

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С. З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ**

Кафедра сталого природокористування
та захисту довкілля

Допускається до захисту

« _____ » _____ 2025 р.

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.б.н., доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ

наук. ступ., вч. зв.(ініціали та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Бакалавр

(рівень вищої освіти)

на тему: «Екологічна оцінка поверхневих вод річки Малехівка»

Виконала: студентка групи Еко-41

спеціальності 101 «Екологія»

Колодій Оріся Юріївна

Дубляни 2025

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

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри _____

к.б.н., доцент Петро

ХІРІВСЬКИЙ

«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студентки
Колодій Орісі Юріївні

1. Тема роботи: «Екологічна оцінка поверхневих вод річки Малехівка»

Затверджена наказом по університету № 631/к-с від 21 листопада 2023 р.

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 05 червня 2025 р.

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи

Літературні джерела, нормативні документи, методики виконання досліджень, законодавча база України.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити)

Вступ

1 Огляд літератури

1.1 Характеристика поверхневих вод та їх значення в екосистемах

1.2 Основні забруднювачі поверхневих вод

1.3 Підходи до імплементації Водної рамкової директиви ЄС

2 Об'єкт, умови та методика досліджень

2.1 Фізико-географічна характеристика басейну річки Малехівки

2.2 Гідрологічні особливості басейну річки Малехівки

2.3 Кліматичні особливості формування екологічного стану

2.4 Методи екологічної оцінки стану водних об'єктів

3 Результати дослідження

3.1 Просторово-часова динаміка змін показників якості води річки Малехівки

3.1.1 Вплив Грибовицького сміттєзвалища на якість води річки Малехівки

3.1.2 Вплив аварійного скиду кислих гудронів на гідрохімічний режим річки Малехівки

3.2 Техногенний вплив автотранспортної інфраструктури на гідрохімічний режим річки Малехівки

3.3 Аналіз стану біоценозу річок в умовах антропогенного навантаження

3.4 Заходи щодо зменшення антропогенного навантаження на водотік Малехівка в контексті регіонального водного менеджменту

4 Охорона праці

4.1 Охорона праці у сфері природокористування

4.2 Комплексний підхід до захисту населення у басейні річок

Висновки

Бібліографічний список

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

6. Консультанти з розділів:

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

7. Дата видачі завдання 21 листопада 2023 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів проекту	При-мітка
1	Написання вступу та розділу «Огляд літератури»	21.11.23 р.– 04.05.24 р.	
2	Написання розділу «Об’єкт, умови та методика досліджень»	05.05.24 р.– 16.12.24 р.	
3	Написання розділу «Результати досліджень»	17.12.24 р.– 15.04.25 р.	
4	Написання розділу «Охорона праці», формулювання висновків, укладання списку використаних джерел	16.04.25 р.– 05.06.25 р.	

Студентка _____ Оріся КОЛОДІЙ
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Мар’яна ІВАНКІВ
(підпис)

УДК 504.4.054:556.53(477.85)

Екологічна оцінка поверхневих вод річки Малехівка. Колодій О.Ю. Кваліфікаційна робота. Кафедра сталого природокористування та захисту довкілля. Львів-Дубляни, ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького, 2025.

58 ст. текст. част., 10 табл., 15 рис., 41 джерел

У роботі здійснено комплексну екологічну оцінку стану поверхневих вод річки Малехівка як елементу суббасейну Західного Бугу. Розглянуто сучасні підходи до аналізу водної якості та нормативно-правову базу, що регламентує охорону водних ресурсів в умовах євроінтеграції.

Проаналізовано фізико-хімічні, гідробіологічні та гідрологічні показники, зібрані з відкритих джерел і результатів спостережень.

Досліджено просторово-часову динаміку гідрохімічних параметрів та встановлено критичні ділянки підвищеного антропогенного навантаження. Проведено оцінку відповідності якісного складу вод вимогам санітарно-екологічних стандартів.

Обґрунтовано необхідність впровадження локальних заходів моніторингу та реабілітації гідроекосистеми в умовах інтенсивного техногенного тиску.

Проаналізовано питання охорони праці.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1 Характеристика поверхневих вод та їх значення в екосистемах ...	8
1.2 Основні забруднювачі поверхневих вод	11
1.3 Підходи до імплементації Водної рамкової директиви ЄС	15
2 ОБ'ЄКТ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	17
2.1 Фізико-географічна характеристика басейну річки Малехівки	17
2.2 Гідрологічні особливості басейну річки Малехівки	20
2.3 Кліматичні особливості формування екологічного стану	20
2.4 Методи екологічної оцінки стану водних об'єктів	21
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	24
3.1 Просторово-часова динаміка змін показників якості води річки Малехівки	24
3.1.1 Вплив Грибовицького сміттєзвалища на якість води річки Малехівки	30
3.1.2 Вплив аварійного скиду кислих гудронів на гідрохімічний режим річки Малехівки	39
3.2 Техногенний вплив автотранспортної інфраструктури на гідрохімічний режим річки Малехівки	40
3.3 Аналіз стану біоценозу річок в умовах антропогенного навантаження	42
3.4 Заходи щодо зменшення антропогенного навантаження на водотік Малехівка в контексті регіонального водного менеджменту	44
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	49
4.1 Охорона праці у сфері природокористування	49
4.2 Комплексний підхід до захисту населення у басейні річок	51
ВИСНОВКИ.....	53
БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	55

ВСТУП

Актуальність теми. Поверхневі водні об'єкти є фундаментальними складовими екосистем, забезпечуючи водою питні ресурси, іригацію, підтримку біорізноманіття, регуляцію клімату та захист територій від стихійних явищ. У сучасних умовах інтенсифікації антропогенного навантаження на водні екосистеми ці послуги опиняються під загрозою.

Малі річки мають обмежену здатність до самоочищення через невеликий об'єм води та слабшу розбавлювальну здатність. Скиди промислових, сільськогосподарських і комунальних стоків особливо критично впливають на малих притоках, де накопичення забруднювачів відбувається швидше й призводить до значних екологічних дисфункцій.

Україна зобов'язана впроваджувати положення Водної рамкової директиви ЄС (2000/60/ЕС), яка передбачає досягнення «доброго екологічного стану» поверхневих вод із комплексною оцінкою фізико-хімічних і біологічних параметрів (Directive 2000/60/EC). Хоча законодавство України адаптоване (закон 2016 р., створено Басейнові ради), імплементація стикається з організаційно-технічними викликами. Одночасно під час воєнного стану діють спеціальні ДСанПіН (Наказ МОЗ України № 683 від 22.04.2022) щодо показників безпечності питної води, що підкреслює важливість контролю поверхневих вод як потенційного джерела у кризових умовах [1, 15, 31, 32].

Річка Малехівка, як ліва притока річки Полтви, що впадає у Західний Буг (басейн Вісли), є інтегральною частиною гідрографічної мережі Львівської області. Її екологічний стан має прямий вплив на якість води у більших водних об'єктах басейну, а також на місцеві громади, що проживають вздовж її русла, зокрема в селі Малехів. За даними моніторингових досліджень у травні-червні 2024 року, концентрації органічних і біогенних речовин, а також пестицидів у Малехівці значно перевищували гігієнічні нормативи. Локалізоване забруднення такої невеликої притоки, як Малехівка, має каскадні ефекти по всьому більшому річковому басейну. Забруднювачі, що потрапляють у Малехівку, неминуче переносяться вниз за течією у Полтву, яка вважається однією з найзабрудненіших річок України, що погіршує екологічний стан

усього басейну. Це підкреслює критичну важливість цілісного, басейнового підходу до управління водними ресурсами, а не ізольованих втручань. Ефективне управління станом Малехівки є не лише локальною проблемою, а й регіональним імперативом для всього басейну Вісли.

Забруднення поверхневих вод спричиняє ризики для здоров'я місцевого населення (неможливість використання для пиття без додаткового очищення) та іригації сільськогосподарських угідь, що може знизити врожайність і підвищити витрати. Порушення гідробіологічного стану річки (зниження різноманіття бентосу, риб) призводить до втрати екосистемних послуг.

Таким чином, проведення екологічної оцінки річки Малехівка є необхідним як для збереження якісного стану водних ресурсів, збереження місцевої екосистеми, так і для реалізації національної водоохоронної політики, особливо в умовах посилення антропогенного навантаження та змін клімату, що робить дослідження актуальним, науково обґрунтованим і практично значущим.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є комплексна екологічна оцінка якості поверхневих вод р. Малехівка та розробка заходів щодо її покращення.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися завдання:

- дати загальну характеристику басейну річки Малехівка;
- проаналізувати природний та антропогенний вплив на формування якості поверхневих вод басейну Малехівки;
- проаналізувати динаміку екологічного стану та якості води річки Малехівка;
- оцінити рівень антропогенної трансформації басейну річки;
- визначення шляхів та заходів оптимізації природокористування в басейновій системі.

Об'єкт дослідження – об'єктом є динаміка якості поверхневих вод у басейні річки Малехівка.

Предмет дослідження – екологічний стан, фізико-хімічні показники, гідробіологічні індикатори, джерела забруднення та потенційні заходи з відновлення поверхневих вод річки Малехівка.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Характеристика поверхневих вод та їх значення в екосистемах

Водні ресурси є ключовим компонентом біосфери, а їхнє забруднення – однією з найгостріших проблем сучасності. За даними ООН: понад 80% стічних вод у світі скидаються у водойми без належного очищення; 3,2 мільярди людей страждають від деградації прісноводних екосистем; близько 36% річок Європи мають ознаки евтрофікації через надлишок нітратів і фосфатів [1, 15, 41].

Поверхневі води, як невід’ємний компонент гідросфери, відіграють ключову роль у підтриманні структурно-функціональної стабільності природних екосистем, забезпечуючи як безперервне постачання вологи, так і транспорт речовин й енергії між різними ландшафтними елементами. Вони є основними агентами трансферу біогенних елементів і домінантними носіями середовищної інформації, що зумовлює їхню надзвичайну чутливість до антропогенних впливів та природних флуктуацій.

Екологічна значущість поверхневих вод зумовлена не лише їхньою роллю у водозабезпеченні антропогенних систем, а й ключовою функцією в біоценотичній організації наземно-водних екосистем. Водотоки виступають осередками біорізноманіття, транспортними коридорами для водних організмів, а також буферами, що амортизують екстремальні зміни середовища, зокрема гідрологічні стреси, евтрофікацію, підвищення температури та інтродукцію чужорідних видів [33].

Порушення фізико-хімічної рівноваги поверхневих вод – навіть на локальному рівні – може мати каскадні наслідки для екосистемного балансу на значно ширших територіях, провокуючи деградацію біотичних компонентів, втрату продукційного потенціалу водних систем та формування несприятливих умов для існування аборигенних видів. Особливо актуальним це стає в умовах урбанізованих і трансформованих ландшафтів, де природні регуляторні механізми ослаблені або повністю замінені техногенними структурами [20, 21].

Екосистемні послуги є всіма корисними ресурсами та вигодами, які людина отримує від природи. Поверхневі води надають широкий спектр таких послуг, що є фундаментальними для задоволення потреб людини та прямо впливають на рівень життя (табл. 1.1) [31, 36].

Таблиця 1.1 – Екосистемні послуги поверхневих вод

Тип екосистемної послуги	Приклади послуг
Забезпечувальні	Продукти харчування (риба), сировина (вода для пиття, зрошення)
Регулюючі	Регуляція клімату, очищення води, берегоукріплення, захист від підтоплень та пожеж
Культурні	Рекреація, естетичне задоволення, духовні та культурні цінності
Підтримуючі	Збереженість екосистем у природному стані, підтримці обміну генетичним матеріалом між популяціями, здатності видів відновлювати чисельність рослин

Концепція екосистемних послуг надає надійну основу для оцінки екологічної цілісності водних об'єктів, виходячи за межі простого видобутку ресурсів. Погіршення якості води, таким чином, є не лише екологічною шкодою, а й кількісно вимірною втратою природного капіталу та економічних вигод. Якщо водні екосистеми деградують, їх здатність надавати ці послуги зменшується. Наприклад, забруднена вода вимагає значних витрат на очищення перед використанням для пиття, або вона може більше не підтримувати рибні популяції, що призводить до економічних втрат. Це змінює перспективу з просто «забрудненої води» на «втрачену економічну цінність» та «зниження добробуту людини», що посилює аргументи на користь природоохоронних та відновлювальних заходів, демонструючи їх пряму соціально-економічну віддачу.

За даними UN-Water, понад 80% світових стічних вод повертаються у довкілля без попередньої очистки, що суттєво погіршує якість поверхневих вод і призводить до деградації прісноводних екосистем у багатьох регіонах [1].

Таким чином, екологічна оцінка поверхневих вод дозволяє не лише визначити поточний стан водних об'єктів, але й спрогнозувати можливі екологічні проблеми та ризики. Такий підхід має важливе значення для розробки ефективних заходів щодо охорони водних ресурсів та впровадження систем моніторингу якості води. Сучасні нормативно-правові акти, як-от директиви ЄС щодо досягнення «доброго екологічного стану» водних об'єктів, вимагають регулярного моніторингу та оцінки якості води, що підкреслює актуальність дослідження для інтеграції національних стандартів з міжнародними [15].

Біологічна складова оцінки якості поверхневих вод охоплює використання сапробіологічних індикаторів, фітопланктонних, макрофітних та зообентосних угруповань як чутливих біомаркерів змін середовища. Вони функціонують як своєрідні «екосистемні сенсори», здатні оперативно реагувати на зміни хімічного складу води, зниження прозорості, евтрофікацію та токсичне навантаження (табл. 1.2) [13, 14].

Таблиця 1.2 – Біотичні компоненти річкових екосистем

Компонент	Функція	Чутливість до забруднення
Макрофіти	Продуценти O_2 , субстрат	Відмирають при $[NO_3^-] > 25$ мг/л
Макробезхребетні	Біоіндикатори	Індекс BMWP < 45 (клас IV-V)
Іхтіофауна	Трофічні зв'язки	Зникнення видів при $[NH_4^+] > 0,5$ мг/л

Варто зазначити, що з інтегративної точки зору, поверхневі води забезпечують екосистемні послуги найрізноманітнішого спектра – від постачання прісної води для водопостачання та зрошення до регулювання клімату та підтримки біорізноманіття у водно-болотних угіддях. Отже,

глибинне вивчення характеристик поверхневих вод є ключовим для розробки ефективних стратегій управління водними ресурсами та збереження екологічного балансу в природних і трансформованих ландшафтах.

Таким чином, системна оцінка стану поверхневих водних об'єктів, зокрема малих річок – як-от річка Малехівка, – є не лише пріоритетом водоохоронної політики, але й важливим інструментом комплексного екологічного моніторингу. Саме малі водотоки є найбільш вразливими до локальних джерел забруднення та часто втрачають самоочисну здатність унаслідок перевищення навантажень, що робить необхідною розробку адаптивних стратегій управління на рівні конкретних басейнів.

1.2 Основні забруднювачі поверхневих вод

Забруднення водних об'єктів є багатогранною проблемою, що класифікується за основними видами та джерелами. До ключових категорій забруднювачів належать хімічні, біологічні, термічні та радіоактивні речовини (табл. 1.3) [1, 14, 24, 31].

Таблиця 1.3 – Класифікація забруднювачів поверхневих вод та їх наслідки

Категорія забруднення	Основні джерела	Екологічний вплив
1	2	3
Хімічне	Нафтохімічна, целюлозно-паперова промисловість, комунальні стоки, тваринницькі ферми	Збільшення мінералізації, поява нехарактерних сполук, зміна запаху, кольору, температури
Біологічне	Цукрові заводи, м'ясна, деревообробна промисловість, комунальні стоки	Поява патогенних мікроорганізмів (коліформні бактерії), спалахи інфекційних захворювань

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Термічне	Теплові та атомні електростанції	Зміна термічного та біологічного режимів, зниження кисню, «цвітіння» води
Радіоактивне	Видобуток урану, аварії на АЕС	Тривале забруднення через довгий період напіврозпаду радіонуклідів, осідання на дно
Новітні (PFAS) сполуки, відомі як «вічні хімікати»	Текстильна промисловість, хромування, вогнегасні речовини	Не розкладаються, біоаккумуляція, токсичні ефекти, ендокринні порушення
Новітні (мікропластик)	Побутова хімія, косметика, шини, синтетичні тканини, розпад пластику	Не розкладається, накопичення в донних відкладеннях, перенос токсинів, фізична шкода організмам

Основними джерелами забруднення поверхневих та підземних вод є:

- електроенергетика становить 43% від загального обсягу забруднень;
- комунальне господарство – 19,5% забруднень, пов'язаних з недостатньо очищеними або неочищеними стічними водами населених пунктів, що містять шкідливі хімічні речовини та збудники інфекційних захворювань;
- сільське господарство – 16,6% забруднень, спричинених широким застосуванням пестицидів та мінеральних добрив, а також стоками тваринницьких ферм, що призводить до евтрофікації та бактеріального забруднення;
- чорна металургія – 9% забруднень;
- хімічна та нафтохімічна промисловість – 3% забруднень;
- інші джерела включають розливи нафти, кислотні дощі, мікропластик та відходи від транспортної діяльності.

Окрім традиційних забруднювачів, зростаючу загрозу для водних екосистем становлять новітні контамінанти, зокрема пер- та поліфторовані алкільні сполуки (PFAS) та мікропластик.

Мікропластик поділяється на первинні джерела (промислові гранули, порошки, абразиви в побутовій хімії, частинки від автомобільних шин, мікрОВОлокна від прання синтетичних тканин) та вторинні джерела (розпад більших пластикових предметів, таких як пакети та пляшки). Він є надзвичайно стійким до розкладу, накопичується в донних відкладеннях і може переносити адсорбовані токсини та важкі метали. Проковтування мікропластику водними організмами призводить до фізичної шкоди, порушення травлення, а також до біоаккумуляції токсичних речовин, що загрожує біорізноманіттю та харчовим ланцюгам [1, 15, 36].

Поява «вічних хімікатів» (PFAS) та мікропластику є зміною парадигми у викликах, пов'язаних із забрудненням води. На відміну від багатьох традиційних забруднювачів, які можуть розкладатися або бути видалені за допомогою існуючих методів очищення, ці стійкі забруднювачі створюють довгострокові, системні ризики біоаккумуляції та повсюдного поширення в навколишньому середовищі. Це вимагає принципово інших стратегій управління та відновлення. Звичайна водоочистка часто виявляється неефективною проти цих речовин. Отже, запобігання їх потраплянню у водні об'єкти на джерелі та розробка передових, спеціалізованих технологій ремедіації (які часто є складними та дорогими) стають першочерговими завданнями. Це зміщує фокус з «очищення» на «запобігання» та «довгостроковий моніторинг нових забруднювачів», а також вимагає перегляду нормативно-правової бази для їх регулювання.

Надходження токсикантів, що володіють канцерогенними та мутагенними властивостями, до річкових систем є результатом комплексного впливу різноманітних антропогенних чинників. Серед них ключову роль відіграють дифузні поверхневі стоки з урбанізованих територій та агропромислових угідь, які несуть у собі накопичені забруднення. Додатковою загрозою є випадки аварійних витоків зі зношених систем каналізації та водопостачання. Суттєво погіршує ситуацію недостатня ефективність існуючих очисних споруд для

стічних вод, а також порушення природного гідродинамічного режиму водоносних горизонтів, що сприяє міграції забруднювачів (рис. 1.1) [1].

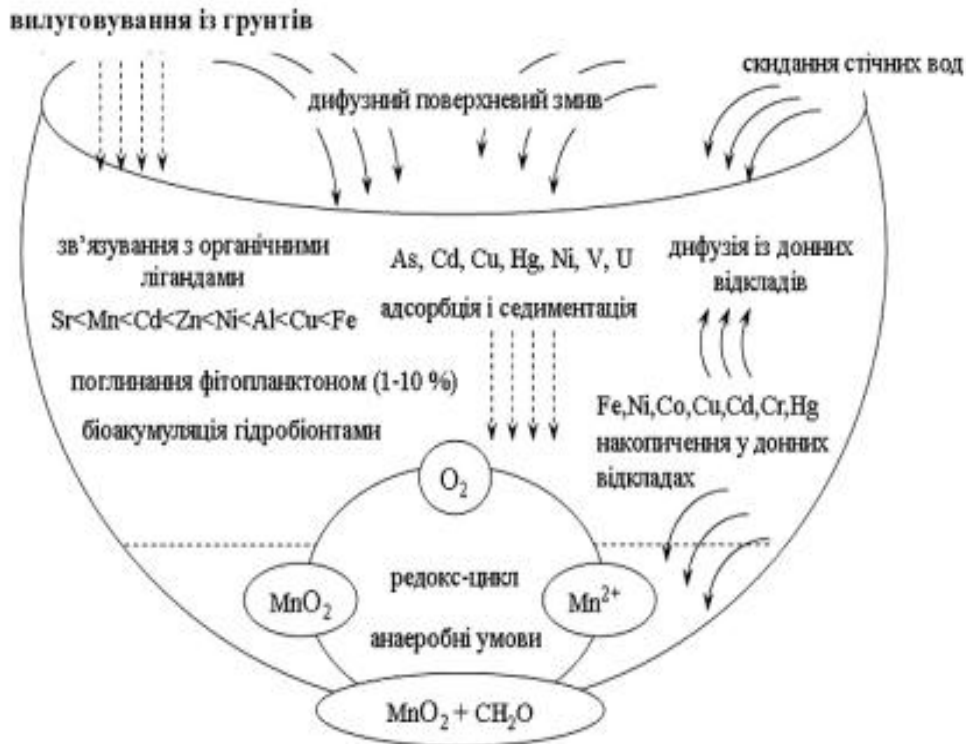


Рисунок 1.1 – Шляхи забруднення водних екосистем [21]

Екологічний вплив забруднювачів на водні екосистеми та здоров'я людини є багатограним. Забруднення призводить до зміни фізичних властивостей води, таких як прозорість, запах та смак, а також до зміни хімічного складу, включаючи кислотність, вміст органічних й мінеральних домішок, та токсичних речовин. Зниження вмісту розчиненого кисню, «цвітіння» води, зміна кількості та видового складу мікроорганізмів, а також поява патогенних бактерій є типовими наслідками. Це робить воду непридатною для пиття, купання та навіть технічних потреб, а також може спричинити спалахи інфекційних захворювань, таких як дизентерія, інфекційний гепатит та холера. Кислотні дощі, що утворюються внаслідок викидів промисловості, погіршують стан водних об'єктів, вивільняючи токсичні метали з донних відкладень, що призводить до швидкого зменшення видового складу та кількості водних організмів.

1.3 Підходи до імплементації Водної рамкової директиви ЄС

Одним із базових нормативно-правових актів, що регламентує питання охорони та раціонального використання водних ресурсів на національному рівні, є Водний кодекс України [5]. У процесі поступової імплементації положень Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом актуалізувалася проблема гармонізації національного водного законодавства із європейськими стандартами [3]. Зокрема, виникла об'єктивна потреба у системному перегляді підходів до оцінювання екологічного стану поверхневих водних об'єктів, що стало підґрунтям для інтеграції принципів та механізмів Водної рамкової директиви ЄС 2000/60/ЄС [4] до нормативно-правового поля України.

Впровадження положень цієї директиви відкрило можливість перейти від фрагментарного моніторингу фізико-хімічних показників до комплексного екосистемного підходу, який передбачає всебічну оцінку якості вод на основі біологічних, гідроморфологічних, гідрологічних і хімічних індикаторів. Такий трансформаційний перехід також зумовив необхідність розробки нових методологій екологічної діагностики, що базуються на інтегрованому управлінні водними ресурсами у межах річкових басейнів.

Таблиця 1.4 – Класифікація екологічного статусу річок у відповідності з вимогами Водної рамкової директиви [4, 15, 32]

Статус	Клас	Категорія	Колір титрування	Ступінь відхилення
Відмінний	I – дуже чиста, (high), (extented natural biological quality)	Дуже чиста	Синій	Відсутні або незначні зміни характерні для об'єкта в непорушеному стані
Добрий	II – чиста, (good), (slighttly impaired biological quality)	Чиста Достатньо чиста	Зелений	Низький рівень порушень та мале відхилення від значень характерних для об'єкта в непорушеному стані

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Задовільний	III – забруднена, (moderate), (moderately impaired quality)	Слабо забруднена Помірно забруднена	Жовтий	Помірне відхилення від значень характерних для об'єкта в непорушеному стані
Поганий	IV – брудна, (poor), (severely impaired biological quality)	Брудна	Оранжевий	Значні зміни значень та відсутність невеликої частини біологічних популяцій характерних для об'єкта в непорушеному стані
Дуже поганий	IV – дуже брудна, (bad), (no macroinvertebra tes present, Indicating excessive toxicity)	Дуже брудна	Червоний	Дуже сильні зміни значень та відсутність великої частини біологічних популяцій характерних для об'єкта в непорушеному стані

Таким чином, адаптація української водоохоронної політики до європейських стандартів є не лише вимогою євроінтеграційного курсу, а й нагальною екологічною необхідністю, що дозволяє підвищити ефективність управління якістю водного середовища, зокрема у контексті гідроекосистем локального масштабу, таких як басейн річки Малехівка.

Згідно з положеннями статті 13 чинного **Водного кодексу України**, реалізація функцій державного управління у сфері використання, охорони, а також раціонального відтворення водних ресурсів організовується на основі басейнового принципу. Такий підхід передбачає інтегровану систему управління водними об'єктами в межах цілісного водозбірного басейну, що, у свою чергу, забезпечує системне врахування гідрологічних, екологічних, соціально-економічних та інституційних факторів, які впливають на стан поверхневих вод.

2 ОБ'ЄКТ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Фізико-географічна характеристика басейну річки Малехівки

Річка Малехівка протікає у Львівському районі Львівської області, включаючи територію села Малехів та перетинає трасу Львів – Рава-Руська. Водотік починається в урочищі біля с. Малехів, тече у напрямку південно-східному і впадає у річку Полтву (в районі с. Муроване), яка, своєю чергою, є лівою притокою суббасейну річки Західного Бугу (згідно документів Водної Рамкової директиви), що належить до річкового басейну Вісли [35]. Географічно басейн розташований у межах Пасмового Побужжя – унікального хвилясто-рівнинного регіону Малого Полісся [26]. Ця гідрографічна приналежність підкреслює її роль як невід'ємної частини більшої гідрографічної мережі, де локальні зміни можуть мати каскадний вплив на регіональному рівні.

Витоки Малехівки формуються в зоні інфільтраційних полів поблизу Грибовицького сміттєзвалища, що зумовлює потенційне гідрохімічне навантаження на початковій ділянці. Русло річки проходить територіями Мурованської ОТГ та села Малехів, які межують із міською зоною Львова (мікрорайон Збоїща, Великі Грибовичі, Дубляни). Унаслідок близькості до урбанізованих територій річкові води акумулюють стоки з периферії міської інфраструктури.

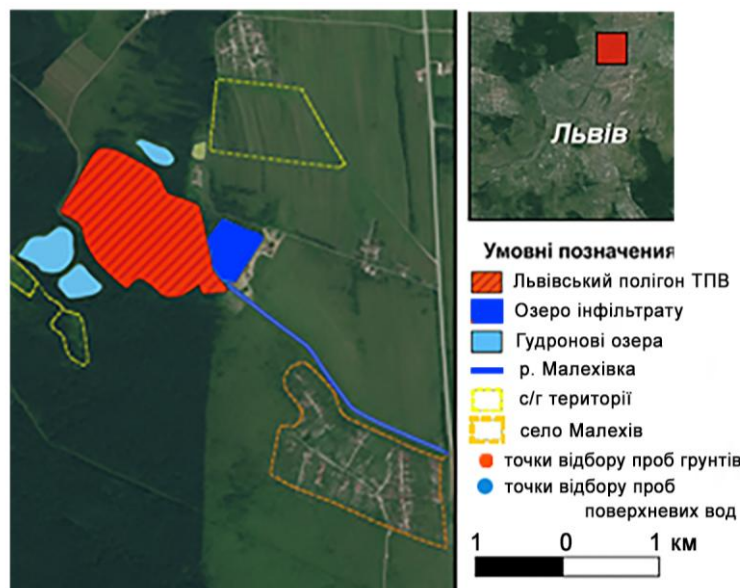


Рисунок 2.1 – Геопросторова ідентифікація потенційних джерел забруднення та зон формування витоків річки Малехівки

Згідно з Водним кодексом України, малі річки мають площу водозбору до 2 тис. км². Однак, відповідно до Водної рамкової директиви ЄС, положення якої імплементуються в українське водне законодавство, площа водозбору складає 10–100 км². Басейн Полтви, до якої впадає Малехівка, має площу близько 1474 км² і довжину 59 км, що підкреслює значно менший масштаб Малехівки.

Статус річки Малехівки як малої водної артерії та притоки вже сильно забрудненої Полтви зумовлює її підвищену вразливість до зовнішніх впливів. Через обмежену водність і низьку здатність до саморегуляції, малі річки швидко реагують на природні та техногенні чинники, що призводить до суттєвих змін їхніх гідроекологічних характеристик. Оскільки Полтва визнана однією з найзабрудненіших річок України, забруднення Малехівки посилює загальну деградацію цієї більшої водної системи. Таке поєднання факторів означає, що навіть відносно незначні джерела забруднення в басейні Малехівки можуть мати швидкий та значний вплив на якість її води, а її власне забруднення, своєю чергою, погіршує стан Полтви (рис. 2.2) [37]. Це підкреслює необхідність високо локалізованих та цільових зусиль з моніторингу та управління для малих річок, оскільки їхня деградація може швидко поширюватися по всій гідрологічній мережі.

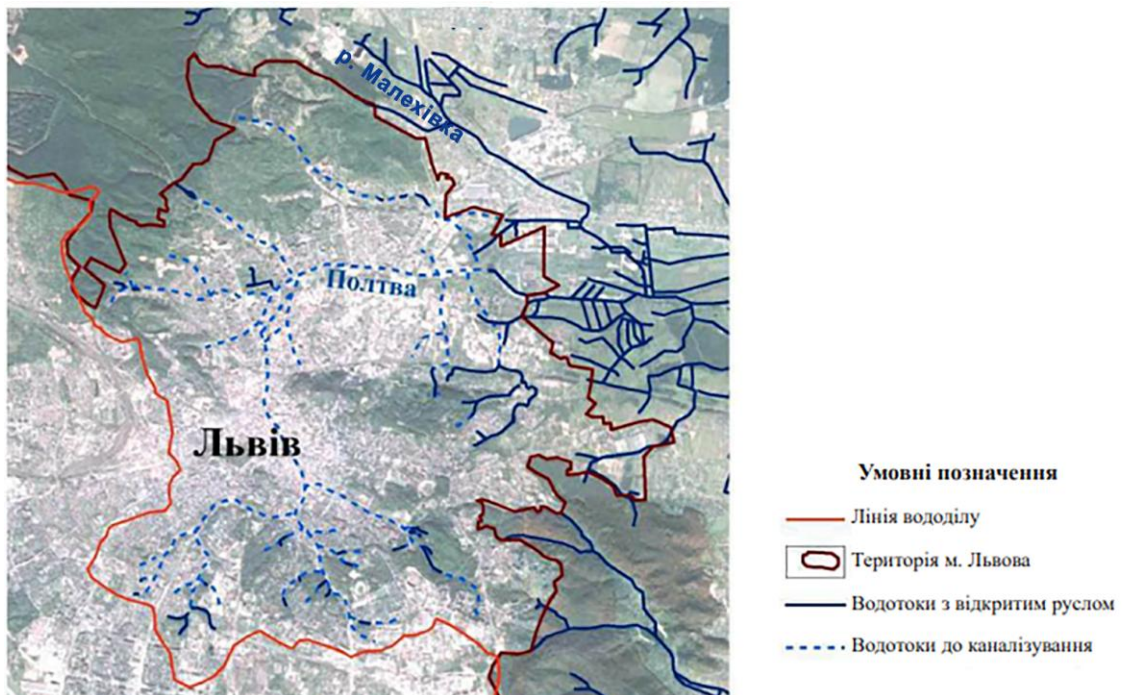


Рисунок 2.2 – Зміни структури річкової мережі верхів'я Полтви в межах м. Львова (побудовано на основі фрагмента космознімка Google та власних польових досліджень авторами Шіпка М. З., Курганевич Л. П.) [37]

Антропогенні трансформації басейну відображені у скороченні довжини річки (приблизно 12 км у межах регіону) через інженерні втручання, а саме вкорочення русла (через прокладання залізниці), часткове засипання (під час розширення Голосківського кладовища) та впорядкування русла головної притоки – каналізація Збоїщанського потоку (внаслідок забудови м. Львова). Ці зміни призвели до зменшення поверхні природних водотоків, порушення заплавних ділянок і зниження самоочисного потенціалу [2, 10].

Територія басейну характеризується помірно хвилястим рельєфом із підвищеннями 30–40 м, чергуванням заболочених долин шириною 1–3 км та алювіальними заплавами. Густота річкової мережі варіює від 1 до 7 км/км², з найбільшою концентрацією у міжпасмах Яричівського потоку та приточної системи Полтви. Русло звивисте, меандруюче, сформоване алювіальними відкладами [8].

Ґрунти басейну представлені лесовидними опідзоленими ґрунтами на схилах і лучними, дерновими та торфовищами в долинах. Рослинний покрив переважно сформовано сільськогосподарськими угіддями (понад 70 % площі), лісові масиви становлять близько 16 %, із домінуванням буково-грабових насаджень у кращих урочищах [25, 37].

Історично доагрокультурний ландшафт характеризувався дібровами, які майже зникли під тиском інтенсивного обробітку земель. Найбільші ліси зосереджені в межах Малехівського пасма (до 20 % лісистості) та вздовж долини Полтви (дубово-соснові й чорновільхові масиви) [25, 26].

Ерозійні процеси на похилих лесовидних схилах сприяють перенесенню донних та ґрунтових часток, агрохімікатів у долини, збільшуючи дифузне навантаження на річку. Заболочені заплави виконують роль природних фільтрів, але їхня ефективність обмежена при постійному забрудненні [17, 21].

Основними джерелами антропогенного навантаження на річку є побутові та транспортні стоки і розмиття. У прилеглих до Малехівки районах мешкає кілька тисяч осіб, які використовують місцеву каналізацію і, в частині випадків, вигрібні ями. На узбіччях траси Львів–Рава можливі розливи пального та технічних рідин.

2.2 Гідрологічні особливості басейну річки Малехівки

Поверхневі стоки з території села та прилеглих земель акумулюються в руслі Малехівки, яка тече із північного заходу на південний схід до меж Мурованської ОТГ. Додатковий струмок із Збоїщ приєднується до основного потоку, разом формуючи болотисті заплави з обмеженою самоочисною спроможністю за інтенсивного забруднення.

Малі річки регіону характерні виразними весняними паводками тривалістю 10–15 діб. У міжсезоння та літній період витрати води значно зменшуються, що підвищує концентрації забруднювачів і знижує розбавлювальну здатність. Осушення боліт для сільського господарства також знижує акумулятивну здатність системи [18, 22].

Поєднання статусу Малехівки як малої річки з потенційно болотистими витоками та її розташування в межах гідрологічних характеристик Львівського регіону свідчить про природну вразливість до змін водного режиму та підвищену схильність до забруднення з дифузних джерел. За загальними гідрологічними даними для малих річок Львівщини: середня швидкість течії в межень становить 0,2–0,5 м/с, в паводок може сягати ≥ 1 м/с. Заплави та болота сприяють накопиченню органічних речовин та низькому рівню кисню в стоячих або повільних ділянках.

У межах урбанізованих частин басейну (поблизу Львова) поверхневі води можуть отримувати додаткове забруднення з дощових стоків, комунальних і промислових скидів. Транзитний характер Малехівки – між аграрними та урбанізованими територіями – зумовлює складну динаміку якості вод.

2.3 Кліматичні особливості формування екологічного стану

Водозбірний басейн Малехівки розташований у межах помірно-континентального кліматичного регіону з рівнем зволоження, що задовольняє потреби водного балансу. Кліматичні умови зони дослідження

характеризуються ритмічним чергуванням циклонів і антициклонів визначаючи сезонні коливання температури та опадів. Атлантичний переніс повітряних мас зумовлює нерівномірність опадів протягом року, що впливає на формування паводків і міжсезонного стоку [18, 37].

Сезонна варіабельність стоку і температури визначає динаміку фізико-хімічних показників: під час паводків спостерігається розмиття і перенесення забруднень із земель, а в посушливий період концентрації забруднювачів зростають через низький водозбір.

Кліматичні тенденції (можливе посилення екстремальних явищ: інтенсивні дощі, посухи) можуть ще більше загострити варіабельність гідрологічного режиму, що потребує адаптивного підходу до моніторингу та управління.

2.4 Методи екологічної оцінки стану водних об'єктів

Екологічна оцінка стану поверхневих вод мультидисциплінарна і включає поєднання гідрологічних, фізико-хімічних, біоіндикаційних та індексних методів (табл. 2.1) [6, 7, 13, 23, 31, 32].

Індексні методи дозволяють узагальнити великий обсяг даних у єдиний, зрозумілий показник. Індекс забруднення води (ІЗВ) є одним з найбільш часто використовуваних показників для оцінки якості поверхневих вод. Класифікація ІЗВ поділяє воду на сім класів: від дуже чистої ($ІЗВ \leq 0.3$) до надзвичайно брудної ($ІЗВ > 10$). Індеси якості води (WQI) широко використовуються для комплексної оцінки якості води, перетворюючи багатопараметричні дані в єдиний числовий результат. Узагальнення оцінок проводиться шляхом визначення середніх та найгірших значень для кожного блоку (сольовий склад (I_1), трофо-сапробіологічні критерії (I_2) та специфічні показники токсичної дії (I_3)), а потім розрахунку інтегрального екологічного індексу (I_e) [14, 23, 24, 31, 32].

Поєднання різних індексів (ІЗВ, WQI, I_e) разом із програмними настановами (наприклад, КНД 211.1.4.010-94) дозволяє отримати багатовимірну оцінку якості води: швидкий огляд і детальний аналіз придатності для конкретних потреб.

Таблиця 2.1 – Порівняння основних методів екологічної оцінки водних об'єктів

Метод оцінки	Основні показники/ параметри	Переваги	Недоліки / Обмеження	Застосування
Гідрологічні	Екологічний стік, криві тривалості стоку	Оцінка водного режиму, важлива для біоти; для планування водокористування	Потребує багаторічних гідрологічних даних; не оцінює хімічне / біологічне забруднення	Попередня оцінка екологічного стоку, планування управління річковими басейнами
Фізико-хімічні	Температура, рН, БСК, ХСК, мінералізація, N, P, важкі метали, пестициди	Кількісна оцінка конкретних забруднювачів; точні лабораторні методи	Не завжди відображає довгострокові ефекти; не враховує синергічні впливи	Моніторинг якості води, виявлення джерел забруднення
Біоіндикаційні	Видовий склад макрофітів, макрзообентосу, фітопланктону; індекси сапробності, Майера	Інтегрована оцінка стану екосистеми; відображає довгострокові та кумулятивні ефекти	Потребує кваліфікованих фахівців для ідентифікації; повільна реакція на короточасні зміни (макрофіти)	Оцінка екологічного статусу, трофічного рівня, самоочисної здатності
Індекси	ІЗВ, WQI, Іе (КНД 211.1.4.010-94)	Узагальнена оцінка якості; зрозумілі для неспеціалістів; порівняння об'єктів	Втрата деталізації окремих показників; вибір ваг може бути суб'єктивним	Комплексна оцінка забруднення, планування водоохоронних заходів, зонування

У контексті комплексного вивчення геоecологічного статусу природних складових навколишнього середовища, пріоритетним напрямком є ґрунтовне оцінювання якості поверхневих вод. Цей ключовий етап дозволяє отримати об'єктивні дані про поточний стан водних об'єктів та виявити потенційні ризики для екосистем і здоров'я людини (рис. 2.3) [37].

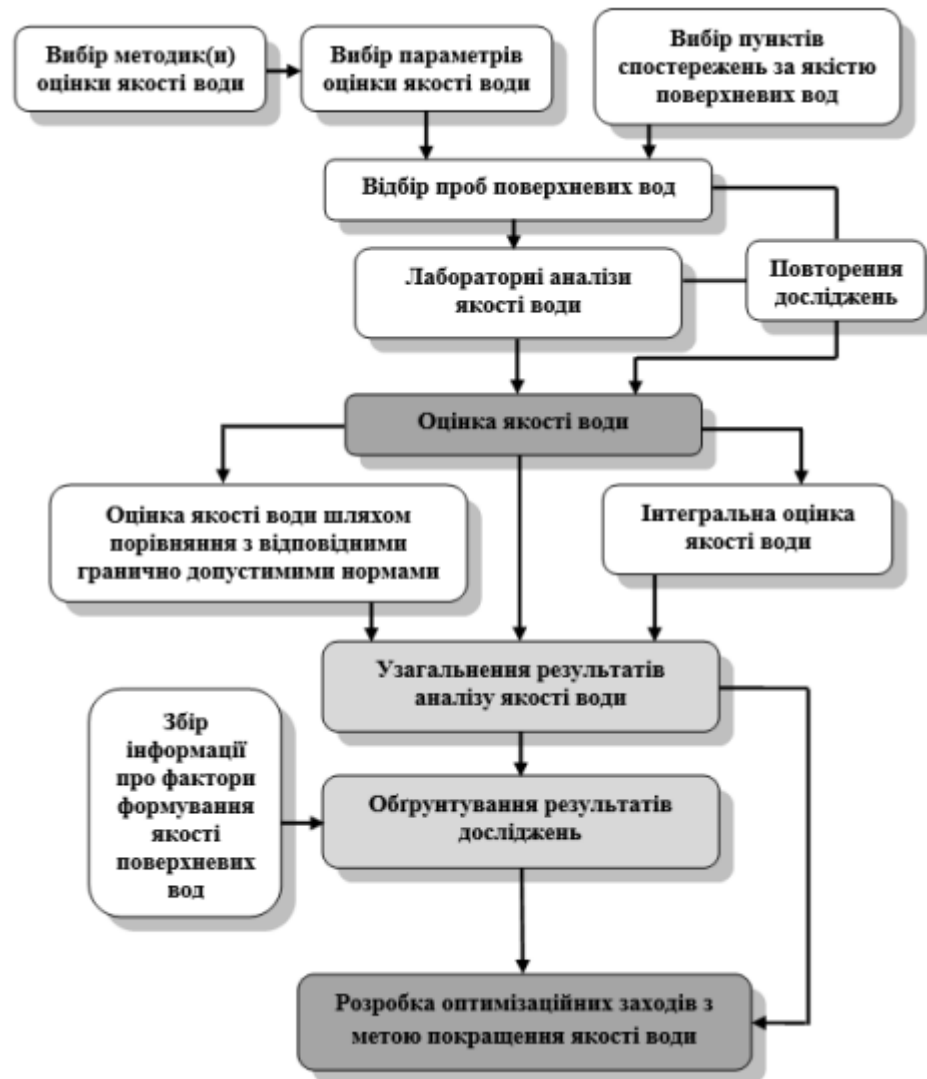


Рисунок 2.3 – Алгоритм оцінки та управління якістю поверхневих вод (розроблено Шіпка М. З., Курганевич Л. П.) [37]

Фундаментом для такого аналізу поверхневих вод стало попереднє формування комплексної програми, яка передбачала: ретельний відбір методів оцінки якості води, визначення вичерпного переліку досліджуваних параметрів та відповідних алгоритмів лабораторних вимірювань, а також обґрунтований вибір контрольних пунктів для моніторингу якості поверхневих водойм.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Просторово-часова динаміка змін показників якості води річки Малехівки

Водні ресурси є критично важливими для функціонування як природних екосистем, так і суспільства. Поверхневі водні об'єкти, зокрема річки, виконують функції транспортування речовин, регулювання клімату, збереження біорізноманіття та забезпечення населення питною і побутовою водою. У сучасних умовах зростання індустріалізації, сільськогосподарської діяльності та урбанізації посилюється забруднення водних об'єктів унаслідок інтенсивних стічних потоків, застосування пестицидів, надходження важких металів та інших забруднюючих речовин. Наприклад, результати моніторингу, проведеного Басейновим управлінням водних ресурсів Західного Бугу та Сяну [2], демонструють, що річка Малехівка забруднена органічними та біогенними речовинами, а також поліароматичними вуглеводнями, що значною мірою зумовлено антропогенним навантаженням.

Незважаючи на наявність понад двадцяти п'яти промислових об'єктів харчової та будівельної галузей у межах Пасмового Побужжя, основними джерелами екологічного навантаження залишаються підприємства міста Львова, з-поміж них вирізняється ЛКП «Зелене місто». Сукупний стан довкілля регіону передусім детермінує вплив великого урбанізованого осередку. По-перше, переважаючий західний перенос атмосферних мас сприяє поширенню міських емісій на прилеглі території. По-друге, гідрологічні мережі Пасмового Побужжя – зокрема річки Полтва, Малехівка, Марунька та Яричівка – зазнають гідрохімічного забруднення внаслідок скиду стічних вод підприємств Львова та інфільтратів міського полігону відходів поблизу с. Великих Грибовичів.

У рамках дослідження здійснено систематизацію та узагальнення емпіричних даних щодо якості поверхневих вод Малехівки з урахуванням просторового (контрольні та впливові точки вздовж русла) і часово-сезонного

(межень, паводок, перехідні періоди) розрізу. Первинні дані отримані з офіційних джерел, зокрема з інформаційно-аналітичних звітів Держводагентства України, Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, а також з бази спостережень системи постійного екологічного моніторингу ДСНС України та звітів територіальних басейнових управлінь [2, 10,11, 38]. Зазначені матеріали містять результати спостережень, проведених на стаціонарних контрольних пунктах, розміщених у межах басейну річки Вісли, включно з р. Малехівка. Для прозорості вказано конкретні роки та місця відбору проб.

Порівняльний аналіз зафіксованих концентрацій забруднювальних компонентів у відібраних пробах вод річки Малехівки здійснено з урахуванням гранично допустимих значень, установлених чинними рибогосподарськими нормативами [32].

У 2022 році, згідно з даними Щорічної доповіді про стан навколишнього природного середовища у Львівській області, гідрохімічні характеристики води річки Малехівки – лівої притоки р. Полтви – вказують на її слабкий, але стабільний рівень антропогенного забруднення [38]. Аналіз результатів моніторингових досліджень засвідчив перевищення ГДК низки речовин, а саме: БСК₅ – у 1,1–2,2 раза, йонів амонію – до 7,9 рази, нітритів – до 1,7 раза, міді – до 3 раза, цинку – до 11 рази, хрому – до 5 раза. Крім того, у відібраних пробах води було зафіксовано присутність миш'яку у межах нормативно допустимого рівня, що, однак, свідчить про можливі локальні джерела його надходження.

Ймовірною причиною виявленого комплексу хімічних забруднювачів є дифузне забруднення, обумовлене техногенним навантаженням від ліквідованого Грибовицького полігону, розташованого у безпосередній близькості до водозбірної площі річки (рис. 3.1) [9, 27].

Особливу екологічну настороженість викликає наявність у водному середовищі **флуорантену** – поліциклічного ароматичного вуглеводню (ПАВ), середньорічна концентрація якого перевищила нормативний поріг на 10 %. Такий хімічний дисбаланс, за експертною оцінкою, є наслідком

несанкціонованих скидів побутових та господарських стічних вод, передусім із приватного сектору, а також можливої фільтрації забруднених інфільтратів із полігону через підземний стік.

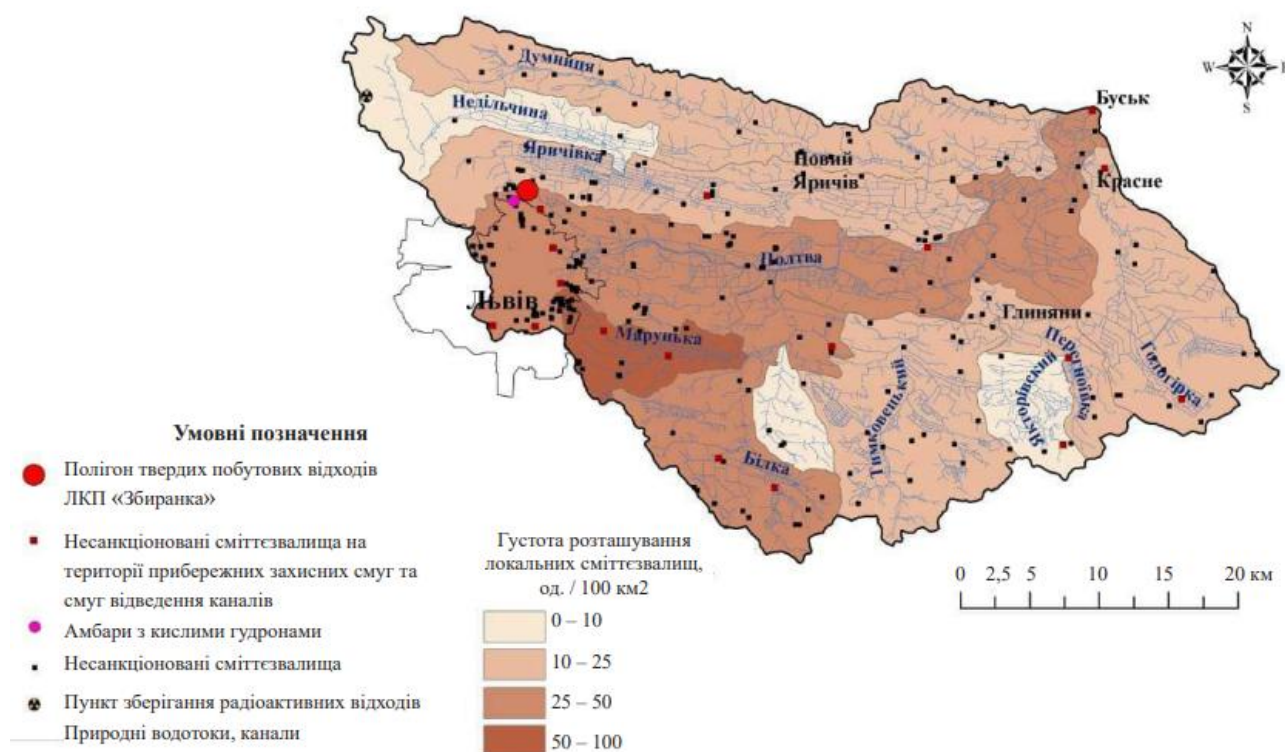


Рисунок 3.1 – Місця зберігання відходів у межах басейну р. Полтви та р. Малехівки (Грибовицьке сміттєзвалище) [37]

З метою візуалізації отриманих результатів доцільним є включення інформаційних матеріалів (табл. 3.1). Аналіз середньорічних концентрацій забруднюючих речовин у річці Малехівка за 2022-2023 роки свідчить про незадовільний екологічний стан водного об'єкта та значне антропогенне навантаження [38].

Таблиця 3.1 – Середньорічні концентрації забруднюючих речовин у контрольних створах р. Малехівка – с. Малехів (мг/л) за 2022 – 2023 рр. [38]

Показники якості води	р. Малехівка		ОБРВ (1990 р.)*	Правила охорони поверхневих вод (1991 р.)**	Нормативи екологічної безпеки водних об'єктів (2012 р.)***
	2022	2023			
БСК ₅	5,08	6,79	-	2,26	3,0
ХСК	32,00	31,38	-	15	50,0
Розчинений кисень	7,4	9,12	-	≥6,0	-
Азот амонійний	-	0,74	0,5	-	0,65
Амоній сольовий	2,53	-	0,5	-	0,65
нітрити	0,341	0,38	0,08	-	-
нітрати	1,00	0,72	40	-	-
фосфати	0,383	0,32	0,17	-	2,15
завислі речовини	-	-	-	фон +0,75	25,0
мінералізація		-	-	1000	-
сульфати	27,1	28,6	100	-	-
хлориди	33,2	30,7	300	-	-
залізо		-	0,1	-	-
марганець		-	0,01	-	-
мідь	<0,001	<2,5*10 ⁻⁴	0,001/фон	-	-
цинк	0,044	0,031	0,01	-	-
хром		0,0002	0,001	-	-

* Узагальнений перелік гранично допустимих концентрацій (ГДК) та орієнтовно безпечних рівнів впливу (ОБРВ) шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм, 1990.

** Правила охорони поверхневих вод, 1991

*** Нормативи екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства (Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України No 471 від 30 липня 2012 р.)

За наданою табл. 3.1 можна зробити висновок, що концентрація БСК₅ значно перевищує всі наявні нормативи у 2022 та особливо у 2023 році. Це свідчить про високий вміст органічних забруднень, що розкладаються, та значне

споживання кисню, що є негативним для водних організмів. У 2022 та 2023 роках **ХСК** значно перевищує нормативи за Правилами охорони (1991), але залишається в межах (хоча й близьким до верхньої межі) Екологічних нормативів (2012). Це вказує на наявність як органічних, так і неорганічних окиснюваних речовин. Тоді як рівень розчиненого кисню відповідає нормативним вимогам і є достатнім для підтримки водних біотичних спільнот, що може бути пов'язано з інтенсивним перемішуванням води або аерацією.

Надзвичайно високі концентрації **нітритів** ($0,341 \text{ мг/дм}^3$) та перевищення нормативів для **амонійного азоту** та **амонію сольового** (де дані доступні) свідчать про активні процеси розкладу органіки та надходження неякісно очищених стічних вод або дренажних вод, багатих на азотні сполуки.

Отже, згідно з аналітичними звітами за 2023 рік, оприлюдненими Департаментом екології та природних ресурсів ЛОДА, у воді річки Малехівки зафіксовано перевищення середньорічних концентрацій органічних речовин, що відображено у значеннях біохімічного та хімічного споживання кисню, а також сполук азоту – амонійного та нітритного. Усі зазначені показники вийшли за межі нормативних значень, встановлених для водних об'єктів II класу якості відповідно до ДСТУ та європейських екологічних вимог.

Як наслідок, екологічний потенціал цієї значно зміненої маси поверхневих вод було офіційно класифіковано як III клас, що вказує на незадовільний екологічний стан і суттєве відхилення від доброго статусу. Подібна гідроекологічна ситуація, ймовірно, зумовлена впливом аналогічних факторів, що спостерігалися й у попередні роки, серед яких домінує техногенне навантаження, спричинене функціонуванням закритого полігону. Крім того, значний внесок у формування забруднювального фону поверхневих вод відіграють несанкціоновані скиди побутових стічних вод, що надходять із приватного житлового сектору, насамперед у нижній течії Малехівки, де система централізованого водовідведення або відсутня, або не відповідає нормативам. Сукупний вплив цих джерел антропогенного тиску спричиняє тривале погіршення якісного стану водного середовища, що вимагає впровадження

довгострокових механізмів екологічного контролю, санації та технічної реконструкції критичної інфраструктури.

У межах проведеного гідрохімічного моніторингу встановлено, що у воді р. Малехівки середньорічні концентрації **поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ)** значно перевищують нормативні значення. Так, вміст **флуорантену** виявився надмірним у 1,9-кратному обсязі, тоді як рівень **бензо(а)пірену** досяг 12,7-кратного перевищення, що класифікується як екстремальне хімічне навантаження. Подібні результати є характерними для урбанізованих басейнів, де джерелами ПАВ виступають спалювання палива, автотранспорт, неочищені стоки й поверхневий змив із твердих покриттів.

Такі дані свідчать про необхідність поглибленого токсикологічного аналізу, спрямованого на вивчення шляхів трансформації, мобільності та біоаккумуляції ПАВ у межах водних екосистем досліджуваного басейну. Це, своєю чергою, є критичним для оцінки потенційних ризиків для здоров'я населення та біорізноманіття.

Аналізуючи узагальнені результати щорічної доповіді Департаменту екології та природних ресурсів Львівської облдержадміністрації за 2023 рік [38], встановлено, що у водних об'єктах річок Західний Буг, Полтва та Малехівка було виявлено стійке перевищення граничнодопустимих концентрацій та середньорічних екологічних порогів за ключовими гідрохімічними індикаторами. Відповідно до системи класифікації хімічного стану, ці поверхневі гідросистеми було віднесено до **II класу – «недосягнення доброго»**, що вказує **на високий рівень антропогенного тиску** [23, 29, 31].

Одержані результати обґрунтовують потребу у:

- поглибленому міжсезонному моніторингу гідрохімічного стану вод;
- посиленні контролю за джерелами дифузного та точкового забруднення;
- розробці цільових програм відновлення екологічної цілісності малих річкових систем, зокрема через природоорієнтовані рішення, інженерну реконструкцію водозбірної інфраструктури та впровадження локальних очисних споруд у приватному секторі.

3.1.1 Вплив Грибовицького сміттєзвалища на якість води річки Малехівки

Протягом шести десятиліть (1957–2016 рр.) Грибовицький полігон ТПВ функціонував як головний об'єкт депонування відходів III–IV категорій небезпеки, походженням переважно з урбанізованої території м. Львова та адміністративних районів Жовківського та Пустомитівського у Львівській області. На момент закриття, за інформацією КП «Збиранка» (тепер – «Зелене місто») [9, 10], загальна маса накопичених ТПВ сягала 14,3 млн тонн. Істотним недоліком об'єкта була повна відсутність інженерного захисту навколишнього середовища: зокрема, не було облаштовано протифільтраційного екранування основи та інфраструктури для збору та очищення фільтрату, що значно підвищувало ризик ґрунтового й поверхневого забруднення водних об'єктів. Після масштабної пожежі та обвального зсуву тіла полігону у травні 2016 р. експлуатацію об'єкта було офіційно припинено.

Наразі фільтрати інтенсивно перетікають із підніжжя звалища та акумулюються у п'яти відкритих ємностях-накопичувачах без жодного захисного обладнання (рис. 3.2). За попередніми оцінками обсяг відфільтрованої рідини в цих збірниках сягає приблизно 94 500 м³, що створює високий рівень екологічної загрози та вимагає невідкладного впровадження заходів із контролю та нейтралізації шкідливих токсичних компонентів [38].

У низці наукових досліджень [9, 30] доведено, що відсутність гідрогеологічного бар'єру (протифільтраційного екрану) на території полігону у поєднанні з дефіцитом сучасних технологій очищення фільтрату, детермінує систематичне перевищення гранично допустимих концентрацій токсичних компонентів у стічних водах. Що зумовило подальшу латеральну міграцію забруднювальних речовин у руслову мережу річок, зокрема Малехівки та Полтви. Зазначені водні артерії інтегровані до водозбірного басейну трансграничної ріки Західний Буг, яка належить до басейнової мережі Вісли.



Рисунок 3.2 – Еколого-техногенна небезпека Грибовицького сміттєзвалища (офіційно закрито 2016 року)

Зафіксовано, що внаслідок надзвичайного інциденту, що спричинив потрапляння фільтрату до русла Малехівки, відбулося суттєве зростання мінералізації води, концентрацій органічних сполук за ХСК, амонійного азоту, фосфатів та важких металів, зокрема свинцю, кадмію й марганцю.

Важливо підкреслити, що після наслідків пожежі на об'єкті депонування твердих побутових відходів ЛКП «Збиранка» (тепер ЛКП «Зелене місто», з 2019) у червні 2016 року Державною екологічною інспекцією у Львівській області було здійснено позаплановий кризового моніторингу поверхневих вод. Надзвичайна подія супроводжувалась проривом захисної дамби та інфільтрацією фільтрату в прилеглий меліоративний канал. У зоні злиття меліоративного каналу, що проходить уздовж полігону, з річкою Малехівка зафіксовано критичні концентрації контамінантів: хлориди до $2,9 \times \text{ГДК}$; сухий залишок до $3,0 \times \text{ГДК}$; органічні речовини (за ХСК) до $17\text{--}18 \times \text{ГДК}$; азот амонійний до $7,6 \times \text{ГДК}$; ферум до $12,5 \times \text{ГДК}$; плумбум до $9,0 \times \text{ГДК}$; кадмій до $24,0 \times \text{ГДК}$; манган до $7,5 \times \text{ГДК}$; аніонні СПАР до $1,8 \times \text{ГДК}$ [10, 11].

Слід зазначити, що дані кризового екологічний моніторинг поверхневих вод водотоку Малехівка, зібрані Державною екологічною інспекцією [2, 10], засвідчили різке зростання концентрацій важких металів на відстані приблизно одного кілометра від полігону вже упродовж 2-х місяців після початку пожежі. Водорозчинні сполуки мають різні властивості мігрування в навколишньому середовищі, а також різну швидкість природного очищення річкової системи від забруднювальних речовин. Високий уміст важких металів, нітрит-іонів (II-й клас небезпеки), амонійних сполук, нафтопродукти і марганцю зберігався протягом тривалого часу. Це призвело до суттєвих, а подекуди й незворотних змін в екосистемах, погіршення якості життя жителів прилеглих територій та посилення забруднення вод річки Полтви [18, 37]. Особливу занепокоєність викликає активне розповсюдження токсичних сполук плумбуму і кадмію (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 – Зміни концентрацій плюмбуму (а), кадмію (б) та нітритів (в) у поверхневих водах річки Малехівки [6]

На рис. 3.3, а простежується виразна тенденція до поступового акумулювання свинцю в поверхневих водах. Особливо різке зростання концентрації Рb відбулося у другій половині липня 2016 року, досягнувши показників близько 0,3 мг/дм³. Подібний характер змін є типовим у випадках формування слабо виражених геохімічних бар'єрів, які частково затримували міграцію свинцевих сполук завдяки процесам адсорбції на лесовидно-суглинкових відкладах. Водночас, уміст кадмію (рис. 3.3, б) продемонстрував різке зростання вже у перші дні після виникнення пожежі, що, ймовірно, пов'язано з високою леткістю кадмієвих сполук. Коливання його концентрацій у водному середовищі протягом досліджуваного періоду, імовірно, зумовлювалися як повторними загоряннями на території полігону, так і варіативністю метеорологічних умов, зокрема опадами та вітровим перенесенням.

Концентрація нітритів у водах Малехівки (рис. 3.3, в) не перевищувала встановлених гігієнічних нормативів, що регламентуються для джерел централізованого питного водопостачання. Водночас, її значення у 19 разів перевищували нормативи для водойм рибогосподарського призначення (ГДК – 0,08 мг/дм³). Відповідно до рекомендацій Всесвітньої організації охорони здоров'я, така вода не є придатною для використання в агротехнічних цілях, зокрема для зрошення сільськогосподарських культур, оскільки останні мають властивість акумулювати токсичні речовини, що може призвести до формування харчових продуктів із потенційною загрозою для здоров'я людини.

Найбільшу небезпеку нітриту становлять для вагітних жінок та дітей до 3-х років, оскільки вони здатні проникати до організму через харчові ланцюги та спричиняти тяжкі порушення здоров'я. У дорослих можливе виникнення онкологічних захворювань, а у немовлят – розвиток метгемоглобінемії та пригнічення ферментної активності.



Рисунок 3.4 – Зміни концентрацій хлоридів (а), амонійного азоту (б) та нафтопродуктів (в) у поверхневих водах річки Малехівки [6]

Як видно з рис. 3.4, а, рівень хлоридів у водному середовищі залишався стабільним та відповідав природному фоновому значенню, що свідчить про відсутність суттєвих джерел хлорвмісного забруднення в межах досліджуваної території полігону. Слід зазначити, що у випадках, коли фіксується перевищення допустимих концентрацій хлоридів, це може розглядатися як індикатор тривалого техногенного впливу на водний об'єкт, з огляду на високу мобільність хлорид-іонів та їхню здатність до широкого розповсюдження в умовах відсутності ефективних природних бар'єрів.

Одним із проявів антропогенного втручання у функціонування водних екосистем є дестабілізація природного балансу між основними біогенними елементами та іонами (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+). У ході гідрохімічного моніторингу було зафіксовано надзвичайно високий рівень амонійних сполук – з перевищенням ГДК в 31 рази, що вказує про нещодавнє надходження азотовмісних політантів до водного об'єкта. За наявності атмосферного кисню амоній іон піддається поступовому мікробіологічному окисненню спочатку до

нітритів, а згодом і до нітратів – процес, що триває орієнтовно 3–4 тижні та може становити загрозу для екосистем і населених пунктів, розташованих нижче за течією. Встановлені пікові концентрації амонію (рис. 3.4, б) у сукупності з підвищеними значеннями ХСК (рис. 3.5, в) вказують на епізодичну токсикологічну небезпеку та подальше поступове самоочищення річки внаслідок перетворення нітритів у менш небезпечні нітрати (рис. 3.4, б).

Нафтопродукти, як правило, характеризуються низькою розчинністю у водному середовищі, внаслідок чого вони формують поверхневі плівки або емульговані системи, які істотно обмежують доступ атмосферного кисню у воду, порушуючи аераційний баланс. Завдяки своїй рухливості, ці речовини легко поширюються течією річки, накопичуючись переважно в зонах зі знизеним гідродинамічним режимом. Присутність нафтопродуктів у водах річки Малехівки безпосередньо корелює з впливом локалізованих джерел техногенного навантаження — зокрема, гудронових відстійників та озера з фільтратом, розташованих поблизу сміттєзвалища. Встановлено, що після проведення технічних заходів із підвищення рівня захисної дамби та її укріплення, концентрація нафтопродуктів у річковій воді почала демонструвати тенденцію до зниження (рис. 3.4, в).

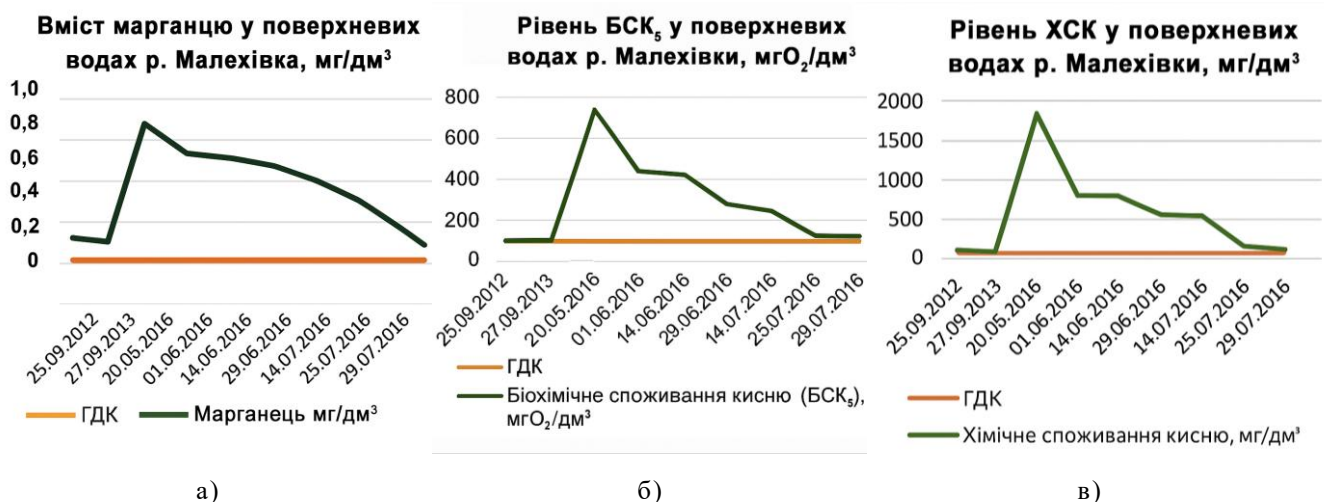


Рисунок 3.5 – Простежувані динамічні зміни концентрацій марганцю (а), а також рівнів (СК₅ (б) та ХСК (в) як інтегральних критеріїв органічного забруднення вод р. Малехівки [6]

Пожежа на полігоні спричинила восьмиразове зростання вмісту марганцю (рис. 3.5, а). Такий рівень марганцю становить потенційну загрозу для здоров'я, особливо для дітей, оскільки його надмірне надходження до організму може спричинити нейротоксичні ефекти, включаючи погіршення когнітивних функцій і затримку інтелектуального розвитку.

Інтегральні гідрохімічні індикатори, зокрема БСК₅ та ХСК, використовуються для кількісної оцінки рівня органічного забруднення водного середовища. Показник БСК₅ відображає обсяг кисню, необхідного для аеробного окиснення мікроорганізмами нестійких органічних речовин. Для водних екосистем це критичний параметр, що впливає на виживання гідробіонтів. Після масштабного загорання полігону значення БСК₅ перевищило нормативні межі у 150 рази (рис. 3.5, в), що свідчить про надмірне надходження органічних полютантів у водойму. Аналогічні явища фіксувалися також у басейні р. Полтва.

Показник ХСК відображає потребу води в кисні для окислення хімічних забруднень і дозволяє оцінити ступінь та динаміку процесів самоочищення. Зміни в значеннях ХСК вказують на високий потенціал річки до самовідновлення при зменшенні навантаження органічними забруднювачами.

Таким чином, за даними відкритих джерел, відповідно до результатів хімічного аналізу водних зразків, дренажний канал із території полігону тривалий час залишався ключовим джерелом забруднення річки Малехівки до літа 2016 року. Ліквідація фільтраційного витоку спричинила поступову стабілізацію гідрохімічного стану водного середовища, однак до кінця 2019 року концентрації органічних сполук залишалися вищими за нормативні значення [10].

Відповідно до аналітичних висновків, представлених у науковій праці Наталії Гринчишин [9], після припинення експлуатаційної діяльності полігону зафіксовано тенденцію поступового зниження концентрацій ряду пріоритетних забруднювачів, зокрема важких металів (мідь, цинк, свинець), амонійного азоту, хлориди і ХСК, водночас зростають показники умісту аніонних сполук (фосфати, сульфати, нітрити, нітрати), нафтопродуктів і БСК₅. Надзвичайно тривожним аспектом є факт стократного – усього в 190 разів – зростання

концентрації нітрат-іонів, що засвідчує підвищену екологічну небезпеку через імовірну міграцію цих речовин (рис. 3.6).

Слід зазначити, що дослідницький підхід науковиці Наталії Гринчишин [9] ґрунтувався на відборі змішаних одноразових зразків фільтрату, здійсненому в сезонні періоди – весняний (квітень) та осінній (жовтень) – упродовж 2018 р.

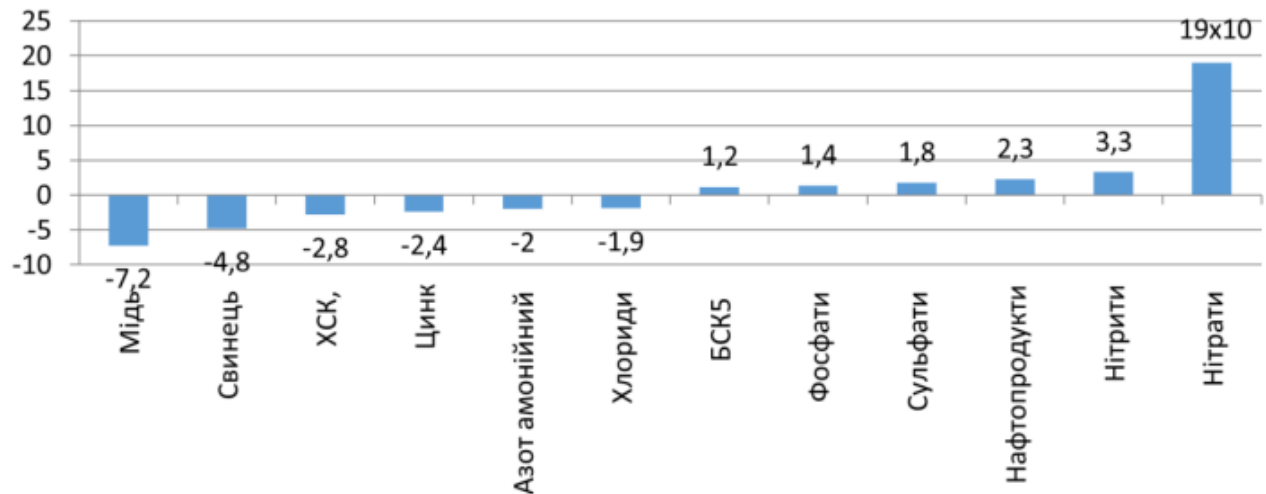


Рисунок 3.6 – Динаміка змін показників фільтрату після припинення експлуатації полігону, 2018 рік (за Наталією Гринчишин) [9]

Відповідно до результатів, представлених на рис. 3.6, фільтрат, який формується після виведення з експлуатації полігону, не відповідає нормативним вимогам до складу та властивостей стічних вод, що підлягають скиданню в міську систему централізованого водовідведення. Зокрема, перевищення концентрацій хімічних сполук засвідчує нагальну потребу у впровадженні удосконалених інженерно-екологічних технологій очищення, а також у запровадженні постійного моніторингу та контролю якісних характеристик стічних вод.

Водночас вплив забруднених дренажних вод на річку Полтва був менш помітним через її вже високий рівень контамінації. Держекоінспекція зафіксувала зниження концентрацій деяких забруднювачів після злиття з Малехівкою, що пояснюється ефектом розведення. Однак це не свідчить про зменшення токсичного навантаження, а лише маскує його прояви на фоні вже перевищених рівнів [10].

Планується, що в рамках проєкту рекультивації полігону відведення поверхневого стоку з території буде організоване через систему централізованого водовідведення м. Львова, а чисті дощові стоки після завершення робіт направлятимуться в річку Малехівка – притоку Полтви.

За результатами аналітичного моніторингу, виконаних Львівським обласним управлінням водних ресурсів 15 червня 2016 року, на фоновій точці (міст поблизу готелю «Варшава», автошлях Львів–Рава-Руська) зафіксовано, що уміст кадмію, перевищений у 4,5-кратному обсязі від норми, тоді як у вибірці нижче за впадіння меліоративного каналу (≈ 100 м від скиду інфільтрату) концентрація кадмію зросла в 7,2 раза, а марганцю – в 2,03 раза вище санітарно-гігієнічних нормативів (СанПіН 4630–88) [10, 11].

Таблиця 3.2 – Перевищення ГДК у пробах поверхневих вод річки Малехівка (автошлях Львів–Рава-Руська) за даними БУВР Західного Бугу та Сяну

Дата	Локація	Параметр	ГДК (мг/дм ³)	Виміряне значення (мг/дм ³)	Кратність перевищення
15.06.2016	Міст біля готелю «Варшава» (фонова проба)	Кадмій (Cd)	0,005	0,0225	4,5
15.06.2016	≈ 100 м нижче впадіння фільтраційного каналу	Кадмій (Cd)	0,005	0,0360	7,2
15.06.2016		Марганець (Mn)	0,100	0,2030	2,03
29.06.2016	Міст біля готелю «Варшава» (фонова проба)	Залізо загальне (Fe)	0,300	0,5100	1,7
29.06.2016		Кадмій (Cd)	0,005	0,0190	3,8
29.06.2016		БСК ₅	3,000	8,100	2,7
29.06.2016	≈ 100 м нижче впадіння фільтраційного каналу	Кадмій (Cd)	0,005	0,0460	9,2
29.06.2016		Марганець (Mn)	0,100	0,3600	3,6

Подібні відхилення зафіксовано і 29 червня 2016 року: на тій же фоновій станції концентрація заліза перевищувала ГДК у 1,7 раза, кадмію – у 3,8 раза, БСК₅ – у 2,7 раза. У пробах нижче місця впливу – кадмію в 9,2 раза, марганцю – у 3,6 раза.

Отримані результати підтверджують локалізований, але надзвичайно потужний антропогенний тиск на водну екосистему р. Малехівки, спричинений вимиванням фільтрату з полігону ТПВ. Незважаючи на локальність впливу, це забруднення має потенціал міграції в підземні води, що вимагає постійного моніторингу.

У ході кризового відбору проб 13 квітня 2018 року Держекоінспекцією встановлено суттєве погіршення гідрохімічних показників у меліоративному каналі та прирусловій зоні гирла р. Малехівки (табл. 3.3) [10].

Таблиця 3.3 – Гідрохімічні показники поверхневих вод річки Малехівки в зоні впливу Грибовицького сміттєзвалища (кризовий моніторинг Держекоінспекції, 13.04.2018)

Параметр	Значення	Оцінка стану
Хлориди	3 279,12 мг/дм ³	Надміру високий рівень
Сухий залишок	≈ 7 450 мг/дм ³	Дуже помітний вміст солей
Амонійний азот	6,51 мг/дм ³	Підвищений
ХСК	370 мг/дм ³	Дуже висока органіка
Загальне залізо	87,7 мг/дм ³	Висока концентрація
Нафтопродукти	0,96 мг/дм ³	Забарвлено нафтопродуктами
Марганець	14,2 мг/дм ³	Значний вміст
Кадмій	0,048–0,096 мг/дм ³	Помітне перевищення
Свинець (Pb)	0,096 мг/дм ³	Помітне перевищення
Цинк (Zn)	0,078 мг/дм ³	Помітне перевищення
Мідь (Cu)	0,05 мг/дм ³	Помірне перевищення
Хром загальний (Cr)	0,15 мг/дм ³	Помірне перевищення

Оцінка відповідності стандартам свідчить, що ці співвідношення значно перевищують ГДК, зокрема кадмій у 4,5–7,2 рази, марганець у 2–7 разів. Це однозначно свідчить про сильне забруднення інфільтратами.

3.1.2 Вплив аварійного скиду кислих гудронів на гідрохімічний режим річки Малехівки

Одним із найбільш критичних джерел екологічної загрози для річки Малехівки є спеціалізовані ємності-резервуари для накопичення кислих гудронів, які є високотоксичними відходами II-го класу небезпеки та містять значні концентрації сірчаної кислоти. Ці сховища розташовані на території Грибовицького полігону (рис. 3.7) і утворюють складну техногенну систему забруднення, яка має потенціал масштабного негативного впливу на водне середовище [27].



Рисунок 3.7 – Амбар з кислими гудронами (гудронове озеро) поблизу полігону твердих побутових відходів ЛКП «Збиранка» (вересень 2016 р.) [27]

Окрім відходів нафтовидобувної та нафтопереробної промисловості, у зазначені гідросховища тривалий час надходили токсичні стоки від низки хімічних підприємств Львівського регіону. За експертними оцінками, загальний

обсяг накопиченого в них матеріалу коливається в межах 200–500 тис. т кислих гудронів. Попри територіальну належність до зони міського полігону, ці резервуари знаходяться на балансі ВАТ «Львівський дослідний нафтомаслозавод», що раніше спеціалізувався на виробництві трансформаторних олив та інших нафтохімічних продуктів. Відпрацьовані залишки технологічного циклу підприємства протягом десятиліть систематично скидалились у вказані ємності [27].

Влітку 2016 року внаслідок руйнування однієї з таких ємностей стався аварійний скид кислих гудронів безпосередньо в русло Малехівки. Це призвело до миттєвого підвищення рівня води приблизно на 0,5 м та різкого погіршення її гідрохімічних характеристик. За результатами лабораторних аналізів, проведених лабораторією моніторингу вод та ґрунтів БУВР Західного Бугу та Сяну [2], зафіксовано надзвичайно високі значення ГДК: перевищення у понад 100 разів за показниками зважених речовин, хімічного споживання кисню, концентрація заліза, а також рівень аніонних синтетичних поверхнево-активних речовин.

Ця катастрофічна гідрохімічна аномалія спричинила глибоке порушення біогеохімічних процесів у водній екосистемі річки та суттєво підвищила ризики транскордонного переносу токсичних елементів у нижню течію. Таким чином, аварійний вплив гудронових сховищ становить серйозну загрозу не лише для локального, а й для регіонального екологічного балансу.

3.2 Техногенний вплив автотранспортної інфраструктури на гідрохімічний режим річки Малехівки

У межах комплексного дослідження гідрохімічного стану Малехівки доцільно виокремити автодорогу національного значення «Чоп–Київ» як самостійне джерело атмосферного та транскордонного забруднення, що істотно детермінує як вертикальну, так і латеральну міграцію токсикантів у водному середовищі басейну. Зазначена транспортна магістраль перетинає одинадцять населених пунктів регіону, серед яких особливо інтенсивне техногенне

навантаження зафіксовано в смт Запитів, а також у селах Малехів, Дідилів, Банюнин і Кизлів, що розміщені вздовж її лінійної осі.

За статистичними даними, середньогодинна інтенсивність транспортного потоку в неробочий день сягає 816 автотransпортних засобів (≈ 20001 за добу), тоді як у будній день цей показник зростає до 1147 авто на годину (≈ 27501 за добу) [1]. Фактично такий трафік спричиняє емісію шкідливих газоподібних і аерозольних компонентів – зокрема, діоксиду сірки, діоксиду азоту, оксиду вуглецю, зважених частинок (PM), важких металів, сажі, метану й формальдегіду. Указані сполуки, адсорбуючись на поверхні листя та ґрунтовому покриві, надалі можуть потрапляти у водний стік під час атмосферних опадів або через інфільтрацію ґрунтових вод, формуючи вторинне забруднення.

Додатковим екологічним ризиком є підвищена частота дорожньо-транспортних пригод на цій ділянці траси, зокрема за участі транспортних засобів, що перевозять небезпечні вантажі. Це створює загрозу раптових локалізованих викидів токсичних речовин, які, з огляду на розвинену дренажну систему водозбору річки Малехівка, можуть спричинити гострі гідрохімічні аномалії.

Отже, у контексті комплексної екологічної оцінки стану поверхневих вод річки Малехівки критично важливо врахувати трансфер атмосферних поллютантів, так і потенційних аварійних контамінацій, пов'язані з функціонуванням транспортної інфраструктури. Ці чинники виступають важливими каталізаторами деградації якості водного середовища в досліджуваному регіоні.

Згідно з Планом управління річковим басейном Вісли на 2025–2030 роки (додаток 6: Перелік пунктів моніторингу масивів поверхневих вод басейну Вісли) [3, 35], одним із офіційно визначених пунктів спостереження за якістю поверхневих вод є ділянка річки Малехівки (рис. 3.8), розташована приблизно на шостому кілометрі її течії – у межах села Малехів, безпосередньо під автомобільним мостом на автодорозі Львів–Жовква [9].



Рисунок 3.8 – Просторова орієнтація басейну р. Малехівка поблизу с. Малехів

Цей пункт є стратегічно важливим у системі гідроекологічного моніторингу, оскільки саме тут фіксується вплив дренажних стоків із території полігону твердих побутових відходів ЛКП «Зелене місто». Через розташування полігону в безпосередній близькості до водозбірної площі річки, існує високий ризик інфільтрації токсичних компонентів у водне середовище. Це обумовлює необхідність постійного моніторингу гідрохімічного стану саме в цьому відрізку річки. Дані, отримані на цій ділянці, становлять важливий індикатор антропогенного навантаження на водні екосистеми території дослідження.

3.3 Аналіз стану біоценозу річок в умовах антропогенного навантаження

Відповідно до Водної рамкової директиви ЄС (2000/60/ЄС) [4], екологічний стан за біологічними показниками класифікується від 1 (високий) до 5 (дуже низький) [23, 29].

Таблиця 3.4 – Порівняння екологічного стану річок Полтва та Малехівка за біологічними показниками (басейн Вісли)

Водний об'єкт	Макрофіти	Діатомові водорості	Зообентос	Іхтіофауна	Клас
р. Полтва	низька	дуже низька	низька	помірна	4
р. Малехівка	помірна	помірна	помірна	помірна	3

Таблиця 3.4 чітко демонструє незадовільний екологічний стан обох річок, обумовлений інтенсивним антропогенним навантаженням. Річка Полтва перебуває в гіршому стані («низький» клас), що, ймовірно, пов'язано з постійним скидом стічних вод із очисних споруд Львова.

Для річки Малехівки вказаний клас «3» («помірний») означає, що стан її біоценозу істотно відрізняється від природного (референтного). Причинами зниження до «помірного» рівня є:

- техногенне навантаження, передусім у зоні 6-го кілометра річки спостерігається безпосередній вплив дренажних стоків із полігону відходів ЛКП «Зелене місто». Ці стоки насичені органікою, біогенами (азот-фосфорних сполук) й металами, що змінює склад і продуктивність первинних продуцентів (водоростей, макрофітів);

- зміни в макрофітному складі відбулися через інтенсивний стік забруднювачів, що призводить до зрушень у складових зообентосу (молюски, личинки комах) та іхтіофауни. Чутливі до забруднення таксони (наприклад, деякі Ephemeroptera, Trichoptera) витісняються толерантнішими формами (Oligochaeta, Chironomidae), що знижує біоіндикаторні метрики;

- порушення структури та продуктивності екосистеми зумовлено передусім надлишком органічних речовин, що підвищує ризик гіпоксії в зоні дна. Надмірне поживне навантаження сприяє евтрофікації дрібних заплавної ділянок, утворенню надмірної біомаси фітопланктону й періодичним цвітінням.

У сумі ці зміни призводять до того, що показники біологічної якості (індекси макрофіто-, діатомових та бентосних спільнот) опускаються до рівня «помірного» (клас 3) [28, 32]. Тобто, хоча екосистема ще здатна підтримувати базові функції, вона значно відрізняється від природного стану й потребує заходів зі зменшення антропогенного навантаження та відновлення якісних характеристик водного середовища.

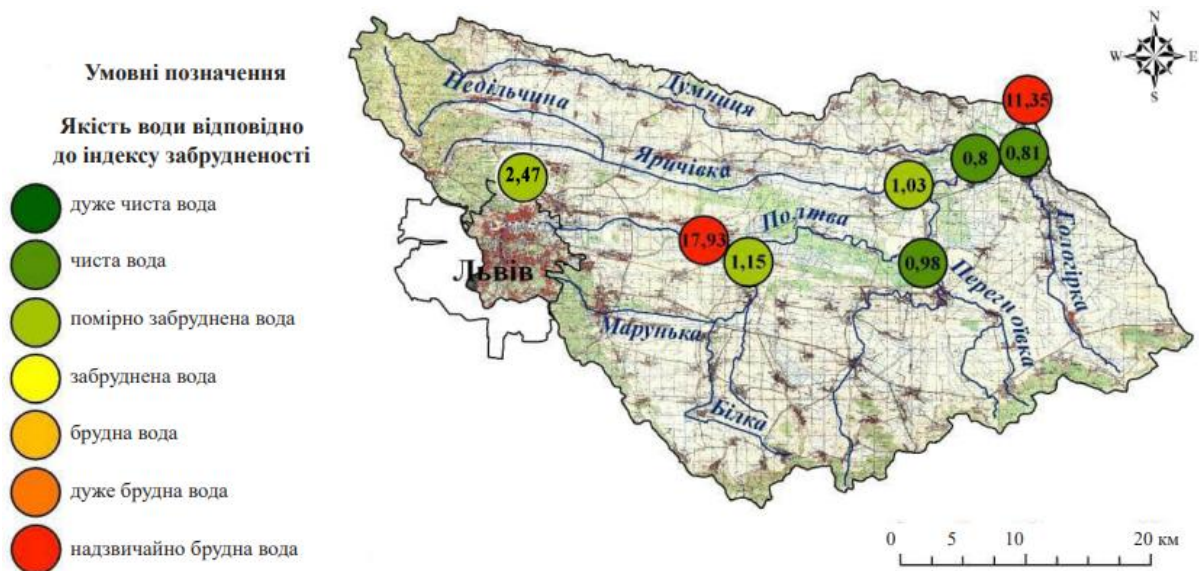


Рисунок 3.9 – Якість води річок басейну Полтви [37] та річки Малехівки відповідно до індексу забрудненості

У 2023 році індекс забрудненості води річки Малехівки становив **2,47**, що також відповідає 2 класу якості — «помірно забруднена». Порівняно з 2022 роком ($IЗВ = 2,23$), спостерігається незначне зростання рівня забруднення, передусім через збільшення концентрацій БСК₅ і нітритів, що є свідченням активних процесів органічного та азотовмісного забруднення.

3.4 Заходи щодо зменшення антропогенного навантаження на водотік Малехівка в контексті регіонального водного менеджменту

Екологічний стан поверхневих вод річки Малехівки, як складової суббасейну Західного Бугу, характеризується значним антропогенним навантаженням, що спричиняє систематичне погіршення якості її вод.

В умовах зростаючого антропогенного тиску на водні ресурси Львівської області, водотік Малехівка відіграє важливу роль у підтриманні екологічної рівноваги між урбанізованими територіями (зокрема мікрорайонами м. Львова, с. Малехів, с. Сороки-Львівські) та природно-господарськими ландшафтами Пасмового Побужжя.

Стратегічна значущість річки зумовлена її функціонуванням у межах регіональної гідрологічної системи, а також необхідністю гарантування водної безпеки та забезпечення умов сталого розвитку територій [1, 15, 16, 19, 20, 28, 34, 39, 40].

Таблиця 3.5 – Антропогенне навантаження на басейн річки (відповідно до геоморфологічного районування території)* розраховано [13, 24, 29]

Геоморфологічні райони	Коефіцієнт антропогенного навантаження	Коефіцієнт екологічної стабільності землекористування	Коефіцієнт екологічної стійкості ландшафтів (КЕСЛ)
Пасмове Побужжя, у т. ч.:	3,57	Землекористування екологічно нестабільне	Нестабільна територія
міжпасмові долини	3,18	Середня стабільність землекористування	Умовно стабільна територія
пасма Пасмового Побужжя, у т. ч.:	3,73	Землекористування екологічно нестабільне	Територія нестабільна з яскраво вираженою нестабільністю
Грядецьке пасмо	3,87	Землекористування екологічно нестабільне	Територія нестабільна з яскраво вираженою нестабільністю
Малехівське пасмо	3,50	Стабільно нестійке землекористування	Нестабільна територія

Згідно з наведеними у табл. 3.5 даними, КЕСЛ класифікує територію як нестабільну, що свідчить про вразливість ландшафтної системи до зовнішніх навантажень і її низьку здатність до самовідновлення.

Проведений комплексний екологічний аналіз стану вод Малехівки, що включав гідрохімічні, біоіндикаційні та геоінформаційні методи, засвідчив високу ступінь забруднення, що підтверджено даними Державного агентства водних ресурсів України та Департаменту екології та природних ресурсів ЛОБА. Зокрема, у червні 2024 року у воді Малехівки було виявлено перевищення ГДК за органічними речовинами, біогенами та агрохімікатами. Важливо зазначити, що викорінення цих забруднювачів ускладнюється близькістю витоків до інфільтраційних водойм сміттєзвалища, через які в русло річки надходять фільтрати з високим вмістом важких металів та органічних сполук.

Протікаючи через територію Мурованської об'єднаної територіальної громади, Малехівка впадає в Полтву, при цьому додаткове забруднення надходить із ґрунтовими водами. Згідно з опитуваннями представників місцевого самоврядування, саме ці підпірні води ще більше погіршують якісний стан річки через надлишок хімічних компонентів.

З метою відновлення гідрологічного і санітарного стану русла 17 вересня 2024 року Мурованська ОТГ уклала договір із ТОВ «Транспортно-будівельна компанія «Захід»» щодо проведення робіт з розчищення Малехівки протяжністю орієнтовно 2,5 км, (Муроване — Сороки-Львівські). Як зазначено в електронній системі публічних закупівель Prozorro, вартість зазначених робіт – 3,2 мільйона гривень, а завершення заплановане до кінця 2024 року.

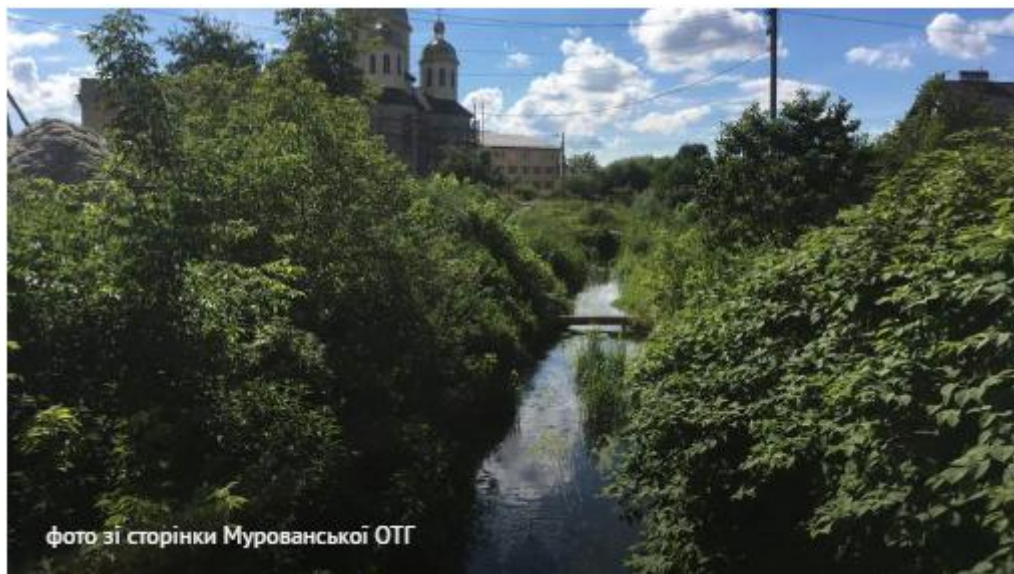


Рисунок 3.10 – Фрагмент русла річки Малехівка до проведення робіт з розчищення



Рисунок 3.11 – Картографічна візуалізація пропонуваніх природоохоронних ініціатив та запланованих елементів господарської інфраструктури в ландшафтній структурі Пасмового Побужжя (розроблено авторами О. В. Пилипович, Д. А. Кричевська) [26]

На рис. 3.11 представлено просторову модель природоохоронного зонування території в межах басейну в межах Пасмового Побужжя із

зазначенням джерел забруднення, напрямів водного стоку, меж прибережно-захисних смуг, а також локалізації планованих та існуючих об'єктів інфраструктури.

У літній період до органічного та біогенного забруднення долучається пестицидне навантаження. Як зазначила т.в.о. директора Департаменту Оксана Війтик, основними шляхами потрапляння токсичних агрохімікатів є недотримання режиму прибережно-захисної смуги, розорювання заплавних територій, а також інтенсивне та неконтрольоване використання агрохімікатів із порушенням технологічних норм. Таке антропогенне навантаження створює серйозну екологічну загрозу та становить потенційну небезпеку для здоров'я населення.

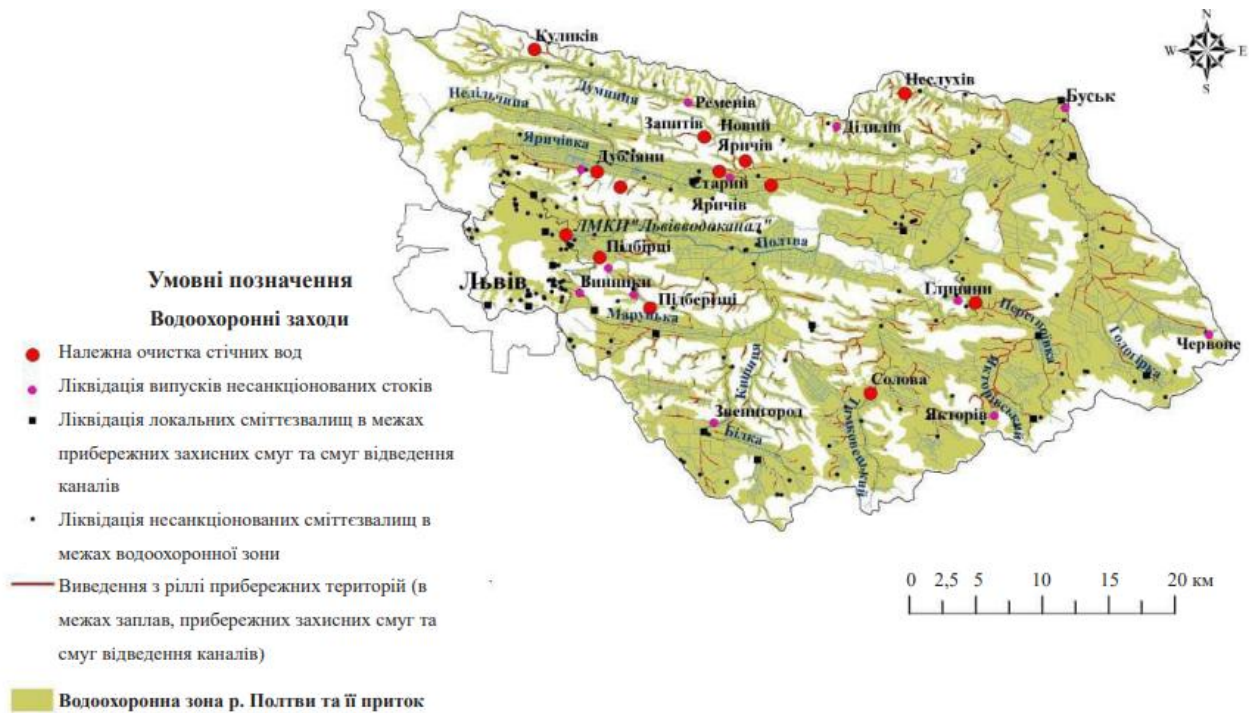


Рисунок 3.12 – Пропоновані водоохоронні заходи в басейні р. Малехівки, яка є лівою притокою р. Полтви [37]

Для досягнення сталого покращення гідроекологічного стану річки Малехівки, що є ключовою лівою притокою річки Полтви, необхідна імплементація комплексу водоохоронних заходів, які базуватимуться на системному аналізі джерел забруднення та враховуватимуть специфіку басейну даного водотоку.

Для зменшення антропогенного навантаження на річку Малехівка пропонуються заходи:

- розчищення та екологічна реконструкція русла, насамперед проведення технічного поглиблення та очищення русла від замулення; створення водно-болотних біофільтрів (штучних фітоочисних зон) у найбільш забруднених сегментах; стабілізація берегової лінії шляхом біоінженерного укріплення;
- відновлення та дотримання режиму прибережно-захисних смуг, зокрема встановлення чітко окреслених меж ПЗС відповідно до Водного кодексу України; заборона розорювання заплав і використання агрохімікатів у межах ПЗС; впровадження багаторічних луків і буферних смуг із вологолюбною флорою;
- ефективне управління стічними водами передбачає модернізацію систем локального водовідведення в селах Мурованської ОТГ; будівництво малих очисних споруд біологічного типу з касадною системою очищення; впровадження сортування та утилізації рідких органічних відходів із господарств;
- обмеження використання пестицидів і добрив передбачає введення локального мораторію на застосування найбільш токсичних груп ЗЗР (засобів захисту рослин); стимулювання переходу агровиробників до технологій органічного землеробства; створення інформаційної платформи з інтерактивною картою хімічного навантаження на басейн;
- залучення громадськості до постійного моніторингу якості вод (екопатрулі, мобільні лабораторії);
- організація щорічних акцій "Чиста Малехівка" (екоакцій з прибирання берегів і висадки дерев), просвітницькі кампанії у школах і громадах;
- інтеграція екосистемного підходу в просторове планування передбачає заборону розміщення нових промислових або складських об'єктів у межах першої водоохоронної зони; створення екопарку вздовж річки із пішохідними та веломаршрутами, що поєднує рекреацію з охороною природи; розробка муніципального плану дій зі збереження малих річок на прикладі Малехівки.

Реалізація цих інтегрованих водоохоронних заходів у басейні річки Малехівка має вирішальне значення для покращення її екологічного стану, відновлення біорізноманіття та забезпечення сталого функціонування водних екосистем у контексті регіонального управління водними ресурсами.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Охорона праці у сфері природокористування

Охорона праці у сфері природокористування в басейні річок є невід’ємною частиною ефективної та безпечної взаємодії з природним середовищем. Зважаючи на тісний зв’язок між людською діяльністю та станом природи, розробка та впровадження ефективних заходів з охорони праці стає важливою умовою забезпечення сталого та екологічно відповідального природокористування.

Структура природокористування в басейні річок включає в себе різноманітні види діяльності, такі як сільське господарство, промисловість, туризм та розробка прибережних територій. Аналіз цієї структури дозволяє виявити основні сектори, які вносять вклад у природокористування.

Оцінка співвідношення між екологічно безпечними та небезпечними формами природокористування вказує на ступінь впливу людської діяльності на навколишнє середовище. Виявлення та регулювання проблемних аспектів такого впливу є ключовим завданням для підтримки екологічно збалансованого природокористування.

Перед початком роботи у сфері природокористування, працівники повинні пройти обов’язкову підготовку та інструктаж з охорони праці. Це включає у себе знайомство із правилами безпеки та процедурами надзвичайних ситуацій.

Для кожного працівника ведеться журнал, в якому фіксуються записи про проходження інструктажу. У випадку невиконання вимог стандартів з охорони праці, працівник несе відповідальність за порушення цих норм.

Регулярний контроль та аудит системи охорони праці дозволяють виявляти та вирішувати проблеми, а також вдосконалювати заходи з покращення безпеки праці в умовах природокористування.

Охорона праці та проблеми природокористування в басейні річок мають взаємозалежний характер. Ефективне управління ризиками та збалансоване природокористування вимагають впровадження сучасних методів охорони праці та надійних механізмів моніторингу впливу на природне середовище. Це стає можливим завдяки взаємодії між науковцями, громадськістю та владою в напрямку забезпечення сталого та безпечного використання річкових ресурсів.

4.2 Комплексний підхід до захисту населення у басейні річок

У сучасних умовах інтенсивного природокористування та потенційних воєнних загроз басейн річок стає критичною зоною підвищеного ризику для населення. Ефективна система захисту громадян у цій сфері включає організаційні, інженерно-технічні, санітарно-гігієнічні та гуманітарні заходи, спрямовані на мінімізацію втрат та збереження екологічної безпеки.

Механізми захисту населення в екосистемах річкових басейнів базуються на синтезі організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних та інформаційно-освітніх заходів, спрямованих на мінімізацію наслідків надзвичайних ситуацій, пов'язаних із водними ресурсами. По-перше, ключовим елементом є створення та підтримка міжвідомчих координаційних центрів, які, залучаючи представників органів місцевої влади, екологічних служб, ДСНС та медичних установ, забезпечують оперативний моніторинг гідрологічної обстановки, виявлення потенційних загроз і своєчасну передачу інформації до громади.

По-друге, на стадії превентивного планування проводиться детальний аналіз технічного стану гідроспоруд і берегозахисних об'єктів: дамб, гребель, мостів і насосних станцій. Результати такого аналізу лягли в основу проєктів посилення інженерних конструкцій, облаштування тимчасових укріплень із піщано-мішкових стендів, а також розробки автономних систем водопостачання для укриттів і пунктів евакуації.

Третій напрям – організація системи оповіщення та евакуації. Використання сучасних технологій – від мереж GSM-оповіщення та радіостанцій до GPS-маршрутизації перевезень – дозволяє при різкому підйомі рівня води або в разі пошкодження дамби негайно сповістити мешканців прибережних громад та провести евакуацію за заздалегідь відпрацьованими маршрутами. У комбінованих укриттях, розміщених поза зоною затоплення, передбачено все необхідне для тимчасового перебування людей: запас питної води, аптечки, засоби зв'язку та елементи побутового обслуговування.

Четвертим важливим компонентом є санітарно-гігієнічні заходи, які передбачають постійний контроль якості води й ґрунту в зоні річкового басейну, своєчасне реагування на хімічні або біологічні забруднення та забезпечення місцевих медичних пунктів набором для дезінфекції та лікування водно-інфекційних захворювань. Усі роботи із знезараження води та прибирання прибережних територій здійснюються мобільними бригадами під наглядом санітарно-епідеміологічних служб.

Нарешті, інформаційно-освітні програми та регулярні навчання населення у прибережних громадах сприяють підвищенню обізнаності про поведінку під час паводків, паводкових хвиль чи аварій на гідроспорудах. Громадяни навчаються надавати первинну допомогу, використовувати індивідуальні засоби захисту та орієнтуватися за альтернативними маршрутами евакуації. Такий комплексний підхід, що поєднує технологічні рішення з активною участю місцевої спільноти, дозволяє суттєво знизити ризики для життя та здоров'я людей у разі надзвичайних ситуацій у річкових екосистемах.

ВИСНОВКИ

У межах проведеного дослідження здійснено комплексну екологічну оцінку стану поверхневих вод річки Малехівки, яка є складовим елементом гідрографічної системи річки Полтва та басейну Західного Бугу, демонструючи високу чутливість до локальних джерел антропогенного навантаження. Проведений аналіз показав, що зростання урбанізаційного, техногенного та агрохімічного впливу в межах водозбірного басейну спричинило істотні гідроекологічні трансформації, зокрема зміну морфометричних параметрів русла, порушення гідродинамічного режиму, зниження здатності до самоочищення та деградацію біотичних угруповань.

Встановлено, що річка Малехівка є репрезентативним прикладом малої водної системи, яка зазнала масштабної деградації внаслідок інтенсивного антропогенного впливу, зокрема техногенного та полігонного характеру. Водотік, який протікає у безпосередній близькості до Грибовицького сміттєзвалища, піддається значному навантаженню з боку фільтратів, насичених важкими металами та органічними ксенобіотиками. Результати гідрохімічного моніторингу та аналіз джерел забруднення вказують стійке перевищення нормативів за вмістом кадмію, свинцю, азотовмісних сполук та залишків пестицидів, що свідчить про тривале порушення екологічної безпеки та деградації якості водного середовища. За основними гідрохімічними показниками зафіксовано істотне перевищення граничнодопустимих концентрацій і середньорічних екологічних нормативів. Відповідно до чинної класифікації хімічного стану поверхневих вод, річку Малехівку віднесено до II класу – «недосягнення доброго стану», що є індикатором високого рівня антропогенного тиску.

У 2023 році індекс забрудненості води річки Малехівки становив 2,47, що відповідає 2 класу якості – «помірно забруднена». У порівнянні з 2022 роком ($IЗВ = 2,23$) спостерігається тенденція до погіршення якості води, що зумовлено зростанням концентрацій БСК₅, нітритів і фосфатів. Це свідчить про

активізацію процесів органічного та біогенного забруднення, зростання евтрофікації та зниження здатності водної екосистеми до самовідновлення.

Екологічна ситуація ускладнюється відсутністю ефективної інфраструктури для очищення стічних вод, порушенням природного водного режиму внаслідок меліоративних втручань, а також функціональною деградацією прибережно-захисної смуги. Незважаючи на тимчасове покращення якості вод після надзвичайної ситуації 2016 року, гідроекологічний стан річки станом на 2024 рік залишається незадовільним, що підтверджується офіційними даними Державного агентства водних ресурсів України.

Встановлено, що Малехівка виконує функцію індикаторного водного об'єкта, який відображає стан урбанізованих суббасейнів та потребує систематичного моніторингу за інтегральними показниками екологічної безпеки. Її взаємодія з річкою Полтвою, хоча й не призводить до істотного погіршення якості вод останньо, однак слугує прикладом кумулятивного ефекту деградації малих приток в умовах низької екологічної стійкості основних річкових артерій регіону.

На основі отриманих результатів обґрунтовано необхідність розробки локальних адаптивних стратегій управління водними ресурсами в межах мікробасейнів, із акцентом на реабілітацію водотоків, мінімізацією дифузного забруднення, оптимізацією просторового планування й удосконалення нормативно-правового підґрунтя для реалізації інтегрованого водного менеджменту.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Аналіз впливу кліматичних змін на водні ресурси України (повний звіт за результатами проекту) / Сніжко С., Шевченко О., Дідовець Ю. // Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2021. 72 с. URL: <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2021/06/analiz-vplyvu-vodni-resursy-full.pdf>
2. Басейнове управління водних ресурсів річок Західного Бугу та Сяну. Державне агентство водних ресурсів України. URL: <https://buvrzbts.gov.ua/>
3. Водна стратегія України на період до 2050 року. / Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 9 грудня 2022 р. № 1134-р - URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80#Text>
4. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЕС. Основні терміни та їх визначення. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text
5. Водний кодекс України / Введений в дію Постановою Верховної Ради України № 214/95-ВР від 06.06.1995 (поточна редакція – від 15.11.2024). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>
6. Гідроекологічний моніторинг водних екосистем з огляду на сучасні європейські напрямки у природоохоронній діяльності / А. М. Петрук // *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сер.: Сільськогосподарські науки*. 2013. Вип. 3. С. 24-34. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnuvgp_sg_2013_3_5
7. Гопчак І.В., Яцик А.В., Басюк Т.О. Методологія водогосподарсько-екологічного районування басейнів малих річок. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія «Технічні науки»*. Випуск 1(58). 2019. С. 14-22.
8. Гродзинський М. Д., Савицька О. В. Ландшафтознавство: навчальний посібник. Київ: Видавничо-поліграфічний центр Київський університет, 2008. 319 с.
9. Гринчишин Н. М. Властивості фільтрату, утвореного після припинення експлуатації полігона твердих побутових відходів. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2019. № 19. С. 122-127.
10. Державна екологічна інспекція у Львівській області. Результати кризового моніторингу території Львівського полігону ТПВ. URL: <http://dei.lviv.ua>

11. Департамент екології та природних ресурсів Львівської області Облдержадміністрації. URL: <https://deplv.gov.ua/>; <https://loda.gov.ua/useful-info/51653?authorId=17111>
12. 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
13. Екологічна оцінка стану поверхневих вод України з урахуванням регіональних гідрохімічних особливостей / О.Г. Васенко та ін. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. 2010. Вип. XXXII. С. 36–54.
14. Забокрицька М.Р. Методичні рекомендації з вивчення забруднення природних вод у курсі «Раціональне використання та охорона водних ресурсів». Луцьк: Вежа-Друк. 2021. 36 с.
15. Закордонний досвід управління водними ресурсами в контексті сталого розвитку України (аспекти фінансово-економічних інструментів). *Вісник аграрної науки*. Агроєкологія, радіологія, меліорація. 2024, № 5 (854). https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2024_05_06.pdf
16. Злочевський М. В., Петрук Г. М., Клименко М. О., Древецький В. В. Відновлення водних екосистем малих річок України. *Вісник Інженерної академії України*. 2010. Вип. 3-4. С. 227-230.
17. Зуб Л. М., Томільцева А.І., Томченко О.В. Сучасна трансформація водозбірних басейнів лісостепових річок. *Екологічна безпека та природокористування*. К, 2015. Вип. 3 (19). С. 65–72.
18. Курганевич Л. П., Шіпка М. З. Умови формування та фактори впливу на водний режим річки Полтва. *Вісник Львів. ун-ту*. Сер. географ. 2012. Вип. 40. Ч. II. С. 52-59.
19. Клименко М.О., Ліхо О.А., Вознюк Н.М. Шляхи покращення екологічного стану водних екосистем. *Вісник Нац. ун-ту водного господарства та природокористування*. 2007. Вип. 3(39). С. 64–70.
20. Лаврик О. Д. Л-13 Річкові ландшафтно-технічні системи: монографія. Умань : ВПЦ «Візаві», 2015. 301 с.
21. Ліхо О.А. Обґрунтування моніторингу антропогенних змін в басейнах малих річок: автореф. дис...канд. с/г. наук (06.01.02). К., 1998. 17 с.

22. 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.
23. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / за заг. ред. В.Д. Романенко та ін. Київ: Символ-Т, 1998. 28 с.
24. Методика розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України / ред. А.В. Яцик та ін. Київ : УНДІВЕРП, 2007. 71 с.
25. Муха Б. П. Ландшафти. Львівська область: природні умови та ресурси: монографія / за заг. ред. д-ра геогр. наук, проф. М. М. Назарука. Львів: Видавництво Старого Лева, 2018. С. 297-310
26. Пилюпович О. В., Кричевська Д. А. Конструктивно-географічний аналіз території Пасмового Побужжя. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна*, Серія «Екологія», 2018, вип. 19. С. DOI: 10.26565/1992-4259-2018-19-05. https://journals.uran.ua/visnukkhnu_ecology/article/view/154424
27. Попович В. В., Кучерявий В. П. Екологічна небезпека фільтраційних водойм сміттєзвалища. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2015. № 12. С. 77-84.
28. Просторові закономірності зміни середнього річного стоку води річок України / О.І. Лук'янець, О.Г. Ободовський, В.В. Гребінь, О.О. Почаєвець, В. О. Корнієнко // *Український географічний журнал*. 2021. №1. С. 6 – 14.
29. Руденко Л.Г. Екологічна оцінка сучасного стану поверхневих вод (методичні аспекти) / Л.Г. Руденко, О.І. Денісова, А.В. Яцик // *Укр. геогр. журн.* 1996. № 3. С. 35-38.
30. Самойлік М. С., Молчанова А. В. Екологічні аспекти впливу полігонів твердих побутових відходів на навколишнє середовище. Фільтрат. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. №1-2. С.88-91.
31. Хільчевський В.К., Гребінь В.В., Забокрицька М.Р. Управління річковими басейнами: навч. посібник. Київ: ДІА, 2024. 236 с. URL: https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2024/10/hilchevskyj-ta-in._upravl.-richkov.-basejnamy-14.01.24r.pdf
32. Хільчевський В.К. Моніторинг вод в Україні: методи оцінювання якості води для різних цілей у зв'язку зі змінами нормативної бази (2014-2021 рр.) // *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2021. № 3(61). С. 6-19.

33. Хільчевський В.К. Сучасна характеристика поверхневих водних об'єктів України: водотоки та водойми // *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2021. № 1(59). С. 17-27.

34. Хільчевський В.К. Характеристика водних ресурсів України на основі бази даних глобальної інформаційної системи FAO Aquastat // *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2021. № 1(59). С. 6-16.

35. Хільчевський В.К., Гребінь В.В., Забокрицька М.Р. Оцінка гідрографічної мережі району річкового басейну Вісли (Західного Бугу та Сяну) на території України згідно типології Водної рамкової директиви ЄС // *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. № 1(40). С. 29–41.

36. Царик Л.П. Природокористування та охорона природи у басейнах малих річок: монографія / Л.П. Царик, П.Л. Царик, І.Р. Кузик, В.Л. Царик / за ред. проф. Царика Л.П. Тернопіль: СМП «Тайп», 2021 162 с.

37. Шіпка М. З., Курганевич Л. П. Геоекологічний аналіз річково-басейнової системи Полтви : монографія. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2023. 184 с. https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/11/SHypka_Kurhanevych_2023.pdf

38. Щорічна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області за 2022 – 2023 рр. Львівська обласна військова адміністрація. Департамент екології та природних ресурсів. URL: <https://drive.google.com/file/d/1QOIYQ-S07NZVOVr-b9IwrgOOZpmEzDva/view> ; https://drive.google.com/file/d/1m4JE8MDEsQqGJDkEpOMYQXxHF9xl_ohA/view

39. Gilvear D.J., Spray C.J., Casas-Mulet R. River rehabilitation for the delivery of multiple ecosystem services at the river network scale. *J. Environ. Manage.* 2013. № 126. P. 30–43. DOI: [10.1016/j.jenvman.2013.03.026](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.03.026).

40. Rybalova O., Artemiev S Development of a procedure for assessing the environmental risk of the surface water status deterioration. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5/10 (89), 2017. P. 67–76.

41. Khilchevskyi V.K., Kurylo S.M., Zabokrytska M.R. Long-term fluctuations in the chemical composition of surface waters and climate change. *Proceedings 14th International Scientific Conference on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*, 2020. P. 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202056003>