

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

Допускається до захисту

« » _____ 2024 р.

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.б.н., доц. Петро Хірівський

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

_____ магістр _____

(освітній ступінь)

на тему: «Оцінка антропогенних навантажень шахт Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну на гідроекосистеми рік Рата та Західний Буг та розробка науково-обґрунтованих рекомендацій їх зниження»

Виконав студент групи Еко-61

Спеціальності 101 «Екологія»

Корб'як Володимир Ігорович

Керівник доц. Оксана Мазурак _____

Консультант доц. Юрій Ковальчук _____

Львів 2024

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
факультет агротехнологій та екології
Кафедра екології
Рівень вищої освіти «магістр»
Спеціальність 101 «Екологія»

«Затверджую»
Завідувач кафедри _____
доц., к.б.н. Петро Хірівський
«___» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту

Корбяку Володимирі Ігоровичу

1. Тема роботи: «Оцінка антропогенних навантажень шахт Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну на гідроекосистеми рік Рата та Західний Буг та розробка науково-обґрунтованих рекомендацій їх зниження».

Керівник кваліфікаційної роботи: Мазурак Оксана Тимофіївна, кандидат технічних наук, доцент.

Затверджені наказом по університету від «17» 02.2023 р. № 30/к-с_____.

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 05 січня 2024 р.

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи:

Теоретичний матеріал, план написання роботи, бібліографічний список, ландшафтно-географічна карта регіону, схематичний план території досліджень (розташування шахт, басейну р. Західний Буг), Паспорт Львівщини та звіти державного управління екології та природних ресурсів у Львівській області за 2021-2022 роки; нормативно-методична документація

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

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Вплив техногенних емісій на водні об'єкти

1.2. Проблеми, пов'язані з шахтними водами

1.3. Якість води та її забезпечення

1.4. Гідрологічні об'єкти в умовах війни

РОЗДІЛ 2. ГІДРОЕКОСИСТЕМИ РІК РАТИ ТА ЗАХІДНОГО БУГУ

2.1. Загальна характеристика рік

2.2. Природно-географічні умови району досліджень

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Особливості моніторингу водних об'єктів

3.2. Методики досліджень води

РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ ШАХТ НА ЕКОСИСТЕМИ РІК

4.1. Техногенний вплив шахт на прилеглі території

4.2. Гідрохімічні дослідження техногенних вод шахт регіону

4.3. Якість води рік Рати та Західного Бугу

4.4. Шляхи вирішення проблем екологічного навантаження

Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Зробити висновки та сформулювати список літератури .

Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості): схеми (5), рисунки (6), світлини (5) .

6. Консультанти з розділів:

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

7. Дата видачі завдання _____ 20 лютого 2023 р. _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строки виконання етапів роботи	При-мітки
1	Написання вступу та розділу 1.	20.02 - 20.03.2023	
2	Написання розділу 2.	30.03 - 21.04.2023	
3	Написання розділу 3.	27.04 - 25.06.2023	
4	Написання розділу 4.	29.06 - 21.08.2023	
5	Написання розділу 5, додатків, висновків	01.10 - 04.12.2023	

Студент Корбяк В.І. _____
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи, к.т.н., доц. _____ Мазурак О.Т.
підпис

УДК 502.51(282): 622.012.2(477.82)(477.83)

Корб'як В. І. Оцінка антропогенних навантажень шахт Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну на гідроекосистеми рік Рата та Західний Буг та розробка науково-обґрунтованих рекомендацій їх зниження: кваліфікаційна робота. Кафедра екології. Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2024.

65 с. текс. част., 12 рис., 11 табл., 31 дж., 3 дод.

Кваліфікаційна робота представляє оцінювання величин екологічних навантажень на природні водні об'єкти поблизу шахт Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну.

Досліджено вплив шахт регіону на екологічний стан гідроекосистем рік Західний Буг та її притоки р. Рата.

Встановлено, що техногенні чинники, пов'язані з роботою діючих та ліквідованих шахт негативно впливають на екологічну ситуацію в регіоні загалом та якісні показники води рік Рата та Західний Буг, зокрема, на ділянках досліджень.

Рекомендовано проведення заходів зниження та оптимізування критичних наслідків антропогенного впливу шахт регіону поблизу водних об'єктів.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	8
1.1. Вплив техногенних емісій на водні об'єкти	8
1.2. Проблеми, пов'язані з шахтними водами	11
1.3. Якість води та її забезпечення	12
1.4. Гідрологічні об'єкти в умовах війни	13
2. ГІДРОЕКОСИСТЕМИ РІК РАТИ ТА ЗАХІДНОГО БУГУ	14
2.1. Загальна характеристика рік	14
2.2. Природно-географічні умови району досліджень	16
3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
3.1. Особливості моніторингу водних об'єктів	19
3.2. Методики досліджень води	20
4. ДОСЛІДЖЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ ШАХТ НА ЕКОСИСТЕМИ РІК	24
4.1. Техногенний вплив шахт на прилеглі території	24
4.2. Гідрохімічні дослідження техногенних вод шахт регіону	27
4.3. Якість води рік Рати та Західного Бугу	30
4.4. Шляхи вирішення проблем екологічного навантаження	43
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ	46
5.1. Стан охорони праці	46
5.2. Гігієна праці, техніка безпеки та дотримання правил пожежної безпеки в хімічних лабораторіях	50
5.3. Цивільна оборона та захист населення від надзвичайних ситуацій	56
ВИСНОВКИ	60
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	63

ВСТУП

Цінність води як одного з невідновних ресурсів життя вже давно є незаперечною істиною. Проте і до сьогоднішніх днів людство старається вирішити проблему забруднення цього безцінного ресурсу. Парадокс завдання полягає в тому, що забруднення ініційовані живими істотами, які ж самі його згенерували.

Актуальність теми досліджень. Проблема якості поверхневих вод є актуальною донині, особливо, в умовах забруднення довкілля мілітарними та промисловими чинниками. Тому важливим є спостереження за станом забруднень та рівнем навантажень на поверхневі водні об'єкти зовнішніх техногенних чинників.

Об'єкт досліджень: екологічний стан рік Рати та Західного Бугу поблизу шахт Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну.

Мета роботи і задачі дослідження. Провести аналіз впливу антропогенних навантажень шахт на якість води рік басейну Західного Бугу у Львівській області та запропонувати науково-обґрунтовані рекомендації їх зниження.

Виходячи з мети досліджень ми ставили такі **завдання:**

- проаналізувати вплив чинників техногенезу на екологічний стан довкілля та, зокрема, водних ресурсів;
- охарактеризувати техногенний вплив шахт регіону на стан якості води р. Рата та р. Західний Буг;
- описати методики досліджень;
- провести моніторинг якості водних об'єктів внаслідок дії антропогенних навантажень за останні роки;
- оцінити зміни показників якості води та ефективність природоохоронних заходів у цьому напрямку;

- охарактеризувати стан охорони праці в хімічній лабораторії та можливості захисту населення від надзвичайних ситуацій та їх наслідків.

Наукова новизна. Оцінювання динаміки впливу антропогенних навантажень шахт на екологічний стан гідроекосистем рік Рата та Західний Буг у Львівській області в сучасних умовах.

Практичне значення. На основі отриманих експериментальних даних проведено моніторингові дослідження якості поверхневих вод рік басейну Західного Бугу. Такі дослідження пов'язані з питаннями розміщення пунктів спостережень за гідрохімічними показниками об'єктів з метою коригування їх екологічного стану та здійснення необхідних заходів зниження та оптимізації антропогенних навантажень.

1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1. Вплив техногенних емісій на водні об'єкти

Запаси прісних гідроресурсів та їх чистота (якість) виходять сьогодні на перший план для розвитку людської цивілізації. Антропогенез, мілітаристські події сьогодення та інші види навантажень на біогеоценози в Україні створюють вкрай критичну ситуацію, що вимагає негайних дій.

Дефіцит та обмеженість запасів прісної води на фоні росту водоспоживання та незмінності ресурсів річкового ставлять для громадськості свої виклики [24].

Згідно статистичних даних [8, 25], промислові джерела антропогенних забруднень переважають для вуглевидобувного та енергетичного секторів економіки (рис. 1.1), а також металургійного комплексу. Далі посідають місця хімічна та нафтохімічна промисловість, машинобудівна і, нарешті, житлово-комунальна галузі.

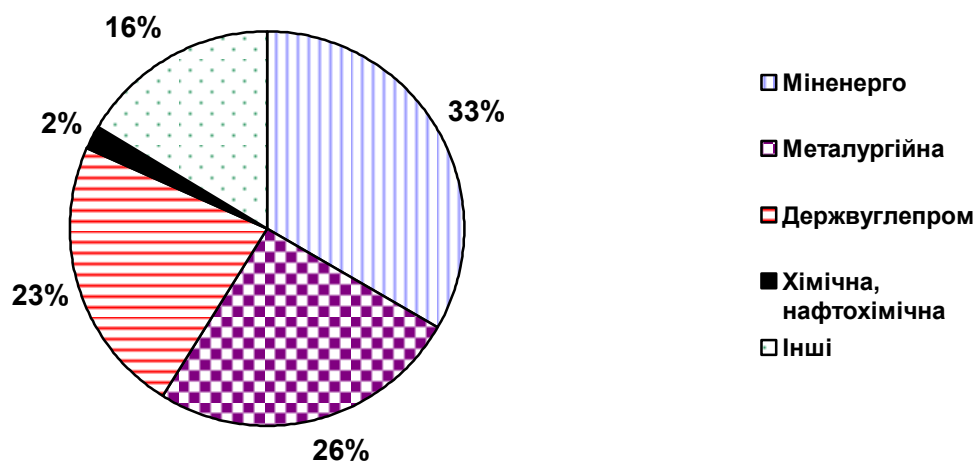


Рис. 1.1 – Діаграма викидів забруднюючих речовин у розрізі галузей

Оскільки вирізняють як декілька джерел емісії на компоненти середовища за типом поллютанта, слід відмітити небезпеку комплексних негативних взаємодій (синергізму), наприклад, фізичного (механічного), хімічного та біологічного типів забруднень.

Видобуток та переробка корисних копалин (відкритий, та закритий способи), виробництво електроенергії (об'єкти енергетичного комплексу), викиди автомобільного та інших видів транспорту – все це вагомі чинники техногенезу, які проявляються, якщо не відразу, то послідовно, з ефектом накопичення. За наслідки своїх дій людство розплачується понищеною природою та власним здоров'ям.

Пестициди часто бувають джерелами шкідливих забруднень від АПК, потрапляючи шляхом мігрування прямо, або ж опосередковано через ґрунти, водне середовище, трофічні ланки до організму людини. Серед них вкрай небезпечними є група хлорорганічних пестицидів з синергічним механізмом дії на біоту, ускладненим тератогенним, кумулятивним та канцерогенним ефектами.

Недосконалість, зношеність систем водопровідно-каналізаційних, промислових вод, технологій видобутку призводять до високих показників емісії забруднювальних речовин водного середовища краю, як неорганічного, так і органічного походження, росту фітотоксичності ґрунтів та продукції (рис. 1.2).

Серед них виділяють: органо-мінеральні сполуки важких металів, нафтопродукти, N-сполуки, токсичні ацени, їх похідні, ряд діоксинів тощо. Складно недооцінити їх руйнівну функцію для формування природних ланцюгів живлення та функціонування біотопів загалом [5, 23].

Не слід забувати і про емісію органіки з поверхневого стоку, тваринних фермерських господарств, а також транспортних плавальних засобів на водних об'єктах.

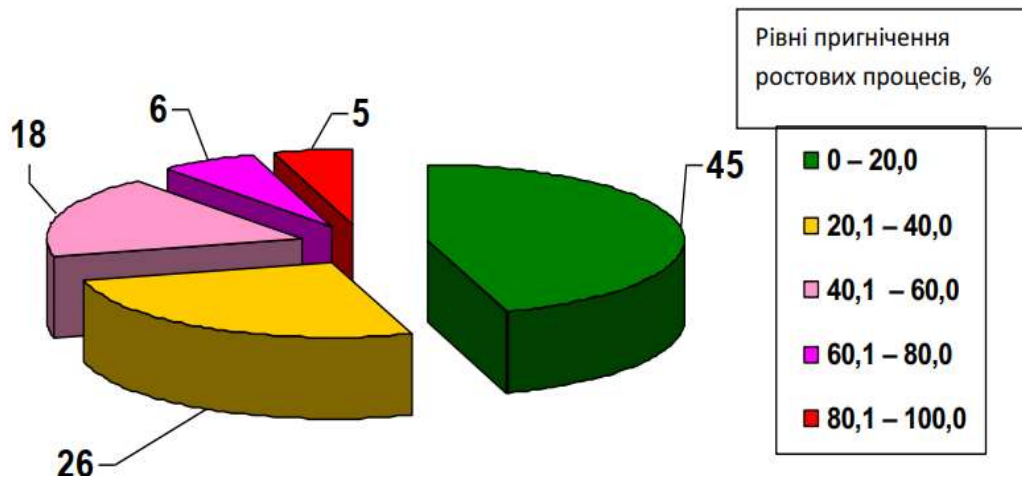


Рис. 1.2 – Фітотоксичність ґрунтів (у %) на прикладі міського середовища [17]

Більша територія країни вважається забрудненою внаслідок інтенсифікації виробництва, воєнних дій та інших форм антропогенезу, за ступенем забруднення довоєнних територій виділяли наступні зони (табл. 1.1):

Таблиця 1.1 – Зонування територій за ступенем забруднення

№ з/п	Зони забруднення	Відсотки
1	відносно екологічно чисті території	~7 %
2	умовно чисті	~ 8 %
3	мало забруднені	~ 14 %
4	забруднені	~ 39 %
5	дуже забруднені	~ 30 %
6	зона екологічної катастрофи	~ 2 %

Антропогенні навантаження спричиняють погіршення якості води для водойм, що фіксується не відповідністю вимогам норм досліджуваних об'єктів. Однак, регулювання показників антропогенних навантажень все ж можливе завдяки раціональним підходам, використанню ресурсозберігаючих принципів та механізмів економічної та екологічної стабілізації регіонів [3].

1.2. Проблеми, пов'язані з шахтними водами

Гірничодобувна галузь є однією з найнебезпечніших серед усіх промислових галузей. Особливе занепокоєння викликає проблема затоплених шахтових виробіток.

Відомо, що при підйомі рівнів шахтних вод відбуваються необоротні зміни в масивах гірських порід. Надалі це загрожує підтопленням територій, просіданням поверхонь, активізуванням зсувів та обвалів ґрунтових мас (рис. 1.3). Просідання поверхонь, деформування та наступне руйнування фундаментів житлових споруд – це тільки вершина прихованого айсбергу.



Рис. 1.3 – Зміни навколишнього середовища поблизу закритих шахт

Проблемою відпрацьованих порід та шахтних вод вчені та політики держав переймаються давно. Планомірне закриття шахт, що проводилось у країнах світу на законодавчому рівні (Англія, Німеччина, Франція), базувалося на моделі сталості рівнів підземних вод, що не допускала їх

безконтрольного зростання понад рівень безпечної глибини (200 - 300 м). Певна частина планово закритих шахт слугувала для роботи систем управління рівнями підземних вод. Однак, при цьому не враховувались додаткові ризики деформації поверхонь, будівель, мереж, водопроводів, доріг тощо. Крім цього, за підняття рівня вод можливе їх потрапляння в зону техногенних тріщин з наступним мігруванням поллютантів до гідрологічних об'єктів [1, 28].

Отож, насичення водного середовища, ґрунтів та суміжних ланок біосфери сполуками важких металів, які мігрують, викликаючи патологічні зміни у біоті, на сьогодні вже є незаперечними фактами та сумними реаліями.

Крім вищевказаного, існує ще проблема шахтних газів, зокрема, горючого метану, радіоактивного радону тощо, накопичення яких спричиняє обвали, зумовлюючи відповідні небезпеки.

Існують припущення та ряд спостережень свідчать, що підняття ґрунтових вод може спричинити навіть землетруси.

1.3. Якість води та її забезпечення

Природним водам притаманний цілий комплекс фізичних, хімічних (іонний та речовинний склад хімічних сполук), а також біологічних (бактеріологічних) ознак, що здатні змінюватися під впливом цілої низки чинників [19, 23].

Провідну негативну роль в сторону зниження якісних показників води та біосистем загалом зазвичай відіграють антропогенні фактори. Оцінювання придатності до використання певної категорії вод здійснюють завдяки нормативним вимогам (табл. А.1 дод. А). Попри контролювання цих показників (санітарний нагляд), реалії використання води відповідають загалом задовільному стану [25, 30]. Однак все ж загрозою для здоров'я людей існує – відсоток споживання (проживання поблизу) населенням води,

яка зовсім не відповідає санітарним нормам. Зазвичай це – промислові /комунальні стічні води, відведення яких здійснюють згідно встановлених правил (умов) їх відведення каналізаційними мережами.

Забезпечення життєдіяльності організмів чистою водою ускладнена її нестачею в глобальних масштабах та вразливістю до токсичних поллютантів.

Медична статистика застерігає – 1/4 захворювань мають причинно-наслідковий характер через якісні показники питної води [31] як основного чинника життєдіяльності, від якого залежать біохімічні процеси в клітинах організмів.

1.4. Гідрологічні об'єкти в умовах війни

За оцінками міжнародної групи науковців України, країн Європи та США вплив війни на довкілля, зокрема водні об'єкти, інфраструктуру нашої країни, її аграрно-промисловий потенціал є катастрофічним. За оцінками експертів [1- 4, 14 -16], масивність та винятковість ситуації полягала, перш за все в чиннику індустріалізації, оскільки постраждали водні мережі великих індустріальних центрів, системи накопичення та водозабезпечення (Каховське водосховище). Небезпеку посилює фактор присутності атомних станцій, безпечне функціонування яких забезпечує саме вода.

Було також зруйновано безліч нафтосховищ та сховищ мінеральних добрив як у східних, так і в західних областях через розривання снарядів, бомб та мін.

Вода була і є фактором виживання та психологічного впливу на населення. Військова техніка, занурена у воду – ще одне джерело небезпеки.

Вода може бути інструментом шантажу та насильництва в руках ворога. Таких прикладів в історії чимало і наше майбутнє в великій мірі залежить від саме від цього дорогоцінного ресурсу.

2. ГІДРОЕКОСИСТЕМИ РІК РАТИ ТА ЗАХІДНОГО БУГУ

2.1. Загальна характеристика рік

Територія Львівської, а також суміжної з нею Волинської областей характеризуються унікальними басейнами річок (рис. 2.1, А.1 дод. А), що стікають у Балтійське море.



Рис. 2.1 – Притоки басейну Західного Бугу (Львівська та Волинська обл.)

Водозабори Західного Бугу та Сану простягаються як на українській землі, так і на сусідських територіях Польщі та Білорусі, що надає їм статусу транскордонних (частина басейну р. Західний Буг у межах Волині та Білорусі).

Територія басейну р. Західний Буг, як частини басейну р. Вісла, розташована в різних геоморфологічних регіонах. Зокрема, виділяючи її риси у Львівській області, слід зазначити локації деяких рік та розташування меж даного басейну. Основні характеристики річки (в Україні): загальна довжина ~ 400 км, площа басейну ~ 11 тис. км². Територія української частини басейну р. Західний Буг розташована в західній частині Волинського Полісся та Волинської височини [22].

Північно-західні схили Гологоро-Кременецької гряди України вважають початком р. Західний Буг. Тоді як її витік з верхньою течією, розташовані на Золочівщині (рис. 2.2), по північному краю межі Подільської височини, зокрема, вищевказаної гряди, Львівського плато.



Рис. 2.2 – Витік р. Західний Буг у с. Верхобужі Золочівського району

Гідроландшафтні особливості річки, підтверджуючи її назву, проявляються закрутами русла, звивистою траєкторією та у великій кількості заболоченими територіями.

2.2. Природно-географічні умови району досліджень

Територія басейну Західного Бугу входить до Польсько-Литовського артезіанського басейну. Його північна та центральна частини володіють вагомим потенціалом ресурсів підземних вод та наземних гідрологічних об'єктів природного та штучного походження (Ясницькі озера) за сприятливих та техногенних умов їх формування [24].

Львівщина славиться своїми відомими рекреаційно-туристичними багатствами з безліччю природних об'єктів та їх біорізноманіттям флори та фауни, що також є базою для функціонування як системи великих оздоровчих комплексів, так і малих приватних осель для відпочинку.

Для регіону характерні такі особливості природних умов, зокрема, риси досить м'якого клімату: не надто сильні морози, буз посухи, суховію; достатньо висока вологість та показники опадів. Саме на території басейну властивими є покази хмарності, затяжних дощів і, навіть, паводки. Проте в зимовий період частими є відлиги, подібні до весняних.

Як ліва притока басейну р. Вісли (суббасейну Західного Бугу), річка Рата має довжину 76 км, глибину до 2,3 - 2,5 м, а площа її басейну становить 1790 км². Протікаючи по територіях двох районів області – Львівського (Жовківського) і Сокальського із заходу на схід, Рата (рис. 2.2, Б.3), впадає в р. Західний Буг біля м. Червонограда.

Основна частина басейну ріки Західний Буг, територію якої досліджували, розташована на території Львівської області (рис. 2.3). Дослідження річки Рати, (притоки басейну) та безпосередньо р. Західний Буг

проводили в основному на території північного (м. Червоноград та прилеглі населені пункти) та центрального економічно-географічних районів [4, 22], північна межа якого проходить по уявній лінії міських поселень (від м. Рава-Руської до Жовкви і до Кам'янки-Бузької).

На сьогодні у Червоноградському гірничопромисловому районі (ЧГР) функціонує вже тільки 6 шахт, а 2 – на стадії ліквідації. Дослідження підтериконових вод проводили біля териконів діючої шахти «Межирічанська» (3 ВМ), а ґрунтів – «Великомостівської №1» (1 ВМ) (рис. 2.3, 2.4)

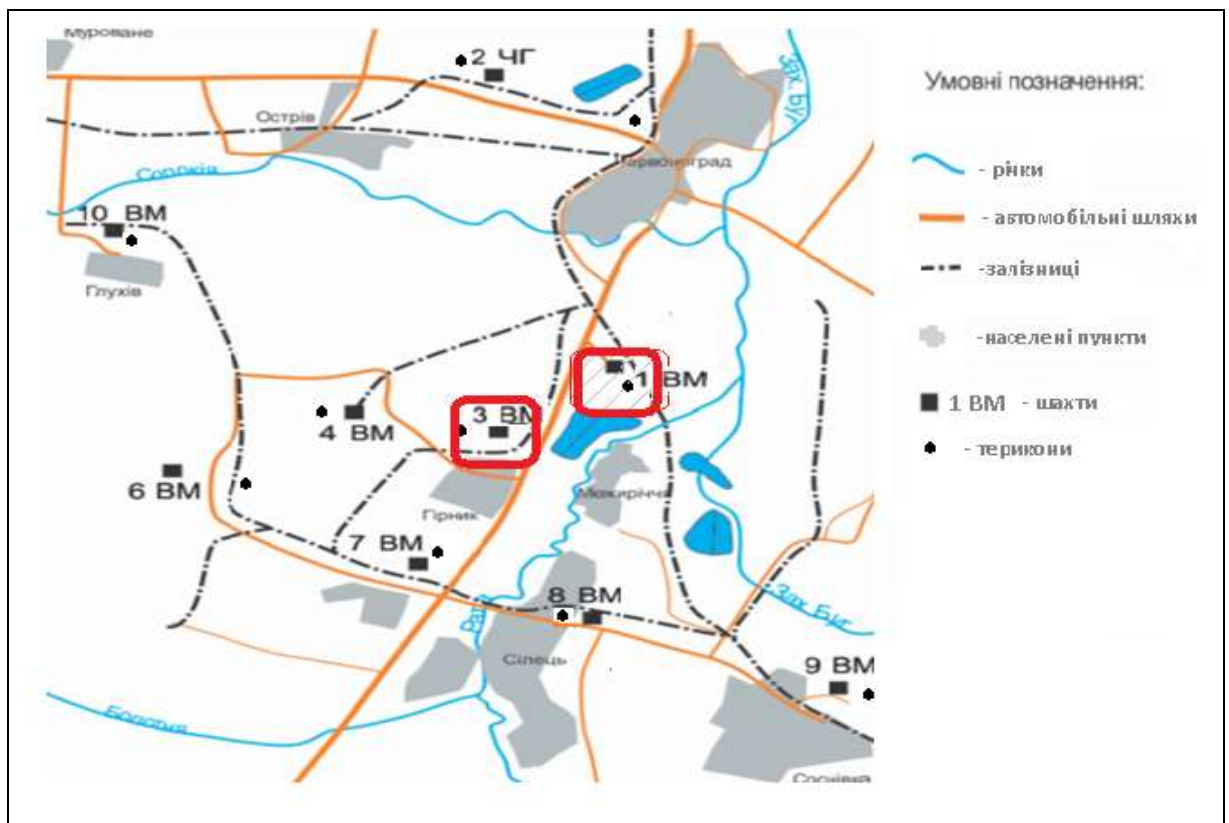


Рис. 2.3 – Карта-схема розташування шахт поблизу р. Рата та р. Західний Буг

Розташування поблизу річок Рата та Західний Буг понад десяток населених пунктів, зокрема, міст Рава-Руська, Великі Мости і селища Гірник, Межиріччя є також негативними чинниками антропогенного впливу на її екологічний стан та якісні показники води, зокрема (рис. 2.4, 2.5).

3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Особливості моніторингу водних об'єктів

Антропогенного походження рідкі поллютанти приносять чи не найбільшу шкоду біосистемам. Тут варто виокремити токсиканти стічних вод із різних джерел (промислові, комунально-побутові, сільськогосподарські тощо), проте різного походження, складу, а значить і властивостей, дії на біоту.

Частими є випадки, коли дія різної природи речовин на живі організми синергетично накладається, помножуючись в ході взаємодії з іншими компонентами та токсинами, таким чином, збільшуючи екологічне навантаження як на певну екосистему, так і на суміжні з нею.

Вивчення механізмів впливу на системи токсикантів різного походження відбувається впродовж багатьох десятиліть і до сьогодні [14, 21, 22]. Оцінювання міграційних, трансформаційних та поглинальних характеристик забруднювальних токсикантів відіграють у таких дослідженнях важливу роль [15, 24, 26].

В процесі аналізування екологічної придатності водного об'єкту до використання важливою є її санітарно-гігієнічна оцінка, а також моніторингові спостереження, бажано багаторічні.

Часто є випадки коли науковці пропонують нові вирішення щодо неоднозначних проблем коректності оцінювання згідно встановлених нормативів ряду показників водного об'єкта рекреаційного призначення.

У таких випадках доцільно зважати на міру токсичного впливу речовини та її потенціонування / синергізм з іншими сполуками, а також подальші транслокаційні перетворення в системах [17, 23].

Спостереження здійснювали на водних об'єктах басейну Західного Бугу. Місцезнаходження пунктів спостережень рік Західний Буг та Рати наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Розташування створів досліджень гідрологічних об'єктів

Назва водотоку (водойми)	Найменування пункту спостереження	Розташування створу	Відомча приналежність
Добротвірське водосховище	м. Добротвір	Нижній б'єф, відстань від гирла 689 км	Держводгосп
р. Західний Буг	м. Кам'янка-Бузька	відстань від гирла 704 км	
р. Рата	м. Великі Мости	відстань від гирла 22 км	
р. Західний Буг	м. Сокаль	відстань від гирла 637 км	
р. Рата	с. Межиріччя	відстань від гирла 3,5 км	

Опрацювавши результати вихідних гідрохімічних досліджень за період 2011 - 2022 років по зазначених пунктах спостережень, нами було виокремлено відповідно до основних сезонів зміни основних гідрохімічних показників водних об'єктів. Таким чином, ми змогли побачити закономірності та періодичності переважання процесів формування хімічного складу різних річкових вод протягом сезонних змін та вивести середні значення для різних типів компонентів хімічного складу води.

3.2. Методики досліджень води

Оцінювання якості води річок басейну Західного Бугу у Львівській області передбачало виконання роботи на основі як власних досліджень, так і систематизування та впорядкування автором роботи результатів багаторічних

даних гідрометеорологічних служб, міністерств та відомств, екологічних служб, вітчизняних та світових науковців тощо [21, 22, 24-26, 30].

Згідно комплексу проведених досліджень (фізико-хімічних показників, сольового складу речовин та окремих специфічних / токсичних речовин) зокрема, польових та лабораторних (в основному, аналітичних) за відповідними методиками та відповідним обладнанням (рис. 3.1), проводили подальші математичні, графічні розрахунки та статистичне оброблення результатів.



Рис. 3.1. Обладнання для інструментальних методів визначення концентрацій іонів (фотометри та колориметр КФК-2МП).

Дослідження здійснювали на базі сертифікованих лабораторій моніторингу вод та ґрунтів Львівської ГГМЕ з використанням досліджень моніторингової лабораторії БУВР Західного Бугу та Сяну протягом 2020 - 2022 р. Відбір проб здійснювали переважно у весняно-літній період кожного поточного року.

Аналізування проб води, що відбирались у трьох пунктах гідрохімічного контролю р. Західний Буг (м. Сокаль, м. Кам'янка-Бузька та Добротвірське водосховище) та р. Рати (м. Великі Мости та с. Межиріччя) здійснювали за встановленими методиками (табл. 3.2), застосовуючи системи класифікацій і нормативів оцінки якості поверхневих вод України та метод інтегрального оцінювання (табл. 3.3) їх забруднень [18, 19].

Вміст важких металів у пробах визначали методом атомної-абсорбції [13, 23].

Таблиця 3.2 – Кількісні методи визначення забруднювальних іонів

№ з/п	Іони/реч.	Метод вимірювання	Суть методу (формули)
1	SO ₄ ²⁻	титрометричний	$C_x = C \times V_1 \times M \times 1000 / V$
2	Cl ⁻	титрометричний (метод Мора)	$X = (a-b) \times C \times K \times 35,45 \times 1000 / V$ осадження іонів Cl ⁻ розчином AgNO ₃ за наявності K ₂ CrO ₄ як індикатора [31]
3	БСК ₅ , СПАР, нафтопрод.	титрометричний	$БСК_5 = [(a - b) \times K \times 0,001 \times 8 \times 1000] \times N - БСК_{розб.води} \cdot N / V$
4	Ca ²⁺ , Mg ²⁺	фотометричний	$C_x = a \times 1000 / V$, стандартна методика [31]
5	Fe ²⁺ , Fe ³⁺	фотометричний (з натрію сульфосаліцилатом)	взаємодія сульфосаліцилової кислоти / її солей) з солями феруму з утворенням забарвлених комплексних сполук
6	NH ₄ ⁺	напівкількісний метод (з реактивом Неслера)	утворення комплексної сполуки йодиду черв.-коричн. оксимеркурамонамію
7	HCO ₃ ⁻ , заг. твердість	комплексонометричний	$T_{заг.} = C \times V_1 \times 1000 / V_2$, взаємодія Ca ²⁺ , Mg ²⁺ з трилоном Б в аміачному буф. р-ні (рН = 9,5) за присутності еріохром індикатора
8	Завислі речовини	фотоелектрокалориметричний	стандартна методика [31]
9	NO ₂ ⁻	фотометричний (з реактивом Грісса (суміш сульфанілової кислоти і α-нафтиламіну))	за доп. градуювального графіку, побудованого за стандартними розчинами та методикою [31]
10	NO ₃ ⁻	Фотокалориметричний (з натрію саліцилатом)	за градуювальним графіком, побудованим з доп. стандарт. розчинів KNO ₃ [13]
11	рН	універсальними індикаторними папірцями	за допомогою кольорової шкали
12	O ₂ (розчинний)	метод Вінклера	$C_x = N \times n \times 8 \times 1000 / V$, на місці відбору проб додають Mn(OH) ₂ Осад розчиняли в кислоті в присутності KI. I ₂ , що утворювався титрували стандартним розчином Na ₂ S ₂ O ₃ в присут. індикатора крохмалю до зникнення синього забарвлення.

Таблиця 3.3 – Класи /рівні забруднень води за коефіцієнтом забруднень (КЗ)

Значення КЗ	1	1,01–2,50	2,51–5,00	5,01–10,0	Більше ніж 10
Рівень забрудненості	Незабруднені (чисті)	Слабко забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні

Статистичні дані власних досліджень були розраховані комп'ютерною програмою АСК «ЕкоІнспектор» (підсистема: «Вода та скиди») [20].

Сольовий склад води вимірювали, визначаючи галінність, клас, групу та тип води за співвідношенням основних типів іонів [5, 18]. Ця характеристика відображає ступінь техногенного забруднення хлоридними, сульфатними, нітрогеновмісними сполуками та іонами (табл. 3.2): HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Fe^{2+} , Fe^{3+} тощо.

Еколого-санітарна оцінка якості поверхневих вод проводилась за кількісними гідрофізичними (завислі речовини, прозорість), гідрохімічними (рН, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , O_2 , БСК₅) та токсикологічними показниками, що є базовими комплексними ознаками якості вод [17 - 19, 31].

4. ДОСЛІДЖЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ ШАХТ НА ЕКОСИСТЕМИ РІК

4.1. Техногенний вплив шахт на прилеглі території

Загострення екологічних проблем для всіх гірничовидобувних регіонів України вже давно стало реальністю і, навіть нормою. Львівсько-Волинський вугільний басейн, як частина біокліматичної зони Полісся, не є виключенням.

Масштабне техногенне навантаження практично більшої частини Червоноградського гірничопромислового району припадає на територію межиріччя річок Рати і Західного Бугу. Саме на цій ділянці близько півстоліття функціонували 12 шахт. Останні роки з них було 8 діючих та 4 не діючих, а на сьогодні ця кількість дещо зменшилась. Однак, проблему водовідведення та очищення вод закритих вугільних шахт не вирішено. Поблизу також розташований основний відстійник шахтних вод району та ЦЗФ [10, 11]. Тому екологічне навантаження на довкілля потребує досліджень.

Значні об'єми скидів мінералізованих шахтних вод подають на поверхню, збільшуючи навантаження на природні системи регіону.

Внаслідок явища шахтних водовідливів вичерпуються та забруднюються запаси підземних вод, зумовлюючи погіршення водопостачання населених пунктів [2]. Крім цього, відбувається зміна напрямків руху підземних вод, що спричиняє збільшення градієнту підземних стоків. Як наслідок – перерозподіл загального балансу підземних і поверхневих стоків [1, 15].

Відомо, основним джерелом забруднення поверхневих вод є шахтні води, які через систему водозбірних каналів і труб, центральні водозбірники, шахтні стволи, систему шахтного водовідливу і ставки-накопичувачі під час

повеней частково відводяться у р. Західний Буг [4]. Оскільки ГДК основних забруднюючих компонентів, як правило, перевищені, суттєво зростає вміст завислих частинок (понижується прозорість), хлоридів та мінералізація води в річці (на межі Львівської і Волинської областей) [10]. Також внаслідок скидів відбувається порушення кисневого режиму і погіршення санітарного стану природного середовища, що призводить до процесів замулювання, засолювання та закислювання водних об'єктів і, як наслідок, порушення екологічної рівноваги, яка б могла частково відновлюватися з плином часу. Проте, постійна міграція поллютантів шахтних відстояних вод, а також недоочищених господарсько-побутових, дощових і промислових стічних вод населених пунктів, а також поверхневого стоку з сільськогосподарських угідь, суттєво ускладнюють цей процес [9, 14, 28].

Екологічною проблемою в результаті діяльності шахт Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну був і залишається шахтний водовідлив та просадки території, зокрема в житлових зонах. Просідання донної поверхні (глибина сягає від 0,6 до 3,9 м) супроводжується процесами затоплення та заболочення ґрунтів. З шахт басейну щороку відкачується від 5,0 до 10 млн. м³ агресивних шахтних вод, токсичний вплив яких проявляється на всіх рівнях місцевих біоценозів, охоплюючи територію площею близько 90 км², де знищено 4770 га сільськогосподарських угідь регіону і 642 га лісових масивів. Майже повністю підтоплені території міста Червоноград, сіл Сілець, Межиріччя, що змусило будувати там дренажні системи, організовувати відкачування води, проводити підсипку затоплених територій [1; 2].

Високомінералізовані з металовмісними компонентами стічні води з-під відпрацьованих порід шахт та териконів Червоноградського гірничопромислового району призводять до значної деградації ґрунтового шару навколишніх територій та населених пунктів, забруднення підземних водоносних горизонтів, мігрування та асимілювання токсичних сполук

важких металів практично на всіх рівнях навколишнього середовища [3, 4]. У таких умовах відбувається нівелювання ролі природного геологічного бар'єру та унеможливлення здатності природних систем до самовідновлення. Відсутність універсальних способів утилізації шахтних вод при недостовірності їх обліку, недосконалість, часто і низька ефективність методів очищування, їх селективність спонукають до дослідження хімізму реакцій зв'язування важких металів, створення найбільш оптимальних умов для їх іммобілізації, або ж безпечного виведення та зниження рівня токсичності вод шахт і териконів. Одними з основних техногенних джерел впливу на підземні, поверхневі води, ґрунти й природні біоценози є шахтні води та породні відвали шахт: «Великомостівська», «Межирічанська», «Відродження» та інших підрозділів, що належали, або ще й сьогодні входять до ДП «Львіввугілля».

Житлова забудова та інші території поблизу шахт страждають на просідання ґрунту (навіть до 3 - 4 м). Ці процеси надалі ускладнені їх подальшим підтопленням, вимиванням та заболоченням. Прикладом є практично повністю підтоплені території поблизу Червонограда, а також села Сілець і Межиріччя. Така ситуація змусила будувати там дренажні системи, організувати відкачування води, проводити підсипання вже затоплених територій [1, 9]. Аварійне просідання ґрунтів спостерігається також під териконами, на територіях з накопичувачами відходів, територіях водозаборів та шахтного водовідведення.

Відвали пустої породи є вагомим фактором погіршення екологічної ситуації в басейні Західного Бугу та річки Рата, зокрема. Ними зайнято понад 250 га сільськогосподарських угідь, при цьому, орієнтовний об'єм складованих порід становить 80 млн. м³, біля 40% яких – перегоріла порода. Глинисті аргіліти (~70% маси відходів) териконів здатні сорбувати іони більшості важких металів, а підвищений вміст піритів (сульфідів) ще є додатково джерелом токсичних Hg і As [2, 16].

Загальновідомо, що процеси горіння сірковмісних порід та перетворення сульфідів у сульфати сприяють кислотності підтериконових вод, тобто мігруванню важких металів.

Шахтний водовідлив – «Ахілесова п'ята» біосистем регіону, що страждає від великої (десятки млн. м³) щорічно відкачуваних вод шахт.

Шахтні води, в переважній більшості, агресивні до металоконструкцій, бо містять аніони кислот (S^{2-} , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Cl^- , CO_3^{2-}), іони амонію NH_4^+ , важких металів, що мігрують та органічні вуглеводні (рис. 41). Екологічний стан довкілля ускладнено відсутністю ефективних методів очищення шахтних вод, їхнім достовірним обліком та способом утилізації [8, 13].

Наслідками дії антропогенних впливів на річкові системи є трансформаційні процеси, що полягають у деградуванні малих річок, змінах кількості рік, і зменшенні їх довжини. Для поправки природного балансу було побудовано штучні елементи (гідромережі), зокрема, меліоративні канали, які поступово візьмуть на себе функції природних водотоків. Однак дренажні води меліоративних систем стали додатковим джерелом забруднень Західного Бугу та приток річки [3, 9].

Можна константувати, що за останні півстоліття внаслідок інтенсивних методів землеробства, а також меліоративних робіт відбулися суттєві зміни у гідрографії басейну Західного Бугу на території Львівщини.

4.2. Гідрохімічні дослідження техногенних вод шахт регіону

Дослідження ґрунтів шахти «Великомостівська» та підтериконових вод шахти «Межирічанська» ДП «Львіввугілля» (табл. 4.1, 4.2) підтвердили версію про значне техногенне навантаження шахт на довкілля прилеглих територій, зокрема ґрунти та ближні водні об'єкти. Свідченням цього є значний вміст валових форм сполук металів у ґрунтах поблизу шахт (табл.

4.1) та понаднормативні перевищення токсичних іонів у підтериконових водах шахти «Межирічанська» (табл. 4.2).

Таблиця 4.1 - Вміст водорозчинної та валової форм важких металів у ґрунтах поблизу відвалів шахт

№ з/п	Забруднювальна речовина	Вміст водорозчинної форми, мг/кг	Вміст валової форми, мг/кг
1	Fe _{заг.}	0,05	16,2
2	Mn	28,5	181,4
3	Cu	0,02	1,3
4	Pb	0,06	5,9
5	Cd	0,018	0,27
6	Zn	0,03	0,24
7	Cr	0,01	2,8
8	Ni	0,9	4,6
9	Co	0,09	0,14
10	Hg	-	0,026
11	Сульфати	163	-
12	Хлориди	283	-

На дослідженій території тип шахтних вод переважно хлоридно-гідрокарбонатний натрієвий з мінералізацією від 2,5 до 9 г/дм³ [19]. Підтериконові води шахти «Великомостівська» за рН < 7 свідчать про міграційні процеси іонів важких металів у кислому середовищі.

Ґрунти поблизу підтериконових вод породних відвалів насичені аніонами кислот (сульфатами, хлоридами), а також продуктами розкладу піритів, як сполуками феруму, мангану, купруму, нікелю, плюмбуму, так і йонами інших важких металів (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Вміст поліютантів у водах териконів шахти «Межирічанська»

№ з/п	Іони	Концентрація іонів, мг/дм ³	С / ГДК
1	Fe _{заг.}	5,836	58
2	Mn	59,97	5997
3	Cu	0,040	40,3
4	Pb	0,133	13
5	Cd	0,021	42
6	Zn	0,148	14,8
7	Cr	0,032	6,4
8	Ni	0,401	40
9	Co	0,159	16
10	Ca	591,18	3,3
11	Mg	687,04	17
12	Хлориди	524,9	1,8
13	Сульфати	2449,66	24,5
Загальний показник екологічної небезпеки $\sum EN = C / ГДК$			6274

Розраховано значення перевищень нормативних значень речовин-поліютантів (С / ГДК) та суму перевищень ($EN = 6,274 \times 10^3$), як рівень екологічної небезпеки (ЕН) підтериконових вод шахти «Межирічанська», що є підтвердженням їх високого екологічного навантаження на природні системи (підземні та поверхневі водні джерела, ґрунти та біоту пов'язаних компонентів навколишнього середовища).

4.3. Якість води рік Рати та Західного Бугу

В літньо-осінній період 2020 року нами були проведені лабораторні дослідження якості води рік Рати та Західного Бугу з огляду на техногенну ситуацію в регіоні Червоноградського гірничопромислового комплексу за останні роки. Дослідження передбачали визначення гідрохімічних показників токсичних речовин, зокрема якісні та кількісні показники вмісту у воді іонів важких металів: Cr, Cu, Pb, Mn, Co, Cd, Zn, Hg тощо.

Результати попередніх років досліджень свідчили (рис. 4.1) про перевищення норм концентрацій багатьох визначених важких металів для водойм рибогосподарських водокористування [24], що є порушенням водоохоронного законодавства.

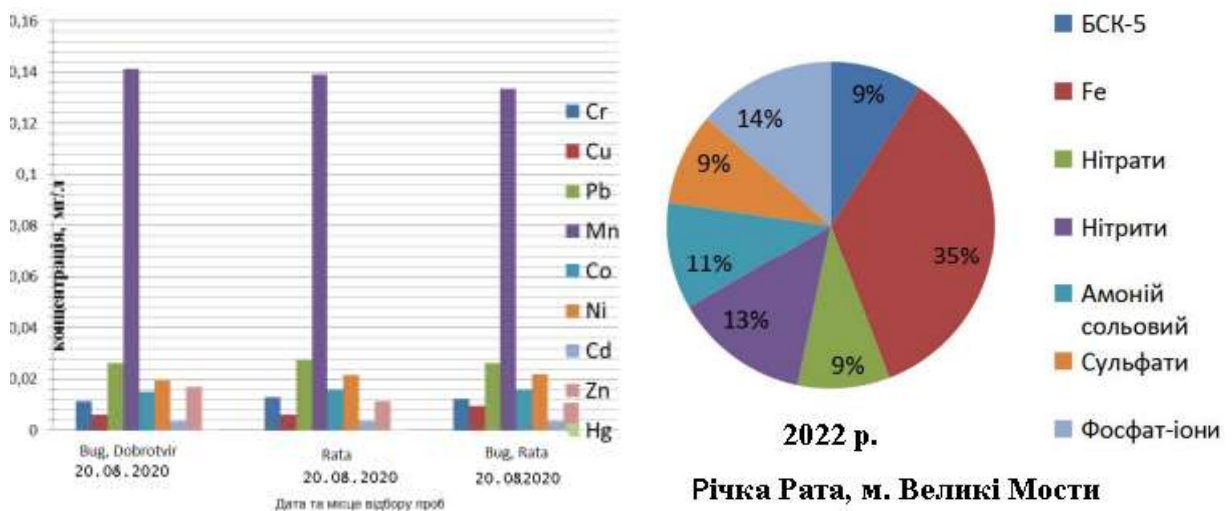


Рис. 4.1 – Діаграми поллютантів р. Рати в різних створах

Проведення оперативного планового моніторингу оцінювання якості поверхневих вод в басейні р. Західний Буг, як основної життєдайної водної артерії регіону – вкрай необхідне та важливе завдання на сьогодні.

Державний моніторинг поверхневих вод (2020 р.) в басейнах ріки Західний Буг на території Львівської області на базі лабораторії Львівської ГГМЕ здійснювали у весняно-літній період.

Також здійснювали дослідження і на базі Держуправління охорони навколишнього природного середовища в Львівській області на основі регіональної програми моніторингу довкілля. Так, в 3 кварталі за 2020-2021 р. та додатково у 2022 р. було здійснено відбір проб поверхневих вод з річок басейну Західного Бугу в створах: м. Кам'янка-Бузька, м. Добротвір і м. Сокаль, а також р. Рата – у м. Великі Мости та с. Межиріччя.

Порівняння попередніх та наступних досліджень якісних показників проб поверхневих та підземних вод Львівської гідрогеолого-меліоративної експедиції (ГГМЕ) за період 2020 та 2022 р.р. дало можливість встановити динаміку зміни забруднень досліджуваних об'єктів внаслідок впливу прилеглих шахт.

Очевидно, що такий вплив є наслідком того, що терикони розміщені в заплаві Західного Бугу та Рати характеризуються високо-проникаючими піщаними та супіщаними відкладами [16], а підвищений вміст піриту в породі сприяє самозайманню териконів, приводить до формування ореолів закислених підтериконових вод, які потребують нейтралізації. Крім того, в піриті є підвищений вміст сполук гідраргірису та арсену.

Здійснювали контроль якісного стану вод за гідрофізичними, гідрохімічними та радіологічними показниками для рік Західний Буг та Рата впродовж 2020-2022 року.

Основні гідрофізичні показники якості води – температура і прозорість середовища, як показники інтенсивності продукційних процесів. Ця залежність має прямо пропорційний характер [23].

Особливо слід виділити важливість температурного показника. Для водних об'єктів існує пряма залежність від нього. Характеристики водного об'єкту варіюють, в першу чергу, саме від температурних змін.

Протікання більшості біохімічних реакцій у водному середовищі залежить від якісних показників та концентрації органічних та неорганічних речовин. Здатність цих компонентів до розсіювання / поглинання сонячних променів диференціюється із показниками прозорості води. Саме цей показник є наступною важливою гідрофізичною характеристикою водної системи.

Якісні характеристики р. Західний Буг у 3-х створах, а також у її притоці р. Раті (2-х створах) за 2020-2022 роки наведено в таблиці 4.4.

За результатами досліджень температурний показник в усіх створах коливається в межах 17 - 25,5 °С. Якщо в 2020 році температура води у створах була в межах 17 - 22 °С, то в 2021 р. – від 17 до 19 °С, а вже в 2022 р. діапазон температур відповідав інтервалу 18 - 20 °С.

Таблиця 4.4 - Гідрофізичні показники якості води об'єктів басейну Західного Бугу у створах за 2020-2022 роки

Показники якості води	Одиниці вимірювання	2020 рік	2021 рік	2022 рік
р. Західний Буг (м. Кам'янка-Бузька)				
Температура	°С	21,0	17,0	18,0
Прозорість	см	16,5	18,0	18,0
Добротвірське водосховище, нижній б'єф				
Температура	°С	22,0	18,0	19,0
Прозорість	см	17,0	19,0	18,0
р. Західний Буг (м. Сокаль)				
Температура	°С	21,0	18,0	18,0
Прозорість	см	15,5	16,0	16,0
р. Рата (м. Великі Мости)				
Температура	°С	18,0	19,0	20,0
Прозорість	см	24,5	25,0	24,0
р. Рата (с. Межиріччя)				
Температура	°С	17,0	18,0	18,0
Прозорість	см	21,0	22,0	21,5

В цілому гідрофізичні показники вод р. Західного Бугу за 2020-2022 роки суттєво не змінилися, а показники прозорості води навіть дещо зросли.

У створі р. Західний Буг (м. Сокаль) було зареєстроване найменше значення прозорості води – 15,50 см за 2020 рік. Найбільше значення цього показника – 25,0 см було в створі р. Рати у м. Великі Мости за 2021 рік. Загалом показники прозорості річки впродовж 2020-2022 років були вищими, ніж відповідні показники р. Західний Буг за цей період.

Хороші показники вод після їх водопостачання передбачають їх якісні характеристики, незмінні протягом певного періоду. Однією з визначних інтегральних характеристик природних вод є їх хімічний склад. Природні та антропогенні чинники формують та змінюють його. Переважно результати аналізу води на практиці мають вирішальне значення, дозволяючи встановити придатність джерела для питного, або ж технічного водопостачання. Вони виявляють у воді шкідливі для організмів іони або сполуки, токсичні елементи, аніони кислот, або бактерії, паразити, які сприяють корозійним процесам, або захворюванням тощо.

В таблицях 4.5 - 4.6 приведені основні хімічні показники (загальні та специфічні), зокрема, специфічними є: активна реакція води, концентрації азотовмісних речовин, розчинених у воді газів, жорсткість, лужність, а також хлориди, сульфати, іони феруму, мангану та інші.

Перерахуємо також загальні хімічні показники якості вод: біохімічне споживання кисню (БСК), хімічне споживання кисню (ХСК), нітрогенвмісні іони (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-), завислі речовини, показник середовища рН, твердість води та вміст солей [39].

Моніторинг поверхневих вод (гідрохімічне та радіаційне забруднення) проводили по трьох створах в межах басейну р. Західний Буг. Результати досліджень показників та кількості забруднювальних речовин в басейні ріки за 2020-2022 роки представлено в таблиці 4.5, а її притоки, р. Рати – в таблиці 4.6.

Таблиця 4.5 – Показники якісного стану води об'єктах басейну р. Західного Бугу (2020 - 2022 р.)

Найменування показника забруднення	Одиниця вимірювання	Концентрації забруднень за III квартал по роках			ГДК
		2020	2021	2022	
р. Західний Буг (м. Кам'янка-Бузька)					
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	4,71	3,52	4,65	3
ХСК	мгО/дм ³	34,69	15,82	16,7	15
Сухий залишок	мг/дм ³	583,60	664,6	328	1000
Сульфати	мг/дм ³	86,62	155,83	31,32	100
Хлориди	мг/дм ³	46,21	31,94	45,17	300
Азот амонійний	мг/дм ³	0,47	0,47	3,12	2
Розчинений кисень	мгО/дм ³	5,05	4,11	8,71	≥4
рН	одиниці рН	7,80	7,8	8,12	8,50
Завислі речовини	мг/дм ³	24,51	23,06	22,21	-
Твердість	мг-екв/дм ³	5,30	6,05	5,02	6,50
Добротвірське водосховище (м. Добротвір)					
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	8,82	5,44	2,43	3
ХСК	мгО/дм ³	37,72	32,13	12,61	15
Сухий залишок	мг/дм ³	485,12	535,62	447,2	1000
Сульфати	мг/дм ³	39,51	74,10	34,61	100
Хлориди	мг/дм ³	49,62	30,11	38,23	300
Азот амонійний	мг/дм ³	0,56	0,52	0,51	2
Розчинений кисень	мгО/дм ³	8,80	7,20	5,3	≥4
рН	одиниці рН	7,12	8,00	7,82	8,50
Завислі речовини	мг/дм ³	27,1	22,00	24,00	-
Твердість	мг-екв/дм ³	5,50	6,10	6,20	6,50
р. Західний Буг (м. Сокаль)					
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	4,70	4,21	2,97	3
ХСК	мгО/дм ³	20,40	17,52	14,06	15
Сухий залишок	мг/дм ³	512,50	495,33	347	1000
Сульфати	мг/дм ³	60,50	85,00	35,10	100
Хлориди	мг/дм ³	47,80	53,10	38,21	300
Азот амонійний	мг/дм ³	0,05	0,78	0,27	2
Розчинений кисень	мгО/дм ³	7,80	5,50	4,23	≥4
рН	одиниці рН	7,70	8,64	8,0	8,50
Завислі речовини	мг/дм ³	17,52	21,05	23,00	-
Твердість	мг-екв/дм ³	4,00	5,00	6,20	6,50

В результатах досліджень за 2020 р. виявлено перевищення показників БСК₅, ХСК (ГДКв для використання у господарсько-побутових цілях) у створах об'єктів: м. Кам'янка-Бузької (БСК₅ ~ 1,61 ГДК; ХСК - 2,30 ГДК); - м. Добротвору (БСК₅ ~ 2,89 ГДК; ХСК ~ 2,51 ГДК) і м. Сокаля (БСК₅ ~ 1,59 ГДК; ХСК ~ 1,41 ГДК).

У 2020 р показники у створах були в таких межах, не перевищуючи значень ГДК: сульфати (39,51 - 86,62 мг/дм³), хлориди (46,21 - 49,62 мг/дм³), сухий залишок (485,12 – 583,60 мг/дм³), азот амонійний (0,05 - 0,56 мг/дм³), рівень рН (7,12 - 7,80), розчинений кисень (5,05 – 8,80 мгО/дм³) та твердість (4,00 – 5,50 мг-екв/дм³)

Найбільше значення за 2020 р. мав показник кількості завислих речовин, що у створі Добротвірського водосховища (27,1 мг/дм³), а найнижчі значення – у створі м. Сокаля (17,52 мг/дм³).

Зниження якості води щодо БСК₅ і ХСК пояснюється зниженням неефективності роботи очисних споруд підприємств та ВКГ міст. Тому кількість недоочищених стічних вод і, відповідно, концентрація забруднюючих речовин зросли в поверхневих водах Західного Бугу.

За показниками 2021 року відповідні показники та концентрація забруднюючих речовин (БСК₅, ХСК, сульфатів і розчиненого кисню) трьох створів дещо знизилися порівняно з 2020 р.

Однак в цьому ж 2021 році було зафіксовано найбільшу кількість перевищень ГДК у пробах води в басейні ріки. Зокрема, більше перевищень ГДК спостерігали по наступних показниках: БСК - в 1,2 – 1,8 рази (Кам'янка-Бузька - Добротвір) та перевищення ХСК було в Добротворі (в 2 рази) та в м. Кам'янці-Бузькій (не суттєве), а в м. Сокалі спостерігали невеликі перевищення як ХСК, так рН.

Концентрація завислих речовин, що була не надто високою, у створах пунктів спостереження суттєво не відрізнялася: 21,05 мг/дм³ – у м. Сокаль; 22,0 мг/дм³ – для м. Добротвору та 23,0 мг/дм³ – Кам'янки-Бузької.

Слід зазначити, що інші показники вод трьох створів були в межах норм: сухий залишок – від 495,33 до 664,6 мг/дм³; хлориди – від 30,11 до 53,10 мг/дм³; розчинений кисень – від 4,11 до 7,2 мг О/дм³; показник твердості – від 5,00 до 6,10 мг-екв/дм³.

Стосовно показників 2022 р. спостерігали тенденцію до росту показників для м. Кам'янка-Бузька:

- БСК₅ – в 1,6 ГДК;
- ХСК – в 1,1 ГДК;
- азоту амонійного – 0,77 ГДК.

За іншими показниками спостерігали у створах покращення порівняно з 2020 роком: зниження вдвічі показників сухого залишку та у 5 раз сульфатів у Кам'янці-Бузькій. Показники сухого залишку в Сокалі та Добротворі зменшилися відповідно до 347 і 447,2 мг/дм³, а сульфатів – у 2,4 рази в Сокалі та у 2 рази – у Добротворі).

Проаналізовано, що забруднюючі речовини / показники у 2021 р. не перевищують (або ж не суттєво більші) норм):

- м. Кам'янка-Бузька: БСК₅ – 3,52 мг/дм³, ХСК – 15,82 мг/дм³, хлориди – 45,17 мг/дм³ та твердість – 5 мг/дм³.

- м. Добротвір: хлориди – 38,23 мг/дм³, азот амонійний – 0,52 мг/дм³, розчинений кисень – 5,3 мг О/дм³, твердість – 6,2 мг/дм³.

- м. Сокаль: БСК₅ – 2,97 мг/дм³, ХСК – 14,06 мг/дм³, хлориди – 38,21 мг/дм³, азот амонійний – 0,27 мг/дм³, завислі речовини – 23 мг/дм³ і твердість – 6,2 мг-екв/дм³.

Зростання концентрації сульфатів у 2021 р. порівняно з 2020 р. в створі м. Кам'янка-Бузька становило 1,6 ГДК, тоді як по інших створах теж зросло, але було в межах норм.

Характеризуючи гідрохімічні показники за 2021-2022 р. бачимо, що якісні показники р. Західного Бугу загалом дещо покращилися, проте деякі зазначені показники перевищують ГДК (~ в 2 рази).

Таким чином, підсумовуючи результати для води створу м. Кам'янки-Бузької, ми спостерігали збереження тенденції (в рамках норми) до росту показників БСК₅, ХСК та вмісту хлоридів, нітрогену амонійного, рівня рН і зниження вмісту завислих речовин. У всіх створах за період 2021-2022 р. відбувається спадання показників сульфатів, сухого залишку, і твердості.

Таблиця 4.6 - Гідрохімічні показники якості води у створі р. Рати (2020-2022 р.)

Найменування показника забруднення	Одиниця вимірювання	Концентрації забруднень за III квартал / роки			ГДК
		2020	2021	2022	
р. Рата (м. Великі Мости)					
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	1,38	1,25	3,3	3
ХСК	мгО/дм ³	20,2	18,10	19,8	15
Сухий залишок	мг/дм ³	328,3	330,20	335,3	1000
Сульфати	мг/дм ³	20,5	20,80	21,0	100
Хлориди	мг/дм ³	29,61	26,40	27,0	300
Розчинений О ₂	мгО/дм ³	6,43	7,80	7,5	≥4
рН	одиниці рН	7,90	7,80	7,7	8,50
Завислі речовини	мг/дм ³	22,0	19,0	24	-
Твердість	мг-екв/дм ³	5,3	5,7	5,8	6,5
р. Рата (с. Межиріччя)					
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	1,35	1,20	2,7	3
ХСК	мгО/дм ³	29,2	27,5	30,5	15
Сухий залишок	мг/дм ³	321,2	323,10	325,0	1000
Сульфати	мг/дм ³	15,2	15,40	16,2	100
Хлориди	мг/дм ³	25,9	24,30	25,6	300
Розчинений О ₂	мгО/дм ³	9,5	9,90	8,2	≥4
рН	одиниці рН	8,0	7,90	7,8	8,50
Завислі речовини	мг/дм ³	24,0	22,0	23	-
Твердість	мг-екв/дм ³	5,7	5,8	5,8	6,5

За період 2020-2022 років були також проведені дослідження фізико-хімічних показників та вмісту іонів (головних та специфічних) р. Рати у створах двох вищезазначених населених пунктів. Згідно результатів таблиці

4.6, фізико-хімічні показники перебувають в межах норм, крім ХСК (стабільно перевищення) та БСК₅ (в 2022 р., м. Великі Мости).

У 2021 р., порівняно з попереднім, бачимо невелике зростання сухого залишку, сульфатів та розчиненого кисню, а також зниження показників: БСК₅, ХСК (крім 2022 р.), коливання (почергового незначного зростання, або спадання) хлоридів, показника рН, завислих речовин та твердості.

За зазначений період досліджень можна виокремити незначні коливання концентрацій таких речовин (без перевищень ГДК): зниження хлоридів – від 29,6 до 26,4 мг/дм³; завислих речовин – від 22 до 19 мг/дм³ (Великі Мости) та сульфатів -16,9 до 15,4 мг/дм³ (Межиріччя). Значення решти показників в обидвох пунктах спостережень у незначній мірі зростають.

Усі показники в 2022 р., крім розчиненого кисню та рН, несуттєво зростають (в межах норм), що свідчить про певний вплив антропогенних чинників на якість води за фізико-хімічними показниками.

Беручи до уваги зміну значень показників за 2020-2022 р.р. можна зробити висновок, що стан р. Рати спершу (2021 р.) в цілому дещо покращився, проте такі коливання в наступному 2022 р. (спершу – зменшення, а наступного року – збільшення), кардинально не міняють ситуацію з екологічним навантаженням на біогеосистеми. Тому доцільно було далі досліджувати вплив різних іонів, зокрема важких металів та аніонів шахтних вод, як одного з важливих чинників антропогенного навантаження на регіон досліджень.

Результати показників сольового складу стічних вод р. Західний Буг (за 2020-2022 р.р.) наведені в таблиці В.1, а дані щодо притоки Рати - в таблиці В.2 (дод. В).

Результати досліджень (табл. В.1) вказують, що за сольовим складом в р. Західний Буг стан води відповідає задовільному. За 2020 рік у всіх створах зафіксовано перевищення нормативних показників амонію NH₄⁺, Fe^(2+,3+),

інших важких металів (цинку, хрому та мангану), а також NO_2^- та PO_4^{3-} - іонів, зокрема: амонію – 12,2 ГДК; феруму – 3,9 ГДК; цинку – 9 ГДК, хрому – 2,1 ГДК та мангану – 9 ГДК, нітритів – 7,6 ГДК; фосфат-іонів – 3,3 ГДК (у м. Кам'янці-Бузькій);

амонію – 1,4 ГДК; феруму – 1,5 ГДК; цинку – 7,7 ГДК, хрому – 6,7 ГДК та мангану – 1,3 ГДК, нітритів – 3,1 ГДК; фосфат-іонів – 3,7 ГДК (у м. Добротворі);

амонію – 2,08 ГДК; феруму – 5,4 ГДК; цинку – 6,7 ГДК, хрому - 3 ГДК та мангану – 3,7 ГДК, нітритів – 3,5 ГДК; фосфат-іонів – 2,6 ГДК (у м. Сокалі).

Концентрації лужних іонів, кальцію, магнію, та інших іонів, що обумовлюють твердість, а також нітрат-іонів – в межах норми.

За період 2021 року відбулися наступні зміни показників води для проб води Західного Бугу трьох вищевказаних створів міст:

- Кам'янці-Бузькій (NH_4^+ – 5,5 ГДК; $\text{Fe}_{\text{заг}}$ – 4,5 ГДК; цинку – 10 ГДК, хрому – 2,8 ГДК та мангану – 13 ГДК, нітрит-іонів – 16,5 ГДК);

- Добротворі (NH_4^+ – 0,9 ГДК (без перевищень норми); $\text{Fe}_{\text{заг}}$ – 2,9 ГДК; цинку – 8,5 ГДК, хрому – 6,8 ГДК та мангану – 1,3 ГДК, нітритів – 6 ГДК);

- Сокалі (амонію – 3 ГДК; $\text{Fe}_{\text{заг}}$ – 4,2 ГДК; цинку – 7 ГДК, хрому – 3,2 ГДК та мангану – 4,5 ГДК, нітритів – 7,3 ГДК).

Як і за попередній рік, показники інших іонів у 2021 р. відповідають нормам. Крім цього, суттєво знизилася концентрація ортофосфат-іонів у всіх створах (в 10 раз - Кам'янці-Бузькій; у 5,8 раз – Добротворі та 15 раз – у Сокалі).

За результатами досліджень якості та показники вод у 2022 р. у деяких пунктах спостереження змінюються в бік покращення, або ж погіршення порівняно з попередніми роками, зокрема: м. Кам'янка-Бузька (амоній – 5 ГДК; загального заліза – 28 ГДК; цинку – 12 ГДК, хрому – 3 ГДК та мангану – 15 ГДК, нітритів – 16,5 ГДК); м. Добровір (Fe^{2+} , $^{3+}$ – 5,3 ГДК; цинку – 8,7

ГДК, хрому – 7 ГДК та мангану – 1,5 ГДК, нітритів – 5 ГДК); м. Сокаль (Fe^{2+} , $^{3+}$ – 2,8 ГДК; цинку – 7,2 ГДК, хрому – 3,1 ГДК та мангану – 5,9 ГДК, нітритів – 9,6 ГДК; фосфат-іонів – 1,1ГДК, тобто зростання в 6,5 раз порівняно з попереднім роком).

За останній рік у створах досліджень виявлено зниження вмісту (в межах ГДК) іонів K^+ , Na^+ , Mg^{2+} та NO_3^- , проте зростання концентрації Ca^{2+} -іонів, порівняно з попередніми роками (крім створів м. Сокаля) та збільшення фосфат іонів, порівняно з 2021 р. (у 3 рази - для Кам'янки-Бузької та 1,4 – Добротвору). Тільки у Сокалі, на відміну від інших пунктів, спостерігали концентрацію амонійних іонів, що відповідала нормам.

Водночас, показники таких видів забруднювальних іонів (NH_4^+ , $\text{Fe}^{2+/3+}$, цинку, хрому, мангану, NO_2^- , дещо знижуючись, або зростаючи з року в рік, все ж суттєво (крім Mn^{2+}) в Добротворському водосховищі) перевищують граничнодопустимі концентрації за період досліджень.

Аналогічно попереднім дослідженням було проведено аналіз сольового складу р. Рати в період 2021-2022 років. Результати досліджень представлено в таблиці В.2 (дод. В).

Водночас, води р. Рати у контрольних створах м. Великі Мости та с.Межиріччя за 2021 і 2022 р. вирізняються кращими показниками якісного стану. Це підтверджують низькі значення концентрацій без перевищень норм, зокрема: іонів, що обумовлюють показник твердості ($5,7 \div 5,9$ мг-екв/дм³), Ca^{2+} ($98,2 \div 125,6$ (мг/дм³), Mg^{2+} ($8,8 \div 12,16$ мг/дм³); K^+ і Na^+ ($7,58 \div 7,68$ мг/дм³), нітратів ($3,35 \div 3,55$ мг/дм³), а також катіонів Mn^{2+} ($0,005 \div 0,006$ мг/дм³) і фосфатів ($0,12 \div 0,37$ мг/дм³).

Виокремлюючи перевищення нормативних значень забруднюючих іонів у період досліджень (2021 - 2022 р.), спостерігали відповідні концентрації у створах обох пунктів спостереження:

- амонію ($1,24 \div 3,3$ ГДК у 2021 р. і $3,4 \div 3,5$ ГДК у 2022 р.);
- феруму ($20 \div 29$ ГДК у 2021 р. та $35 \div 36$ ГДК у 2022 р.);

- цинку (2 ÷ 4 ГДК у 2021 р. та 3 ÷ 5 ГДК у 2022 р.);
- хрому (2 ÷ 6,6 ГДК у 2021 р. та 3 ÷ 6,7 ГДК у 2022 р.);
- мангану (1,2 ÷ 1,6 ГДК) в с. Межиріччя;
- нітритів (3,75 ÷ 10,6 ГДК у 2021 р. та 4,5 ÷ 11 ГДК у 2022);

Таким чином, підсумовуємо, що якісні показники води р. Рати за 2022 р. у зазначених створах населених пунктів були гіршими, порівняно з 2021 роком.

Здійснювали також аналіз стану водних об'єктів (річок Західний Буг та Рати) за радіологічними показниками (вміст Цезію-137 та Стронцію-90) за 2020-2022 роки, результати якого представлено в табл. 4.7.

Таблиця 4.7 - Радіологічні показники р. Західний Буг та Рати (2020-2022 р.р).

Найменування радіобіологічного показника забруднення	Одиниця вимірювання	Показник забруднень за III квартал по роках			Питома активність, Бк/дм ³
		2020	2021	2022	
р. Західний Буг (м. Кам'янка-Бузька)					
Цезій-137	Бк/дм ³	0,32	0,44	0,51	2
Стронцій-90		0,90	0,67	0,49	1,48
Добротвірське водосховище (м. Добротвір н/б)					
Цезій-137	Бк/дм ³	0,39	0,52	0,65	2
Стронцій-90		1,25	0,50	0,43	1,48
р. Західний Буг (м. Сокаль)					
Цезій-137	Бк/дм ³	0,41	0,37	0,27	2
Стронцій-90		0,31	0,27	0,26	1,48
р. Рата (м. Великі Мости)					
Цезій-137	Бк/дм ³	0,37	0,35	0,41	2
Стронцій-90		1,1	1,15	1,01	1,48
р. Рата (с. Межиріччя)					
Цезій-137	Бк/дм ³	0,42	0,35	0,41	2
Стронцій-90		1,18	1,21	1,23	1,48

Результати аналізування радіологічних характеристик досліджуваних водних об'єктів свідчать про їх безпеку та радіаційну стабільність, що підтверджується нижчими концентраціями радіоактивних Цезію-137 та Стронцію-90, порівняно з їх ГДК, зокрема: межі для Цезію-137 це – $0,27 \div 0,65$ Бк/дм³ і Стронцію-90 – $0,9 \div 1,25$ Бк/дм³ (р. Західний Буг). Відповідні значення показників для р. Рати (2020-2022 р.) у створах: Стронцію-90 не перевищуючи граничнодопустимих норм, що свідчить про стабільний радіаційний стан вод. При порівнянні даних концентрацій радіоактивних елементів цезію і стронцію спостерігається деяка тенденція до збільшення їх активності, що пов'язано з їх розпадом.

Порівняльний аналіз стану водних об'єктів в період 2021-2022 р.р. з визначенням тенденції щодо його зміни за гідрохімічними та радіологічними показниками показує, що стан рік Західний Буг та Рати в цілому не покращився, а за показниками БСК₅ і ХСК, низки іонів важких металів, аніонів кислот навіть погіршився.

Характеристики забрудненості вод Західного Бугу та його притоки Рати у контрольних створах представлено в табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Значення коефіцієнтів забрудненості на профілі Західного Бугу та річці Раті (2021 р.)

№ з/п	Місцезнаходження створу	Середнє значення КЗ	Клас якості води	Категорія води за ступенем забруднення
1	р. Зах. Буг, м. Кам'янка- Бузька	2,75	2	помірно забруднена
2	р. Зах. Буг, м. Добротвір	2,53	3	помірно забруднена
3	р. Зах. Буг, м. Сокаль	2,34	3	слабко забруднена
4	р. Рата, м. Великі Мости	1,46		слабко забруднена
5	р. Рата, с. Межиріччя	1,41		слабко забруднена

Протягом 2021-2022 років якість води у пунктах спостережень на р. Західний Буг (м. Кам'янка-Бузька, м. Добротвір) була «помірно забрудненою». Внаслідок процесів самоочищення у створах р. Західний Буг (м. Сокаль) та р. Рати (м. Великі Мости і с. Межиріччя) воду охарактеризовано як «слабко забруднену».

4.4. Шляхи вирішення проблем екологічного навантаження

Серед основних джерел забруднень поверхневих вод вирізняють: недоочищені комунальні (муніципальні) стоки урбанізованих міст та приміських зон; емісію органічних забруднень агропромислового комплексу та переробних підприємств галузі та техногенні води шахт та териконів.

Процес емісії токсикантів, зокрема, важких металів у гідросферу супроводжується їх накопиченням в шарах біосфери, часто викликаючи локалізування вторинних забруднень [12, 21] та порушуючи гомеостаз екосистем.

Рівень забруднень поверхневих вод Західного Бугу сполуками важких металів, хлорорганічними сполуками різного гатунку, що використовують господарства АПК (пестициди, та інші засоби для покращання врожайності), на сьогодні залишається досить високим [15, 22].

Неефективна робота застарілого обладнання очисних споруд промислових підприємств та водопровідно-каналізаційних господарств міст (Львова, Кам'янки-Бузької, Сокаля, Добротвірської ТЕС) та інших населених пунктів, що пролягають вздовж русел приток, додатково призводять до збільшення антропогенного навантаження на поверхневі води р. Західний Буг та її приток [25, 30].

Тому покращення якісного стану басейну Західного Бугу та стабілізування його екологічного стану є передбачає заходи оновлення та модернізування систем очищування муніципальних стоків великих міст та

населених пунктів, а також проведення діагностичного моніторингу масивів поверхневих вод та стоків, що потрапляють до них.

Важливими є також кроки від носіїв антропогенезу, підприємств, що сприяють мінімізуванню екологічного навантаження та забезпечення екологічної рівноваги природних систем (рис. 4.2).

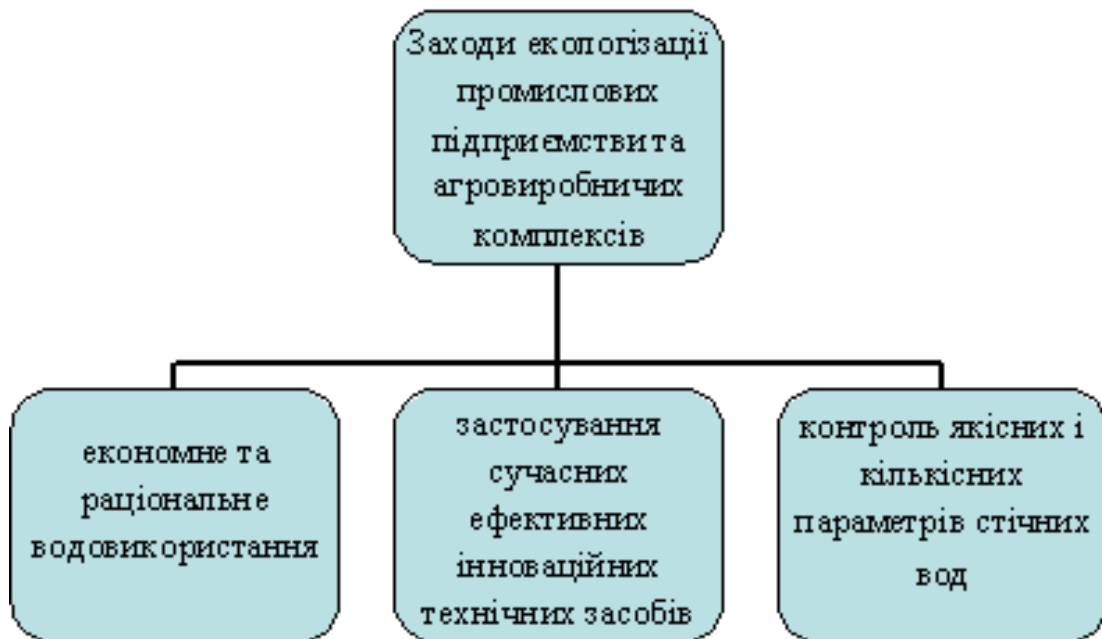


Рис. 4.2 – Схема екологізації виробничих комплексів

Покращення якісних показників водних об'єктів та систем (басейнів рік) передбачає цілісний комплекс вирішень проблем великих регіонів, навіть на рівні держав. Прикладом такої співпраці на сьогодні є започаткований діючий міжнародний проєкт «Clean Baltic Source – Очищення стічних вод у Львівській та Волинській областях», що передбачає вирішення низки проблем, в тому числі допомога громадам знизити рівень забруднень басейну р. Західний Буг на території України за рахунок технічних рішень модернізування та переформатування ефективності управлінських моделей стосовно підприємств, задіяних у очищенні стічних вод [24].

Однак, має бути чітке розуміння суспільства стосовно комплексності вирішення проблеми поводження з рідкими та твердими відходами. Один,

навіть успішний проєкт не вирішить старих проблем регіону, зокрема повного відновлення якості річкових вод та суттєвого покращення їх якісного стану.

Згідно концепції вдосконалення екологічної політики щодо водного басейну Західного Бугу пріоритетними напрямками роботи мають стати (рис. 4.3):

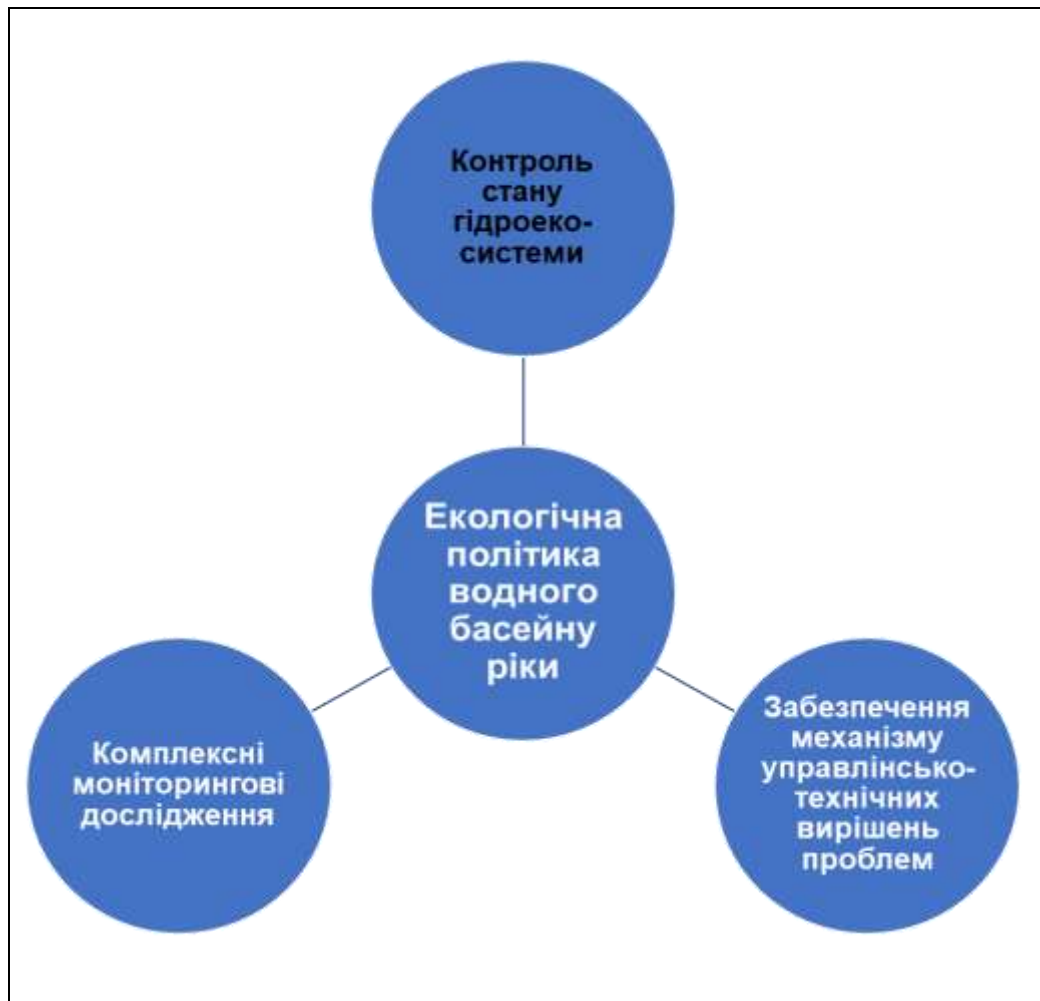


Рис. 4.3 – Алгоритм вирішень екологічних проблем регіону

На цьому етапі однозначно вирішальною є дієвість як органів влади, територіальних громад на місцях, підприємств та установ, так і громадськості до питань залучення інвестиційних коштів, контролювання їх руху для імплементування задіяних новітніх екологічних технологій.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Стан охорони праці

Основні положення з охорони праці в Україні встановлені і регламентовані відповідними законодавчими і нормативно-правовими документами. Згідно статті 4 Закону України «Про охорону праці» одним із найважливіших державних принципів є задекларований обов'язок власника створювати безпечні та нешкідливі умови праці на його підприємстві. Однак травматизм в межах держави залишається високим, що свідчить про незадовільний рівень організації з контролю та нагляду за станом охорони праці в формуваннях різних форм власності та видів діяльності.

Одним із пріоритетних прав у суспільстві є право громадянина на працю та її охорону. Згідно статті 4 Закону України «Про охорону праці» одним із найважливіших державних принципів є задекларований обов'язок власника створювати безпечні та нешкідливі умови праці на його підприємстві. Однак травматизм в межах держави залишається високим, що свідчить про незадовільний рівень організації з контролю та нагляду за станом охорони праці в формуваннях різних форм власності та видів діяльності [8].

Розроблений розділ має за мету проаналізувати існуючий стан охорони праці і розробити пропозиції, які підвищать безпеку праці.

Фінансування охорони праці здійснює власник. На підприємствах, в галузях і на державному рівні у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України, створюються фонди охорони праці.

На власника також покладається обов'язок за свої кошти організувати проведення попереднього (при прийнятті на роботу) і періодичних (протягом трудової діяльності) медичних оглядів працівників.

Працівники із своїх коштів ніяких витрат на заходи щодо охорони праці не несуть.

Обов'язкові медичні огляди проводяться згідно з Положенням про медичний огляд працівників певних категорій, затвердженим наказом Міністерства охорони здоров'я України від 31 березня 1994 р. № 45.

Постановою Кабінету Міністрів України від 6 листопада 1997 р. № 1238 уведено обов'язковий профілактичний наркологічний огляд працівників, які під час виконання своїх функціональних обов'язків повинні використовувати певні види сировини, речовини і матеріалів.

Закон “Про цивільну оборону України” від 3 лютого 1993 року передбачає право кожного на захист свого життя і здоров'я від наслідків аварій, катастроф, пожеж, стихійного лиха та на вимогу гарантій забезпечення реалізації цього права від Кабінету Міністрів України, міністерств та інших центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування, керівництва підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності і підпорядкування.

У статті 1 проголошено, що цивільна оборона України є державною системою органів управління, сил і засобів, що створюється для організації і забезпечення захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру.

Завданнями цивільної оборони України [8, 35] є:

- запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного походження і запровадження заходів щодо зменшення збитків та втрат у разі аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж та стихійного лиха;
- оповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій у мирний і воєнний часи та постійне інформування його про наявну обстановку;

- захист населення від наслідків аварій, катастроф, великих пожеж, стихійного лиха та застосування засобів ураження;
- організація життєзабезпечення населення під час аварій, катастроф, стихійного лиха та у воєнний час;
- організація і проведення рятувальних та інших невідкладних робіт у районах лиха і осередках ураження;
- створення систем аналізу і прогнозування управління, оповіщення і зв'язку, спостереження і контролю за радіоактивним, хімічним і бактеріологічним зараженням, підтримання їх готовності для сталого функціонування у надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часів;
- підготовка і перепідготовка керівного складу цивільної оборони, її органів управління та сил, навчання населення вмінню застосовувати засоби індивідуального захисту і діяти у надзвичайних ситуаціях.

У цьому законі в статті 12 розглядається забезпечення захисту людини від впливу радіонуклідів, що містяться в продуктах харчування, продовольчій сировині та питній воді.

Еколого-правове регулювання ґрунтується на нормах Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25 червня 1991 року, який передбачає мету, завдання, принципи та механізми забезпечення ефективного природокористування, охорони довкілля, забезпечення екологічної безпеки.

У лабораторії моніторингу вод та ґрунтів Львівської ГГМЕ в якій проводились дослідження, вирішення проблеми охорони праці покладено на службу охорони праці. За своїми функціями та завданнями ця служба прирівнюється до основних виробничих служб і підпорядкована безпосередньо начальнику експедиції. З метою виявлення причин виробничого травматизму та професійних захворювань спеціалісти служби разом із завідувачем лабораторії, головним спеціалістом та начальником проводять постійний аналіз травм, захворювань, отруєнь. Щорічно

розробляється і затверджується розділ «Охорона праці» в колективному договорі між профспівковою організацією та правлінням.

Лабораторія повинна бути обладнана засобами пожежогасіння, телефонним зв'язком, вентиляційною установкою, засобами індивідуального захисту (гумові рукавички, захисні окуляри та ін.), витяжними шафами, повинен бути загальний щит і рубильник. Роботу у лабораторії проводять виключно у халатах при дотриманні правил техніки безпеки.

Всі хімічні реактиви зберігають у скляній товстостінній посудині і мають етикетки з позначенням вмісту. Більшість кислот зберігають у скляних бутлях з гумовими пробками, заповненими не більше як на 90% загального об'єму [40].

Для розливання кислот та інших агресивних речовин застосовують скляні сифони з гумовими грушами.

Роботу з газоподібними, рідкими отруйними речовинами проводять в добре діючій витяжній шафі. Для роботи з отруйними речовинами робітнику лабораторії видають протигаз.

Завідуючий лабораторії розробляє рекомендації для роботи з електроприладами. Кваліфікована особа проводить інструктаж навчання з техніки безпеки при роботі з електроприладами. До роботи з електроприладами допускаються лише ті особи, які пройшли інструктаж і навчання, а також, ті які не мають медичних протипоказань.

У приміщенні лабораторії забороняється застосовувати електричні нагрівачі, прилади для обігріву приміщень і приготування їжі. Для завідуючого, обслуговуючого персоналу, працівників лабораторії проводиться інструктаж та навчання з питань охорони праці; проводять також перевірку знань з охорони праці. При потребі проводять позапланове навчання [8].

Завідуючий лабораторії займається розробкою комплексу організаційних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних заходів,

спрямованих на забезпечення здорових умов праці і запобіганню професійної захворюваності, розробляє робочий план для працівників.

Завідуючий лабораторії також звітується керівнику установи, якій підпорядкована лабораторія, про стан умов праці, про випадки травматизму чи інші нещасні випадки.

Основними факторами, котрі негативно впливають на організм людини в умовах виробничого середовища є: температура, вологість, пил, токсичні речовини, наявність вибухонебезпечних сумішей, рідин, газів, вібрація, шум, погане освітлення [35].

Для аналізу виробничого травматизму використаємо статистичний метод, який застосовується для визначення кількісних показників, котрі характеризують загальний рівень травматизму.

Аналіз виробничого травматизму і професійних захворювань в лабораторії здійснюється на основі актів про нещасний випадок (форма Н-1), професійні захворювання (звіти форми 7-ТВН).

5.2. Гігієна праці, техніка безпеки та дотримання правил пожежної безпеки в хімічних лабораторіях

В кожній хімічній лабораторії розроблена інструкція з техніки безпеки і охорони праці та пожежної безпеки. Також регулярно проводиться інструктаж з техніки безпеки, де в спеціальному журналі співробітники лабораторії підписуються. До роботи в лабораторії допускаються працівники, які пройшли інструктаж з техніки безпеки на робочому місці і здали іспит по техніці безпеки.

До роботи в лабораторії допускаються особи лише після інструктажу по техніці безпеки, протипожежних заходах і охороні праці. Забороняється працювати в лабораторії одній людині, обов'язкова присутність другої особи.

Роботи, пов'язані з виділенням шкідливих летучих речовин, проводяться тільки під витяжними шафами. Кількість шкідливих речовин в лабораторії не повинна перевищувати добової норми речовин. Нагрівання і перегонка горючих речовин проводиться на закритому вогні або водяній бані із зворотнім холодильником.

Забороняється в лабораторії виливати в каналізацію їдкі, ядовиті та вогненебезпечні рідини, попередньо їх не знешкодивши.

В лабораторії забороняється приймати чи зберігати продукти харчування, пиття. Категорично забороняється курити.

В хімічній лабораторії використовують для аналізів багато електроприладів. Забороняється працювати на несправних електроприладах, проводити самостійно їх ремонт [27].

В приміщенні лабораторії необхідно мати вогнегасник, пісок, покривало, запас води. При виникненні пожежі вміло їх застосовувати і дзвонити за телефоном 101.

При виявленні запаху газу необхідно відразу ж перекрити газовий кран, перевірити приміщення і викликати аварійну службу за телефоном 104.

Кожен працівник лабораторії повинен вміти надати потерпілому першу медичну допомогу.

Так, при пораненні склом потрібно влучити осколки із рани, обробити її йодом, перев'язати уражене місце.

При термічних опіках 1 і 2 ступені ураження місце присипати поташем (питтєвою содою), або обробити 36% етиловим спиртом.

При опіках хімічними речовинами: кислотою – обробляють рану 2% содовим розчином, лугом – обробляють слабким розчином оцтової кислоти.

При отруєнні розчином аміаку – потерпілий має пити слабкий розчин кислоти або лимонний сік, таким чином викликаючи блювання. Далі необхідно дати йому олію або масло.

При отруєнні парами сірчаної чи соляної кислот необхідно вивести потерпілого на свіже повітря [15].

При ураженні електричним струмом відключити прилад від електричної сітки, зробити масаж серця, провести штучне дихання.

В кінці робочого дня виключити всі електроприлади в лабораторії, виключити вентиляцію (загальну і місцеву), а також перевірити і відключити газ, воду, світло.

Співробітники лабораторії повинні працювати в спецодязі (білі халати). За працю в шкідливих умовах колектив лабораторії має отримувати молоко, а також певний процент надбавки до зарплати.

Основні правила безпеки при роботі в хімічній лабораторії [27]:

1) Забороняється допускати студентів, аспірантів і співробітників до роботи в лабораторії без ознайомлення із затвердженою і діючою інструкцією. Проходження інструктажу відзначається розписом в лабораторному журналі по техніці безпеки. Відповідальність за це несе керівник лабораторії.

2) Під час роботи в лабораторії дотримуйте чистоту, порядок і правила техніки безпеки, оскільки безладність, поспішність або неохайність в роботі часто призводять до нещасних випадків з важкими наслідками.

3) Забороняється в лабораторії пити воду, приймати їжу, палити.

4) Усі хімічні реактиви необхідно зберігати тільки у відповідному посуді з етикетками.

5) Студентам забороняється приступати до роботи, не погодивши плану роботи з керівником.

6) Після закінчення користування газом, водою і електроприладами лаборант перевіряє крани, якими користувалися і закриває їх і відключає електроприлади. Йдучи з лабораторії, перевіряє закінчення хімічних процесів, чи включені газ, вода і електричний струм на столах, під тягою і потім в зовнішніх шахтах.

7) Особи, що порушують правила безпеки, притягуються адміністрацією до відповідальності.

Інструкції по безпеці робіт з їдкими, вогне- і вибухонебезпечними речовинами мають бути детальнішими.

Наприклад, досить часто в лабораторії використовують ртутні термометри. У разі їх розбивання ртуть, проникаючи в щілини підлоги, випаровується, і її пари можуть послужити джерелом важких отруєнь. Тому треба додати наступне положення в інструкцію:

- пролиту ртуть збирають вакуум-піпеткою з пасткою. Для збирання ртуті можна також використовувати склянки Тищенко, підключені до вакуумного насоса, пензлики або пластини з міді. Необхідно обробити забруднені ртуттю поверхні 1% - ним розчином KmO_4 , та HCl , що підкисляє.

При роботі з концентрованими кислотами і лугами необхідно взяти до відома і внести до інструкції наступне:

- якщо кислота випадково пролита, то її спочатку засипають піском, щоб він ввібрав кислоту, потім пісок прибирають і місце, де була пролита кислота, засипають вапном або содою, після цього замивають водою і витирають насухо;

- пролиті концентровані розчини лугів також засипають піском або деревною тирсою, після їх видалення обробляють поверхню слабким розчином оцтової кислоти;

- забороняється злив в каналізацію кислот і лугів без попередньої їх нейтралізації.

При перенесенні кислот і лугів необхідно дотримувати правила:

- перенесення кислот однією людиною дозволяється у відповідному скляному посуді місткістю не більше 5 л в спеціальних кошиках;

- бутлі ємністю 5 л з кислотами і розчинами лугів повинні поміщатися в кошики, причому вільні проміжки мають бути заповнені соломою, або стружками, кошики повинні переноситися двома працівниками.

В кінці робочого дня виключити всі електроприлади в лабораторії, виключити вентиляцію (загальну і місцеву), а також перевірити і виключити газ, воду і світло [40].

Основні нормативні документи, що регламентують роботу із забезпечення пожежної безпеки об'єктів: Закон України "Про пожежну безпеку", стандарти, будівельні норми та правила, Правила пожежної безпеки та інше. Обов'язки керівника підприємства та інших посадових осіб щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкта та окремих дільниць виробництва.

Основні причини пожеж: порушення технологічних регламентів і несправність виробничого обладнання, іскри електро та газозварювальних робіт і необережне поводження з вогнем, іскри котельних та інших установок, порушення правил користування інструментами і електронагрівальними приладами. Заходи пожежної безпеки, яких необхідно дотримуватись перед початком роботи, під час роботи та по її закінченні з метою запобігання пожежам.

Утримання території підприємства, протипожежні розриви, джерела протипожежного водопостачання, протипожежний режим на об'єкті. Основні вимоги пожежної безпеки в будівлях і приміщеннях, при експлуатації електрообладнання, опалювальних приладів, систем вентиляції, при проведенні електро-газозварювальних, паяльних та інших вогневих робіт, при фарбуванні, знежирюванні та митті виробів і обладнання. Вимоги пожежної безпеки в лабораторіях, архівах, складських приміщеннях, гаражах, на складах зберігання хімічних речовин, паливно-мастильних матеріалів, при роботі з пожежо- та вибухонебезпечними матеріалами, у приміщеннях з масовим перебуванням людей (клубах, поліклініках, їдальнях тощо).

Основні вимоги до утримання шляхів евакуації, автоматичних систем пожежогасіння і автоматичної пожежної сигналізації. Призначення та місцезнаходження на об'єкті засобів пожежогасіння, протипожежного

обладнання та інвентарю (вогнегасники, внутрішні пожежні крани, бочки з водою, ящики з піском, стаціонарні установки пожежогасіння) [8].

З метою попередження нещасних випадків в лабораторії необхідно раціонально організувати робочі місця, ретельно дотримуватися санітарних норм праці і вимог технічної безпеки та пожежної безпеки.

Порядок утримання на об'єкті засобів пожежогасіння влітку та взимку [35]:

- правила використання вогнегасних засобів, протипожежного інвентарю і обладнання для пожежогасіння;

- засоби зв'язку і сповіщення про пожежу, що наявні на об'єкті, у цеху, місця розташування телефонів, пристроїв для подачі звукових сигналів пожежної тривоги;

- правила використання цих засобів у разі виникнення пожежі.

Дії працівників при виявленні в цеху чи на території об'єкта задимлення, загорання або пожежі полягає в наступному: порядок повідомлення про пожежу в пожежну охорону, газорятувальну та інші аварійні служби; організація зустрічі пожежних частин, команд чи добровільних пожежних дружин; виключення при необхідності технологічного обладнання, комунікацій, електроустановок та вентиляції; гасіння пожежі наявними на об'єкті засобами пожежогасіння, порядок включення стаціонарних установок, евакуації людей і матеріальних цінностей.

Для попередження виникнення пожеж у лабораторіях необхідно: використовувати лише стандартне електрообладнання; працювати з відкритим вогнем дозволяється лише у спеціально обладнаних витяжних хімічних шафах; куріння в лабораторіях дозволяється лише у спеціально облаштованих місцях.

У лабораторіях влаштовують спеціальні протипожежні перепони, тобто пристрої, які призначені для обмеження поширення пожежі. Дуже важливим

моментом при виникненні пожежі є рятування людей шляхом їх евакуації. В кожній лабораторії має бути план евакуації працівників на випадок виникнення пожежі. Усі працівники повинні бути ознайомлені із планом та правилами евакуації, а схеми виходу працівників із приміщень мають бути розміщені в доступних місцях. Працівники лабораторії повинні мати правила протипожежної безпеки і дотримуватися їх.

Для ліквідації невеликої пожежі використовують ручні вогнегасники, ця яких полягає в хімічних реакціях. Більш широке застосування знайшли пінні і вуглекислотні вогнегасники.

5.3. Цивільна оборона та захист населення від надзвичайних ситуацій

Методи інформування та оповіщення для захисту населення і території від надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру є основним і головним невід'ємним елементом усієї системи заходів такого захисту. Інформацію становлять відомості про прогнозовані або виниклі надзвичайні ситуації з визначенням їх класифікації, меж поширення і наслідків, а також способи і методи реагування на них.

До основних способів захисту населення від надзвичайних ситуацій відносять: завчасне інформування та оповіщення населення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій (створення та підтримка в постійній готовності систем локального та загальнодержавного оповіщення); створення і підтримка в постійній готовності систем спостереження та контролю (організація збору, аналіз інформації про стан навколишнього середовища, забруднення харчових продуктів, фуражу, води і ін.); укриття в захисних спорудах (створення фонду захисних споруд та підтримання їх в готовності до використання за призначенням); евакуаційні заходи (евакуація може бути загальною та частковою); інженерний захист (полягає в розробці генеральних планів та раціональному розміщенню об'єктів підвищеної небезпеки,

організація та будівництво протипаводкових, протизсувних, протилавинних та інших інженерних споруд спеціального призначення); медичний захист (заходи запобігання чи зменшення ступеня ураження людей, своєчасне надання медичної допомоги постраждалим від надзвичайних ситуацій) [8]; радіаційний, хімічний та біологічний захист (виявлення й завчасна оцінки обстановки, факторів ураження та своєчасне використання колективних та індивідуальних засобів захисту).

Оповіщення про загрозу виникнення надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру та постійне інформування населення про них забезпечуються шляхом [6, 7]: завчасного створення і підтримки в постійній готовності загальнодержавної і територіальних автоматизованих систем централізованого оповіщення населення; організаційно-технічного об'єднання територіальних систем централізованого оповіщення і системи оповіщення на об'єктах господарювання; завчасно створення й організаційно-технічного об'єднання із системами спостереження і контролю постійно діючих локальних систем оповіщення й інформування населення в зонах можливого катастрофічного затоплення, районах розміщення радіаційних і хімічних підприємств, інших об'єктів підвищеної небезпеки; централізованого використання загальнодержавних і галузевих систем зв'язку, радіо, телевізійного оповіщення, радіотрансляційних мереж та інших технічних засобів передачі інформації.

Центральні і місцеві органи виконавчої влади, виконавчі органи рад зобов'язані надавати населенню через засоби масової інформації оперативну і достовірну інформацію про стан захисту населення і території від надзвичайних ситуацій, про виникнення надзвичайних ситуацій, методи і способи їх захисту, використання заходів для забезпечення безпеки.

Медичний захист населення є складовою частиною комплексу медичних заходів цивільної оборони. Він має за мету на основі прогнозування можливої небезпеки для здоров'я людей попередити або

послабити дію факторів ураження на них іонізуючого випромінювання, отруйних речовин й бактеріальних засобів шляхом проведення спеціальних профілактичних заходів з застосуванням медичних засобів захисту, а також організації санітарно-гігієнічних і протиепідемічних заходів [27].

Медичні засоби захисту призначені для профілактики і надання допомоги населенню, що потерпіло від надзвичайних ситуацій. За їх допомогою можна урятувати життя більшій кількості людей, повністю попередити або значно знизити розвиток уражень у них, підвищити стійкість організму людини до її дії ураження радіоактивними, отруйними речовинами і бактеріальними засобами. До медичних засобів захисту належать [27]:

- радіозахисні препарати;
- засоби захисту від дії отруйних речовин - антидоти;
- протибактеріальні засоби (антибіотики, вакцини, сироватки тощо).

Профілактика ураження населення, надання першої медичної допомоги людям в осередках ураження, а після цього і лікарської допомоги з використанням усіх медичних засобів захисту покладаються на формування і заклади медичної служби цивільної оборони. У той же час враховується необхідність у будь-якій складній обстановці надавати першу допомогу в осередках ураження, як правило, у найкоротші строки, що вимірюються хвилинами. Цього можна досягти лише при активній участі самого населення через само- і взаємодопомогу.

Медичні засоби захисту видаються населенню при загрозі виникнення надзвичайних ситуацій, при цьому треба знати, хто і де їх буде отримувати.

Отримані медичні засоби зберігаються у населення до особливого розпорядження керівництва цивільної оборони. Невикористані пакети і аптечки здаються на склад у встановленому порядку. При загрозі надзвичайних ситуацій медичні засоби індивідуального захисту повинні завжди перебувати у готовності до використання у будь-яку хвилину.

Для надання безкоштовної медичної допомоги потерпілим від надзвичайної ситуації техногенного і природного характеру громадянам,

рятувальникам і особам, які беруть участь у ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру, діє Державна служба медицини катастроф як особливий вид державних аварійно-рятувальних служб. Організаційно-методичне керівництво Державною службою медицини катастроф здійснюється центральним органом виконавчої влади з питань охорони здоров'я [40]. Крім медичних засобів індивідуального захисту у надзвичайних ситуаціях не слід забувати про використання медичних засобів формувань (санітарних дружин), медичних пунктів, фельдшерських пунктів та медичних кабінетів підприємств, установ і організацій.

Радіаційний і хімічний захист включає заходи для виявлення й оцінки радіаційної, хімічної обстановки, організацію і здійснення дозиметричного і хімічного контролю, розробку типових режимів радіаційного захисту, забезпечення засобами індивідуального і колективного захисту, організацію і проведення спеціальної обробки.

Евакуації підлягає населення, яке проживає в населених пунктах, розташованих у зонах можливого катастрофічного затоплення, можливого небезпечного радіоактивного забруднення, хімічного ураження, у районах виникнення стихійних лих, аварій і катастроф (якщо виникає безпосередня загроза життю і здоров'ю людей).

Отже, лабораторія моніторингу вод та ґрунтів Львівської ГГМЕ знаходиться в доброму стані і в загальному дотримується вимог щодо покращення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки при роботах в хімічній лабораторії. Дотримані норми щодо техніки пожежогасіння.

При вчасному фінансуванні власником здійснюється вчасна заміна деталей приладів, які зазнали технічної несправності чи придбання нових установ за допомогою, яких здійснюється лабораторні виміри [8].

Обов'язково вчасно має провадитися медичний огляд працівників, а також безпосередньо має здійснюватися перевірка знань щодо вимог техніки безпеки і пожежної безпеки.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі виконано актуальне завдання оцінювання антропогенного навантаження шахт кам'яновугільного басейну на гідроекосистеми рік Рата та Західний Буг в межах Львівської області. Нижче приведені основні науково-практичні результати роботи.

Оцінювання величин екологічних навантажень на водні об'єкти здійснювали двома етапами. I етап реалізовано на основі обстежень ґрунтів шахти «Великомостівська» та підтериконових вод шахти «Межирічанська» ДП «Львіввугілля», а II етап це – дослідження якісних показників води рік Рати та Західного Бугу.

Результати досліджень підтвердили версію про вагоме техногенне навантаження шахт на ґрунти та водне середовище р. Рати і, відповідно, р. Західний Буг. Значний вміст валових форм сполук металів у ґрунтах поблизу шахти «Великомостівська 1» та понаднормативні перевищення токсичних іонів у підтериконових водах шахти «Межирічанська» регламентують досить високий рівень екологічної небезпеки ($EN = 6,274 \times 10^3$) на природні об'єкти поблизу. Насиченість ґрунтів та вод аніонами кислотних залишків поблизу териконів сприяє транслокаційним процесам міграції іонів важких металів.

Дослідження гідрохімічних та гідрофізичних показників якості води ріки Західний Буг та її притоки річки Рати підтвердили вплив на них посиленого антропогенного навантаження, що відображається кількісними показниками перевищень концентрацій важких металів, що відображають клас забрудненості та категорійність річок («помірно та слабо забруднена» вода, 2 та 3 класу якості, що по багатьох показниках не відповідає об'єкту рибогосподарського призначення).

Впродовж періоду досліджень (2020-2022 роки) загалом показники якості води річок дещо погіршилися. Проте, гідрологічні показники р. Рата,

загалом кращі за відповідні для р. Західний Буг. Гідрофізичні показники (Т, прозорість) Західного Бугу суттєво не змінюються, проте спостерігається незначне коливання значень прозорості води з плином часу, а показники прозорості води для окремих створів річок навіть дещо зросли.

Оцінювання стану водних об'єктів в період з 2020 по 2022 роки за гідрохімічними та радіологічними показниками (вміст Цезію-137 і Стронцію-90) виявило, що стан ріки Західний Буг за вищеприведеними показниками погіршився. За радіологічними показниками Цезію-137 (0,27 - 0,65 Бк/дм³) і Стронцію-90 (0,26 - 1,23 Бк/дм³) не має перевищень граничнодопустимих нормативів (стабільний радіаційний стан вод).

Показники забруднювальних катіонів (NH_4^+ , $\text{Fe}^{2+/3+}$, Zn^{2+} , Cr^{6+} , Mn^{2+} , NO_2^-) трьох створів р. Західний Буг характеризуються тенденцією до перевищення нормативів за весь період досліджень, зокрема: для іонів амонію – в 1,4 - 12,2 ГДК; феруму (загального) – в 1,5 - 28 раз; цинку – 6,7 - 12 ГДК, хрому – 2,1 - 7 ГДК та мангану – 1,3 - 9 ГДК, нітритів – в 3,1 - 16,5 раз; фосфатів – в 1,1 - 3,7 раз.

Порівнюючи ряд показників якісного стану води р. Рати у м. Великі Мости та с. Межиріччя за 2021 і 2022 р. бачимо, що частина з них для обох створів (іони твердості загалом, зокрема, Ca^{2+} та магнію, вміст лужних металів K^+ , Na^+ , нітратів, а також мангану (у Великих Мостах) і фосфатів була практично без перевищень норм. За результатами досліджень зберігається загальна тенденція збереження концентрацій речовин у межах вимог, за виключенням зростання показника ХСК (за весь період в обох створах) та одноразово БСК₅ (2022 р., Великі Мости).

Спостерігали також межі відповідних значень концентрацій іонів поліютантів з перевищеннями ГДК у створах пунктів р. Рати, зокрема (відносно ГДК): амонію (1,24 ÷ 3,5); феруму (20 ÷ 36); цинку (2 ÷ 5); хрому (2 ÷ 6,7); мангану (1,2 ÷ 1,6 ГДК); нітритів (3,75 ÷ 11).

Таким чином, підсумовуємо, що якісні показники води р. Рати за 2022 р. у зазначених створах були дещо гіршими, порівняно з 2021 роком.

Таким чином, у гідрохімічному складі поверхневих вод річок Західний Буг та р. Рати за 2020-2022 роки спостерігається тенденція перевищення нормативних значень біологічного та хімічного споживання кисню, вмісту катіонів амонію, феруму, хрому, цинку, мангану а також нітритів.

Слід також зазначити, що притока Західного Бугу, р. Рата не бере участі в зростанні його забрудненості, сприяючи її зменшенню внаслідок розведення вод Західного Бугу більш чистою водою притоки.

Поверхневі води Західного Бугу знаходяться в помірно забрудненому стані, порівняно з р. Ратою (слабко забруднені), оскільки джерела забруднень річки є більш потужними за кількістю та обсягами (комунальні стічні води очисних споруд міст, промислового, в тому числі, вуглевидобувного, енергетичного (Добротвірська ТЕС) та приватного секторів). Тому завдання оптимізування екологічного навантаження на гідрологічну систему річки є багатофакторним, вимагає комплексності у підходах, оперативності в діях та науково-практичних вирішень.

Впровадження теоретично обґрунтованого та практично апробованого алгоритму системного моніторингу та контролювання параметрами екосистем є вкрай необхідними для впровадження комплексу організаційно-технологічних вирішень проблем оптимізування екологічного навантаження на гідроекосистеми, особливо в техногенних районах вуглевидобувних шахт.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Брусак В. та ін. Сучасні напрями вирішення екологічних проблем. Геоекологія Львівської області : монографія. Львів :Простір-М, 2021. С. 474–532.
2. Буцацька Г. М. Гідрогеологічні умови та гідрогеохімічна зональність Львівсько-Волинського вугільного басейну: *Вісник Львівського університету*. Львів: серія геол. 2009. Вип. 23. С. 175–183.
3. Вишневецький В. І. Про водогосподарський напрям у гідрології: наук. праці укр. наук.-досл. гідромет. ін-ту. 2001. Вип. 249. С. 121–137.
4. Вознюк Н. М. Землеробська діяльність як чинник транскордонного забруднення вод басейну р. Західний Буг: *Вісник Рівненського державного технічного університету (РДТУ)*. Рівне, 2002. Вип. 4(17). 132-138с.
5. Горев Л. Н. Гідрохімія України. Київ : Вища школа, 1995.
6. Губський А. І. Цивільна оборона. Львів: Ластівка, 1995. 216 с
7. Депутат О. П. Цивільна оборона: підр. Львів, Афіша, 2001. 336 с.
8. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навч. посіб. Київ : Знання, 2000. 203 с.
9. Доценко О.О., Бабаєв М.В. Екологічно безпечна технологія очистки шахтних вод шахти «Любельська» № 1-2. *Хімія, хімічна технологія та екологія*: зб. наук.праць. Харків: НТУ ХП. 2016. № 23. С. 77–85.
10. Забоклицька М. Р. Стан моніторингу якості поверхневих вод у басейні р. Західний Буг. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. Т. 3. Київ, 2002. 161–166 с.
11. Забоклицька М.Р., Осадчий В.І. Характеристика антропогенного навантаження в басейні р. Західний Буг. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2003. Т.5. с. 218-225.
12. Злобін Ю. А. Основи екології Київ : Лібра. 1998. С. 237-239 .

13. Клименко Л. П. Техноекологія: підруч. для ВНЗ. Миколаїв: МФ НаУКМА, 2000. 304 с.
14. Клименко М.О. Екологічний стан української частини Єврорегіону «Буг». Рівне: НУВГП, 2007. 203 с.
15. Клименко Н.А. Особенности формирования качества поверхностных вод р. Западный Буг: мат.-ли VII міжн .конф. Варшава, 2005. 193. 200 с.
16. Ковальчук І. П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. Львів: Ін-т українознавства, 1997. 440 с.
17. Кривицька І. А. *Діагностика та моніторинг забруднення ґрунтів важкими металами в урбанізованих ландшафтах Приазов'я: дисертація на здобуття наук. ступ. к.б.н. за спец.03.00.18 «Ґрунтознавство»*. Харківський нац. у-т ім. В. Н. Каразіна, Харків, 2020. 187 с.
18. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. К., 2001. 48 с.
19. Методика розрахунку коефіцієнта забрудненості природних вод: КНД 211.1.1.106-2003 Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі Мінекоресурсів), затв. наказом Мінекології та прир. ресурсів України № 89-М від 4 червня 2003 р. К., 2003. С. 25–30.
20. Мокін В.Б., Ящолт А.Р., та ін. Автоматизована система контролю ЕкоІнспектор: забруднення води в Україні: Вода та скиди АСК: комп'ютерна програма. Київ: Держдепартамент інтелектуальної власності України, 20.09.2006.
21. Осадчий В. І. Основні тенденції формування хімічного складу поверхневих вод України у 1995-1999 рр.: наук. праці укр. наук.-досл. гідромет. ін-ту. 2000. Вип. 248. С. 138-153.
22. Паспорт Львівської області: навколишнє середовище. URL: http://database.ukrcensus.gov.ua/regionalstatistics/regiontree.files/asp_tables_uk/46.htm#48
23. Пелешенко В. І. Загальна гідрохімія: підр. К.: Либідь, 1997. 384с.

24. Проведення державного моніторингу вод.
URL:<https://buvrzbts.davr.gov.ua/2023/11/20>.
25. Промисловість Львівської області у 2020 році: аналітична доповідь. Держстат: Головне управління статистики у Львівській обл. Львів, 2020.
URL: <http://lv.ukrstat.gov.ua/ukr/publ/2020/DP0320190201.pdf> (дата звернення 05.12.2022 р.).
26. Сніжко С. І. Оцінка сучасного гідрохімічного режиму та якості води річок Житомирського Полісся. Укр. геогр. журн. 2001. №2. С. 65-71.
27. Стеблюк М. І. Цивільна оборона: підручник. К.: Знання-Прес, 2003. 455 с.
28. Топчиев А. Г. Геоэкология: географические основы природопользования. Одесса: Астропринт, 1996. 392 с.
29. Шоботов В. М. Цивільна оборона: навч. посіб. Київ: Центр навчальної літератури, 2004. 231 с.
30. Щорічна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області в 2022 р. URL: <https://drive.google.com/file/d/1QOIYQ-S07NZVOVr-b9IwrgOOZpmEzDva/view?pli=1>
31. Яцик А. В. До екологічної оцінки якості поверхневих вод : матеріали I Всеукр. з'їзду екологів., 4 - 7 жовтня 2006 р.: тези доп. Вінниця, 2006. С. 105.