

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

Допускається до захисту

«___» _____ 2024 р.

Зав. кафедри _____
(підпис)

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Магістр

(рівень вищої освіти)

на тему: «Оцінка якості води річки Західний Буг в межах Львівської області»

Виконав студент курсу, групи Еко-
спеціальності 101 «Екологія»

Бальковський Олег Володимирович

Керівник: Сергій РАЗАНОВ

Консультант: Юрій КОВАЛЬЧУК

Дубляни 2024

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

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри _____
(підпис)

к. б. н., доцент **Петро ХІРІВСЬКИЙ**
наук. ступ., вч.зв. (ім'я та прізвище)

«__» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студента Бальковського Олега Володимировича

1. Тема роботи: «Оцінка якості води річки Західний Буг в межах Львівської області»

Керівник кваліфікаційної роботи Разанов Сергій Федорович,
доктор сільськогосподарських наук, професор

Затверджена наказом по університету № /к-с від “ ” 2024 р.

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи « » 2024 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи

Теоретичні відомості, літературні джерела, методика виконання досліджень, аналітичні матеріали та звіти Департаменту екології та природних ресурсів Львівської ОДА, нормативно-методичні документи, ґрунтово-кліматичні умови.

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

Вступ

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Оцінка стану систем водопостачання в Україні

1.2. Особливості забруднення природних вод

1.3. Заходи для покращення якості річкових та питних вод

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Географія та гідрографія басейну річки Західний Буг

2.2. Методика проведення досліджень

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Аналіз якості води річки Західний Буг за санітарно-токсикологічними та фізико-хімічними показниками

3.2. Фактори, що впливають на якість води річки Західний Буг

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІЗробити висновки за результатами проведених дослідженьСформувати список використаних джерел5. Перелік графічного матеріалу: таблиць – 10, рисунків – 7.

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3	Разанов С.Ф. , професор кафедри екології			
4	Ковальчук Ю. О. , доцент кафедри управління проектами та безпеки виробництва в АПК			

7. Дата видачі завдання _____ 2024 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1	Написання вступу на розділу «Огляд літератури»	11.03.2024-08.05.2024	
2	Написання розділу «Об'єкт, умови та методи дослідження»	09.05.2024-19.06.2024	
3	Написання розділу «Результати досліджень»	20.06.2024-28.09.2024	
4	Написання розділу «Охорона праці», підготовка висновків, оформлення списку використаних джерел	29.09.2024-11.19.2024	

Студент

О.В. Бальковський

(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи

С.Ф. Разанов

(підпис)

УДК 502.51:006

Оцінка якості води річки Західний Буг в межах Львівської області.
Бальковський О.В. – Кваліфікаційна робота. Кафедра екології. – Дубляни,
Львівський НУП, 2024.

66 с. текст. част., 10 табл., 7 рис., 37 джерел.

Кваліфікаційна робота присвячена аналізу якості води річки Західний Буг за санітарно-токсикологічними та фізико-хімічними показниками, а також дослідженню факторів, які впливають на її стан. Дослідження виявило присутність таких хімічних речовин, як свинець, кадмій, цинк, мідь, марганець, нікель і нітрати, концентрації яких варіюють залежно від пори року. Зазначено, що вміст цих елементів у воді річки найбільший у весняний період та найменший влітку, з динамікою зростання, що спостерігається у такому порядку: літо → осінь → весна.

Аналіз не виявив перевищень допустимих рівнів концентрацій свинцю, кадмію, цинку, міді, марганцю та нітратів, однак були зафіксовані перевищення допустимих рівнів нікелю у весняний та осінній періоди, з найвищою концентрацією нікелю. Робота також містить таблиці та рисунки, що відображають зміни вказаних показників та взаємозв'язок між факторами, які впливають на якість води. Дослідження дозволяє оцінити екологічний стан річки Західний Буг і сформулювати рекомендації щодо зменшення забруднення та забезпечення раціонального використання водних ресурсів.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ЯКІСТЬ ВОДИ, ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА ЇЇ ЗАБРУДНЕННЯ ТОКСИКАНТАМИ (огляд літератури)	8
1.1. Оцінка стану систем водопостачання в Україні	8
1.2. Особливості забруднення природних вод	17
1.3. Заходи для покращення якості річкових та питних вод	25
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	34
2.1. Географія та гідрографія басейну річки Західний Буг	34
2.2. Методика проведення досліджень	38
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	40
3.1. Аналіз якості води річки Західний Буг за санітарно- токсикологічними та фізико-хімічними показниками	40
3.2. Фактори, що впливають на якість води річки Західний Буг	54
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	56
ВИСНОВКИ	60
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	61
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ДЖЕРЕЛ	62

ВСТУП

Вода є ключовим ресурсом, який забезпечує життя та здоров'я людини. Її якість і доступність мають вирішальний вплив на благополуччя населення, економічний розвиток та екологічну рівновагу. Проте сучасні реалії, зокрема, зростаюче антропогенне навантаження, швидка урбанізація та активний розвиток промисловості, значно ускладнюють проблему забезпечення якісною питною водою.

Одними з головних чинників забруднення води є токсиканти, які потрапляють до природних водних джерел через діяльність людини, зокрема, скиди промислових і побутових стоків, забруднення від сільського господарства та неналежне поводження з відходами. Погіршення стану джерел водопостачання стає серйозною проблемою, що загрожує здоров'ю людей і екологічній безпеці.

Актуальність цього дослідження визначається потребою в детальному аналізі сучасного стану якості питної води в Україні, встановленні основних джерел її забруднення токсичними речовинами та розробці ефективних заходів для покращення водопостачання.

Дослідження охоплює фізико-хімічний склад води, типи основних забруднень, а також заходи, спрямовані на зниження цих загроз і покращення екологічної ситуації.

Мета роботи: вивчення санітарно-токсикологічних показників води річки Західний Буг.

Об'єкт дослідження: річкова вода.

Предмет дослідження: вміст у річковій воді важких металів та нітратів.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані такі **завдання:**

- вивчити вміст у річковій воді важких металів;
- вивчити вміст у річковій воді мікроелементів;
- вивчити вміст у річковій воді нітратів;

- розробити заходи щодо зниження інтенсивності забруднення річкової води.

Методи дослідження: лабораторні, аналітико-діагностичні; математико-статистичні (для обробки даних); комплексні.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ЯКІСТЬ ВОДИ, ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА ЇЇ ЗАБРУДНЕННЯ ТОКСИКАНТАМИ (огляд літератури)

1.1. Оцінка стану систем водопостачання в Україні

Вода є ключовим компонентом природного середовища та невід'ємною умовою існування людства. Її значення охоплює всі аспекти життя, зокрема забезпечення господарської діяльності, розвиток економіки, формування інфраструктури населених пунктів, а також організацію відпочинку й збереження здоров'я людей. Водні ресурси визначають перспективи промислового й аграрного розвитку, роблячи їх важливим елементом національного добробуту.

Розподіл запасів води на території України є нерівномірним: найбільші запаси зосереджені на заході, тоді як найменші – у південних регіонах, зокрема в Донецькій, Запорізькій, Херсонській та Одеській областях. Це обумовлює необхідність раціонального використання водних ресурсів і запровадження заходів для їхнього захисту від забруднення.

З метою зменшення диспропорції у доступі до прісної води між різними областями країни було побудовано 1103 водосховища, з яких шість найбільших розташовані на Дніпрі, а ще одне – на Дністрі. Також створено близько 50 тисяч ставків, 7 великих каналів і 10 водоводів. Водночас, попри значні загальні водні ресурси, більша їх частина залишається недоступною для використання. Як результат, за показниками поновлюваних водних запасів на одного жителя, Україна належить до числа найменш забезпечених водою країн Європи.

Водні ресурси Львівської області мають важливе значення як для життя населення, так і для розвитку економіки регіону. Вони забезпечують потреби у питній воді, технічному та промислового водопостачанні, використовуються в сільському господарстві, рибництві, для лікувальних

цілей та як джерело поповнення запасів підземних вод. Поверхневі води області включають річки, водосховища, озера та ставки.

Львівська область розташована в межах Головного європейського вододілу, де переважають невеликі річки, що формують витoki головних водних артерій регіону – Дністра і Західного Бугу. Річки області належать до басейнів Чорного моря (Дністер і Стир) та Балтійського моря (Західний Буг і Сян). У межах Львівщини інвентаризовано 1972 лінійні водні об'єкти із загальною довжиною 9410 км, з яких 104,5 км проходять по межі області [6].

Останнім часом усе частіше спостерігаються зміни в хімічному складі річкових вод України, які можна пов'язати зі зменшенням обсягу поверхневого стоку під час весняної повені та збільшенням його у меженні періоди, що обумовлено кліматичними змінами. У цей час зростає значення підземного живлення. При збільшенні частки підземного стоку спостерігається тенденція до підвищення мінералізації води, тоді як зменшення підземного живлення сприяє зниженню цього показника. Як відомо, підземні води характеризуються вищим рівнем мінералізації порівняно з поверхневими, що суттєво впливає на хімічний склад річкових вод. Це, своєю чергою, призводить до зростання середньорічного рівня мінералізації [15].

Основними компонентами, які впливають на зростання мінералізації річкових вод, є збільшення концентрації сульфатів, хлоридів та іонів натрію. Проте такі зміни не завжди можна розглядати як результат посилення антропогенного впливу. Значну роль у цьому процесі відіграють зміни внутрішньорічного розподілу стоку та пропорцій різних джерел живлення, які впливають на водний баланс річок.

Оцінка якості водного середовища має надзвичайно важливе значення. Результати таких оцінок визначають швидкість реагування на критичні екологічні ситуації та пріоритетність ухвалення водоохоронних рішень і впровадження відповідних заходів. Це особливо актуально, оскільки значна частина водних об'єктів використовується як джерело водопостачання,

зокрема питної води. Питне водопостачання є комплексною діяльністю, яка включає виробництво, транспортування та забезпечення споживачів питною водою, а також охорону джерел і систем водопостачання [24].

Однією з провідних проблем екологічної безпеки є забезпечення населення водою належної якості і у достатній кількості, оскільки розв'язання її впливає на здоров'я громадян. Якісна питна вода є вагомим фактором забезпечення благополуччя населення України та Львівської області зокрема. Якість питної води, яку отримують мешканці із централізованих мереж водопостачання, залежить від різних чинників, основними з яких є наявність водних ресурсів в регіоні, їх санітарний стан, якість води джерела питного водопостачання, технічний рівень та відповідність систем очищення й розподілу води, стан водогонів, ефективність водоохоронних заходів [21].

Водопровідна вода, яка постачається через систему водогонів, не завжди відповідає санітарно-гігієнічним вимогам, і її якість часто потребує покращення. Протягом транспортування через сотні кілометрів труб вода може втрачати свої початкові властивості. Її якість і безпечність залежать від належного дотримання правил експлуатації водогонів, які з часом втрачають свої основні характеристики, такі як міцність, герметичність і надійність. Одним із головних недоліків є утворення корозії труб, що напряму залежить від природного складу води, який визначає швидкість і характер цього процесу [35].

Одним із головних недоліків є утворення корозії труб, що напряму залежить від природного складу води, який визначає швидкість і характер цього процесу.

Вживання неякісної питної води негативно позначається на здоров'ї людини, впливаючи як під час її вживання та приготування їжі, так і при контакті з водою під час купання, плавання чи занять водними видами спорту. Як зазначає В.В. Бабієнко, неякісна вода може спричинити розвиток інфекційних і неінфекційних захворювань. За даними ВООЗ, кількість смертей через небезпечну питну воду перевищує число жертв насильства, включно з

війнами та конфліктами. Тому вода відіграє важливу гігієнічну роль і є ключовим фактором профілактики захворювань.

Природна вода також може викликати захворювання, спричинені дисбалансом хімічних елементів, таких як йод, фтор, марганець чи магній. Згідно з Національною доповіддю «Про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2018 році», 80% питного водопостачання в Україні забезпечується за рахунок поверхневих джерел, а решта 20% – з підземних [2]. Природна вода також може спричинити ряд захворювань, пов'язаних із дефіцитом або надлишком певних хімічних елементів і сполук, таких як йод, фтор, марганець, магній тощо [31].

Екологічний стан поверхневих водних об'єктів відіграє вирішальну роль у забезпеченні санітарного та епідеміологічного благополуччя населення. Потенційні запаси поверхневих вод України оцінюються у 209 куб. км на рік, проте лише 25% з них формується в межах держави [16].

Водночас більшість річкових басейнів, згідно з гігієнічною класифікацією, належать до категорії забруднених або дуже забруднених. Існуючі очисні споруди та технології знезараження води часто не здатні забезпечити її очищення до безпечного рівня. Крім того, останні роки відзначаються посушливістю та маловодністю, що додатково погіршує якісні показники води [25].

Згідно із "Зеленою книгою. Регулювання ринку водопостачання та водовідведення", підготовленою експертами Офісу ефективного регулювання, водні ресурси України займають площу 24,2 тис. км², що становить 4% від загальної території країни (603,7 тис. км²). До цих ресурсів належать річки, озера, водосховища, ставки та канали. Територія України має недостатньо густу річкову мережу (в середньому 0,34 км на км²), а також відсутність великих природних водойм та обмежені запаси підземних вод. Болота, які раніше регулювали водність річок, були частково осушені. Отже, водні ресурси України в основному складаються з місцевого і транзитного стоку річок, запасів вод у озерах, штучних водоймах та підземних водах.

Україна відноситься до країн Європи з найменшою кількістю власних водних ресурсів. Це один із регіонів з великим антропогенним навантаженням на водні джерела та нестачею прісної води. Питне водопостачання країни майже на 80% забезпечується за рахунок поверхневих вод та на 20% - з підземних. Якість води в джерелах водопостачання є ключовим фактором, що впливає на санітарне та епідеміологічне благополуччя населення.

Загальні прогнозні ресурси підземних вод України складають 61 689 тис. куб. м на добу, проте вони нерівномірно розподілені по території, зосереджуючись переважно на півночі та заході країни. Неправильне використання водних ресурсів у сільському господарстві, забруднення водоносних об'єктів і зміни клімату призводять до зникнення малих річок і втрати водності основних водних артерій України, що негативно впливає на водні екосистеми [10].

Загальні прогнозні ресурси підземних вод України складають 61 689 тис. куб. м на добу, проте вони нерівномірно розподілені по території, зосереджуючись переважно на півночі та заході країни. Неправильне використання водних ресурсів у сільському господарстві, забруднення водоносних об'єктів і зміни клімату призводять до зникнення малих річок і втрати водності основних водних артерій України, що негативно впливає на водні екосистеми [18].

Централізоване водопостачання охоплює 99% міст, 89% селищ міського типу і 30% сільських населених пунктів, а централізоване водовідведення - 95% міст, 61% селищ міського типу та 2,5% сіл. Водночас, значна частина водопровідних та каналізаційних мереж вимагає ремонту, а в деяких регіонах існують серйозні проблеми з забезпеченням населення водою [25].

На якість питної води також впливає поганий стан водопровідних мереж, зношеність яких становить від 30% до 70%, а також відсутність регулярних ремонтів. Подача води по графіку або її відсутність в системах водопостачання сприяє бактеріальному забрудненню води. Проблеми з енергопостачанням також ускладнюють ситуацію.

Щодо забезпечення водою, то на сьогодні привізна вода доставляється до 284 населених пунктів у 9 областях країни, де проживають понад 267 тис. осіб. Уряд України вживає заходів для покращення забезпечення населення питною водою в межах науково-обґрунтованих стандартів через програми, зокрема "Питна вода України" [18].

Привізною водою на сьогодні забезпечуються 284 населені пункти у 9 областях країни, в яких проживає майже 267 тис. населення [18].

Водні ресурси країни обмежені, і в маловодні роки рівень річкового стоку може знижуватися до 30 км³. Обсяг річкових вод, що припадає на одного жителя, є одним із найнижчих у Європі. Прогнози ООН вказують на дефіцит води в Україні, де рівень водних ресурсів на душу населення менший за 1,7 тис. м³.

На виконання державної політики щодо забезпечення питною водою розроблено державну цільову програму, яка передбачає фінансування в розмірі понад 28 млрд гривень до 2026 року [18] та оновлена «Загальнодержавна цільова соціальна програма "Питна вода України" на 2022 - 2026 роки» [8].

Необхідно зазначити, що водні ресурси України мають значні обмеження, особливо на Півдні країни. Загальний середньобогаторічний стік усіх річок складає близько 87 км³, з яких лише 52 км³ формуються на території України, а в маловодні роки обсяг річкового стоку може знижуватися до 30 км³. Рівень річкового стоку на душу населення є одним із найнижчих серед європейських країн. Україна належить до країн з обмеженими водними ресурсами, придатними для використання. За даними Доповіді про розвиток водних ресурсів світу ООН, дефіцит води в Україні спостерігається, коли обсяг річкових вод на душу населення знижується нижче 1,7 тис. м³ на рік. У маловодні роки цей показник може становити лише 1,2 тис. м³. Для мешканців багатьох українських населених пунктів доступ до стабільного та безпечного водопостачання залишається проблемним. Станом на 2019 рік, 730 населених пунктів забезпечувались привізною питною водою, розташованими у 8

областях: Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій, Кіровоградській, Миколаївській, Одеській, Полтавській та Херсонській. Протягом 2014-2017 років до цього списку входила також Львівська область, а в період 2014-2018 років — Івано-Франківська область. Таким чином, можна зробити висновок про незначне покращення ситуації з водозабезпеченням у країні. Основною причиною відсутності централізованого водопостачання в цих населених пунктах є відсутність джерел якісної питної води [10].

Забезпечення населення якісною питною водою в необхідних обсягах, згідно з установленими нормативами, є основною метою Загальнодержавної цільової соціальної програми "Питна вода України" на 2022–2026 роки. Загальний обсяг фінансування програми на зазначений період складає 28 588,6 млн гривень [8].

У «Короткому звіті щодо прогресу впровадження Протоколу про воду і здоров'я в Україні у 2019–2021 рр.», наданому Міністерством екології та природних ресурсів України, зазначено, що протягом звітнього періоду спостерігалось зниження кількості осіб, які постраждали від хвороб, пов'язаних з водою (ХПВ). У 2021 році було зареєстровано три спалахи ХПВ (на ротавірусну інфекцію, гострі кишкові інфекції (ГКІ) з встановленою та невстановленою етіологією), внаслідок вживання небезпечної питної води постраждали 52 особи, з них 47 дітей. Для порівняння, у 2018 році зафіксовано три спалахи ХПВ (вірусний гепатит А, ротавірусна інфекція, один випадок холери (0,002 на 100 тис. населення) у Запорізькій області), постраждали 180 осіб, з яких 70 були дітьми [14].

У вказаному документі також зазначається, що за період 2019-2021 років «збільшився доступ до централізованого водопостачання в селищах міського типу: з 87,2% у 2016 році до 91,2% у 2020 році. Водночас у містах рівень доступу до централізованого водопостачання трохи знизився: з 99,3% у 2016 році до 99,0% у 2020 році. Особливу стурбованість викликає тенденція до подальшого зменшення доступу сіл до централізованого водопостачання: у 2016 році рівень охоплення складав 29,2%, а в 2020 році знизився до 26,8%

(без врахування територій, окупованих та анексованих рф з 2014 року). Крім того, станом на 2020 рік у 8 областях 252,7 тис. осіб у 790 населених пунктах використовували привізну воду. Що стосується доступу до централізованого водовідведення, то в містах та селищах спостерігається певне покращення: у 2020 році 96,6% міст та 63,9% селищ мали доступ до централізованого водовідведення, тоді як у 2016 році ці показники становили відповідно 94,1% та 60,4%. У той же час, у селах спостерігається подальший регрес: у 2020 році лише 1,8% сіл мали доступ до каналізації, тоді як у 2016 році цей показник складав 2%» [14].

Якщо говорити про довкілля, слід зазначити, що окрім злочинів проти людства, природа України також стала жертвою російської агресії. Війна вплинула на всі компоненти навколишнього середовища – тваринний і рослинний світ, воду, повітря та ґрунт. Наслідки цього негативного впливу будуть довготривалими і матимуть не лише локальний, а й глобальний характер. За останніми оцінками, збитки, завдані довкіллю України внаслідок війни, становлять 1,35 трлн гривень [23].

Доктор наук з державного управління Зелінський С.Е. у своїй статті «Водопостачання та водна безпека у контексті російської агресії» акцентує увагу на тому, що в березні 2022 року, під час активних бойових дій, було зафіксовано цілеспрямовані атаки на об'єкти водної інфраструктури, такі як водонасосні станції, водопровідні системи та очисні споруди. Це спричинило численні аварії, які позбавили доступу до питної води значну кількість людей. Зокрема, мешканці Маріуполя опинилися без водопостачання через навмисне руйнування російськими військами цивільних об'єктів.

Україна також стикається зі значною екологічною загрозою через забруднення підземних вод та небезпеку затоплення шахт на окупованих територіях Донбасу, що стали жертвами пограбування з боку російських сил. Протягом перших шести тижнів війни громадська організація «Екодія» зафіксувала близько 150 випадків екологічних злочинів, які завдають шкоди земельним ресурсам, водним запасам і атмосфері, спричиняючи серйозні

екосистемні порушення. Чимало цих інцидентів прямо чи опосередковано впливають на стан водних ресурсів, що вже перебувають у критичному стані [11].

Російська військова агресія проти України спричиняє глибокі та довготривалі негативні наслідки для водних ресурсів і екології. Окупаційні дії руйнують системи водопостачання, залишаючи цілі регіони без доступу до питної води, та забруднюють водні джерела, що створює загрозу для мільйонів людей. Знищення інфраструктури водних мереж і екологічні ризики, включно з можливими аваріями на охолоджувальних системах Запорізької АЕС, мають потенційно глобальні наслідки. Для відновлення водної екосистеми країни потрібна міжнародна допомога, а також компенсації з боку Росії, яка повинна відповісти за завдану шкоду та деградацію природних ресурсів.

Руслан Стрілець, міністр захисту довкілля України, під час конференції ООН «Вода для сталого розвитку-2023» у Нью-Йорку наголосив, що російська агресія використовує водну інфраструктуру як інструмент терору. За його словами, бойові дії позбавили доступу до питної води близько 5 мільйонів українців, а через постійні обстріли загроза втрати водного ресурсу нависла над 70% населення країни. Спуск води з Каховського водосховища може спричинити вихід з ладу охолоджувальних систем Запорізької АЕС, що несе ризик катастрофи європейського масштабу, подібної до аварії на Фукусімі. Міністр підкреслив, що відновлення інфраструктури й екосистеми України потребує репарацій, зазначивши: «Росія повинна заплатити за кожен зруйнований квадратний метр землі та кожен забруднену краплю води» [1].

Таким чином, очевидно, що якість питної води в Україні потребує значного покращення, що вимагає як суттєвих фінансових вкладень, так і ефективної реалізації відповідних програм.

1.2. Характеристика забруднень природних вод

Вода має надзвичайно важливе значення для життя на Землі. Головним споживачем водних ресурсів є саме людина. Її роль у житті людини є

незамінною, адже вода є основою існування, і без доступу до чистої питної води людство не зможе вижити. Проблема доступу до води для населення планети з кожним роком стає все більш актуальною та гострою.

Водні ресурси, разом з атмосферними та космічними, належать до категорії невичерпних природних багатств, оскільки їхній обсяг у природі не зменшується. Проте якісні та кількісні характеристики води можуть суттєво змінюватися під впливом техногенних процесів. У разі значного забруднення ці ресурси стають частково або повністю непридатними для використання.

Інтенсивний розвиток промисловості, транспорту, енергетики та індустріалізація сільського господарства в ХХ столітті спричинили глобальний вплив людини на природне середовище. Сьогодні Україна стикається зі значними викликами у забезпеченні якісними водними ресурсами через їхнє виснаження та забруднення. Нерідко забруднення водойм є наслідком скидів промислових, побутових і сільськогосподарських відходів, що спричиняє деградацію водних об'єктів і втрату їхньої придатності як джерел водопостачання [17].

Забруднення річкових вод України, як природного, так і антропогенного характеру, залишається актуальною проблемою. Хімічний склад і властивості поверхневих вод формуються під впливом гідрологічних, ґрунтових, кліматичних та інших природних факторів. Зміни в складі води обумовлені сезонними коливаннями погодних умов і гідрологічного режиму, а також активністю біологічних процесів.

Науковці Снітинський В., Хірівський П. та Гнатів І. зазначають, що антропогенне забруднення міських водотоків є значним фактором деградації водних об'єктів, що часто пов'язане з урбанізацією. Основними джерелами є надходження забруднюючих речовин із сільськогосподарських полів, лісів та тваринницьких ферм. Серед таких забруднень виділяють три основні групи: біогенні речовини, засоби захисту рослин (інсектициди, гербіциди, фунгіциди) та продукти водної ерозії ґрунтів, що містять органічні і неорганічні сполуки. Ці речовини потрапляють у водойми без належного очищення, що призводить

до накопичення забруднюючих речовин у високих концентраціях, часто небезпечних для водних організмів і екосистем [28].

Звалища та складування відходів також негативно впливають на якість підземних і поверхневих вод. У цих місцях формуються антропогенні водоносні горизонти, насичені токсичними компонентами, такими як амоній, хлориди, важкі метали й органічні сполуки, які потрапляють у ґрунтові води.

У басейні Дністра, наприклад, екологічна ситуація ускладнюється діяльністю нафтовидобувних підприємств, хімічної та деревообробної промисловості, а також викидами з підприємств теплоенергетики. Забруднення з урбанізованих територій і сільськогосподарських угідь супроводжується значним надходженням поллютантів у водойми, що призводить до обміління, замулення, заболочування та деградації водних екосистем.

Крім того, вплив розосереджених джерел забруднення, таких як сільськогосподарські стоки та змиви, значно ускладнює контроль за якістю води, адже такі джерела є важкодоступними для моніторингу. Зарегулювання річкового стоку, збільшення обсягу незворотного водокористування та зростання кількості забруднених скидів погіршують екологічний стан басейнів, змінюючи склад іхтіофауни, зменшуючи популяції риб та спрощуючи структуру екосистеми. Це спричиняє зниження біорізноманіття, погіршення здоров'я населення та якості життя.

Процеси, які відбуваються на водозбірній території, особливо негативні, безпосередньо впливають на стан річок. Сучасний стан річкових систем, їхнє забруднення, замулення, заростання рослинністю та перетворення на слабо проточні водойми виступають індикаторами цих явищ і викликають все більше занепокоєння. Вирубання лісів, надмірне освоєння земель у басейні річок, зокрема заплавної території, а також руйнування водоохоронних зон і прибережних захисних смуг, сприяють посиленню ерозійних процесів. Це призводить до збільшення кількості наносів у стоку, що своєю чергою спричиняє активне замулення річок.

Вивчення стоку наносів, а також такого показника, як каламутність води, що відображає інтенсивність ерозійних процесів, має практичне значення. Результати подібних досліджень можуть бути корисними для оцінки стану меліоративних систем, прогнозування замулення штучних водойм і розробки протиерозійних заходів. Таким чином, визначення рівня каламутності води в річках є важливим і необхідним елементом у системі управління водними ресурсами.

Відмітимо, що основними споживачами водних ресурсів на сьогодні є підприємства комунального господарства, енергетичної галузі, чорної металургії та сільського господарства. Раціональне використання та збереження водних ресурсів залишаються ключовими завданнями для забезпечення сталого розвитку.

За підсумками державного обліку водокористування у 2022 році, з природних джерел було проведено забір води у кількості 4 883,45 млн куб. м води (з них 4 860,964 млн куб. м – прісної води). З цієї кількості 786,543 млн куб. м було забрано з підземних водних джерел, включаючи 185,056 млн куб. м шахтно-кар'єрних вод. Найбільші обсяги води були заборонені в Дніпропетровській (941,52 млн куб. м), Одеській (667,633 млн куб. м), Київській (575,161 млн куб. м), Запорізькій (320,597 млн куб. м), Донецькій (267,53 млн куб. м) областях та м. Київ (511,143 млн куб. м), що разом становить 67% від загального обсягу забору води. Загалом, в 2022 році на різні потреби використано 3 401,313 млн куб. м прісної води, з яких 1 140,415 млн куб. м пішло на питні потреби, а 2 256,143 млн куб. м – на технічні. Крім того, 341,789 млн куб. м води питної якості використано на виробничі потреби, з них 93,185 млн куб. м – з комунальних водопроводів, де вода підготовлена до питної якості.

Що стосується скидів стічних вод, у 2022 році було скинуто 2 979,474 млн куб. м стічних вод у поверхневі водні об'єкти. З цієї кількості забруднені води становлять 374,027 млн куб. м (12,55 %), нормативно очищені – 1 054,864 млн куб. м (35,4 %), а нормативно чисті води без очистки — 1 550,584 млн куб.

м (52,04 %). Основними джерелами забруднення водних об'єктів є скиди комунальних, побутових і промислових стічних вод як безпосередньо у водні об'єкти, так і через систему міської каналізації. Крім того, значний внесок у забруднення вод вносять поверхневі стоки з забудованих територій та сільськогосподарських угідь.

У територіальному розрізі найбільші обсяги забруднених стічних вод скидаються в таких областях: Львівська (113,858 млн куб. м, або 79,6 % від загального обсягу скидів в області), Дніпропетровська (110,678 млн куб. м, або 20,5 %), Донецька (36,886 млн куб. м, або 18,6 %), Полтавська (23,321 млн куб. м, або 34,7 %) і Кіровоградська (17,298 млн куб. м, або 50,5 %). За результатами аналізу звітів про використання води у 2022 році, основними забруднювачами водних ресурсів є підприємства секції Е (водопостачання, каналізація, поводження з відходами), які скинули 269,743 млн куб. м забруднених стічних вод. Також значні скиди здійснили підприємства добувної промисловості (секти В) – 77,409 млн куб. м, сільського господарства (секція А) – 14,243 млн куб. м і переробної промисловості (секція С) – 9,363 млн куб. м.

У басейновому розрізі найбільше забруднених стічних вод скинуто у басейні річки Дніпро (210,212 млн куб. м), Вісли (109,285 млн куб. м, з яких 108,651 млн куб. м – у суббасейні р. Західний Буг), Дону (20,585 млн куб. м у суббасейні р. Сіверський Донець), Південного Бугу (18,077 млн куб. м), Дністра (8,011 млн куб. м), Дунаю (6,437 млн куб. м) та річок Причорномор'я (1,42 млн куб. м). Окрім цього, значний вплив на якість води мають скиди шахтно-кар'єрних вод, які часто потрапляють у водні об'єкти без попередньої очистки [19].

Природна вода, забруднена побутовими стоками, стає непридатною для водопостачання населення, оскільки містить шкідливі речовини та збудники хвороб, які можуть спричинити серйозну шкоду здоров'ю людей і викликати різноманітні інфекційні захворювання. Наявність органічних та амонійних сполук у воді сприяє розвитку залізобактерій, що, в свою чергу, призводить до

утворення нерозчинного осаду гідроксиду заліза на внутрішніх стінках труб. Це явище викликає їх заростання і погіршення якості води, змінюючи її органолептичні властивості, зокрема каламутність, запах, смак та присмак, а також підвищуючи загальний вміст заліза. Як результат, зростає ймовірність аварійних ситуацій, поривів водопровідних мереж і, як наслідок, погіршення якості питної води [12].

Науковці за результатами проведених досліджень щодо впливу урбанізації території Західного регіону Українських Карпат на екологічний стан річок, які частково знайшли відображення у працях [27, 30], вказують на незадовільний гідрохімічний стан окремих малих річок цього регіону. Так, виявлено перевищення нормативних значень для вод рибогосподарського призначення за такими показниками, як загальне залізо, марганець і завислі речовини. Антропогенна діяльність, включаючи сільськогосподарське виробництво, водне і лісове господарство, а також розорювання і вирубування територій, суттєво змінює умови формування річкового стоку. При цьому автори зазначають, що основними джерелами забруднення річкової води є недостатньо ефективно очищення стічних вод на очисних спорудах, неочищені дощові стоки з територій промислових об'єктів, змивання з водозбірних територій добрив і отрутохімікатів, стихійні звалища побутових відходів у руслах річок, а також несанкціоновані видобутки в кар'єрах. Усі ці фактори значно погіршують гідрологічний режим річок і знижують ефективність природних процесів самоочищення води [29].

Виділяють такі основні види забруднення природних вод:

Механічне забруднення води – це надходження до водного середовища хімічно та біологічно інертних твердих матеріалів, таких як сміття, побутові та промислові відходи. Особливістю механічного забруднення є те, що самі складові цих забруднювачів не завдають безпосередньої шкоди живим організмам. Проте сучасні полімерні матеріали, що часто є основними забруднювачами, мають високу стійкість до зовнішніх впливів. Крім того, до механічних забруднювачів можуть належати природні компоненти, які

потрапляють у водне середовище у великих кількостях, такі як пил, пилок рослин, глинисті частинки, що знаходяться у товщі води. Проте надмірна кількість таких компонентів може суттєво змінити параметри екосистеми. Найбільше від механічного забруднення страждають водні екосистеми, зокрема океанічні. В океанах, зокрема Тихому та Атлантичному, поверхневі течії сприяють концентрації сміття, що утворює своєрідні острови сміття [26].

Наслідки механічного забруднення можуть бути дуже серйозними:

- зниження проникності сонячного світла в водні шари, що призводить до припинення фотосинтезу;
- механічне пошкодження великих водних організмів;
- формування нових біотопів для прикріплених організмів, що може змінити біоценози водних екосистем.

Органічне забруднення води відбувається через надходження у водні системи органічних відходів, таких як неочищені стічні води підприємств харчової, легкої промисловості, великі тваринницькі комплекси, а також поверхневий стік. Зокрема, побутові стоки є небезпечними не тільки через потенційну загрозу інфекційними захворюваннями, такими як холера чи дизентерія, але й через те, що процес їх розкладу вимагає значної кількості кисню, що знижує його рівень у воді. Цей процес може призвести до загибелі водних організмів через кисневе голодування. Основними джерелами органічного забруднення є підприємства целюлозно-паперової промисловості та великі тваринницькі комплекси [9].

Органічні забруднювачі можуть включати синтетичні миючі засоби та фосфати, що спричиняють «цвітіння» води (активне розмноження водоростей), що веде до зниження рівня кисню у воді і гальмує життєдіяльність інших водних організмів.

Хімічне забруднення води є одним із найбільш стійких і небезпечних видів забруднення. Воно включає органічні та неорганічні токсичні речовини, такі як пестициди, нафтопродукти, солі, кислоти, важкі метали (миш'як, ртуть, свинець, кадмій, хром тощо). Токсичні речовини можуть накопичуватись у

водних організмах і передаватись через харчові ланцюги. Це явище супроводжується кумулятивним ефектом, коли шкідливі речовини з часом накопичуються у кожній наступній ланці харчового ланцюга, що може призвести до серйозних наслідків для всіх екосистем, що залежать від води [5].

Нафтопродукти, наприклад, є одними з найбільш шкідливих забруднювачів. Загалом, нафтопродукти є речовинами, які отримані шляхом переробки нафти, що включають бензин, дизельне паливо, мазут, масла та інші. Вони широко застосовуються в транспорті, промисловості та побуті, однак потрапляння нафтопродуктів у водні ресурси є серйозною екологічною проблемою.

Ці забруднювачі створюють плівку на поверхні води, що заважає нормальному обміну кисню з атмосферою і погіршує умови для існування водних організмів. Недостатня кількість кисню у воді може призвести до загибелі риб і інших водяних істот. Навіть невеликі концентрації нафтопродуктів можуть бути токсичними для живих організмів, надаючи їм шкідливий вплив на здоров'я і здатність до розмноження [36].

Крім того, нафтопродукти мають здатність проникати в ґрунти, що загрожує забрудненню підземних вод. Для боротьби з таким забрудненням використовуються спеціальні методи очищення, зокрема сорбційні матеріали, біологічні процеси і фільтраційні системи, які ефективно знижують рівень нафтопродуктів у воді.

Поверхнево-активні речовини (ПАР), також відомі як детергенти, є ще одним класом хімічних забруднювачів. Вони надходять у водойми з промислових, комунальних і сільськогосподарських стоків і сприяють забрудненню водних ресурсів.

Поверхнево-активні речовини знижують поверхневий натяг між двома різними речовинами, що дозволяє їм змішуватися або проникати одна в одну. Як зазначалося, ці речовини широко використовуються в побутовій, промисловій та сільськогосподарській діяльності, зокрема в мийних засобах, косметиці, фармацевтиці та в аграрному секторі для боротьби з шкідниками.

Вони потрапляють у навколишнє середовище через стічні води, що включають побутові та промислові стоки.

Коли ПАР потрапляють в річки, вони можуть значно погіршити якість води, оскільки ці сполуки не розкладаються швидко та можуть накопичуватися в водному середовищі. Основним негативним ефектом є те, що ПАР можуть порушувати нормальні біологічні процеси у водних екосистемах. Вони знижують кисневий обмін, що веде до зменшення кількості розчиненого кисню у воді, необхідного для існування водних організмів. Це може призвести до зниження біорізноманіття, зокрема через смерть риби та інших водних істот, чутливих до змін у складі води.

Крім того, ПАР можуть накопичуватися в організмах водних тварин, що викликає токсичні ефекти. Це створює ризики для людей, які споживають забруднену воду або рибу з таких водойм. Тому ефективне очищення стічних вод від ПАР є важливим аспектом у боротьбі з водним забрудненням, що потребує спеціалізованих методів очищення та контролю забруднень.

А.М.Ніколаєв, В.М. Удод та ін. досліджували забруднення річкових вод за рахунок поверхневого стоку з території міста. [20, 32]

Адже забруднення річкових вод через поверхневий стік у міських умовах є суттєвою екологічною проблемою. Разом із дощовими і талими водами у водойми потрапляє значна кількість шкідливих речовин, таких як побутові та промислові відходи, залишки палива і мастильних матеріалів, важкі метали, змиви зі звалищ і будівельних майданчиків, а також добрива і пестициди з озеленених територій.

Через недостатню ефективність сучасних систем очищення дощових і талих вод значна частина цих забруднень без фільтрації потрапляє до річок. Це спричиняє порушення гідрологічного режиму, зниження кисневого балансу, процеси евтрофікації, накопичення токсичних речовин у харчових ланцюгах і загальне погіршення стану водних екосистем. Особливо вразливі річки, що протікають через міські території, адже їхня здатність до самоочищення є недостатньою для нейтралізації такого впливу.

Відзначимо, що кількість водних забруднювачів щорічно зростає, і багато з них мають пролонгований ефект, що може проявлятися через кілька поколінь живих організмів у вигляді мутацій і генетичних розладів. Тому надзвичайно важливим є розроблення заходів для покращення якості питної води і запобігання забрудненню водних ресурсів на глобальному рівні.

1.3. Заходи для покращення якості річкових та питних вод

Стан річкової води є ключовим показником екологічної стабільності, впливає на здоров'я населення та розвиток економіки. З урахуванням посилення впливу людської діяльності на водні ресурси, необхідно впроваджувати системні заходи, спрямовані на поліпшення якості річкової води (табл. 1.1.)

Таблиця 1.1. – Заходи, спрямовані на поліпшення якості річкової води

Заходи для покращення якості річкової води
<p>Удосконалення нормативно-правової бази:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Розробка сучасних нормативів для встановлення максимально допустимих концентрацій забруднюючих речовин у річковій воді. - Запровадження жорсткіших штрафів для підприємств, які здійснюють забруднення водойм. - Посилення нагляду за дотриманням екологічних стандартів під час промислової, сільськогосподарської та будівельної діяльності.
<p>Модернізація систем очищення стічних вод:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Реконструкція старих очисних споруд у містах та населених пунктах. - Впровадження інноваційних методів очищення, таких як мембранна технологія, біореактори та ультрафільтрація. - Створення замкнених циклів водокористування на виробництвах для мінімізації викидів у річки.
<p>Зменшення впливу аграрного сектору:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Облаштування санітарно-захисних зон поблизу річкових басейнів для зменшення попадання агрохімікатів у воду. - Використання органічних добрив і природоохоронних технологій, що мають менший вплив на водойми. - Впровадження агротехнічних заходів, таких як сівозна, для зниження ерозії ґрунту та зменшення зливу хімічних речовин у річки.
<p>Відновлення природних функцій річок:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Очищення річкових русел від накопиченого мулу, сміття та відходів, що погіршують водообмін. - Відновлення прибережної рослинності, яка відіграє роль природного фільтру для забруднюючих речовин. - Реалізація заходів для відновлення природного русла річок, яке було порушене антропогенними впливами.
<p>Встановлення систем моніторингу якості води:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Розробка автоматизованих систем для постійного контролю якісного складу води в річках. - Проведення регулярних досліджень для визначення основних джерел забруднення. - Формування електронних баз даних з інформацією про стан водних ресурсів для ефективного управління.
<p>Співпраця на міжнародному рівні:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Організація спільних екологічних проектів із країнами, що мають спільні річкові басейни. - Обмін досвідом у сфері очищення води та раціонального використання водних ресурсів.

Також, одним із заходів може також бути підвищення екологічної обізнаності, що передбачає: проведення освітніх заходів для інформування населення про важливість збереження водних ресурсів; залучення громадян до очищення берегів річок та моніторингу стану води; поширення інформації через засоби масової інформації, соціальні мережі та навчальні програми.

Запровадження зазначених заходів є ключовим елементом для збереження та покращення стану річкових екосистем. Лише через об'єднання технологічних, правових і соціальних зусиль можливо досягти екологічної

рівноваги та забезпечити стійкий розвиток водних ресурсів, що гарантує безпеку та якість життя для майбутніх поколінь.

Одним із найбільш актуальних і важливих завдань сучасності є забезпечення суспільства якісною питною водою. Це необхідно для підтримки епідеміологічного благополуччя населення, оскільки вода є одним із основних природних ресурсів. В останні роки спостерігається зменшення доступних водних ресурсів у багатьох країнах, і зокрема, через антропогенні фактори, якість води погіршується, що призводить до зменшення біологічного різноманіття та виникнення різноманітних соціальних проблем.

В Україні, як і в інших країнах, проблема забезпечення населення питною водою загострюється через забруднені стоки та недостатнє очищення води, що потрапляють у природні водні джерела, що призводить до дефіциту якісної питної води. Тому забезпечення населення необхідною кількістю та якістю води стає важливою глобальною проблемою.

Щоб задовольнити зростаючі потреби мегаполісів, потрібно забезпечити постійне водопостачання в обсягах, що вимірюються мільйонами кубічних метрів. Це вимагає високих стандартів якості води, ретельного вибору джерел водопостачання, захисту від забруднень і ефективної очистки води в системах водопостачання та водовідведення.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є вдосконалення технологій водоочищення та впровадження безвідходних виробничих технологій. У світі все частіше застосовується система оборотного водопостачання, що передбачає повторне використання води. Це особливо актуально для країн з обмеженими водними ресурсами, таких як Ізраїль, де державні органи здійснюють контроль за водним балансом. У цій країні понад 60% питної води проходить через процес опріснення, при цьому завдяки високим технологіям вдається тримати ціни на воду в межах, доступних для населення та підприємств.

Щоб здійснити підготовку питної води за її забору із поверхневих водойм, традиційно її очищують за технологією, що включає процеси

зменшення каламутності і знебарвлення у спеціальних відведених відстійниках, прояснювачах із шаром завислого осаду використовуючи при цьому швидкі та повільні фільтри із контактними прояснювачами, завершуючи таку підготовку води за допомогою знезараження за використання хлорування, озонування тощо.

Оскільки повне усунення забруднення є неможливим, для охорони водних ресурсів все частіше застосовуються біотехнічні методи, зокрема, примусове очищення стічних вод від забруднювачів (таб. 1.2.).

Таблиця 1.2. – Основні методи очищення води

Основні методи очищення води	
Механічні:	нерозчинні домішки видаляються за допомогою ґрат, сит, жиролу (масло) та ін. У відстійниках осаджують важкі частинки. Механічною очисткою вдається звільнити воду від нерозчинених домішок на 60-95%
Хімічні:	застосовуються реагенти, які переводять розчинні речовини в нерозчинні, пов'язують їх, осаджують і видаляють зі стічних вод, які очищаються ще на 25-95%
Біологічні:	
1-й спосіб:	здійснюється на спеціально підготовлених полях фільтрації (зрошення) з обладнаними картами, магістральними та розподільними каналами. Очищення відбувається природним способом – шляхом фільтрації води через ґрунти. Органічний фільтрат піддається бактеріальному розкладанню, дії кисню, сонячних променів і використовується надалі як добриво. Застосовується також каскад ставків-відстійників, в яких природним шляхом відбувається самоочищення води
2-й спосіб:	(прискорений) очищення стічних вод проводиться із застосуванням спеціальних біофільтрів. Очищення стічних вод здійснюється фільтрацією через пористі матеріали (гравій, щебінь, пісок і керамзит), поверхня яких покрита плівкою мікроорганізмів. Процес очищення на біофільтрах відбувається інтенсивніше, ніж на полях фільтрації.

Існують також альтернативні методи очищення води, які заслуговують на увагу і вивчення. Ось деякі з них:

- озонування – підвищує здатність води до біохімічного розкладу органічних сполук, що містяться в ній (табл. 1.3.).
- фільтрація через активоване вугілля – значно покращує процеси сорбції різних органічних речовин.
- ультрафіолетове опромінення.

Озонування є ефективним методом дезінфекції, який забезпечує окислення води озоном (O₃). Цей метод застосовують як у побутових, так і в промислових масштабах. Озонування використовується для:

- боротьби з бактеріальними забрудненнями у побутових умовах;
- підготовки води для акваріумів;
- обробки води для промислових потреб;
- знезараження води в басейнах.

У таблиці 1.3. наведені основні переваги та недоліки методу озонування води.

Таблиця 1.3. – Основні переваги та недоліки озонування води

Озонування води	
Переваги насичення води озоном	Недоліки використання озону для водообробки
<ul style="list-style-type: none"> – Озон, відмінний засіб боротьби з мікроорганізмами, знищує навіть стійкі до інших методів дезінфекції. – При розщепленні молекул утворюється кисень. Покращує смакові параметри. – При взаємодії з органікою, на відміну від хлору, не утворює шкідливих для здоров'я <u>сполук</u>. – Не впливає на рівень <u>pH</u> і наявність таких елементів, як кальцій, магній, калій, натрій та інші корисні речовини. – Озон - швидкодіюча речовина, яку можна виробляти безпосередньо на місці. 	<ul style="list-style-type: none"> – Висока токсичність газу, вимагає обережності і дотримання заходів безпеки. – Неправильний розрахунок дози газу, необхідної для водообробки, може призвести до підвищення рівня фенолів та інших токсинів. – Вода, насичена озоном, має більш високу корозійну здатність, це необхідно враховувати, вибираючи ємності і трубопроводи. Наприклад пластикові, скляні та бетонні, або нержавіючі ємності прослужать довше металевих. – Короткостроковість бактерицидної дії через швидкість розкладання <u>озонових сполук</u>. – Деструкція <u>органічних сполук</u> призводить до асиміляції органічного вуглецю - поживної речовини для мікроорганізмів, службовців повторним джерелом бактеріального забруднення. – Висока вартість.

Метод очищення води за допомогою ультрафіолетового випромінювання набуває все більшого поширення та активно розвивається. Наразі створені спеціалізовані ультрафіолетові лампи для води, які значно

підвищують ефективність очищення порівняно з природним ультрафіолетовим випромінюванням. Цей метод знаходить застосування в таких сферах, як: побутові потреби; сільське господарство; гігієнічні, санітарні та профілактичні установи; промисловість і виробничі процеси.

Ультрафіолетове очищення є економічно вигідним, зручним і безпечним для здоров'я людини. Важливо відзначити, що при використанні ультрафіолетових ламп для знищення шкідливих мікроорганізмів і бактерій в воді не виникає додаткових забруднень (рис. 1.1.).

Основні сфери застосування ультрафіолетових ламп



Побутове водопостачання (очищення питної води для домашнього використання; дезінфекція води для акваріумів і басейнів).

Сільське господарство (очищення води для поливу сільськогосподарських культур. дезінфекція води для кормів та водопоїв для тварин)

Гігієнічні, санітарні та профілактичні заклади (очищення води для медичних установ - клінік, лікарень, лабораторій; обробка води у санаторіях, пансіонатах та інших оздоровчих закладах).

Промисловість і виробництво (очищення води для промислових потреб, таких як охолодження технічних систем; використання у виробництві харчових продуктів і напоїв для забезпечення санітарних норм).

Водопостачання в громадських місцях (дезінфекція води у фітнес-центрах, спортивних клубах, готелях та ін.)

Рис. 1.1. Сфери застосування ультрафіолетових ламп для води

Варто зазначити, що, як і будь-яке спеціалізоване обладнання, промислові фільтри для очищення води за допомогою ультрафіолетового випромінювання мають свої позитивні та негативні аспекти, які наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Основні переваги та недоліки

ультрафіолетової технології очищення

Переваги та недоліки технології ультрафіолетової очистки	
Переваги	Недоліки
<ul style="list-style-type: none"> - збереження при знезараженні фізико-хімічного складу води; - відсутність вторинних продуктів обробки; - нейтралізація як <u>спороутворюючих</u>, так і вегетативних бактерій; - універсальне, ефективне й економічно вигідне рішення; - швидкість процесу очищення і відсутність обмеження верхньої межі дози опромінення; - простота використання, обслуговування та компактність - установки зворотного осмосу легко встановлюються в уже існуючі схеми систем <u>водоочистки</u> та водопостачання; - відсутність необхідності створення систем безпеки і запасів реагентів; - при установці промислових фільтрів для очищення води на вже побудованих очисних спорудах не потрібно проводити реконструкцію приміщень або здійснювати масштабні будівельні роботи 	<ul style="list-style-type: none"> - зниження ефективності знезараження рідин з різними домішками, кольорової або каламутної води; - в процесі експлуатації промислових фільтрів для води потрібно регулярне чищення ламп від вапняного нальоту і осаду; - при порушенні технології знезараження промисловими системами зворотного осмосу або при транспортуванні по зношених комунікаціях вода може знову насичуватися бактеріями; - не очищають рідини від хімікатів, свинцю, азбесту, білкових фрагментів мікробів, клітинних стінок грибів і бактерій.

Якщо розглянути згадані методи, можна зробити висновок, що майже всі міста наразі обладнані очисними спорудами, де можливо застосовувати різні методи очищення води в комплексі. Однак у містах питання водопостачання зазвичай вирішується завдяки водопровідно-каналізаційним системам, тоді як у сільській місцевості та малих містах ситуація з якістю питної води є складною через вплив сільськогосподарської діяльності. Це значно погіршує стан навколишнього середовища, зокрема водних ресурсів, які піддаються забрудненню від тваринницьких комплексів (нітрати) та використання мінеральних добрив, необхідних для рослинництва.

Відомо, що в сільській місцевості та малих містах питна вода здебільшого надходить з підземних джерел. Населення використовує воду з колодязів і свердловин, більшість з яких має незадовільний технічний стан, і вміст нітратів часто перевищує норми (50 мг/л). Такий стан впливає на

здоров'я людей, особливо дітей, оскільки їх організм надзвичайно чутливий до небезпечних речовин, які можуть потрапляти через воду, спричиняючи порушення розвитку, ендокринні та серцево-судинні хвороби. Для запобігання подібним проблемам сільгоспвиробники повинні обережно підходити до використання хімічних засобів у рослинництві, зокрема мінеральних добрив, дотримуючись норм безпечного використання, зберігання та транспортування. Також необхідно:

- встановити чіткі періоди, коли забороняється внесення певних добрив у ґрунт;
- передбачити достатній об'єм для зберігання відходів тваринницьких ферм (гною);
- вносити добрива з точними дозами, враховуючи потреби, і бажано, щоб господарства мали оновлені паспорти полів з агрохімічними показниками.

Необхідно також враховувати досвід європейських країн, де розроблені Кодекси, що регулюють внесення добрив, зокрема гною та мінеральних добрив, залежно від природних умов та розташування полів. У цих країнах встановлено чіткі правила внесення добрив, зокрема на: крутих схилах; перезволожених, підтоплених або вкритих снігом ділянках; землях поблизу водотоків (річок, ставків, джерел).

Також розроблені рекомендації щодо створення спеціальних відсіків для зберігання гною, щоб уникнути його потрапляння в ґрунтові води та запобігти забрудненню стічними водами від розпаду рослинних решток (силосу).

Господарства повинні застосовувати сівозміну з перевагою багаторічних бобових культур, які здатні до азотфіксації, допомагаючи накопичувати азот у ґрунті, що поліпшує його стан і зменшує потребу в азотних добривах. Важливо відзначити, що як мінеральні, так і органічні добрива можуть негативно впливати на ґрунти та підземні води. Також необхідно здійснювати регулярний моніторинг рівня нітратів у поверхневих і ґрунтових водах.

Отже, проблема забезпечення населення якісною питною водою є однією із найважливіших для соціально-економічного благополуччя нашої країни. Вважаємо, що збереження й відтворення питного водного ресурсу потребує вирішення наступних питань:

- необхідно вдосконалити правову базу щодо збереження й охорони природних вод;
- підвищити контроль за підприємствами, які розташовуються біля джерел водопостачання або здійснюють скиди стічних вод;
- здійснювати постійний періодичний моніторинг якості води;
- впроваджувати замкнуті системи водокористування на підприємствах;
- модернізувати існуючі системи водопостачання;
- впроваджувати ефективні технології і методи очищення води;
- розвивати альтернативні способи водопостачання.

Отже, забруднення водних джерел змінює характер та властивості компонентів, які їм притаманні, негативно впливаючи на живі організми та середовище у цілому. Ступінь змін і масштаби наслідків залежать від інтенсивності й характеру забруднення, а також від здатності середовища (екосистеми) до самоочищення, від стійкості проти зовнішніх впливів. При цьому розробка заходів попередження забруднення навколишнього середовища, зокрема, водних ресурсів, є однією з основних ланок у справі охорони природи.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Географія та гідрографія басейну річки Західний Буг

Згідно з гідрографічним районуванням України, на її території визначено дев'ять річкових басейнів, одним з яких є басейн Вісли.



Рис. 2.1. Картохема басейну Вісли [37]

Територія басейну Вісли займає близько 2,5 % площі України, а річковий стік з нього спрямований у Балтійське море. Вісла є найважливішою та найдовшою річкою Польщі, а також другою за довжиною річкою в басейні Балтійського моря після Неви. Вона протікає через Польщу з півдня на північ, утворюючи дельту при впадінні в Балтійське море.

Вісла має притоки, що знаходяться на території сусідніх країн, таких як Україна, Білорусь і Словаччина. В Україні басейн Вісли здебільшого представлений річкою Західний Буг, що має транскордонний характер і впадає на території Польщі в річку Нарев, яка є правою притокою Вісли.

Міжнародний статус цієї річки сприяє співпраці між країнами, що належать до її басейну, та допомагає зміцненню взаєморозуміння. У понад 40 країнах світу, включаючи Україну, більше 50 % річкового стоку залежить від транскордонного транзиту [34]

Річка Західний Буг (польською – Bug) є лівою притокою річки Нарев, яка, в свою чергу, впадає в річку Вісла. Площа басейну Західного Бугу складає 39 420 км², а довжина річки – 772 км. Згідно з даними Басейнового управління водних ресурсів річок Західного Бугу Держводагентства України, на території України площа басейну Західного Бугу становить 11 205 км², що складає понад 28 % від загальної площі басейну, а довжина річки на українській території – 404 км, що є більше ніж 52 % від загальної довжини. З них 220 км – це ділянка річки, що проходить уздовж кордону між Україною та Польщею.

Витоки та верхня течія Західного Бугу розташовані в Україні, зокрема, у Львівській області, а також в частині Волинської області. Басейн Західного Бугу межує з іншими річковими басейнами: на південному заході з басейном річки Сан (притока Вісли), на півдні – з басейном річки Дністер, на сході – з басейном річки Прип'ять. Українська частина басейну Західного Бугу на заході має кордон з Польщею, а на півночі – з Білоруссю.

Гідрографічна мережа української частини басейну включає 2044 річки. Відповідно до Водного кодексу України річки класифікуються за площею водозбору: великі – понад 50 тис. км², середні – від 2 до 50 тис. км², малі – менше 2 тис. км². Згідно з цією класифікацією, річка Західний Буг відноситься до середніх річок, а всі її притоки належать до категорії малих річок.

Бенеш О.Р. відмічає, що ріка Західний Буг – права притока ріки Вісла, бере свій початок з джерел Колтівської улоговини у селі Верхобуж на висоті 320 м над рівнем моря. Загальна довжина ріки – 815 км, в межах України 401 км. Площа басейну – 73,5 тис. км². Густота річкової сітки в басейні Західного Бугу становить 0,3-0,5 км/км². Ріка належить до рівнинного типу, живлення її змішане: дощове, снігове і підземне. У адміністративному

відношенні верхня частина р. Західний Буг тече головно через територію Золочівського, Буського, Кам'яно-Бузького районів Львівської області [3]

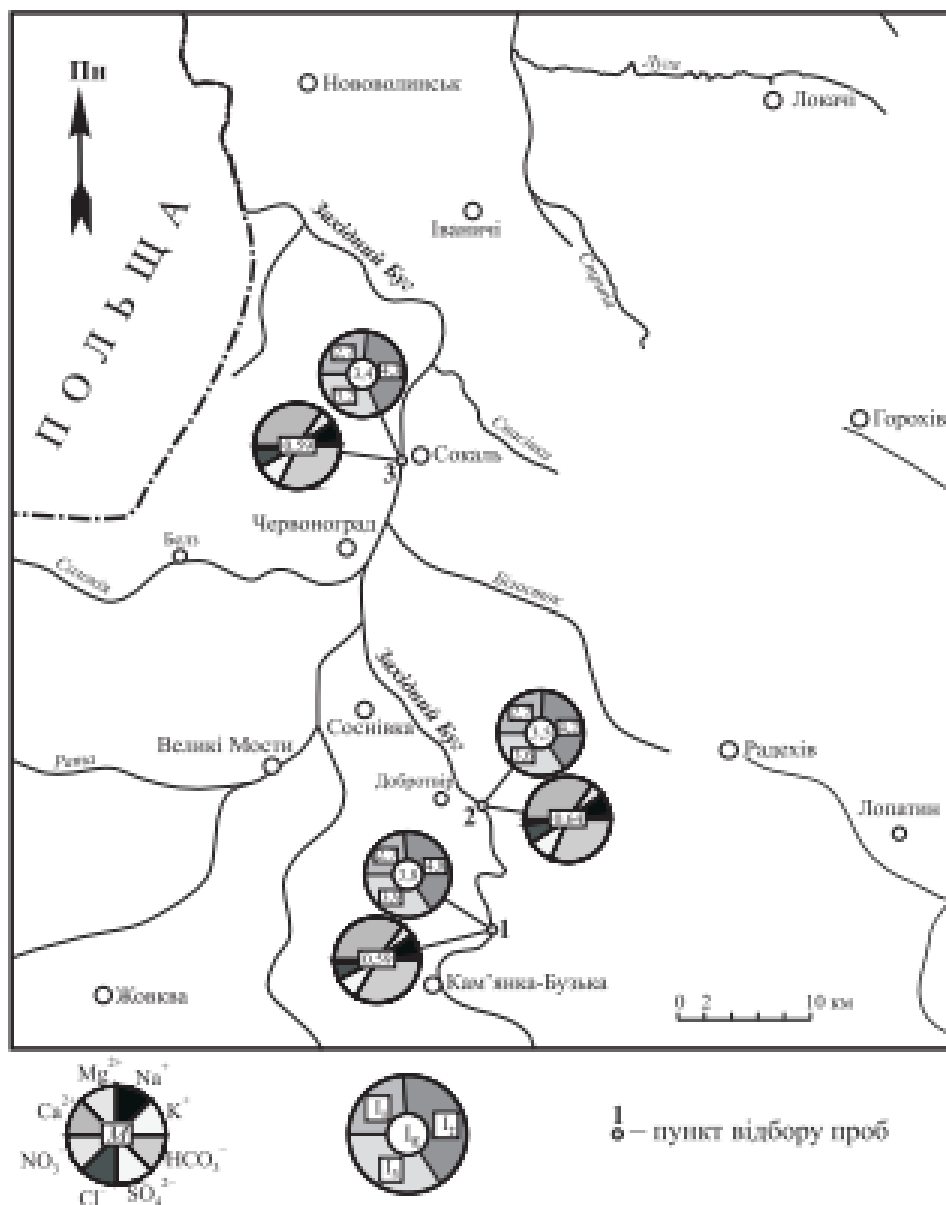


Рис. 2.2. Картосхема річки Західний Буг

На території басейну Західного Бугу в межах України функціонує сім водосховищ із загальним об'ємом води 31,4 млн м³. Серед основних приток Західного Бугу на українській території виділяються річки Полтва, Рата та Солокія, які мають свої характерні особливості та відіграють важливу роль у забезпеченні водними ресурсами регіону [13].

Клімат басейну Західного Бугу, як і Вісли загалом, характеризується помірно-континентальними умовами. Річна кількість опадів у басейні

Західного Бугу на території України становить від 500 до 630 мм, тоді як у Польщі середній показник – близько 550 мм. Середньорічна температура повітря в українській частині басейну варіюється від 6,7°C до 7,5°C.

Ґрунтовий покрив басейну є досить різноманітним: поширені дерново-підзолисті ґрунти, а в низинних зонах поблизу карстових озер і в долинах річок переважають болотні та торф'яні ґрунти. У лісостепових районах, зокрема в межах Львівської та південних частин Волинської областей, домінують сірі ґрунти з невеликою кількістю чорноземів і дернових ґрунтів. [4, 7].

Основними водокористувачами в басейні Західного Бугу є промисловість, житлово-комунальне господарство та сільське господарство. Сукупність цих чинників впливає на формування руслових процесів у річках, зокрема на прояв вертикальних руслових деформацій.

До гідрологічної моніторингової мережі басейну Західного Бугу на території України входять дев'ять гідрологічних постів.

Таблиця 2.1 – Ключові характеристики гідрологічних постів, які проводять спостереження в басейні річки Західний Буг на території України та Польщі

Номер поста	Назва водного об'єкта	Місце знаходження поста	Відстань від гирла, км	Площа водозбору, км ²	Період дії (відкритий)	Середні річні рівні води, см	Середні річні витрати води, м ³ /с
1	р. Буг	м. Вишків	26,4	38395	1951	274	153
2	р. Буг	м. Франкополь	148	30647	1951	104	141
3	р. Західний Буг	м. Кам'янка-Бузька	689	2350	1913 (19.07.1944)	119	15,5
4	р. Західний Буг	смт Сасів	758	107	1888 (31.03.1977)	205	1,35
5	р. Рата	с. Межиріччя	3,5	1740	1898	188	8,5
6	р. Рата	с. Волиця	22	1140	1939	73	6,18
7	р. Полтва	м. Буськ	0,2	1440	1887	156	9,54

Хільчевський В.К. відмічає, що Західний Буг відзначається чітко вираженим весняним водопіллям. Літньо-осіння та зимова межень характеризуються низькими рівнями води та тривалістю, періодично перериваючись короткочасними паводками [33].

2.2. Методика проведення досліджень

Дослідження спрямовувалися на аналіз якості води річки Західний Буг у межах Львівської області. Основна увага приділялася оцінці її фізико-хімічних і санітарно-токсикологічних показників, а також вивченню факторів, які впливають на стан водних ресурсів. Для цього застосовувалися комплексні підходи, що включали відбір проб, лабораторні дослідження та просторовий аналіз даних.

Проби води відбирали в ключових точках річки Західний Буг, що відображають різні її ділянки в межах Львівської області (верхня, середня та нижня течії).

Відбір проб виконувався у різні сезони року (весна, літо, осінь, зима) для врахування сезонних змін показників якості води.

Відбір проб здійснювали згідно з методичними рекомендаціями Держводагентства України. Використовували стерильні скляні ємності об'ємом 1–2 літри, які попередньо промивали дистильованою водою.

Оцінка якості води за фізико-хімічними та санітарно-токсикологічними показниками

Концентрації нітратів визначали фотометричним способом.

Вміст важких металів (кадмій, свинець, мідь, цинк) визначали методом атомно-абсорбційного аналізу.

Проведено обстеження територій уздовж річки для визначення точкових (промислові та комунальні стоки) і дифузних джерел забруднення (сільськогосподарські роботи, ерозія ґрунтів).

Досліджено вплив метеорологічних показників (кількість опадів, середньодобова температура) на якість води в басейні Західного Бугу.

Проаналізовано характер русла річки, типи ґрунтів у басейні та їх вплив на водний режим і якість води.

Результати фізико-хімічного й санітарно-токсикологічного аналізу порівнювали з нормативами якості води, що встановлені Державними

санітарними правилами та нормами. Для оцінки впливу різних факторів на якість води використовували кореляційно-регресійний аналіз.

Отримані результати дозволили оцінити екологічний стан води річки Західний Буг, ідентифікувати основні джерела забруднення та надати рекомендації щодо покращення якості води у межах Львівської області.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Аналіз якості води річки Західний Буг за санітарно-токсикологічними та фізико-хімічними показниками

Для оцінки якості води річок застосовуються санітарно-токсикологічні та фізико-хімічні параметри, які допомагають визначити стан водного середовища та його придатність для різних видів використання (табл. 3.1, табл. 3.2).

Зокрема, санітарно-токсикологічні показники вказують на присутність і концентрацію потенційно небезпечних речовин, які можуть загрожувати здоров'ю людей або негативно впливати на екологічну рівновагу.

Для оцінки води річок визначаються нормативи, що встановлюють допустимі рівні вмісту таких речовин. Ці показники забезпечують комплексне уявлення про стан води та її можливість використання для пиття чи виконання інших функцій.

Таблиця 3.1. – Санітарно-токсикологічні показники річкової води

Категорія	Показник	Характеристика	Нормативи
Санітарно-токсикологічні	Важкі метали	Свинець (Pb), Кадмій (Cd), Цинк (Zn), Мідь (Cu), Марганець (Mn), Нікель (Ni)	$Pb \leq 0,03 \text{ мг/дм}^3$, $Ni \leq 0,01 \text{ мг/дм}^3$
	Іони хімічних речовин	Нітрати (NO_3^-), Нітрити (NO_2^-), Амоній (NH_4^+), Хлориди (Cl^-), Сульфати (SO_4^{2-})	У залежності від показника
	Органічні забруднювачі	Нафтопродукти, пестициди, феноли	Відсутність або мінімальний рівень
	Токсичні сполуки	Поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), отрутохімікати	Відсутність
	Мікробіологічні показники	Загальне мікробне число, наявність кишкової палички	Відсутність патогенних організмів

Таблиця 3.2. – Фізико-хімічні показники річкової води

Категорія	Показник	Характеристика	Нормативи
Фізико-хімічні	Температура води (°C)	Впливає на розчинність кисню та активність біологічних процесів	Не більше ніж на 3°C вище норми
	Прозорість (м)	Ступінь замулення та наявність зважених часток	≥ 0,2 м
	Колірність (градуси)	Залежить від природних або антропогенних домішок	≤ 20°
	Запах і смак	Наявність хімічних речовин або розкладання органіки	Відсутність або слабкий
	Мутність (мг/дм³)	Концентрація зважених часток	≤ 1,5 мг/дм³
	Водневий показник (рН)	Кислотність або лужність середовища	6,5–8,5
	Окислюваність (мг O₂/дм³)	Вміст органічних речовин, які здатні окислюватися	≤ 5 мг O₂/дм³
	Розчинений кисень (мг/дм³)	Ключовий показник для життя водних організмів	≥ 6 мг/дм³
	Мінералізація води (мг/дм³)	Загальна кількість розчинених солей	≤ 1000 мг/дм³
	Біохімічне споживання кисню (БСК, мг O₂/дм³)	Відображає кількість органічних речовин, які споживаються мікроорганізмами	≤ 3 мг O₂/дм³
	Хімічне споживання кисню (ХСК, мг O₂/дм³)	Показник рівня хімічного забруднення	≤ 15 мг O₂/дм³

Дослідження впливу на якість річкової води свідчить, що одним із головних джерел її забруднення є сільськогосподарське виробництво, зокрема рослинництво. Ця галузь характеризується високим рівнем використання хімічних речовин, зокрема засобів для боротьби з бур'янами, шкідниками та

хворобами рослин, які суттєво впливають на якість води. Варто зазначити, що обсяги використання цих засобів постійно зростають, особливо це стосується мінеральних добрив, кількість яких за останні десятиліття збільшилася у півтора-два рази.

Відомо, що сезонні фактори мають значний вплив на якість річкової води, змінюючи при цьому її санітарно-токсикологічні та фізико-хімічні властивості залежно від пори року. Наприклад, весною концентрація забруднювальних речовин суттєво зростає через танення снігу, яке спричиняє масове вимивання з полів, доріг і населених пунктів до річок. Це призводить до підвищення рівня нітратів, пестицидів та важких металів. Спостерігається також висока каламутність води через значний вміст ґрунтових частинок, а також температурні коливання та посилений обсяг стоку.

Влітку забрудненість води зазвичай зменшується через зниження обсягів стоку та активізацію природних процесів очищення води завдяки високій біологічній активності. Підвищується також температура води, зменшується вміст розчиненого кисню через посилення розкладу органіки.

Восени збільшується кількість забруднювальних речовин у воді, що пов'язано з опадами та залишковим використанням агрохімікатів у сільському господарстві. Може зростати каламутність води внаслідок вимивання верхнього шару ґрунту.

Взимку спостерігається стабільна забрудненість води, оскільки відсутній активний поверхневий стік. Утім, локальні джерела забруднення, такі як неочищені стоки, можуть мати вплив, а зниження температури води уповільнює біологічні процеси, забезпечуючи певну стабільність хімічного складу.

Таким чином, сезонність суттєво визначає рівень забруднення річкової води та її природну здатність до очищення, що є важливим для контролю і збереження екосистем водних об'єктів.

Аналіз результатів досліджень відображених в таблиці 3.3 показує, що вміст свинцю у воді протягом літнього періоду знизився з 1,25 мг/кг

(25.04.2024) до 1,07 мг/кг (7.07.2024) та до 1,10 мг/кг (14.10.2024). Найвищий рівень свинцю спостерігався у весняний період, найменший – у літній період, восени дещо підвищився.

Таблиця 3.3 – Санітарно-токсикологічні та фізико-хімічні показники води річки Західний Буг

Показники	Одиниці виміру	Період відбору та вміст речовин у воді		
		25.04.2024	7.07.2024	14.10.2024
Свинець	мг/кг	1,25	1,07	1,10
Кадмій	мг/кг	0,75	0,51	0,59
Цинк	мг/кг	9,2	5,2	5,8
Мідь	мг/кг	0,95	0,41	0,52
Марганець	мг/кг	98	49	57
Ніколь	мг/кг	5,9	3,2	4,1
Нітрати	мг/кг	3,1	2,4	2,8

Відмічено, що рівень кадмію у воді знизився з 0,75 мг/кг до 0,51 мг/кг в червні, але знову трохи підвищився до 0,59 мг/кг у жовтні.

Цинк знизився у воді від 9,2 мг/кг до 5,2 мг/кг, а потім дещо підвищився до 5,8 мг/кг у осінній період.

Зниження рівня міді у воді спостерігалось від 0,95 мг/кг до 0,41 мг/кг, а восени збільшення до 0,52 мг/кг. Зазначимо, що мідь може бути токсичною для водних організмів у високих концентраціях.

Зниження марганцю спостерігалось з 98 мг/кг до 49 мг/кг у червні та мало невелике підвищення до 57 мг/кг у жовтні. Показник все ще надто високий, оскільки марганець у високих концентраціях може негативно впливати на водні організми.

Зниження нікелю з 5,9 мг/кг до 3,2 мг/кг влітку, а потім спостерігалось невелике підвищення до 4,1 мг/кг. Нікель може бути токсичним і для людей, і для водних екосистем, тому його рівень слід підтримувати на мінімальному рівні.

Виявлено також зниження нітратів з 3,1 мг/кг до 2,4 мг/кг, і навіть подальше зниження до 2,8 мг/кг в жовтні. Це може бути пов'язано з

покращенням якості води або зниженням впливу забруднювачів з аграрних і промислових джерел.

Тобто більшість показників (особливо свинець, кадмій і марганець) показують тенденцію до зниження протягом літнього періоду, що може свідчити про покращення якості води. Зниження рівня токсичних елементів свідчить про те, що вжиті заходи з очищення води або зменшення забруднення можуть бути ефективними.

Найвищі рівні у воді річки Західний Буг на початку спостереження (25.04.2024) мали цинк та марганець, тоді як концентрація свинцю була також досить високою. Усі показники мали тенденцію до зниження протягом періоду спостереження, за винятком нікелю та нітратів, які зростали в окремі моменти. Покращення спостерігалось по міді, кадмію та марганцю, що свідчить про успішні заходи щодо зниження забруднення цих речовин. Незважаючи на загальне зниження забруднення, деякі показники все ще потребували уваги, зокрема, показники по свинцю та нікелю. Таким чином, покращення якості води спостерігається, але ще є простір для зменшення рівня токсичних елементів, таких як свинець і нікель.

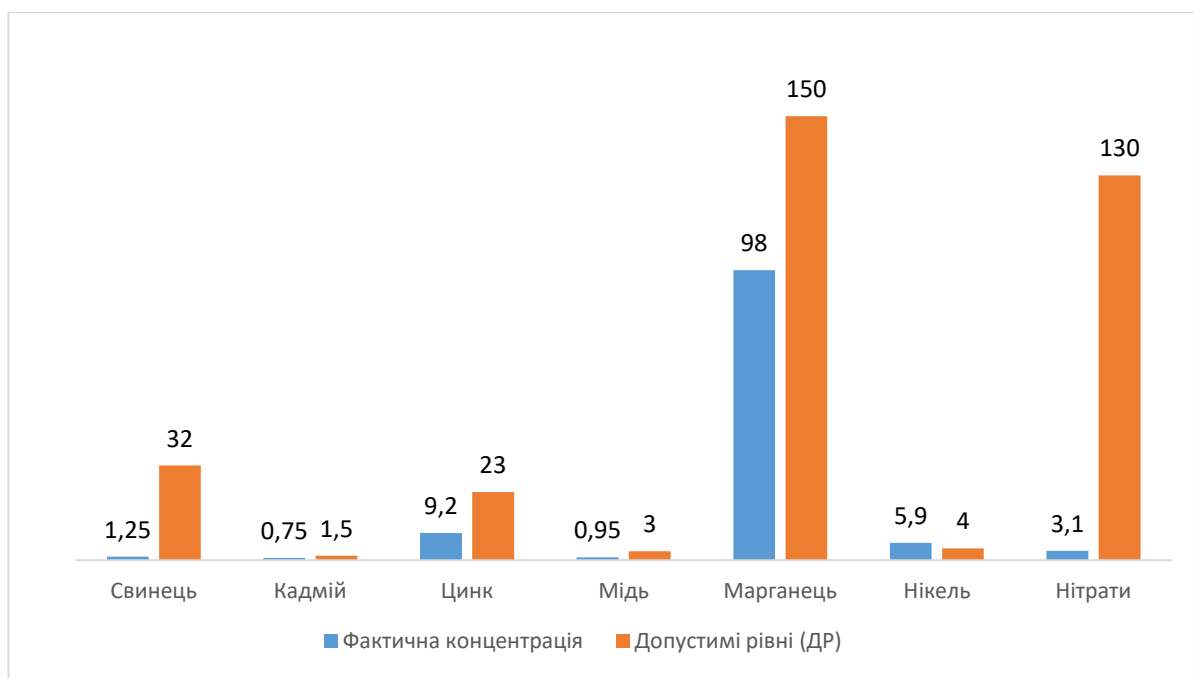


Рис. 3.1. Відповідність вмісту у воді, відібраній у весняний період,

нормам ДР

На рисунку 3.1 представлено порівняння фактичної концентрації забруднюючих речовин у воді річки Західний Буг у весняний період до допустимих рівнів (ДР).

Так, фактична концентрація свинцю складала 1,25 мг/кг, тоді як допустимий рівень (ДР) – 32 мг/кг. Тобто рівень свинцю суттєво нижчий за ДР, становить лише близько 3,9% від допустимого значення.

Фактична концентрація кадмію склала 0,75 мг/кг, тоді як допустимий рівень – 1,5 мг/кг. Концентрація кадмію становить 50% від ДР, що вказує на потенційну загрозу. Це один із найближчих до межі показників.

Фактична концентрація цинку була у межах 9,2 мг/кг при допустимому рівні 23 мг/кг. Отже рівень цинку становить приблизно 40% від ДР, що є в межах безпечного рівня, але вищий за більшість інших показників.

Концентрація міді склала 0,95 мг/кг, а допустимий рівень (ДР) – 3,0 мг/кг. Рівень міді становить близько 31,7% від ДР, що вказує на відносно низьку концентрацію.

Фактична концентрація марганцю була в межах 98 мг/кг, тоді як допустимий рівень (ДР) – 150 мг/кг. Рівень марганцю становить 65,3% від ДР, що є найбільшим відсотком серед усіх показників. Цей елемент є найближчим до граничного рівня тому потребує особливої уваги.

Концентрація нікелю склала 5,9 мг/кг, а допустимий рівень (ДР) – 4,0 мг/кг. Концентрація нікелю перевищує допустимий рівень на 47,5%. Це єдиний показник, який перевищує ДР, і викликає найбільшу стурбованість та небезпеку.

Фактична концентрація нітратів була в межах 3,1 мг/кг, тоді як допустимий рівень (ДР) – 130 мг/кг. Рівень нітратів становить лише 2,4% від ДР, що є дуже низьким показником.

Отже, найближчими до допустимих рівнів є марганець (65,3% від ДР) і кадмій (50% від ДР). Єдиний показник, що перевищує норму, – це нікель, який потребує негайного зниження. Інші речовини, такі як свинець, мідь, цинк, і

особливо нітрати, знаходяться на безпечному рівні і значно нижчі за ДР.

Таким чином, варто звернути особливу увагу на концентрацію нікелю та марганцю, адже вони становлять найбільшу загрозу для водної екосистеми та здоров'я населення.

На рисунку 3.2 представлено порівняння фактичної концентрації хімічних речовин у воді річки Західний Буг у літній період з допустимими рівнями (ДР).

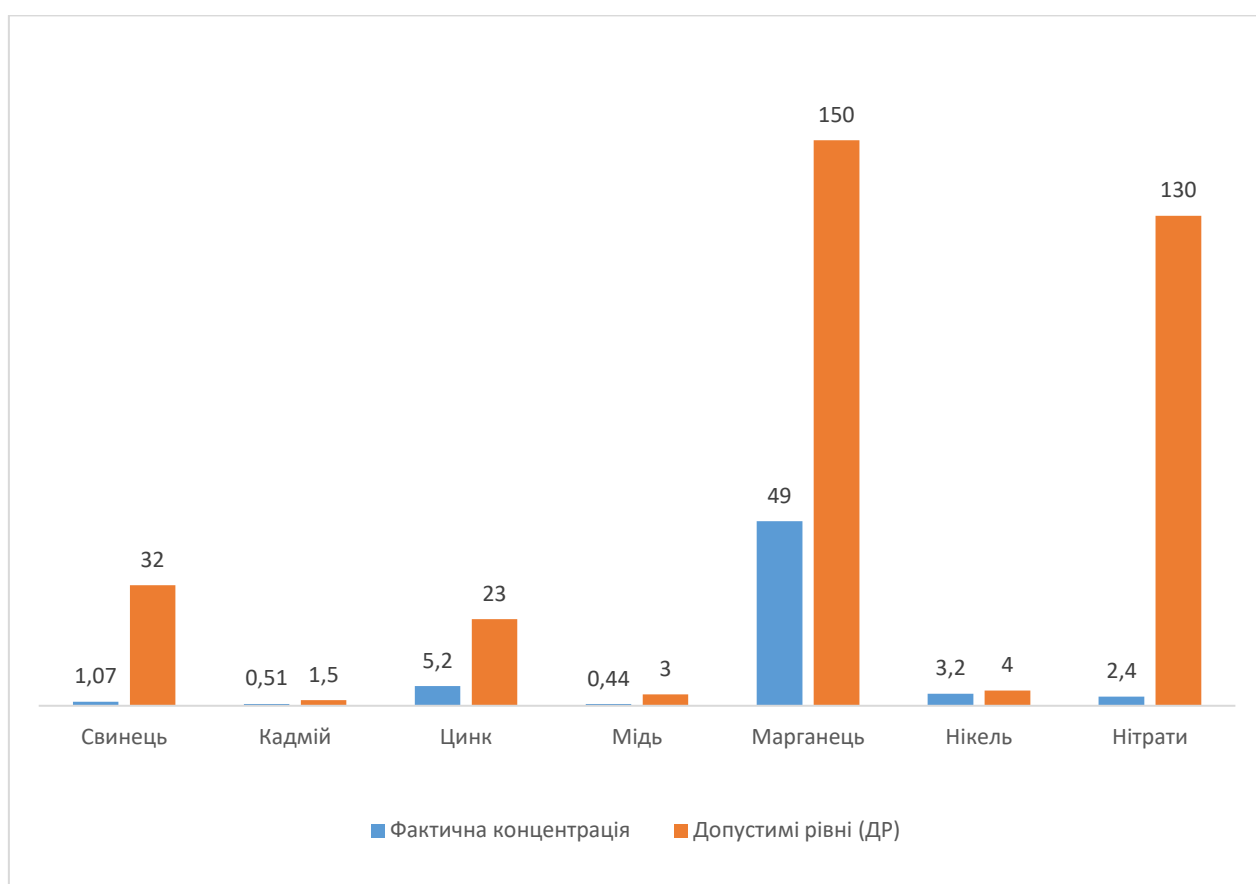


Рис. 3.2. Відповідність вмісту у воді, відібраній у літній період, хімічних речовин нормам ДР

За даними, вказаними на рисунку, фактична концентрація свинцю у воді складає 1,07 мг/кг, а допустимий рівень – 32 мг/кг. Рівень свинцю складає близько 3,3% від ДР. Це значно нижче допустимого значення.

Концентрація кадмію складає 0,51 мг/кг, тоді як допустимий рівень – 1,5 мг/кг. Концентрація кадмію становить 34% від ДР. У літній період вона зменшилася у порівнянні з весняним.

Фактична концентрація цинку склала 5,2 мг/кг, а допустимий рівень – 23,0 мг/кг. Рівень цинку складає 22,6% від ДР, що вказує на низьку концентрацію. У порівнянні з весняним періодом цей показник знизився.

Концентрація міді становила 0,44 мг/кг, тоді як допустимий рівень – 3,0 мг/кг. Концентрація міді становила близько 14,7% від ДР. Порівняно з весняним періодом рівень міді у воді річки Західний Буг також знизився.

Фактична концентрація марганцю склала 49 мг/кг, а допустимий рівень – 150 мг/кг. Рівень марганцю становить 32,7% від ДР. Це значне зниження порівняно з весняним періодом, але все одно найвищий серед інших показників.

Концентрація нікелю була в межах 3,2 мг/кг, а допустимий рівень – 4,0 мг/кг. Рівень нікелю становить 80% від ДР. Хоча показник знизився у порівнянні з весною, він все одно дуже близький до допустимої межі.

Концентрація нітратів була в межах 2,4 мг/кг, тоді як допустимий рівень – 130 мг/кг. Рівень нітратів становить лише 1,8% від ДР, що є дуже низьким показником. У літній період рівень ще більше зменшився.

Отже, за результатами досліджень встановлено, що у літній період спостерігається зниження концентрації всіх речовин порівняно з весною. Найбільше занепокоєння викликає нікель, який, хоч і знизився, залишається на рівні 80% від ДР. Інші речовини, такі як свинець, кадмій, цинк, мідь і нітрати перебувають у межах безпечного рівня. Показники марганцю залишаються найвищими серед усіх, але значно нижчі за ДР.

На рисунку 3.3 представлено порівняння фактичної концентрації хімічних речовин у воді річки Західний Буг в осінній період із допустимими рівнями (ДР).

Фактична концентрація свинцю склала 1,1 мг/кг, а допустимий рівень (ДР) – 32 мг/кг. Концентрація свинцю становить близько 3,4% від ДР. Це значно нижче допустимого рівня і майже не відрізняється від літніх показників.

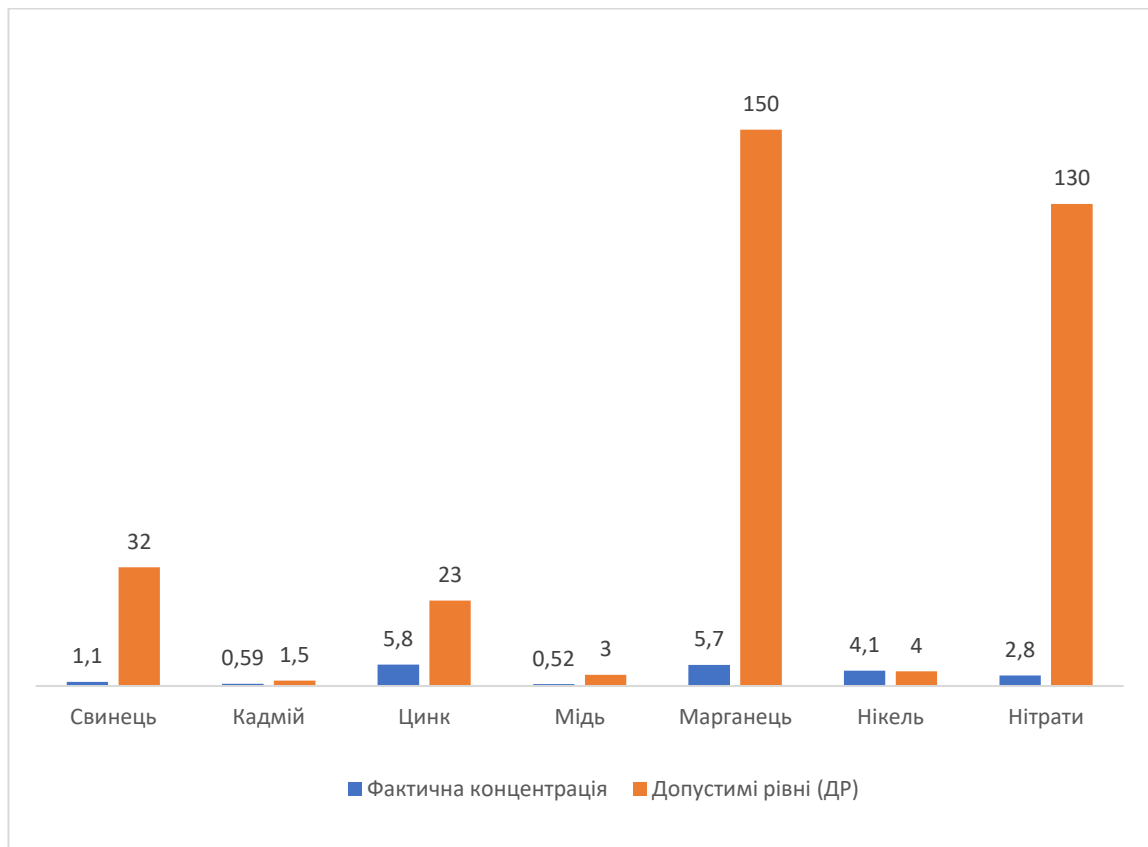


Рис. 3.3 Відповідність вмісту у воді відібраний в осінній період хімічних речовин нормам ДР

Концентрація кадмію була в межах 0,59 мг/кг, тоді як допустимий рівень – 1,5 мг/кг. Концентрація кадмію складає близько 39,3% від ДР. Це більше, ніж у літній період, але менше, ніж у весняний.

Концентрація цинку була в межах 5,8 мг/кг. Допустимий рівень цинку у річковій воді складає 23 мг/кг. Концентрація цинку становить близько 25,2% від ДР. Порівняно з літнім періодом цей показник дещо зріс.

Концентрація міді у річковій воді була у межах 0,52 мг/кг. Допустимий рівень складає 3,0 мг/кг. Рівень міді становить 17,3% від ДР. Це свідчить про зростання порівняно з літнім періодом.

Фактична концентрація марганцю у річковій воді склала 57 мг/кг, тоді як допустимий рівень – 150 мг/кг. Концентрація марганцю становить 38% від ДР. Порівняно з літнім періодом показник зріс, але залишається значно нижчим за ДР.

Концентрація нікелю у річковій воді становить 4,1 мг/кг, а допустимий рівень – 4,0 мг/кг. Концентрація нікелю у річковій воді перевищила допустимий рівень на 2,5%. Це єдиний елемент, який перевищив норму, і зріс порівняно з літнім періодом.

Аналізуючи фактичну концентрацію нітратів у річковій воді, необхідно відмітити, що вона склала 2,8 мг/кг. Допустимий рівень нітратів у воді складає 130 мг/кг. Концентрація нітратів становить лише 2,2% від ДР. Рівень зріс у порівнянні з літнім, але залишається значно нижчим за допустимі межі.

У порівнянні з літнім періодом більшість показників зросли (кадмій, цинк, мідь, марганець, нікель, нітрати), але вони все ще залишаються нижчими за допустимі рівні, за винятком нікелю, який перевищив ДР. Марганець і нікель є найбільш критичними показниками, які потребують особливої уваги. Інші речовини перебувають у межах безпеки.

Отже, вміст свинцю, кадмію, цинку, міді, марганцю та нітратів мають значно нижчі рівні, ніж допустимі, що свідчить про їх контрольовану присутність у воді. Нікель перевищує норму, що є тривожним показником, адже в літньому періоді він не перевищував ДР. Це потребує додаткового моніторингу. Найвищий вміст серед досліджених речовин має марганець, але його рівень все ще значно нижчий за допустимий.

На рисунку 3.4 представлена порівняльна оцінка коефіцієнтів накопичення хімічних речовин у воді залежно від періоду їх відбору (25.04.24 р., 7.07.24 р., 14.10.24 р.). Аналіз основних тенденцій та відмінностей показав, що свинець має найнижче значення серед усіх речовин. Спостерігалось незначне зростання коефіцієнта небезпеки від 0,033 (07.07.24) до 0,037 (14.10.24), тоді як на 25.04.24 р. він залишався на рівні 0,04.

Найвищий коефіцієнт небезпеки кадмію спостерігається 25.04.24 (0,5), після чого знижується до 0,34 (07.07.24) та 0,39 (14.10.24).

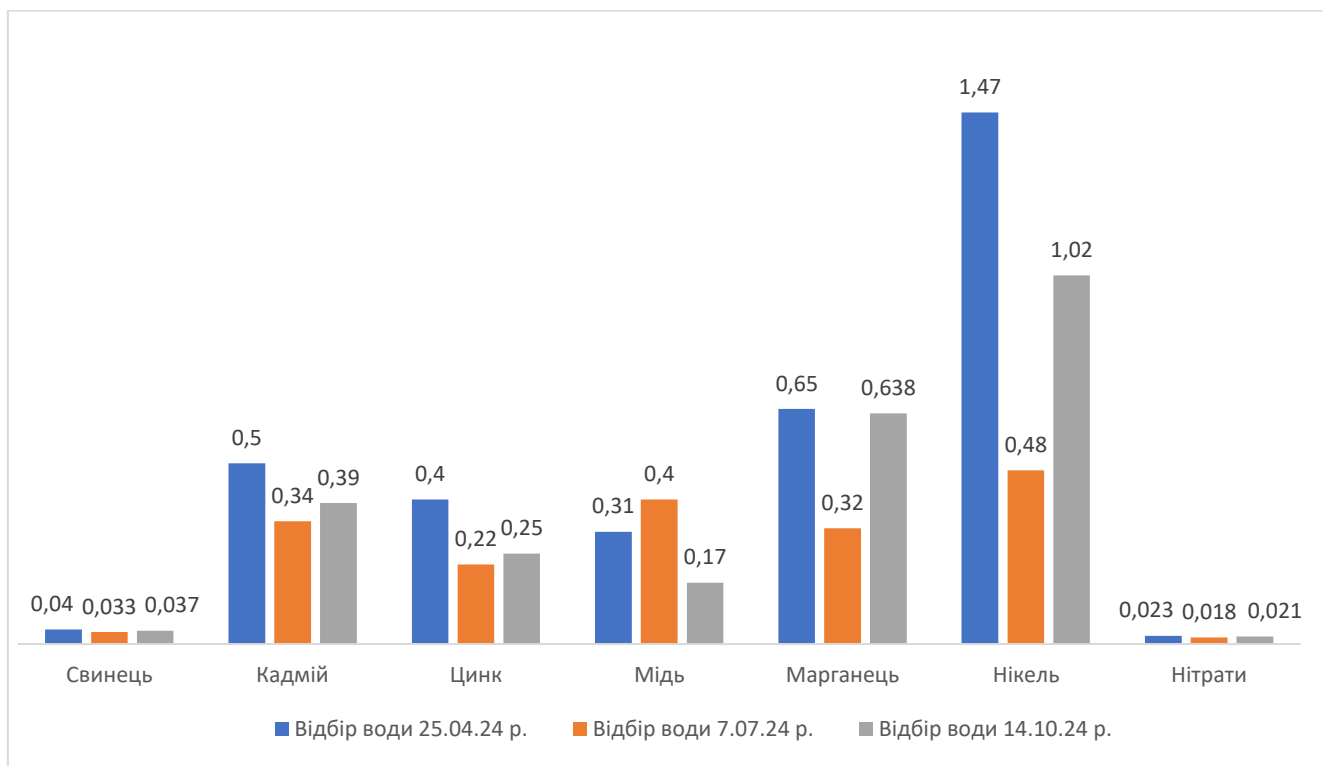


Рис. 3.4. Порівняльна оцінка коефіцієнту накопичення хімічних речовин у воді залежно від періоду їх відбору

Показники по цинку залишаються близькими між собою, але мають незначну динаміку: зменшення від 0,4 (25.04.24) до 0,22 (07.07.24) з подальшим підвищенням до 0,25 (14.10.24).

Виявлено значне зниження вмісту міді з 0,4 (25.04.24) до 0,17 (07.07.24) і подальше підвищення до 0,31 (14.10.24).

Максимальний показник небезпеки по вмісту марганцю зафіксовано 25.04.24 (0,65) з подальшим суттєвим зниженням до 0,32 (07.07.24) і незначним підвищенням до 0,638 (14.10.24).

Найвищий серед усіх елементів вміст нікелю. Спостерігається значне зниження від 1,47 (25.04.24) до 0,48 (07.07.24) з подальшим зростанням до 1,02 (14.10.24).

Найменш варіативні показники виявлені (0,023, 0,018, 0,021 відповідно) по вмісту у воді нітратів. Найвищий вміст спостерігаються для нікелю та кадмію, особливо під час відбору 25.04.24 р.

Зниження показників для більшості речовин характерне для періоду

07.07.24 р., після чого у жовтні спостерігається часткове підвищення.

Найменші зміни зафіксовані для свинцю та нітратів, тоді як нікель та кадмій демонструють суттєву динаміку.

Характеризуючи відсоткове зниження вмісту хімічних речовин у річковій воді необхідно відмітити, що 07.07.24 р. (0,033), зменшення свинцю склало на 17,5%. 14.10.24 р. (0,037) на 7,5% відносно 25.04.24 (0,04).

Кадмію відбулось зниження 07.07.24 р. (0,34) відносно 25.04.24 (0,5) на 32%. 14.10.24 р. (0,39) на 22% відносно 25.04.24 (0,5).

Цинку відбулось зниження 07.07.24 р. (0,22) на 45%. 14.10.24 р. (0,25) на 37,5% відносно 25.04.24 (0,4).

Міді спостерігалось зниження у воді 07.07.24 р. (0,17) на 57,5%, а 14.10.24 р. (0,31) на 22,5% відносно 25.04.24 (0,4).

Марганцю відбулось зниження у річковій воді 07.07.24 р. (0,32) на 50,8%, а 14.10.24 р. (0,638): Зменшення на 1,8% відносно 25.04.24 (0,65).

Нікелю спостерігалось зниження 07.07.24 р. (0,48) на 67,3%, а 14.10.24 р. (1,02): Зменшення на 30,6% відносно 25.04.24 (1,47).

Нітратів 07.07.24 р. (0,018) зменшилось у воді на 21,7%, а 14.10.24 р. (0,021) на 8,7% відносно 25.04.24 (0,023).

Найбільше зниження спостерігається для нікелю у липні (на 67,3%) та міді (на 57,5%). Свинець та нітрати мають найменшу динаміку, зі змінами до 20%. У жовтні для більшості речовин спостерігається часткове відновлення показників.

Послідовність зниження хімічних елементів у воді була наступна: за спаданням: Нікель (1,02) > Марганець (0,638) > Кадмій (0,39) > Мідь (0,31) > Цинк (0,25) > Свинець (0,037) > Нітрати (0,021).

У жовтні показники для більшості речовин частково відновилися, особливо для нікелю (+54% у порівнянні з липнем).

Абсолютний лідер накопиченням є Нікель (0,99). Друге місце Марганець (0,54).

Найбільша варіативність динаміки змін виявлено по Нікелю (від 1,47 до

0,48, потім до 1,02), тоді як найменша варіативність по свинцю (0,04 → 0,033 → 0,037) та нітратах (0,023 → 0,018 → 0,021).

Кадмій і марганець мають схожі динаміки – суттєве зниження влітку й часткове відновлення восени.

Нікель найбільше накопичується серед усіх речовин у воді, демонструючи значну динаміку. Марганець і кадмій займають друге і третє місця за середнім рівнем, показуючи також помітні зміни в часі. Свинець і нітрати мають найнижчі показники та мінімальні коливання, що свідчить про їхню стабільність.

Таблиця 3.4 дає корисну інформацію для моніторингу забруднення води та розуміння екологічних процесів у річці Західний Буг.

Таблиця 3.4 – Коефіцієнт небезпеки фізико-хімічних показників води Західний Буг

Показники	Період відбору води річки Західний Буг								
	25.04.2024			7.07.2024			14.10.2024		
	Ф.В	ДР	Кнеб	Ф.В	ДР	Кнеб	Ф.В	ДР	Кнеб
Свинець	1,27	32	0,039	1,07	32	0,033	1,1	32	0,034
Кадмій	0,75	1,5	0,5	0,51	1,5	0,34	0,59	1,5	0,39
Цинк	9,25	23	0,4	5,2	23	0,22	5,8	23	0,25
Мідь	0,95	3,0	0,31	0,44	3,0	0,14	0,52	3,0	0,17
Марганець	98	150	065	49	150	0,32	5,7	150	0,038
Ніколь	5,9	4,0	1,47	3,2	4,1	0,48	4,1	4,0	1,02
Нітрати	3,1	130	0,023	2,4	130	0,018	2,8	130	0,021

Отримані дані, відображені в таблиці, демонструють зміни у фактичному вмісті (Ф.В) токсичних речовин у воді річки Західний Буг у різні періоди року (квітень, липень, жовтень 2024 року); наведено також нормативні допустимі рівні (ДР) і розраховані коефіцієнти небезпеки (Кнеб), які дозволяють оцінити рівень ризику від кожної речовини, а саме:

Свинець – усі значення Ф.В є значно нижчими за допустимий рівень (ДР = 32 мг/кг). Коефіцієнт небезпеки залишається стабільно низьким протягом року (Кнеб ≈ 0,033–0,039), що свідчить про безпечний рівень свинцю у воді.

Кадмій – фактичний вміст коливається від 0,51 до 0,75 мг/кг, що становить 34–50% від допустимого рівня (ДР = 1,5 мг/кг). Найвищий Кнеб зафіксовано у квітні (0,5), але показник не перевищує допустимих норм.

Цинк – концентрація цинку найвища у квітні (Ф.В = 9,25 мг/кг) і поступово зменшується до осені (Ф.В = 5,8 мг/кг). Усі показники перебувають у межах допустимих норм (ДР = 23 мг/кг), Кнеб значно нижчий за 1, демонструючи низький ризик забруднення.

Мідь – фактичний вміст міді стабільно низький (Ф.В < 1 мг/кг), а Кнеб змінюється в межах 0,14–0,31. Найвищий Кнеб зафіксовано у квітні, але значення залишаються у безпечних межах (ДР = 3 мг/кг).

Марганець – найвища концентрація спостерігається у квітні (Ф.В = 98 мг/кг), що становить 65% від допустимого рівня (ДР = 150 мг/кг). До жовтня значення значно знижуються (Ф.В = 5,7 мг/кг), Кнеб зменшується до 0,038.

Нікель – є найбільш небезпечним показником серед усіх речовин. У квітні та жовтні коефіцієнт небезпеки перевищує 1 (Кнеб = 1,47 та 1,02 відповідно), свідчачи про перевищення допустимого рівня (ДР = 4 мг/кг). У липні концентрація нікелю нижча (Ф.В = 3,2 мг/кг), і Кнеб знижується до безпечного рівня (0,48).

Нітрати – вміст нітратів стабільно низький протягом року (Ф.В = 2,4–3,1 мг/кг), що значно нижче допустимого рівня (ДР = 130 мг/кг). Коефіцієнт небезпеки залишається мінімальним (Кнеб = 0,018–0,023), свідчачи про відсутність ризику.

Загалом, відмітимо речовини, що не перевищують допустимий рівень, наприклад, для свинцю, кадмію, міді та цинку фактичний вміст нижчий за допустимий рівень (Кнеб < 1). Це свідчить про відсутність значного ризику для водного середовища від цих елементів.

Речовини з перевищенням допустимих норм: для нікелю у весняний і осінній періоди спостерігалось перевищення допустимого рівня (Кнеб > 1), що вказує на небезпечну концентрацію цієї речовини та можливий негативний вплив на екосистему.

Варіація показників за сезонами: найвищий рівень забруднення спостерігається у весняний період, що може бути пов'язано з опадами, зливом добрив і відходів із сільськогосподарських угідь, тоді як найнижчі показники зафіксовані влітку.

Відмітимо, що найнебезпечнішим токсикантом у воді річки Західний Буг є нікель, який має найбільший коефіцієнт небезпеки серед інших речовин. Рівні свинцю, кадмію, міді та цинку перебувають у безпечних межах, свідчаючи про зменшення впливу антропогенних чинників.

Сезонна динаміка вказує на необхідність посиленого моніторингу якості води у весняний період через ризик підвищення забруднення.

Отже, найвищий рівень забруднення спостерігається у квітні, особливо за показниками нікелю, марганцю та цинку, що може бути пов'язано з весняним стоком і активним сільськогосподарським впливом. У липні та жовтні якість води покращується, знижується концентрація більшості речовин. Особливу увагу слід приділити нікелю, який перевищує допустимий рівень у квітні та жовтні, що потребує додаткових заходів для зниження його вмісту.

3.2. Фактори, що впливають на якість води річки Західний Буг

Існує ймовірність, що під час проведення досліджень відбулося зменшення скидання шкідливих хімічних речовин у річку, зокрема, завдяки впровадженню екологічно безпечніших технологій на підприємствах або модернізації систем очищення води. Також існують й інші можливі фактори впливу:

- Одним із можливих факторів є оновлення чи вдосконалення технологій очищення стічних вод на промислових об'єктах, що сприяло зниженню концентрації забруднювачів.
- Природні умови, такі як кількість опадів чи коливання температур, також можуть впливати на рівень забруднення. Наприклад, сильні дощі здатні змивати забруднювальні речовини з поверхні, знижуючи

- концентрацію токсинів у воді.
- Біологічні процеси, зокрема діяльність водоростей або природне осадження речовин, сприяють очищенню води. Так, водорості можуть частково фільтрувати токсичні елементи, а важкі метали та нітрати накопичуються в осадах чи поглинаються організмами.
 - Удосконалення сільськогосподарських практик, зокрема зменшення використання хімічних добрив і пестицидів, могло значно вплинути на вміст нітратів і металів у воді. Це може бути результатом впровадження сталої екологічної політики або раціонального землекористування.
 - Державний контроль і моніторинг забруднення води також можуть сприяти покращенню. Посилення санкцій проти підприємств за порушення екологічних норм стимулює зменшення шкідливих викидів.
 - Інвестиції в модернізацію інфраструктури водоочищення могли б допомогти суттєво знизити рівень токсичних елементів у річці.
 - Зменшення транспортних потоків у районі річки та зниження кількості забруднень від автотранспорту також позитивно впливають на якість води, адже транспорт є джерелом важких металів і токсичних речовин.
 - Місцеві ініціативи, спрямовані на відновлення екосистем, наприклад, очищення русел річок або збереження прибережних зон, також сприяють покращенню стану водних ресурсів.
 - Використання сучасних методів очищення, таких як фільтрація чи біоремедіація, може суттєво знижувати рівень забруднюючих речовин у воді.

Загалом, покращення якості води в річці Західний Буг, найімовірніше, є результатом комбінації факторів: впровадження нових технологій очищення, екологічних змін у сільському господарстві, посилення екологічного управління, а також природних процесів самоочищення.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Важливим елементом створення сприятливих умов для життя та добробуту населення, що забезпечує всі сфери діяльності водними ресурсами є водне господарство, яке також є ключовою галуззю економіки України. Його розвиток належить до пріоритетних напрямів економічного зростання країни.

Для моніторингу стану водних об'єктів, зокрема, річок необхідним є проведення відбору проб води для аналу. Відбір води з річок та інших водних об'єктів є важливою частиною діяльності багатьох галузей, зокрема енергетики, сільського господарства та водопостачання. Для забезпечення безпеки працівників і запобігання негативним екологічним наслідкам цей процес потребує дотримання комплексу правил і норм охорони праці.

Перед початком робіт важливо врахувати, що вся діяльність має проводитися відповідно до чинного законодавства. Основними нормативними документами є Закон України "Про охорону праці", Водний кодекс України, а також низка санітарних норм і будівельних стандартів. Дотримання цих документів є обов'язковою умовою для безпечного виконання робіт.

Робочі процеси повинні бути організовані таким чином, щоб унеможливити виникнення небезпечних ситуацій. Виконувати відбір води дозволено лише кваліфікованому персоналу, який пройшов спеціальне навчання. Безпечний доступ до водозабірних споруд має забезпечуватися через огорожені майданчики, а всі спуски до води повинні бути обладнані стійкими сходами або трапами. Особливу увагу слід приділяти освітленню робочої зони, особливо в темну пору доби.

Працівники зобов'язані користуватися засобами індивідуального захисту, серед яких рятувальні жилети, спеціальний одяг і взуття з антиковзкими підошвами. У разі виконання робіт, що передбачають контакт із хімічними речовинами, необхідно використовувати респіратори, захисні окуляри та гумові костюми. Медичний контроль є важливою складовою

охорони праці: працівники повинні проходити регулярні медогляди, а на місці виконання робіт має бути аптечка для надання першої допомоги.

Важливу роль відіграє справність обладнання, яке використовується для відбору води. Насоси, фільтри та трубопроводи повинні проходити регулярний технічний огляд. Для уникнення аварійних ситуацій встановлюються автоматичні вимикачі, датчики рівня води та сигнальні системи. Робота з електроустаткуванням є особливо небезпечною, тому її можуть виконувати лише працівники з відповідною кваліфікацією. Усі електроприлади повинні бути заземлені та захищені від вологи.

Окремо слід зупинитися на питаннях екологічної безпеки. У процесі відбору води необхідно забезпечити очищення стоків, а також унеможливити потрапляння у водойми шкідливих речовин, таких як паливно-мастильні матеріали. Для цього проводиться регулярна оцінка впливу діяльності на довкілля.

Найпоширенішими ризиками при відборі води є утоплення, падіння з висоти, ураження електричним струмом, переохолодження та хімічне отруєння. Запобігти цим небезпекам можна шляхом носіння рятувальних жилетів, використання огорож і страховок, а також забезпечення належного технічного стану обладнання. Для профілактики переохолодження працівників у зимовий період важливо забезпечити їх теплим одягом і організувати місця для обігріву.

Загалом, охорона праці при відборі води з річок та інших водних об'єктів передбачає комплексний підхід, який охоплює технічні, організаційні, екологічні та медичні заходи. Виконання цих вимог гарантує безпечні умови роботи для працівників і зберігає природне середовище.

У таблиці 4.1 наведено типові приклади небезпек та заходи щодо безпеки.

Таблиця 4.1 – Типові небезпеки та їх профілактика

Небезпека	Заходи безпеки
Утоплення	Носіння рятувальних жилетів, наявність рятувального поста.
Падіння з висоти	Використання захисних огорож та страховок.
Ураження електричним струмом	Використання спеціального електрообладнання.
Переохолодження	Носіння термозахисного одягу, обігрівальні прилади.
Хімічне отруєння	Робота з хімікатами тільки в ЗІЗ.

Забезпечення охорони праці при на водних об'єктах передбачає комплексний підхід, що включає технічні, організаційні, екологічні та медичні заходи. Дотримання цих вимог дозволяє зменшити ризики для працівників та навколишнього середовища.

У водопровідно-каналізаційному господарстві важливу роль відіграє інженер з охорони праці, який безпосередньо підпорядковується директору підприємства. Цей фахівець відповідає за контроль дотримання законодавства з охорони праці в структурних підрозділах, а також за функціонування системи управління охороною праці, збереження здоров'я та працездатності працівників під час виконання службових обов'язків.

На підприємстві активно впроваджуються заходи з підвищення безпеки праці. Інженер з охорони праці проводить різні види інструктажів (вступний, первинний, повторний, позаплановий і цільовий), що фіксується в журналах з охорони праці з підписами проінструктованих осіб.

Працівники забезпечуються спеціальним одягом та обладнанням, таким як газоаналізатори, протигази, лампи, рятувальні пояси, мотузки тощо. На підприємстві облаштовано кабінет з охорони праці, а на виробничих дільницях – куточки безпеки, де представлена інформація відповідно до специфіки виконуваних робіт.

Згідно з посадовою інструкцією, інженер з охорони праці здійснює контроль за дотриманням нормативних актів, розробляє інструкції та програми навчання, організовує перевірки робочих місць і технічного стану

обладнання, впроваджує заходи для створення безпечних умов праці, а також розслідує випадки травматизму. Він також відповідає за організацію навчання працівників, популяризацію правил безпеки, своєчасне забезпечення засобами захисту та контроль витрат на заходи з охорони праці [22].

Охорона праці на водних об'єктах є не лише обов'язковою умовою дотримання законодавства, але й ключовим фактором забезпечення безпеки працівників, ефективності виробничих процесів і збереження довкілля. Система охорони праці сприяє мінімізації ризиків, пов'язаних із небезпечними умовами роботи, та створює передумови для сталого розвитку водного господарства.

Інвестування у заходи з охорони праці, належне навчання персоналу, впровадження сучасних засобів індивідуального захисту та систем контролю є запорукою не лише збереження життя і здоров'я працівників, а й підвищення продуктивності та репутації підприємств. Забезпечення безпечних умов праці на водних об'єктах – це внесок у формування відповідального підходу до управління ресурсами, що впливає на загальний добробут суспільства.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз санітарно-токсикологічних показників води річки Західний Буг показав, що в ній містяться такі хімічні речовини: свинець, кадмій, цинк, мідь, марганець, нікель та нітрати.
2. Вміст зазначених речовин у воді річки Західний Буг залежить від пори року. Зазвичай, у весняний період він є найвищим, а у літній – найнижчим. За величиною підвищення вмісту цих речовин у річковій воді необхідно відмітити загальну динаміку зростання: літо → осінь → весна.
3. Виявлено, що перевищень допустимих рівнів у воді річки Західній Буг по свинцю, кадмію, цинку, міді, марганцю та нітратах не спостерігалось. Перевищення допустимих рівнів у весняний та осінній періоди виявлено по нікелю.
4. Зафіксовано найвищий рівень концентрації для нікелю – 5,0 мг/кг (при ДР 4,0 мг/кг), а найнижчий рівень спостерігався по свинцю – 1,07 мг/кг (при ДР 32 мг/кг).

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для покращення якості води річки Західний Буг рекомендується:

- Модернізувати системи водоочищення на промислових підприємствах.
- Зменшити використання мінеральних добрив та пестицидів у сільському господарстві.
- Посилити відповідальність підприємств, які перевищують дозволені норми викидів.
- Мінімізувати негативний вплив транспортних потоків та автотранспортних скидів.
- Реалізувати заходи з відновлення природних екосистем прибережних зон річки Західний Буг.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Албул С. Через війну близько 5 млн українців не мають доступу до питної води. LB Дорослий погляд на світ. Вебсайт. URL: https://lb.ua/society/2023/03/24/549899_cherez_viynu_blizko_5 mln_ukrainstiv.html
2. Бабієнко В.В., Мокієнко А.В. Гігієна води та водопостачання населених місць: навчальний посібник. Одеса: Прес-кур'єр, 2021. 372 с.
3. Бенеш О.Р. Кризовий моніторинг органічного забруднення вод (на прикладі р. Західний Буг). *Молодий вчений*. 2023. № 1. С. 45-50.
4. Гідроекологічна оцінка та прогноз гідроенергетичного потенціалу річок України в умовах кліматичних змін: Звіт про НДР, № 01118U001098/Ободовський О.Г., Сніжко С.І., Гребінь В.В. та ін.// Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Київ, 2020. 687 с.
5. Душкін С.С. Канцерогенні домішки питної води. *Комунальне господарство міст. Серія : Технічні науки та архітектура*. 2018. Вип. 144. С. 71-75.
6. Екологічний паспорт Львівської області за даними 2023 р. Львів, 2024. 202 с. URL: https://drive.google.com/file/d/1hPAiUwWFhuMd_IUqQ9E-kvK_J1VlPqLg/view (дата звернення: 15.07.2024)
7. Забоклицька М.Р., Хільчевський В.К., Манченко А.П. Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України. К.: Ніка Центр, 2006. 184 с.
8. Загальнодержавна цільова соціальна програма "Питна вода України" на 2022 - 2026 роки. Проект Закону України від 01.07.2021 № 5723.]
9. Зайцев В.В. Прогнозні ризики для здоров'я міського населення від споживання питної водопровідної води, що містить підвищені рівні хлороформу. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2018. Т. 3. № С. 187-190.
10. Зелена книга. Регулювання ринку водопостачання та водовідведення. Офіс ефективного регулювання BRDO. Київ, 2021. 152 с.

11. Зелінський С.Е. Водопостачання та водна безпека у контексті російської агресії. Кропивницький, 2022. 44 с.
12. Зоріна О.В. Гігієнічна оцінка якості водопровідних питних вод за санітарно-хімічними показниками у маловодних регіонах України. *ScienceRise. Biological science*. 2018. № 3. С. 33-39.
13. Іванова Ю. Є., Ободовський О. Г. Оцінка вертикальних руслових деформацій річок басейну Західного Бугу. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2024. № 2. С. 17-28.
14. Короткий звіт щодо прогресу впровадження Протоколу про воду і здоров'я в Україні у 2019 – 2021 роках.
15. Курило С. М. Особливості багаторічних змін хімічного складу річкових вод України. *Фізична географія та геоморфологія*. 2015. Вип. 4(1). С. 41-44.
16. Ліхо О.А., Гакало О.І. Моніторинг підземних вод як складова управління ризиками при забезпеченні населення Рівненської області водою. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2020. 2(90). С. 120-131.
17. Мисник О.Ф. Забрудненість питної води солями важких металів та вилучення їх з розчинів нанокмполитом цирконію (w)оксиду. *ScienceRise. Biological science*. 2016. № 1. С. 31-39.
18. Національна доповідь «Про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2018 році» Українське водне товариство. Інформаційний портал. <http://waternet.ua/news/newsletter/827/>
19. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання та водовідведення в Україні у 2022 р
20. Ніколаєв А.М. Поверхневий стік з території міста як джерело забруднення річкових вод. *Науковий вісник Чернівецького університету. Географія*. 2010. Вип. 527. С. 5-8.]
21. Петренко Н.Ф., Мокієнко А.В., Платов С.М. Загальна гігієнічна оцінка якості питної води та стану питного водопостачання в Україні.

- Актуальні проблеми транспортної медицини: навколишнє середовище; професійне здоров'я; патологія.* 2018. № 4. С. 7-16.
22. Посадова інструкція інженера з охорони праці.
https://jobs.ua/job_description/view/1885
23. Природа та війна: як російська агресія вплинула на довкілля.
<https://www.slovoidilo.ua/2022/11/08/infografika/suspilstvo/pryroda-ta-vijna-yak-rosijska-ahresiya-vplynula-dovkillya>.
24. Про питну воду та питне водопостачання: Закон України від 10.01.2002 № 2918-III (Чинний).
URL: <https://ips.ligazakon.net/document/T022918?an=418> (дата звернення: 20.06.2024).
25. Про стан та заходи по забезпеченню питною водою населення України, –роз'яснення Мінрегіону. Вебсайт. URL: <https://www.minregion.gov.ua/press/news/pro-stan-ta-zahody-po-zabezpechennyu-pytnoyu-vodoyu-naselennya-ukrayiny-rozyasnennya-minregionu/>
26. Романенко В.Д. Основи гідроекології : Підручник. К. : Обереги, 2001. 728 с.
27. Снітинський В. В., Хірівський П. Р., Гнатів І. Р. Особливості формування поверхневого стоку гірських річок за вирубки лісів та розорювання схилів територій. *Екологічні науки: наук.-практ. журнал.* 2020. № 3 (30). С. 73–77.
28. Снітинський В., Хірівський П., Гнатів І. Вплив урбанізованої території м. Стрия на якість річкової води. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агронія.* 2020. № 24. С. 17-22.
29. Снітинський В., Хірівський П., Зеліско О., Іванків М., Гнатів І. Вплив антропогенних факторів на річки Західного регіону українських Карпат. *Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія Агронія.* 2022 (26). С. 22–26.
<https://doi.org/10.31734/agronomy2022.26.022>.

- 30.Снітинський В.В., Хірівський П.Р., Гнатів І.Р. Процеси самоочищення завпливу урбанізації територій на передгірській та рівнинній ділянках р. Стрий. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2021. № 25. С. 30–34.
- 31.Туrowsька Г.І. Якісна питна вода – базова складова життєдіяльності людини. *Молодий вчений*. 2017. № 8. С. 413-416.
- 32.Удод В.М., Діренко Г.О. Вирішення проблеми екологічної безпеки навколишнього середовища при очистці поверхневого стоку з урбанізованих територій. <https://potential4.com.ua/ua/statti/virishennya-problemi-ekologichnoyi-bezpeki-navkolishnogo-seredovishcha-.html>
- 33.Хільчевський В.К., Гребінь В.В., Забокрицька М.Р. Оцінка гідрографічної мережі району річкового басейну Вісли (Західного Бугу та Сану) на території України згідно типології Водної рамкової директиви ЄС. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т. 1(40). С. 32–44.
- 34.Хільчевський В., Забокрицька М., Плічко Л., Шевчук О. Хімічний склад води та йонний стік річок Західний Буг, Нарев та Вісла (басейн Балтійського моря). *Географічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки*. 2023. Вип. 1. С. 24-31.
- 35.Янішевська К. Д. Право на питну воду як аксіома в правах людини. *Молодий вчений*. 2018. № 10(2). С. 699-702.
- 36.Hnativ R., Cherniuk V., Khirivskiy P., Kachmar N., Lopotych N., Hnativ I. Processes of Natural Self-Cleaning of Small Watercourses with Increasing Anthropogenic Load in the Dniester River Basin. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. 24(2). 12–18. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/156914>
https://lb.ua/society/2023/03/24/549899_cherez_viynu_blizko_5 mln_ukrainstiv.html
- 37.Vistula river map.png. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vistula_river_map.png.

