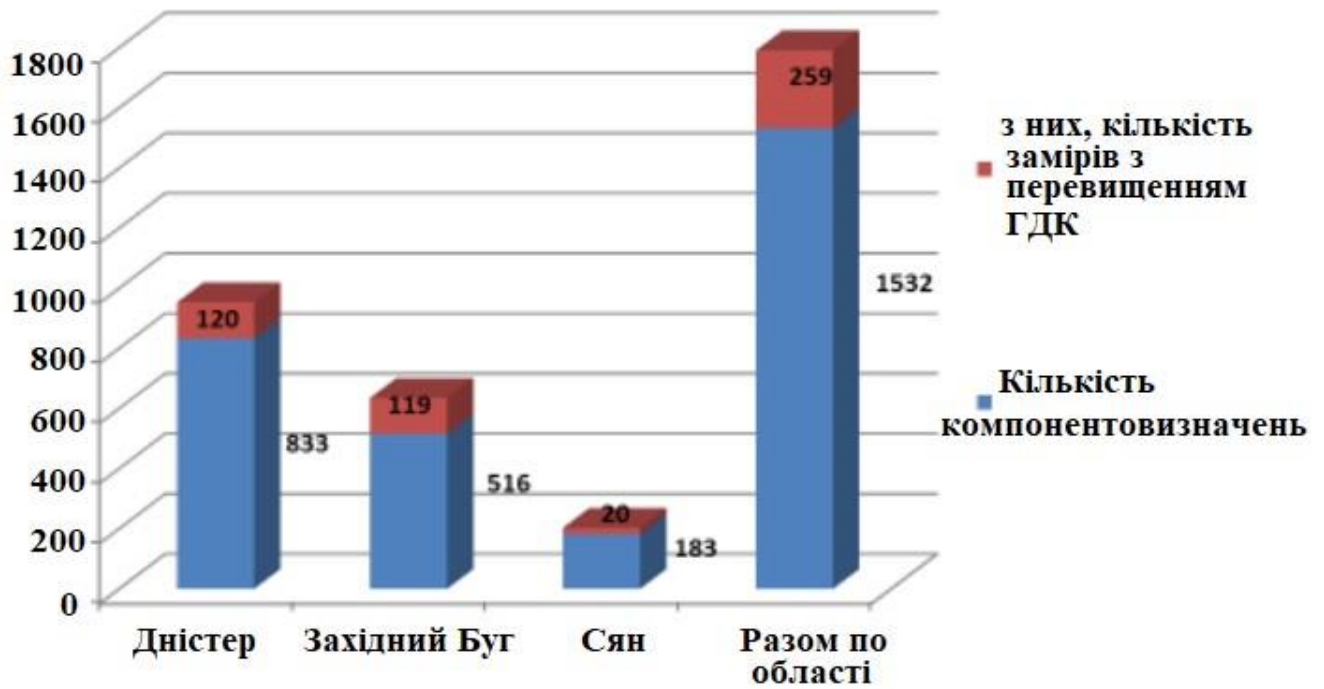


Рисунок 3.7 – Забруднення поверхневих вод в розрізі басейнів Львівської області

Найвища кількість перевищення гранично-допустимих нормативів якості води зафіксована у водоймах, що належать до басейнів річок Дністра та Західного Бугу. Особливо слід відзначити, що р. Тисмениця являє собою найбільш забруднену водойму у басейні річки Дністер. У період з I по II квартал 2021 року в пункті спостережень «р. Тисмениця – м. Дрогобич» були зафіксовані перевищені нормативи щодо БСК5 і ХСК, амонійного та нітритного азоту, загального заліза, фосфатів і сульфатів.

Найвищий рівень забруднення в басейні річки Західний Буг виявлений у річці Полтва. Розташування в межах басейну р. Полтви закритого полігона твердих побутових відходів ЛКП «Зелене місто», а також амбарів з кислими гудронами спричиняє забруднення компонентів довкілля. За інтегральними показниками рівня антропогенного навантаження визначено [32, 52, 53], що в межах басейну р. Полтви землекористування характеризується як «стабільно нестійке», територія «нестабільна» (за методикою КЕСЛ), однак ступінь природного вигляду території є «покращеним». Геоекологічний стан заплавно-

руслового комплексу р. Полтви відповідає IV класу якості (з 5-ти), що зумовлено суттєвим рівнем антропогенного навантаження на річку та її долину у верхів'ї та незначним – у середній і нижній течії. За результатами гідрохімічних досліджень згідно з методикою класифікації річкових екосистем, визначено, що р. Полтва належить до V класу якості (з 5-ти). Відповідно до ІЗВ визначено, що вода у р. Полтві характеризується як «надзвичайно брудна» (VII клас зі 7-ми) [53].

У селі Кам'янополь, нижче очисних споруд, протягом I півріччя 2021 року були виявлені перевищення граничнодопустимого нормативів для БСК5, ХСК, амонійного та нітритного азоту, фосфатів, сульфатів і заліза, а також низький рівень розчиненого кисню.

Річка Шкло виявилася найбільш забрудненою серед водойм басейну річки Сян. Протягом I-II кварталу 2021 року у пункті спостережень «р. Шкло - смт. Краковець» було зафіксовано перевищення ГДК для БСК5, сульфатів, нітритного азоту, фосфатів, кальцію та заліза.

Отримані дані вказують на те, що джерелами потрапляння токсикантів до водотоків, які характеризуються канцерогенними і мутагенними властивостями, є різноманітні фактори. Поверхневими дифузними змивами із урбанізованих територій та сільгоспугідь, аварійними поривами каналізаційних та водогінних мереж, низькою ефективністю роботи очисної каналізаційної споруди, а також порушення гідродинамічних умов водоносного горизонту та тверді побутові відходи виявлені як основні чинники, що сприяють забрудненню водних об'єктів. Це свідчить про необхідність вдосконалення систем водоочищення та регулювання водних ресурсів для мінімізації впливу шкідливих речовин на довкілля водойм.

Стічні води та поверхневий стік вносять значну кількість завислих речовин і органічних сполук у водойми, що призводить до підвищення кольоровості, зменшення прозорості, збільшення біохімічного споживання кисню, зниження розчиненого кисню, підвищення концентрації азотовмісних речовин та хлоридів. Якість води в першу чергу залежить від природних

чинників та рівня антропогенного впливу на басейн річки. У зв'язку з цим, оцінка якості основного джерела питної води – річок області, є однією з ключових задач з наукового та практичного погляду.

Наявність достатнього обсягу водних ресурсів, їхньої якості є не тільки важливою, але й критичною для стійкого та збалансованого розвитку будь яких територій. З літературних джерел відомо, що найсильніший антропогенний вплив спостерігається на поверхневі води, які останніми десятиріччями приймають найбільше неочищених стічних вод та побутового сміття.

Ступінь впливу на якісні та кількісні параметри поверхневих вод визначається місцезнаходженням ставків, водосховищ, озер та еколого-економічними особливостями річкових басейнів.

Оскільки поверхневі води взаємодіють в екосистемах, а будь-які зміни у цьому ланцюзі впливають на їхню кількість та якість, стан поверхневих вод на сьогодні не відповідає нормам. У зв'язку з цим для задоволення потреб промисловостей та надання питної води активно використовуються води з підземних джерел. Якість води у притоках нижчого порядку, зокрема у малих річках, є важливим чинником формування екологічного стану головних річок, тому вивчення цих приток стає нагальним завданням для відновлення загального стану водного середовища.

### **3.6 Напрямки оптимізації щодо покращення стану водних об'єктів**

Однак важливо відзначити, що науковці, які займалися вивченням даної проблеми наголошували на тому, що утворення стихійних сміттєзвалищ призводить до високого екологічного ризику. З урахуванням цього факту необхідно запровадити заходи, спрямовані на ефективну ліквідацію чи мінімізування наслідків екологічних ризиків.

О. О. Боримська та А. В. Лесь [37] запропонували комплекс заходів з метою зменшення негативного навантаження на екологічні складові довкілля, пов'язаного із проблемою акумулювання відходів (рис. 3.8).



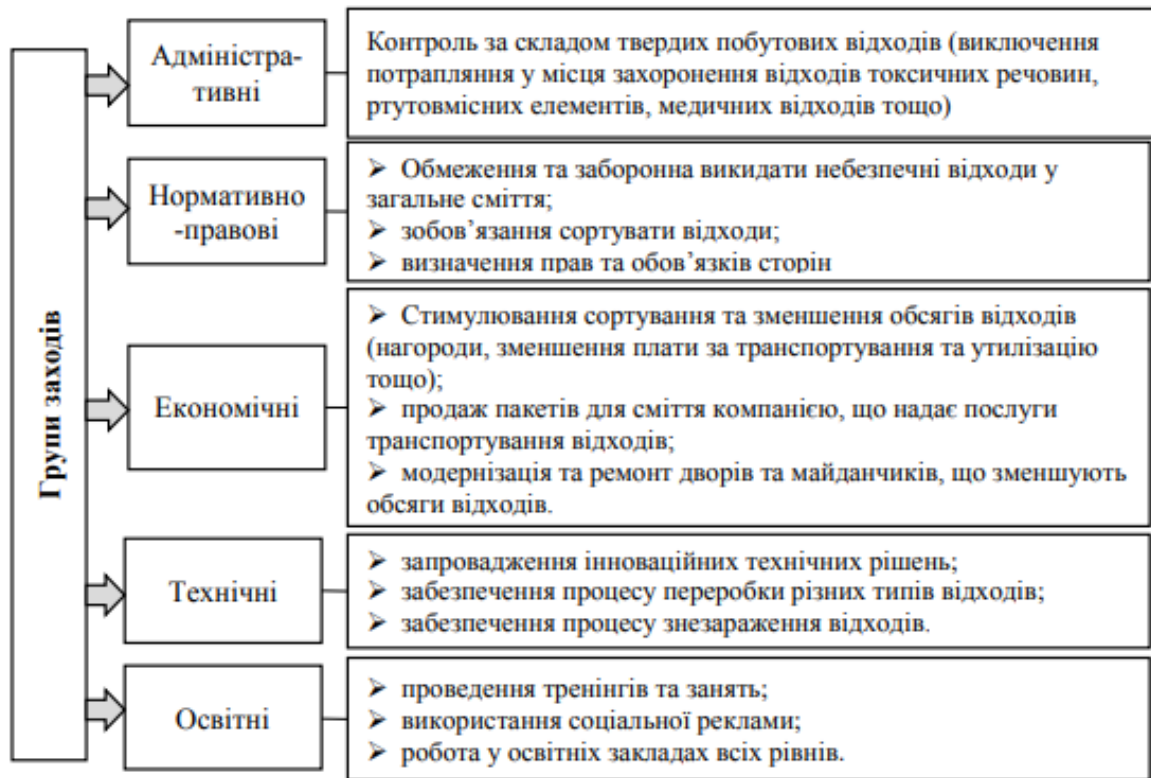


Рисунок 3.8 – Оптимальні заходи з мінімізування негативного навантаження на довкілля внаслідок проблеми генерування відходів

Враховуючи вищезазначене, найбільш пріоритетними є посилення заходів з оптимізації системи управління відходами та підтримка ініціатив, спрямованих на популяризацію використання вторинних ресурсів та рециклінгу серед населення; впровадження передових технологій управління відходами, спрямованих на максимально ефективну переробку та зменшення викидів шкідливих речовин в навколишнє середовище.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

Полігони ТПВ – це інженерні споруди, які призначені для захоронення відходів, очистки дренажних вод і фільтратів. Полігон ТПВ під час експлуатації несе негативний вплив як на навколишнє природне середовище так і на здоров'я людини в цілому. До основних небезпечних факторів під час експлуатації полігонів ТПВ відносять: забруднення атмосферного повітря; забруднення поверхневих та підземних вод; забруднення ґрунтів; небезпека спалаху і зсуву сміття; витік гудронів і фільтрату; утворення біогазу.

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

### **4.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів**

В контексті охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, аналіз небезпечних факторів є ключовим для розуміння та управління ризиками. Внаслідок гниття та розкладання органічних відходів на полігонах ТПВ утворюється метан, сірководень, аміак, інші шкідливі речовини. Відсутність або несправність системи збору та відведення полігонного газу можуть спричинити самозагорання полігону, що призводить до утворення токсичних речовин, таких як діоксини, а потрапляння його викидів в атмосферу зумовлює забруднення атмосферного повітря та збільшення ризику парникового ефекту. Отже, призводить до погіршення якості повітря, розвитку захворювань дихальних шляхів, тощо.

Розлітання твердих відходів на полігоні сприяє фізичному забрудненню території, що створює небезпеку для працівників та довкілля.

Відходи, які захоронюються на полігонах ТПВ, містять шкідливі речовини, які можуть потрапляти в поверхневі, підземні та ґрунтові води, що призводить до забруднення питної води, порушення екосистеми, тощо.

Накопичення та розклад відходів може сприяти забрудненню ґрунту, рослинного покриву, а отже, призводить до акумулювання шкідливих речовин у продуктах харчування, що негативно впливатиме на здоров'я людини.

Акумульовані ТПВ можуть бути джерелом пожежі, особливо при неправильному зберіганні чи обробці відходів, що може призвести до загибелі людей, пошкодження обладнання, забруднення навколишнього середовища.

Збільшення обсягів ТПВ призводить до надзвичайних ситуацій, таких як обвали, руйнування конструкцій або інші аварійні ситуації, що створюють ризики для працівників та навколишнього населення.

Довготривалий контакт з токсичними речовинами може призвести до захворювань дихальної та шкірної систем, що визначає важливість заходів з особистого захисту та моніторингу здоров'я працівників.

Аналіз основних шкідливих факторів в експлуатації полігонів ТПВ дозволяє визначити проблемні зони та впроваджувати заходи для зменшення ризиків.

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

Для забезпечення охорони праці працівників полігонів ТПВ необхідно вжити таких заходів:

- провести ретельний аналіз небезпечних факторів, які можуть виникати під час експлуатації полігону. На основі цього аналізу необхідно розробити план заходів щодо запобігання небезпечним факторам;
- надати працівникам необхідне навчання з питань охорони праці. Працівники повинні знати про небезпечні фактори, які можуть виникати під час роботи, та методи їх запобігання;
- забезпечити працівників необхідними засобами індивідуального захисту, які повинні відповідати вимогам охорони праці та забезпечувати захист працівників від небезпечних факторів.

#### **4.2 Охорони праці в системах водопостачання**

Одним із ключових аспектів оцінки впливу твердих побутових відходів на стан поверхневих вод у Львівській області є врахування аспектів охорони праці в системах водопостачання. Важливо зазначити, що водопровідні системи мають критичну зношеність устаткування, а їх можливості з очищення води обмежені.

Специфічним аспектом, який підсилює екологічні проблеми, є вплив комунальної зворотної води на водні об'єкти. Техногенний ризик для людей і довкілля підвищується через використання хімічних реагентів на водоочисних станціях. Ці хімічні речовини можуть мати негативний вплив на якість води та стан водних екосистем.

Зростання рівня забруднення вод ставить під загрозу джерела питного водопостачання, що є критично важливим для забезпечення населення водою відповідної якості. Особливо важливо враховувати це питання в контексті збільшення забруднення поверхневих вод твердими побутовими відходами.

Наголошується, що на тлі різкого старіння основних фондів водопостачальних систем скорочуються обсяги виділення коштів на їх поновлення. Це може призвести до подальшого погіршення стану водопровідних систем та збільшення ризику забруднення води.

З урахуванням вищевказаних факторів, обґрунтування природоохоронних заходів передбачає:

1. модернізацію водоочисних станцій, впровадження ефективних технологій та методів очищення води з мінімізацією використання хімічних реагентів;
2. забезпечення стабільного фінансування для оновлення основних фондів водопровідних систем, щоб забезпечити їхню довгострокову ефективність;
3. впровадження систем постійного моніторингу якості води та стану водних екосистем для оперативного реагування на потенційні небезпеки;
4. пошук та впровадження екологічно ефективних методів управління твердими побутовими відходами для зменшення їхнього впливу на водні об'єкти.

Ці заходи допоможуть забезпечити не лише ефективний захист водопровідних систем, але й збереження екологічної стійкості водних екосистем у Львівській області.

Моніторинг стану підземних вод слід проводити щоквартально через спостережні свердловини, кількість, розташування та глибина яких визначаються відповідно до проекту полігону.

### **4.3 Захист населення в умовах надзвичайних ситуацій воєнного характеру**

Враховуючи можливі ризики та небезпеки, пов'язані із забрудненням водою твердими побутовими відходами під час воєнного конфлікту, необхідно розглядати ефективні заходи для захисту населення, а саме:

- забезпечити евакуацію населення з районів, які можуть бути забруднені;
- провести дезактивацію і деконтамінацію територій, що зазнали забруднення;
- забезпечити населення питною водою, яка відповідає вимогам безпечності.

Важливим першочерговим завданням є вдосконалення планів евакуації для населення в умовах конфлікту. Визначення безпечних укриттів та надання інструкцій щодо їх використання у випадку надзвичайних ситуацій.

Додатково, необхідно проводити систематичні навчання з екстрених ситуацій для населення, особливо з фокусом на небезпеці від забруднення води твердими побутовими відходами під час воєнного конфлікту. Це включає в себе забезпечення доступу до актуальної інформації та інструкцій для мешканців.

Забезпечення захисту водних ресурсів у таких умовах включає вдосконалення заходів для захисту водних джерел від потенційних атак або забруднення в результаті воєнного конфлікту. Проведення моніторингу та контролю якості води у кризових ситуаціях є критично важливим для забезпечення безпеки питної води.

Створення систем подачі питної води є необхідністю для забезпечення населення питною водою в умовах обмеженого доступу або забруднення власних джерел. Це передбачає не лише розробку ефективних систем, але й забезпечення резервних джерел водопостачання.

Плани надання медичної допомоги у випадку захворювань, пов'язаних із забрудненням води, є необхідними для ефективного реагування на потенційні загрози здоров'ю. Важливо також забезпечити необхідні медичні ресурси та ліки для лікування хворих.

Співпраця з громадськістю та міжнародними партнерами включає встановлення ефективних механізмів взаємодії для отримання допомоги у випадку надзвичайних ситуацій. Розробка програм психологічної підтримки для населення, яке може зазнати стресу в умовах воєнного конфлікту, також є ключовою для збереження психічного здоров'я громадян.

Враховуючи зазначені заходи, можна забезпечити ефективний захист населення в умовах надзвичайних ситуацій воєнного характеру, коли забруднення поверхневих вод може стати чинником додаткового ризику для громадського здоров'я та довкілля.

## ВИСНОВКИ

Встановлено, що проблема генерування відходів є актуальною для Львівської області та України в цілому, враховуючи стрімке досягнення екологічної безпеки держави. Здійснений аналіз динаміки акумулювання твердих побутових відходів свідчить про неперервне зростання їх кількості щорічно в середньому на 700 тис. т сміття. У межах досліджуваної території найбільше відходів накопичує місто Львів, річною кількістю відходів – від 200 до 400 тисяч тонн відходів I–III класу. У 2022 році на 21 діючому полігоні області захоронено 529937,21 тонн твердих побутових відходів.

При здійсненні аналізу антропогенного впливу на поверхневі води встановлено, що головні річки Львівської області є одночасно як джерелами водопостачання, так і приймачами господарських, промислових та побутових скидів.

Основними джерелами забруднення водного середовища у Львівській області є: тверді побутові відходи, які захоронюються на полігонах і утворюють дренажні води, що містять органічні речовини, важкі метали, мінеральні солі та патогенні мікроорганізми; промислові відходи, які скидаються у поверхневі води без належного очищення; несанкціоновані скиди стічних вод та сміття.

Встановлено, що найвищий рівень забруднення водного середовища спостерігається в районах, де розташовані полігони ТПВ та промислові підприємства.

Забруднення водного середовища в м. Львові стали причиною негативного впливу на якість питної води, а також на стан поверхневих вод, які використовуються для рекреації та відпочинку. Впродовж 2022 року водокористувачами Львівської області було скинуто в поверхневі водні об'єкти 143,093 млн м<sup>3</sup> зворотних вод. У порівнянні з 2021 роком загальний скид стоків зменшився на 6,752 млн м<sup>3</sup>. Загальний об'єм забруднених стічних вод в поверхневі водойми області становить 113,858 млн м<sup>3</sup>, що на 5,968 млн м<sup>3</sup> більше, у порівнянні з минулим роком.

Виявлено системний характер утворення стихійних сміттєзвалищ у природних ландшафтах та поширення небезпечних відходів, що значно підсилює негативний вплив на природні об'єкти та підкреслює актуальність проведення оцінки екологічних ризиків. Загальна площа земель, зайнята під сміттєзвалищами, перевищує 152 га.

Розробка та впровадження природоохоронних заходів, активна участь громадськості та владних органів можуть допомогти зберегти природні водні ресурси та забезпечити сталий розвиток регіону.



## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Байрак Г. Руслова мережа Львова: зміни за історичний період та сучасний стан. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2016. Вип. 50. С. 3–21.
2. Відходи виробництва і споживання та їх вплив на ґрунти і природні води: навч. посіб. / Савицький В.М., Хільчевський В.К., Чунарьов О.В., Яцюк М.В. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2007. 152 с.
3. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЕС. Основні терміни та їх визначення. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_962#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text) (дата звернення: 20.08.2020)
4. Водний кодекс України / Введений в дію Постановою Верховної Ради України № 214/95-ВР від 06.06.1995. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 24.12.2018)
5. Вознюк Н. М. Оцінка екологічного стану української частини басейну ріки Західний Буг: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук : спеціальність 03.00.16 «Екологія» / Державний агроекологічний університет. Житомир, 2006. 19 с.
6. Волошин І.М., Галаса О. С. Історія формування гідрографічної сітки міста Львова. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: географія*. Тернопіль, 2002. № 1. С. 3–7.
7. Волошин І., Собечко О. Кислотні опади м. Львова: їх хімізм, мінералізація природних компонентів : моногр. Львів, 2012. 304 с.
8. Волошина І.В. Переробка сміття, що містить пластик: огляд. *Теплофізика та теплоенергетика*. 2019. Т. 41, № 3. С. 90-98.
9. Волошин П. Аналіз впливу Львівського сміттєзвалища на природне середовище. *Вісник Львівського університету. Серія геологічна*. Випуск 26, 2012. С. 139–147.

10. Волошин П. Оцінка природної захищеності та уразливості підземних вод території Львова від антропогенного забруднення. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2012. Вип. 40. Ч. 1. С. 149–155.

11. Вплив полігонів твердих побутових відходів на атмосферне повітря прилеглих сільських територій / Н.А. Макаренко, О.О. Будак // *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2017. Вип. 97. С. 243-249.

12. Гайдін А.М. Хімічний склад фільтрату Львівського полігону твердих побутових відходів / А. М. Гайдін, В. О. Дяків, В. Д. Погребенник, А. В. Пашук. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій : збірник наукових праць*. Луцьк, 2013. № 10. С. 43–50.

13. Геоєкологія Львівської області: монографія / Ю. Андрейчук, Л. Безручко, В. Біланюк та ін. / за ред. Є. Іванова. Львів: Простір-М, 2021. 606 с.

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

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

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

17. Департамент екології та природних ресурсів Львівської обласної державної адміністрації / Стан довкілля у Львівській області (за результатами моніторингових досліджень). URL : <http://deplv.gov.ua/> (2019, 2020, 2021, 2022)

18. ДСТУ ISO 5667-6:2009 Якість води. Відбирання проб. Частина 6. Настанови щодо відбирання проб з річок і струмків (ISO 5667-6:2005, IDT). URL : [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=64511](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=64511) (дата звернення: 16.08.2020)

19. Єдине міжвідомче керівництво по організації та здійсненню державного моніторингу вод. Затверджено Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України № 485 від 24.12.2001. URL : [http://www.uazakon.com/documents/date\\_8r/pg\\_izgvxm/index.htm](http://www.uazakon.com/documents/date_8r/pg_izgvxm/index.htm) (дата звернення: 05.09.2019)

20. Забоклицька М.Р. Методичні рекомендації з вивчення забруднення природних вод у курсі «Раціональне використання та охорона водних ресурсів». Луцьк: Вежа-Друк. 2021. 36 с.

21. Забоклицька М. Р., Хільчевський В. К., Манченко А. П. Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України. Київ : Ніка Центр, 2006. 184 с.

22. Закон України «Про відходи». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80#Text>

23. Басейнове управління водних ресурсів річок Західного Бугу та Сяну <https://buvrzbts.davr.gov.ua/>

24. Інформація щодо територій та об'єктів природно-заповідного фонду України. Міністерство енергетики та захисту довкілля. URL: <https://menr.gov.ua/news/31512.html> (дата звернення: 28.10.2019 р.)

25. Ковальчук І. П., Курганевич Л. П. Гідроекологічний моніторинг: навчальний посібник. Львів: Видавничий центр Львівського національного університету імені Івана Франка, 2010. 315 с.

26. Ковальчук І., Курганевич Л., Михнович А. Гідрологічний аналіз басейнової системи Західного Бугу. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія : науковий збірник*. Київ, 2002. Т. 4. С. 89–100.

27. Колодій В., Паньків Р., Майкут О. До гідрогелогії і гідрогехемії Львова й околиць. *Праці наукового товариства ім. Шевченка / Наук. т-во ім. Шевченка*. Л.: НТШ, 2007. Т. 19: Геологічний збірник. С. 175-181.

28. Коцюба І.Г., Лефтер Ю.О., Нонік Л.Ю., Єльнікова Т.О., Герасимчук О.Л. Аналіз сучасного досвіду та напрямів вирішення проблем управління твердими комунальними відходами. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. К.:

Видавничий дім «Гельветика», 2021. № 6(39). С. 166-170. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.6-39.28>

29. Кращі європейські практики управління відходами: посібник // А. Войціховська, О. Кравченко, О. Мелень-Забрамна, М. Панькевич, [за заг. ред. О. Кравченко] Видавництво «Компанія “Манускрипт”». Львів, 2019. 64 с.

30. Круглов І. Природні геоекосистеми басейну Верхнього Західного Бугу. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: географія*. Тернопіль, 2015. № 2. С. 165–173.

31. Курганевич Л. П., Шіпка М. З. Геоекологічний стан заплавно-руслового комплексу річково-басейнової системи Полтви (район басейну річки Вісла). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія : збірник наукових праць*. Київ : Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2020. № 1 (56). С. 64–70.

32. Курганевич Л., Шіпка М. Гідроекологічний моніторинг басейну річки Полтви. *Географічна наука і практика: виклики епохи: матеріали Міжнародної наукової конференції, присвяченої 130-річчю географії у Львівському університеті* (Львів, 16–18 травня 2013 р.). Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2013. С. 129–133.

33. Курганевич Л., Шіпка М. Моніторинг якості вод басейнової геосистеми Полтви. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2013. Вип. 46. С. 251–260.

34. Кузярін О. Т. Заплавна рослинність басейну верхів'я Західного Бугу: еколого-ценотична структура, динамічні тенденції, охорона: *автореф. дис. канд. біол. наук : спеціальність 03.00.05 «ботаніка»* / О. Т. Кузярін; Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України. К., 2008. 20 с.

35. Кучерявий В.П., Попович В.В. Полігони твердих побутових відходів Західного Лісостепу України та проблеми їх фітомеліорації. *Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць*. Львів: РВВ НЛТУ України. 2012. Вип. 22.2. С. 56-66.

36. Львівська область: природні умови та ресурси: монографія / за заг. ред. проф. М. М. Назарука. Львів: Видавництво Старого Лева, 2018, 592 с.

37. Львівське міське комунальне підприємство «Львівводоканал». URL: <https://lvivvodokanal.com.ua/> (дата звернення: 14.11.2019)
38. Малі річки України: довідник / А. В. Яцик, Л. Б. Бишовець, Є. О. Богатов та ін.; за ред. А. В. Яцика. Київ : Урожай. 1991. 296 с.
39. 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.
40. Мальований М., Бойчишин Л., Жук В., Горбач В., Решетняк О., Серета А., Слюсар В. Двостадійна аеробно-реагентна технологія очищення інфільтратів сміттєзвалищ. Сталій розвиток – стан та перспективи: *Матеріали Міжнародного наукового симпозиуму SDEV'2018* (28 лютого–3 березня 2018 р., Львів-Славське, Україна). Львів, 2018. 147-150.
41. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / А. В. Гриценко, О. Г. Васенко, Г. А. Верніченко та ін. Харків : УкрНДІЕП. 2012. 37 с.
42. Методика упорядкування водоохоронних зон річок України / Державний комітет України по водному господарству; Український НДІ водогосподарсько-екологічних проблем (УНДІВЕП) / А.В. Яцик (розроб.). Київ: Оріяни, 2004. 125 с.
43. Методичне керівництво по розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України. НТД 33-4759129-03-04-92 / Яцик А. В. Київ : УНДІВЕП, 1992. 40 с.
44. Методичні вказівки для проходження гідроекологічного розділу комплексної екологічної практики для студентів спеціальності 101 «Екологія» / А. Михнович, Л. Курганевич, І. Чікова. Наук. ред.: І. Ковальчук. Львів, 2009. 64 с.
45. Пилипович О. Басейнова система як об'єкт геоекоекологічного аналізу. *Стан проблеми і перспективи природничої географії: матеріали круглого столу* (м. Львів, 15 березня 2011 р.). Львів, 2011. С. 60–63.
46. Про затвердження Меж районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок : Наказ Міністерства екології та природних ресурсів

України № 103 від 3 березня 2017 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0421-17> (дата звернення: 25.11.2019)

47. Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод : Постанова КМУ № 758 від 19 вересня 2018 р. Поточна редакція Прийняття від 19.09.2018. URL : [https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/758-2018- %D0%BF](https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/758-2018-%D0%BF) (дата звернення: 25.11.2019)

48. Согор А.Р., Голубінка Ю.І., Шаповал В.В., Согор М.А. Інтерактивна карта забруднення поверхневих вод Львівщини. Молодий вчений. 2020. № 2(78). С. 193–199.

49. Статистичний щорічник України за 2022 рік: збірник. Державна служба статистики України. К. 2022. С. 450-484.

50. Степова О.В., Рома В.В. Моніторинг поверхневих вод: навчальний посібник. Полтава: ПолтНТУ, 2017. 82 с.

51. Хомко Н. Ю., Руда М. В. Оцінювання впливу «Львівводоканалу» на довкілля. *Науковий вісник НЛТУ України : збірник наукових праць*. 2018. Т. 28. № 5. С. 83–87.

52. Шіпка М. З., Курганевич Л. П. Шляхи оптимізації геоекологічного стану річково-басейнової системи Полтви. *VII-ий Всеукраїнської з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology– 2019): збірник наукових праць (Вінниця, 25–27 вересня 2019 р.)*. Вінниця: ВНТУ, 2019. С. 151.

53. Шіпка М. З., Курганевич Л. П. Геоекологічний аналіз річково-басейнової системи Полтви : монографія. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2023. 184 с.

54. Ярема Н.П., Марко Т.Б. Забруднення навколишнього природного середовища твердими побутовими відходами на прикладі Львівської області. *Екогеофорум 2017. Актуальні проблеми та інновації: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Івано-Франківськ, 22-25 березня 2017 р.)*. Івано-Франківськ, 2017. С. 369–370.

55. Ярема Н.П., Марко Т.Б., Лозинський В.А. Картографування забруднення навколишнього природного середовища Львівщини твердими побутовими

відходами. *GeoTerrace-2016: матеріали міжнародної науково-технічної конференції молодих вчених* (Львів, 15-17 грудня 2016 р.). Львів, 2016. С. 166–167.

56. Ярема Н.П., Полюхович Ю.М., Кубрак О.Д., Серант О.В. Створення інтерактивної карти сміттєзвалищ Львівської області. *Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні, лісовпорядкуванні та природокористуванні: матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції* (Ужгород, 4-6 жовтня 2018 р.). Ужгород, 2018. С. 119–123.

57. Ярема Н.П., Серант О.В., Кубрак О.Д., Терех Т.М. Веб-картографування сміттєзвалищ Львівської області. *Молодий вчений*. 2019. № 11(75). С. 167–171.

58. Blumensaat F. Modelling, monitoring and management-integrated analysis of water quality aspects in the upper Western Bug basin / F. Blumensaat, B. Helm, T. Terekhanova, A. Mykhnovych, J. Traeckner. *Ресурси природних вод Карпатського регіону. Проблеми охорони та раціонального використання: матеріали Десятої Міжнародної науково-практичної конференції*. Львів, 27–28 травня 2010 року. Львів: ЛВЦНТЕІ, 2010. С. 223–237.

59. Malovanyy M. S., Holodovska O. J., Pasternak M. I. Solid waste m. Lviv and their impact on the environment / *Chemical technology materials and their applications: [Collected Works]*. Lviv: Publishing House of the National University "Lviv Polytechnic", 2011. № 700. P. 250-252.

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

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

62. 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.

63. Popovych N., Malyovanyy M., Telak O., Voloshchyshyn 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.

64. 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>

65. 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)