МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Спеціальність 101 «Екологія»

"Допускається до захисту"
Зав. кафедри безпеки життєдіяльності
професор _____ О.І. Розпутній
"01" грудня 2023 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ НА БАСЕЙН РІЧКИ ІНГУЛЕЦЬ

Виконав:
Белякевич Ігор Леонідович

Керівник: кандидат с.-г. наук
доцент _____ В.В. Скиба

Рецензент:
ст. викладач Оксименко Л.С.

Я, Белякевич Ігор Леонідович, засвідчую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Біла Церква - 2023

ЗМІСТ

ВСТУП …….…. 7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ……... 8
1.1. Проблематика екологічної безпеки функціонування гірничо-збагачувальних комбінатів та їх вплив на довкілля ……..... 8
1.2. Вплив гірничого виробництва на природне середовище України.…… 16
1.3. Особливості функціонування гірничо-металургійних комплексів України…….. 20
1.4. Економіка заходів у галузі природоохорони на залізорудних гірничо-збагачувальних комбінатах……..... 25
1.5. Стратегії збереження навколишнього середовища підприємств гірничорудного дивізіону корпорації "Метінвест"……... 28
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА…… 31
2.1. Загальна характеристика р. Інгулець……... 31
2.2. Методи дослідження……..……...… 34
2.2.1. Польові дослідження…….……..…... 34
2.2.2. Лабораторні дослідження…….…….....… 35
2.2.3. Методика визначення…….....…. 40
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ……..….. 44
3.1. Стан водних ресурсів басейну р. Інгулець у сучасних умовах……..... 44
3.2. Балка Свистунова як основне джерело забруднення водних ресурсів…. 50
3.4. Вплив гірничо-збагачувальних комбінатів на водні ресурси р. Інгулець…… 58
3.5. Заходи для зменшення негативного впливу гірничо-збагачувальних комбінатів на стан водних ресурсів басейну р. Інгулець……..... 60
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ …….……. 65
ВИСНОВКИ…….…... 68
ПРОПОЗИЦІЇ …….…….…... 69
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ……....… 70

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Екологічний факультет
Спеціальність: 101 «Екологія»

Затверджую
Гарант ОП «Екологія»
доцент _____ Скиба В.В.
« 04 » вересня 2023 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу здобувачу
Бегякевич Ігор Леонідович
прізвище, ім'я та по батькові

Тема: **«ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ НА БАСЕЙН РІЧКИ ІНГУЛЕЦЬ»**

Затверджено наказом ректора № 265/3 від « 07 » 11 20 23 р.

Термін здачі здобувачам готової кваліфікаційної роботи в деканат:
до « 01 » 12 20 23 р.

Перелік питань, що розробляються в роботі. Вихідні дані:

1. Опрацювати не менше 40 літературних джерел (підручники, вісники, журнали, наукові статті, звіти екологічної інспекції тощо) стосовно теми роботи та написати розділ "Огляд літератури".
2. Опрацювати розділ "Матеріали та методика" випускної роботи.
3. Проаналізувати методологічну базу дослідження якості води.
4. Опрацювати методики відбору проб води з відкритих водойм.
5. Надати загальну характеристику р. Інгулець.
6. Визначити сучасний екологічний стан вод басейну р. Інгулець.
7. Визначити основні забруднювачі природних вод річки Інгулець.
8. З'ясувати наслідки впливу діяльності гірничозбагачувальних комбінатів Кіровоградської області на води р. Інгулець
9. Визначити заходи щодо зменшення негативного впливу ГЗК на стан вод басейну р. Інгулець.

10. Зробити висновки щодо проведених досліджень та розробити пропозиції, оформити роботу таблицями, графіками, фотографіями.

Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	01. 10. 2023 р.	виконано
Методична частина	15. 10. 2023 р.	виконано
Дослідницька частина	01. 11. 2023 р.	виконано
Оформлення роботи	15. 11. 2023 р.	виконано
Перевірка на плагіат	01. 12. 2023 р.	виконано
Подання на рецензування	10. 12. 2023 р.	виконано
Попередній розгляд на кафедрі	05. 12. 2023 р.	розглянуто

Керівник кваліфікаційної роботи, доцент Скиба В.В.

Здобувач Белякевич І.Л.

Дата отримання завдання «04» 09 2023р.

АНОТАЦІЯ

Белякевич Ігор Леонідович

ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ НА БАСЕЙН РІЧКИ ІНГУЛЕЦЬ

Кваліфікаційна робота спрямована на систематичний аналіз поточного стану довкілля, зокрема водних ресурсів, у водному басейні річки Інгулець в контексті впливу гірничо-збагачувальних комбінатів, що діють на території Кіровоградської області.

Метою даного дослідження є проведення комплексної екологічної оцінки водного басейну річки Інгулець у зв'язку з впливом гірничо-збагачувальних комбінатів Кіровоградської області.

Структура роботи включає чотири основні розділи. Перший розділ містить аналіз актуальних літературних джерел, відображаючи необхідність дослідження. Другий розділ подробиць описує методику та процедури, використовані під час досліджень. Третій розділ надає результати аналізу екологічного стану водних ресурсів басейну річки Інгулець в Кіровоградській області. Четвертий розділ висвітлює питання охорони праці під час проведення досліджень.

Робота складається із 72 сторінок та містить 6 таблиць, 13 рисунків, а також включає бібліографічний список із 26 джерел.

Ключові слова: Гірничо-збагачувальний комбінат (ГЗК), скид води, неочищені води, водний басейн та річка Інгулець.

ANNOTATION

Igor Belyakevych

HYDROECOLOGICAL ANALYSIS OF THE IMPACT OF MINING AND ENRICHMENT ENTERPRISES IN THE KIROVOHRADED REGION ON THE INHULETS RIVER BASIN

This qualification work is aimed at the systematic analysis of the current state of the environment, particularly water resources, in the Inhulets River basin in the context of the influence of mining and enrichment enterprises operating in the Kirovohrad region.

The purpose of this study is to conduct a comprehensive ecological assessment of the Inhulets River basin in connection with the impact of mining and enrichment enterprises in the Kirovohrad region.

The structure of the work includes four main sections. The first section contains an analysis of relevant literary sources reflecting the need for research. The second section provides a detailed description of the methodology and procedures used during the research. The third section presents the results of the analysis of the ecological state of water resources in the Inhulets River basin in the Kirovohrad region. The fourth section discusses occupational safety issues during the research.

The work consists of 72 pages and includes 6 tables, 13 figures, as well as a bibliography with 26 sources.

Keywords: Mining and Enrichment Enterprise (MEE), wastewater discharge, untreated water, water basin, and Inhulets River.

ВСТУП

Загально відомий факт, що основою народногосподарського комплексу Кривбасу є залізорудна промисловість, яка базується на одному з найбільших у світі родовищ залізної руди. В промисловий комплекс регіону входять гірничодобувні і переробні галузі, а також допоміжні підприємства [3].

За декілька десятиліть Кривбас перетворився на епіцентр екологічних проблем, які потребують термінового вирішення. Видобування і переробка залізної руди пов’язані з використання великої кількості води. Водогосподарська ситуація гірничих підприємств Кривбаса характеризуються надлишком зворотних вод. Для забезпечення безпечних умов відпрацювання рудних відкладень шахтні і кар'єрні води відкачуються.

Сьогодні в зворотних циклах гірничо-збагачувальних комбінатів діє схема використання шахтних вод с накопиченням її надлишків і щорічним їх скидом у ріки Інгулець і Саксагань і обов'язковою подальшою промивкою цих рік прісною водою. Ці скиди в продовж останніх років негативно впливають на стан цих річок [2].

Щорічно в Крівбасі відкачується 20 – 22 млн. м³ високо мінералізованих шахтних вод (с мінералізацією від 5 до 96 г/л при середній мінералізації 30 г/л, здебільшого це хлоридні води з високим вмістом хлорид-сульфат-, натрій-, магній- і кальцій-іонів, який перевищує гранично допустиму концентрацію для поверхневих водних об’єктів і майже 18 – 20 млн. м³ кар'єрних вод [3].

Як показали останні перевірки Держінспекції Мінприроди України, скид надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу в продовж останніх років продовжує негативно впливати на стан річки Інгулець [11].

Природоохоронні програми з поліпшення стану водогосподарської ситуації виконуються не належним чином. Утилізація мінералізованих шахтних вод стала гострою проблемою для Криворізького басейну.

З причин безперервних скидів мінералізованих вод в річку з гірничорудних виробництв Інгулець зараз практично повністю втратив свою фундаментальну, щодо річок, властивість – здатність до самоочищення [13].

По суті, всі існуючі антропогенні заходи щодо охорони вод є лише підтриманням спроможності річок та озер до самоочищення. Природне руйнування або нейтралізація забруднювачів проходить в результаті складних фізичних (осідання часток, випаровування), хімічних(окислення, коагуляція, гідроліз токсикантів) та біологічних процесів (включення забруднюючих речовин в обмінні процеси, руйнування або перехід токсикантів у нетоксичні форми). Така нейтралізація хімічних речовин-забрудників залежить, в першу чергу, від водності водойми. А зменшення водності річок, як правило, приводить до збільшення вмісту забруднюючих речовин. Але і кількісні величини стоку річки Інгулець в значній мірі зараз визначаються впливом гірничо-збагачувальних комбінатів [24].

Нажаль на сьогоднішній день очищення високо мінералізованих шахтних вод відсутня. Перед скидом стічні води лише відстоюють в спеціальних ставках-накопичувачах. Одним з заходів щодо поліпшення ситуації можна запропонувати збільшення часу відстою за рахунок введення додаткових накопичувачів.

Мета роботи: оцінка екологічного стану басейну річки Інгулець в насідок впливу гірничо-збагачувальних комбінатів Кіровоградській області.
Для досягнення мети було поставлено наступні завдання:

1. Надати загальну характеристику р. Інгулець.
2. Визначити сучасний екологічний стан вод басейну р. Інгулець.
3. Визначити основні забруднювачі природних вод річки Інгулець.
4. З'ясувати наслідки впливу діяльності гірничозбагачувальних комбінатів Кіровоградської області на води р. Інгулець
5. Визначити заходи щодо зменшення негативного впливу ГЗК на стан вод басейну р. Інгулець.

РОЗДІЛ 1
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Проблематика екологічної безпеки функціонування гірничо-збагачувальних комбінатів та їх вплив на довкілля

На сучасному етапі розвитку України однією з основних завдань, що стоїть перед державою на різних рівнях (державному, регіональному, локальному), є вирішення актуальних екологічних проблем та досягнення прискореного екологічного прогресу. Особливу вагу у цьому контексті мають концептуальні аспекти управління техногенно-екологічною безпекою. Щоб практично реалізувати цю стратегічну мету, необхідно мати об'єктивну і достовірну інформацію про стан навколишнього природного середовища та рівні антропогенного впливу на нього.

Проблема інформаційного забезпечення природокористування набуває особливої актуальності в регіонах з інтенсивним техногенним навантаженням, таких як області, де функціонують гірничорудні підприємства. Вони охоплюють різноманітні ресурси, такі як земельні і водні ресурси, корисні копалини, рослинний і тваринний світ, а також рекреаційні зони та інше [27].

Нещодавно, в контексті природокористування, було запропоновано розглядати асимілюючу здатність об'єктів навколишнього середовища. Це вказує на їх здатність витримувати певний рівень антропогенного впливу, не завдаючи збитків природі. У світовому масштабі Україна має вражаючі 54% світових запасів залізної руди та посідає п'яте місце за видобутком цього ресурсу. Однак, регіони, де розташовані гірничорудні підприємства, піддаються інтенсивному техногенному навантаженню, що суттєво збільшує вміст забруднюючих речовин у природних об'єктах і спричиняє деградацію екосистем. Це, в свою чергу, може негативно впливати на здоров'я мешканців цих регіонів [6].

Техногенне навантаження в районах гірничорудної діяльності включає

в себе дві взаємозалежні групи впливів: порушення та забруднення. Порушення включають геомеханічні, гідродинамічні, аеродинамічні та біоценотичні. Геомеханічні порушення пов'язані зі змінами у грунтовому шарі та масивах гірських порід під впливом видобутку корисних копалин. Аеродинамічні порушення виникають внаслідок будівництва високих споруд, створення відвалів і глибоких виїмок, що може змінювати характеристики повітряних потоків у зоні впливу гірничорудних підприємств. Гідродинамічні порушення, в свою чергу, пов'язані зі зміною гідрографічної мережі регіону, впливом на гідрологічний режим поверхневих і підземних вод, підтопленням і осушенням територій. Біоценотичні порушення включають в себе зміни у біотичних умовах існування різних екосистем, такі як ушкодження рослинності, вплив на фауну, зміни в мікробіоценозах та зменшення видового різноманіття, що може погіршувати структуру та функціональні характеристики екосистем [3].

Гірнича діяльність супроводжується значними втратами, які поділяються на кількісні і якісні. Кількісні втрати включають в себе втрати корисних копалин, які залишаються в надрах або переносяться на відвали під час видобутку. Якісні втрати включають в себе зміну якості видобутої корисної копалини, що може погіршити техніко-економічні показники її подальшої переробки [2].

Однією з основних проблем для України є нагромадження відходів внаслідок гірничопромислового використання природних ресурсів. У 2020 році загальна кількість накопичених відходів перевищила 25 мільярдів тонн, що в перерахунку на 1 квадратний кілометр становить близько 40 тисяч тонн. Це один із найвищих показників у світі. Лише 10-12% цих відходів використовуються як вторинна сировина, а решта накопичується в поверхневих сховищах, териконах, шламонакопичувачах, золовідвалах. Водночас, щорічно видобувається та переробляється понад 150 мільярдів тонн гірничих порід, що призводить до викидання великої кількості підземних вод та накопичення гір відходів. Ця проблема особливо актуальна

для регіонів Донбасу, де розташовано більше 2000 відвалів порожніх порід [3].

У гірничо-металургійних регіонах спостерігається вплив різних факторів на грунтовий шар, який включає фізичні, механічні та хімічні аспекти. Фізичне вплив порушує структуру грунтів і виникає в результаті змін режиму грунтових та підземних вод, а також деформацій поверхні. Це може призвести до осушення або заболочування грунтів та втрати їхньої родючості. Механічне вплив, у свою чергу, пов'язане з засміченням грунтів під час будівництва, дії транспорту, складування матеріалів та забруднення пилом, що виникає під час видобутку та переробки залізної руди. Під час видобутку і переробки залізної руди щорічно відходять значні обсяги порід і відходів збагачення, що веде до порушення значних площ земель. Інтенсивність пиловиділення і радіус забруднення грунту залежать від швидкості вітру, природи зберіганої породи та тривалості її зберігання [21].

Проблемами у сфері земельних ресурсів, особливо відкритого способу видобутку корисних копалин, зацікавлені господарські суб'єкти. За даними Держкомзему, підприємства сфери видобувної та переробної промисловості в Україні порушили 169,6 тисяч гектарів земель та відпрацювали 19,2 тисяч гектарів, що відповідає, відповідно, 55,3% та 88,9% від загальної площі порушених і відпрацьованих земель. Найбільші площі порушених та відпрацьованих земель знаходяться в областях, таких як Дніпропетровська, Донецька, Луганська, Львівська та Житомирська [3].

У гірничо-металургійних регіонах спостерігається значна кількість забруднюючих речовин, які потрапляють в атмосферне повітря. Серед основних видів забруднюючих речовин у таких районах виділяються пил, сірчистий ангідрид, оксиди вуглецю, сірководень, оксиди азоту та інші. Забруднення повітря спостерігається під час всіх етапів виробничого процесу та експлуатації виробничих об'єктів промислових майданчиків. Джерела забруднення повітря в зоні впливу гірничо-металургійного виробництва поділяються на періодичні та постійно діючі, а в залежності від

розташування - на точкові, лінійні та рівномірно розподілені. Наприклад, характеристика основних джерел та видів забруднення атмосфери під час виробництва відкритих гірських робіт представлена в таблиці 1.1. [21].

Таблиця 1.1.

Основні джерела й види забруднення атмосфери при виробництві

Основні технологічні процеси і об’єкти	Джерела й види забруднення
Підготовка і виїмка гірських порід	Пил і гази при бурінні свердловин. Пил і отруйні гази при проведенні підривних робіт
Вийомочно-навантажувальні роботи	Пил при виїмці й навантаженні гірської маси в транспортні засоби й розвантаженні у відвал різними вийомочними машинами. Пил і гази при виїмці гірської маси екскаваційними й екскаваційно-транспортними машинами із двигуном внутрішнього згоряння
Транспортування кар'єрних вантажів	Пил на кар'єрних автошляхах. Здування пилу із транспортних засобів при переміщенні корисних копалин, порід і відходів збагачення
Відвалоутворення й складування порожніх порід, відходів збагачення й корисних копалин	Пил при укладанні гірської маси у відвали й склади. Пиління оголених поверхонь відвалів порід, склади корисних копалин, шламосховищ
Кар'єрні виїмки	Здування пилу з поверхонь промислових майданчиків
Об’єкти проммайданчика: дробильно-сортувальні, агломераційні фабрики (котельні установки, бази виробничих машин і автотракторної техніки).	Пил при розвантаженні, й сорту ванні корисних копалин Пил і гази при збагаченні корисних копалин. Пил і гази при роботі котельних установок. Гази й пил при експлуатації баз виробничих машин і автотракторної техніки

Більшість гірських кар'єрів використовують буровибуховий метод для підготовки гірських порід до видобутку. Під час цього процесу використовуються масові вибухи, які стають суттєвим джерелом забруднення атмосферного повітря пилом і газами. Основні технологічні процеси та об'єкти цього методу включають в себе:

У наш час обсяг масових вибухів сягає 2 мільйонів кубічних метрів гірських порід. Під час одного масового вибуху в атмосферу викидається від

100 до 250 тонн пилу і від 6000 до 10000 кубічних метрів шкідливих газів [4]. Крім того, характерною рисою масових вибухів є вторинне виділення газів з гірської маси, що може тривати до 10-15 хвилин. Пило-газова хмара, утворена під час масового вибуху, піднімається на висоту до 150-300 метрів, і в ході свого розвитку може досягати навіть 16 кілометрів, розповсюджуючись на значні відстані (до 10-14 кілометрів) в напрямку вітру [4].

Зокрема, в Криворізькому басейні, де розташовані 10 залізорудних кар'єрів, проводяться масові вибухи 2-3 рази на місяць на кожному кар'єрі, що практично означає, що масовий вибух відбувається практично щодня. За напрямком вітру від житлових масивів концентрація забруднюючих домішок в атмосферному повітрі виявляє суттєве перевищення припустимих норм [1].

Додатково значна кількість пилу потрапляє в атмосферу під час виїмки та навантаження гірської маси з гірських порід, якщо не вживаються ефективні заходи для подавлення пилу. Особливо велике забруднення атмосферного повітря спостерігається при експлуатації автотранспорту для транспортування кар'єрних матеріалів, оскільки цей вид транспорту є джерелом викидів газів та пилу.

Потрібно також враховувати, що на відкритих роботах, таких як площадки уступів кар'єрів і відвалів, сухі пляжі хвостосховищ, існує значна площа, яка піддається впливу та забруднює навколишнє середовище. Наприклад, на гірничорудних підприємствах, де відбувається процес збагачення, площа хвостосховищ може досягати 300-1000 гектарів. З одного гектара сухої поверхні хвостосховища може надходити від 2 до 5 тонн дисперсного пилу щоденно [4].

Забруднюючі речовини також потрапляють в атмосферне повітря під час роботи технологічних ліній по переробці руди та роботи котлоагрегатів. Загальний викид від цих джерел, навіть за використання пилогазовловлюючих пристроїв, становить значну кількість.

Крім цього, розробка родовищ залізної руди призводить до виснаження

водних ресурсів, особливо якщо не застосовуються належні водоохоронні заходи або вони є недостатніми. Використання водних ресурсів при видобутку та переробці залізної руди пов'язане з різними видами діяльності, включаючи виробничі, господарські, побутові та комунальні потреби, а також потреби у пожежогасінні. Однією з основних причин виснаження водних ресурсів у гірничорудних регіонах є забруднення та засмічення цих ресурсів. Засмічення поверхневих вод у зоні впливу гірничорудних виробництв відбувається через дренажні та дощові стічні води з промислових майданчиків, відвалів, укосів і уступів, а також через кар'єрні і дренажні стічні води. Засмічення водних ресурсів також стає наслідком надходження забруднюючих речовин із атмосферними опадами, поверхневими, виробничими та недостатньо очищеними господарсько-побутовими стічними водами.

У гірничих виробітках часто присутні води, які надходять з гірського масиву та з поверхні. Ці води дуже забруднені, і якщо вони потрапляють у водоносні горизонти без належного очищення, вони можуть принести значну кількість забруднюючих речовин [8]. Деякі тверді відходи гірського виробництва, які зберігаються відкрито, можуть під дією атмосферних опадів розчинятися і забруднювати як поверхневі, так і підземні води. Вплив кар'єрних та дренажних вод на підземні води залежить від фільтраційних властивостей гірських порід, гідрогеологічних умов регіону родовища, режиму роботи дренажних систем [24].

При здійсненні гідравлічних методів видобутку та обробки руди, значні об'єми технологічних стічних вод виникають внаслідок цього процесу. Найбільш вагомими, як з точки зору кількості і якості, джерелами забруднення водних ресурсів гірничорудних регіонів є збагачувальні фабрики, хвостосховища, шламосховища, випарники та інші промислові споруди. Важливими забруднюючими компонентами є зважені речовини, солі, нафтопродукти та сполуки заліза [1].

Зазначена проблема підсилюється, коли в урбанізованих районах

недостатньо очищені стічні води втікають у водні об'єкти, спричиняючи додаткове забруднення. Негативний вплив гірничорудної діяльності також проявляється у вигляді інтенсивного забруднення підземних водоносних горизонтів. За науковими даними [5], інфільтрація забруднених вод, що походять із території гірничого заводу та з лівобережних відвалів, призвела до підвищення рівня грунтових вод і утворення техногенного водоносного шару, який має потужність до 11 метрів і містить високомінералізовані (до 25 г/дм^3) лужні води, що агресивно впливають на бетон [2].

Слід відзначити, що екологічні проблеми, які виникають в результаті гірничорудної діяльності, мають серйозний вплив на природне середовище та суспільство. Сформовані біоценози піддаються дестабілізації, що виражається в зменшенні видового різноманіття та зміні домінантних видів. Зникають види, які є особливо чутливими до забруднення, і відбувається зміна структури біоценозів [3].

Забруднення компонентів природного середовища в зоні гірничорудного виробництва призводить до негативних наслідків для лісових масивів, знижує врожайність сільськогосподарських культур і погіршує якість сільськогосподарської продукції, а також негативно впливає на умови проживання населення. Забруднювачі зумовлюють порушення біогеохімічних процесів у грунтах та водах, що призводить до перешкодження природним циклам та обміну речовин [4].

Особливо гострі екологічні проблеми виникають у регіонах з високою концентрацією гірничо-металургійних підприємств, де виробничі комплекси різних галузей зосереджені у великих кількостях. Отже, необхідно науково обґрунтовувати пріоритети природокористування та виробництва в різних регіонах гірничорудної промисловості України з урахуванням всіх складових екологічної безпеки [5].

У світовій практиці використовується система екологічної оцінки як основний інструмент управління природокористуванням. Ця система базується на всебічному аналізі стану природного середовища та визначенні

можливих впливів планованої діяльності, а також врахуванні результатів цього аналізу для прийняття рішень з метою запобігання або зменшення негативного впливу на довкілля [6]. Цей підхід дозволяє враховувати як економічні, так і екологічні аспекти при плануванні та прийнятті рішень щодо реалізації конкретних проектів та діяльності.

1.2. Вплив гірничого виробництва на природне середовище України

Однією зі значущих складових забруднення природного середовища в Україні, а також провідними секторами промисловості, є діяльність металургійних та гірничорудних підприємств. Важливим регіоном для видобування залізної руди є Криворізький залізорудний басейн, де видобуток почався ще в 1881 році, і де основним методом видобутку було відкрите гірництво. Проте наслідком цього було значне погіршення стану природного середовища цієї області.

Національні гіганти важкої промисловості активно викидають в атмосферу шкідливі речовини, а також відпрацьовані важкі пилові частки, які походять з кар'єрних відвалів та сушилищ для зберігання відходів видобування руди, відомих як хвостосховища. Унаслідок цього процесу в ріках спостерігається підвищення солістості, що є лише однією з численних негативних консеквенцій, які відзначаються в якості життя населення даного регіону (див. Таблиця 1.2).

Таблиця 1.2.

Вплив гірничого виробництва на природне середовище України

Елемент біосфери	Фактор впливу	Наслідок впливу
Підземні води	Осушення родовищ, скидання стічних вод	Зменшення запасів підземних вод, порушення гідрогеологічного та гідрологічного режимів водного басейну
Поверхневі води	Осушення і перенесення поверхневих водойм і водотоків, скидання стічних і дренажних вод, водозабір для технічних і побутових потреб підприємств	Забруднення водного басейну стічними і дренажними водами. Погіршення якості води внаслідок несприятливих змін гідрохімічних і біологічних режимів поверхневих і підземних вод

Повітряний басейн	Організовані і неорганізовані викиди в атмосферу пилу і газів	Забруднення (запилення і загазування) атмосфери
Грунт	Проведення гірничих виробок, спорудження відвалів, гідровідвалів, хвосто- і водосховищ. Будівництво промислових і цивільних будинків і споруд. Прокладка доріг та інших видів комунікацій	Деформація земної поверхні. Порушення ґрунтового покрову. Скорочення площ продуктивних угідь різного призначення. Погіршення якості ґрунтів. Зміна вигляду території. Зміна стану ґрунтових і поверхневих вод. Осадження пилу та хімічних сполук внаслідок викидів в атмосферу. Ерозійні процеси
Флора і фауна	Промислове та цивільне будівництво. Вирубка лісів. Порушення ґрунтового покрову. Зміна стану ґрунтових і поверхневих вод. Запилення і загазування атмосфери. Виробничі та побутові шуми	Погіршення умов проживання лісової, степової, водної флори і фауни. Міграція та скорочення чисельності диких тварин. Пригнічення і скорочення видів дикорослих рослин. Зниження врожайності сільськогосподарських культур. Зниження продуктивності тваринництва, рибного і лісового господарства
Надра	Проведення гірничих робіт. Видобування корисних копалин. Осушення родовища. Обводнення ділянок родовища. Загоряння корисних копалин і пустих порід. Поховання шкідливих речовин і відходів виробництва. Скидання стічних вод	Зміна напружено-деформованого стану масиву гірських порід. Зниження якості корисних копалин та промислової цінності родовищ. Забруднення надр. Розвиток карстових процесів. Втрата корисних копалин

Зважаючи на важливість гірничорудного виробництва для економіки та значне навантаження на природне середовище, необхідність підвищення рівня екологізації виробництва стає суттєвою частиною стратегії управління підприємством у контексті державної політики з охорони природи. У наступному тексті будуть розглянуті основні заходи, спрямовані на зниження негативного впливу гірничорудних підприємств на навколишнє середовище.

Витрати, пов'язані з природоохоронними заходами, можна класифікувати на наступні групи:

1. Зменшення або повне уникнення викидів шкідливих речовин.

2. Ліквідація негативних наслідків антропогенного впливу та нераціонального природокористування.

3. Будівництво контрольних пунктів для моніторингу стану навколишнього середовища.

4. Створення об'єктів з природоохоронною метою.

5. Розвиток природоохоронної індустрії та споруд для очищення стічних вод.

6. Збереження якості акустичного середовища.

7. Запобігання забрудненню довкілля та подолання наслідків цього забруднення.

8. Запобігання негативному впливу відходів на навколишнє середовище, їх утилізація та відчуження земельних ділянок [7].

Система заходів з охорони навколишнього середовища була розроблена та реалізована на прикладі Центрального гірничо-збагачувального комбінату "Оазис" у місті Кривий Ріг. Програма озеленення території комбінату, яка була розпочата у 2004 році, включала в себе посадку понад 500 дерев, більше 150 кущів та інші природоохоронні заходи. На сьогоднішній день територія комбінату нагадує скоріше лісовий парк, ніж промислову зону, завдяки декоративним рослинам, підстриженим під пальми, різним квітам та зеленим газонам [7].

Аналогічні екологічні заходи здійснюються й на інших гірничозбагачувальних підприємствах (ГЗК). Наприклад, Північний ГЗК у місті Кривий Ріг протягом останніх років активно впроваджує сучасну екологічну політику щодо охорони навколишнього середовища. Керівництво комбінату визначило першочергові екологічні завдання та провело сертифікацію на відповідність міжнародному стандарту ISO-14001, а пізніше – національному стандарту ДСТУ-14001.

Сертифікація дозволила впровадити систему екологічного менеджменту, розробити стратегію та визначити тактичні завдання для зниження негативного впливу виробництва на довкілля. У рамках інвестиційної програми було проведено реконструкцію газоочисного обладнання (електрофільтрів) в цеху виробництва окатишів, що сприяло

поліпшенню якості атмосферного повітря. Також була проведена повна заміна механічного та електротехнічного обладнання електрофільтрів. У 2020 році була впроваджена унікальна технологія газоочистки від шведської фірми "Альстом". Для підтримки рівня води у хвостосховищі була введена перша черга водоскидного пристрою, завдяки чому сухі пляжі хвостосховища залишилися в зволоженому стані [20].

Під час масових вибухів у кар'єрах вживаються природоохоронні заходи, спрямовані на зниження викидів забруднюючих речовин у повітря (внутрішня і зовнішня гідрозабійки, зменшення зарядів по контуру, застосування вибухових речовин типу Грамоніт і Емоніт, а також сучасних систем ініціювання).

З метою охорони водного басейну проводиться розширення (реконструкція) хвостового господарства та системи оборотного водопостачання комбінату. Для закріплення пісків на шламосховищі використовується система зрошення поверхні хвостосховища за допомогою розпилення розчину природного бішофіту. Використання цієї технології сприяє зниженню техногенного навантаження підприємства на навколишнє середовище та зменшенню викидів пилу в атмосферу на 350 тонн щороку.

На Північному ГЗК, так само як і на Центральному ГЗК, протягом кількох останніх років реалізується екологічна програма "Оазис", яка передбачає широкомасштабне озеленення територій комбінату та розроблена спільно з фахівцями Криворізького ботанічного саду.

Отже, питання, які стосуються оцінки доходів держави від гірничорудного виробництва та витрат на охорону навколишнього середовища з урахуванням фактора екологізації виробничих процесів, залишаються досить маловивченими як вітчизняними, так і зарубіжними дослідниками. Часто природоохоронні заходи на гірничозбагачувальних підприємствах мають несистемний характер і не супроводжуються належною ефективною науково обґрунтованою державною політикою, спрямованою на запобігання чи компенсацію завданої шкоди та відновлення навколишнього

середовища.

Аналіз показників виконання Державного бюджету України за 2020-2021 роки вказує на те, що фінансування заходів з охорони навколишнього середовища знаходиться практично на останньому місці серед інших напрямів видатків. При цьому частка витрат на охорону довкілля становить приблизно шість разів менше, ніж доходи, отримані від користування природними ресурсами.

Кожне гірничо-видобувне підприємство, у певний спосіб, реалізує певні природоохоронні заходи. Проте, важливо відзначити, що існуючі заходи не завжди є достатніми для забезпечення належного рівня охорони навколишнього середовища. У даному контексті, важливо, щоб такі природоохоронні заходи стали не окремими ізольованими ініціативами окремих підприємств гірничодобувної промисловості, а були вплетені в стратегічні та комплексні національні, регіональні та місцеві програми щодо поліпшення стану довкілля.

Ця інтеграція природоохоронних заходів у більший контекст може забезпечити більш ефективне та системне управління природними ресурсами, зменшення викидів шкідливих речовин та негативного впливу на навколишнє середовище. Важливо, щоб така стратегія також враховувала інтереси сталого розвитку та збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь.

Виконання цих завдань може стати більш успішним завдяки спільним зусиллям державних органів, громадських організацій та підприємств гірничодобувної промисловості. Разом вони можуть сприяти розробці та впровадженню ефективних природоохоронних стратегій, які сприятимуть збалансованому розвитку економіки та охороні довкілля.

1.3. Особливості функціонування гірничо-металургійних комплексів України

Гірничо-металургійний комплекс розглядається як базова галузь національного господарства, яка забезпечує потреби всіх інших галузей економіки України в металопродукції, що функціонує як основний конструкційний матеріал. Важливою сировинною ланкою в цьому комплексі є підприємства гірничорудної галузі, що відповідають за видобуток, обогащення та агломерацію залізних, марганцевих і хромітових руд. На основі їхньої продукції забезпечується робота підприємств переробних галузей, які займаються виробництвом чавуну, сталі та прокату, феросплавів, вторинної переробки металевої сировини, коксуванням вугілля, виробництвом вогнетривких матеріалів і супутніх матеріалів для них, таких як флюсовий вапняк та інше. Ведуча роль в цьому комплексі належить металургійному переробленню, що ґрунтується на такій послідовності процесів: чавун – сталь – прокат [13].

Отже, гірничо-металургійний комплекс є багатогалузевим виробництвом надзвичайної складності, яке включає в себе такі складові:

• Гірничорудну промисловість, що задовольняє потреби металургійних підприємств у сировині та одночасно забезпечує експорт продукції.

• Марганцеворудну промисловість.

• Виробництво феросплавів.

• Виробництво коксу.

• Виробництво флюсів.

• Виробництво вогнетривких матеріалів.

• Виробництво агломерату.

• Виробництво сталі.

• Виробництво прокату.

• Виробництво труб.

• Виробництво метизів.

• Кольорова металургія.

Розташування підприємств переробних галузей на території України визначається численними природними та економічними факторами, при цьому велика роль належить наявності сировини і палива. Основними територіями видобутку залізних руд є Криворізько-Кременчуцький та Білозерсько-Конкський залізорудні басейни, де видобуток руди проводиться як підземним, так і відкритим способом. Важливе місце в структурі видобутку залізних руд займають гірничо-збагачувальні комбінати (ГЗК), які займаються видобутком залізистих кварцитів, їх обогащенням та перетворенням на концентрат з вмістом чистого заліза до 62-65%. На Криворіжжі спочатку був зведений Південний ГЗК, який спеціалізувався на відкритому видобутку заліза, а пізніше стали працювати Новокриворізький, Центральний, Північний та Інгулецький ГЗК.

Зокрема, видобуток марганцевих руд зосереджено у Нікопольському марганцеворудному басейні. У цьому басейні та його продовженні, Великотокмацькому родовищі, значні обсяги марганцевих руд видобуваються, включаючи до 75% відкритим способом. Це є ключовою сировинною складовою марганцеворудної промисловості України. Об'єднання видобутку залізних і марганцевих руд, а також коксохімічного виробництва дозволяє виробляти чавун, сталь, прокат, труби та продукцію кольорової металургії.

Структура гірничо-металургійного комплексу формується в умовах складних трансформацій економічних відносин і визначається реальними потребами підприємств для задоволення внутрішніх та експортних потреб України. За останні 15 років виробництво основних видів металопродукції було скорочено вдвічі, і виробництво сталі та прокату переважно задовольняло внутрішні потреби України [21].

Чорна та кольорова металургія мають недосконалу галузеву та технологічну структуру, існують застарілі основні виробничі фонди, ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів низька. Устаткування та технології, що були введені в експлуатацію в 70-80-х роках

минулого століття, фізично та морально застарілі, що стримує виробництво конкурентоздатної продукції та спричинює аварії на виробництві. Стан основних виробничих фондів гірничодобувних підприємств оцінюється як незадовільний, а їхнє спрацювання складає всього 70%. Деяке обладнання перевищує нормативний термін служби.

Обмеженість фінансування гірничорудного виробництва негативно вплинула на формування сировинної бази та збагачення руди на підприємствах. Обсяги розкривних робіт на підприємствах, що використовують відкритий спосіб видобутку, обмежені, що ускладнює нарощування обсягів видобутку в кар'єрах і на відкритих гірничих ділянках. Без належного фінансування гірничопідготовчі роботи на підприємствах зі способом видобутку родовищ підземним шахтним способом обмежені, що призводить до погіршення гірничо-геологічних умов видобутку руди та ускладнює підготовку до введення в експлуатацію нових горизонтів як у шахтах, так і в кар'єрах [15].

Експлуатація підприємств чорної металургії також призводить до економічних труднощів у великих промислових центрах. На жаль, ефективні методи стимулювання розвитку гірничо-металургійного комплексу не вдосконалюються. Протягом тривалого періоду не впроваджувалися спеціальні пільги для фінансування розвитку цієї галузі. Підприємства зобов'язані сплачувати різноманітні податки до державного бюджету, не маючи достатніх коштів для модернізації виробництва і розвитку.

Гірничо-металургійний комплекс, завдяки своїй сировинній базі та високому науково-технічному потенціалу, має значний потенціал для подальшого розвитку. Цей комплекс може забезпечити високий технологічний рівень виробництва та стати ключовим експортером металургійної продукції [16].

Для досягнення ефективності у використанні переваг та особливостей гірничо-металургійного комплексу в українській економіці, необхідно провести системні зміни в організації та економічному стимулюванні

діяльності підприємств цього комплексу. Однією з важливих аспектів є прогнозування змін у сортаменті металопрокату. Наразі підприємства гірничо-металургійного комплексу виробляють значно більше металу, ніж необхідно для задоволення потреб різних галузей економіки, проте не всі види прокату виробляються. Необхідно розширити та уніфікувати асортимент продукції, включаючи нові види металопродукції. У цьому контексті важливо розвивати виробництво нових профілів для застосування в залізничному транспорті, будівництві, машинобудуванні тощо. Також, слід збільшити виробництво листової металопродукції та підвищити частку холоднопрокатного листа [17].

Реконструкція та модернізація виробництва сприятимуть збільшенню обсягів виготовлення водогазопровідних труб, труб з цинковим, полімерним, алюмінієво-полімерним покриттям, а також емальованих труб. Планується розширити асортимент високоміцних насосно-компресорних, обсадних і бурильних труб.

В сфері метизного виробництва важливо розглядати такі види продукції, як високоміцні кріпильні деталі для авіаційної, автомобільної та транспортної машинобудівної промисловості, кріплення з різними видами покриття, канати, сітки та інші вироби.

Перебудова виробничої та економічної діяльності підприємств чорної та кольорової металургії вимагає узгодження зі світовими тенденціями. Сучасний світовий розвиток цих галузей вказує на необхідність зменшення споживання металу на одиницю продукції та підвищення якості металопродукції, замість збільшення обсягів виробництва [22].

Для відновлення основних виробничих фондів до прийнятного рівня, який відповідає світовим стандартам, потрібні значні інвестиції для підтримки виробничих потужностей на високому рівні та оновлення основних виробничих фондів. Щорічний обсяг капітальних вкладень повинен становити 20-25% середньорічної вартості виробленої продукції.

Для поліпшення діяльності підприємств гірничо-металургійного

комплексу необхідно провести оптимізацію виробничих потужностей, розробити та реалізувати інноваційні проекти для розвитку технологій та виготовлення нового високоефективного обладнання, яке забезпечить виробництво конкурентоспроможної продукції, а також впровадити економічні, технологічні та організаційні заходи з метою зменшення витрат та забезпечення прибуткової діяльності підприємств.

1.4. Економіка заходів у галузі природоохорони на залізорудних гірничо-збагачувальних комбінатах

Гірничо-збагачувальні підприємства є важливими суб'єктами базової галузі економіки України, здатними сприяти як економічному розвитку, так і забрудненню довкілля та пошкодженню природних ландшафтів. Вони також виступають постачальниками валютних надходжень в країну, значною частиною внутрішнього валового продукту і споживачами робочої сили. Враховуючи ці вагомі характеристики, важливо вирішити актуальне завдання щодо поліпшення природоохоронної діяльності цих підприємств. Ця діяльність повинна ґрунтуватися на інтегральній оцінці економіко-екологічної ефективності їх господарювання.

Напрямки виробництва гірничо-збагачувальних комбінатів варто переглянути, оскільки концепція збільшення обсягів виробництва не завжди відповідає принципам раціонального використання невідновлювальних мінеральних ресурсів. Також важливо враховувати, що спрямування діяльності підприємств на задоволення соціальних та економічних інтересів акціонерів і працівників свідчить про схвалення рішень щодо інтенсифікації виробництва. У цьому контексті соціальна відповідальність гірничо-збагачувальних комбінатів виражається у створенні систем корпоративного менеджменту та сертифікації за міжнародними стандартами якості, екології та промислової безпеки.

Організаційна структура гірничо-збагачувальних комбінатів має схожий склад, що сприяє спрямованості на досягнення максимальної

економічної ефективності. Проте, розвиток природоохоронної діяльності на цих підприємствах зазвичай виникає від ініціативи менеджерів і акціонерів, оскільки основним пріоритетом залишається виробнича діяльність. Останнім часом спостерігається збільшення видатків на охорону навколишнього природного середовища на гірничо-збагачувальних комбінатах, але вони в основному обумовлені капітальними та поточними природоохоронними інвестиціями.

Важливим кроком є використання зворотного циклу водопостачання для мінімізації викидів технологічних вод і обмеження обсягів нового водозабору. Розбіжності у платежах за викиди в атмосферу пояснюються різними технологіями виробництва та наявністю захисного устаткування. За деякими ознаками спостерігається позитивна тенденція до покращення екологічної ситуації в гірничо-збагачувальних виробництвах, але регіон залишається центром техногенного забруднення.

Узагальнюючи вищевикладене, важливо відзначити, що природоохоронна діяльність гірничо-збагачувальних підприємств зазвичай обмежена економічною доцільністю основної діяльності і обумовлена законодавством. Однак вона може стати більш активною та ефективною, якщо враховувати ініціативу менеджменту і акціонерів, а також впроваджувати індивідуальні екологічні політики та удосконалювати систему управління.

1.5. Стратегії збереження навколишнього середовища підприємств гірничорудного дивізіону корпорації "Метінвест"

Підприємства Гірничорудного дивізіону Метінвесту завжди виявляли особливу увагу до завдання мінімізації впливу своєї промислової діяльності на природне середовище. Набуттям певного історичного досвіду розвитку виробництва у цій області обумовлено глибоке розуміння питань екології в контексті конкретного регіону. Отож, як вираз обов'язкової відповідальності перед природним оточенням, так і вираженого ангажування у вирішенні

екологічних проблем у цьому регіоні, керівництвом та працівниками Інгулецького гірничо-збагачувального комбінату, є невід'ємними складовими.

Згідно з принципами стратегії Метінвесту, підприємство на практиці реалізує екологічну політику, яка стала необхідною та обов'язковою для всіх співробітників, незалежно від їх посад та обов'язків. Важливим аспектом є відповідність реалізованих проектів найвищим стандартам екологічної безпеки, прийнятим в країнах Європейського Союзу. Зокрема, встановлено та ефективно впроваджено систему екологічної безпеки, що засвідчена сертифікацією відповідно до стандарту ISO 14001.

На підприємстві розгорнуті різноманітні проекти, орієнтовані на зменшення негативного впливу на природне середовище. Серед основних напрямків діяльності варто виділити забезпечення охорони атмосферного повітря та зменшення викидів парникових газів, охорону водного басейну, оптимізацію утилізації промислових відходів, а також відновлення порушених земель. Особливу увагу приділяється процесам гірничо-технічної і біологічної рекультивації відвалів і відпрацьованих земель.

Для забезпечення охорони атмосферного повітря та запобігання шкідливим викидам у атмосферу використовується сучасне газоочисне та пилогазоочисне обладнання. Постійний контроль над якістю атмосферного повітря в санітарно-захисних зонах підприємства є важливою складовою політики. Також активно впроваджуються сучасні енергозберігаючі технології, спрямовані на зниження викидів шкідливих речовин під час проведення масових вибухів, шляхом застосування екологічно чистих видів вибухових речовин.

Однією з важливих складових забруднення є хвостосховища, і для їхньої більш ефективної обробки впроваджується біологічна рекультивація. Цей процес включає у себе зміцнення поверхні хвостосховищ кореневою системою багаторічних трав, яка призводить до обмеження розповсюдження пилу. Крім того, для зменшення обсягів пилових викидів, проводиться

зрошення хвостосховищ розчином природного бішофіту, який здатен утримувати вологу у верхніх шарах шламів. Також значущий внесок в зменшення пилових викидів в атмосферу має поливання автодоріг на проммайданчиках комбінату і в кар'єрі.

Для забезпечення охорони водного басейну використовується замкнутий технологічний цикл, що гарантує відсутність забруднення водних ресурсів технічними високомінералізованими водами. З метою запобігання забрудненню водоймищ питної води регіонального значення, на проммайданчиках побудовані спеціальні очисні споруди системи зливової каналізації, а також використовуються геомембрани з мікрокліновими виступами.

Серйозною складовою роботи є відновлення порушених земель. У рамках участі у програмі «Оазис», підприємство активно здійснює дії з більш ніж чотириразового збільшення зелених насаджень на промислових територіях та прилеглих ділянках. Проводиться постійний моніторинг та догляд за висадженими рослинами, які були посаджені в рамках біологічної рекультивації.

Один з найуспішніших проектів з рекультивації – це створення ландшафтного заказника «Візирка» на місцевому рівні. Територія цього заказника позбавлена знищення та пошкодження рослин, мисливства, інших негативних дій. Спеціалісти з екології підприємства проводять постійний моніторинг флори та фауни та забезпечують збільшення біорізноманіття цієї екосистеми.

Створення ландшафтного заказника «Візирка» відзначено державною премією в галузі науки і техніки завдяки позитивним змінам, що відбулися у водному середовищі, покращенню грунтових характеристик, та збагаченню фауни. Внесок цього проекту став важливим компонентом Дніпропетровської обласної програми використання порушених земель гірничо-збагачувальних підприємств.

Таким чином, центральним принципом діяльності у цьому напрямку

залишається виправдана спрямованість на екологічну безпеку, що досягається завдяки використанню сучасних енергозберігаючих та екологічно чистих технологій.

РОЗДІЛ 2
МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА

2.1. Загальна характеристика р. Інгулець

Річка Інгулець - це природний водний потік, який відзначається довжиною свого руслу, яка становить 549 кілометрів. Початок цієї річки розташований в заболоченій балці поблизу села Топіло, що належить Знам'янському району Кіровоградської області України, і його висота над рівнем моря становить 175 метрів. Інгулець має свій шлях через території Кіровоградської і Дніпропетровської областей України, протікаючи вздовж Придніпровської висоти.

У нижній частині свого руслу, річка Інгулець перетинає Причорноморську низовину, що розташована в межах Миколаївської та Херсонської областей. На південний захід від села Тарасовки, що входить до складу Белозерського району Херсонської області, Інгулець формує лиман, ширина якого може сягати до 1 кілометра. Завершуючи свій природний шлях, річка впадає в річку Дніпро через кілька рукавів, розташованих на відстані 45 кілометрів від гирла останньої, поблизу села Садове. Від місця впадіння Інгульця до міста Херсон розташовано відстань у 20 кілометрів вздовж руслу річки Дніпро. Щодо швидкості течії річки, на плесах вона є незначною, досягаючи значень в межах від 0,2 до 0,5 метра на секунду (або від 0,72 до 1,8 кілометрів на годину) на перекатах.

Гирло річки Інгулець розташоване на невеликій висоті, всього 0,1 метра над рівнем моря. Повний спад цієї ріки, що вимірюється від її джерела до місця впадіння в Дніпро, складає 175 метрів. Нахил русла річки, що визначає кут нахилу водойми вздовж її маршруту, становить 0,32 метра на кілометр (або 32 метри на кожні 100 кілометрів). Важливо відзначити, що в верхній частині річки цей нахил може досягати значення до 1,2 метра на кілометр (або 120 метрів на 100 кілометрів).

Рис. 2.1. Річка Інгулець (малий Інгул)

Гирло річки Інгулець розташоване на дуже низькій висоті, а саме всього 0,1 метра над рівнем моря. Повний вертикальний спад ріки, що обчислюється від її джерела до місця впадіння в Дніпро, складає 175 метрів. Характеристика нахилу руслової частини річки вздовж її шляху становить 0,32 метра на кілометр (або 32 метри на кожні 100 кілометрів), зазначаючи, що в верхній течії цей показник може досягати значень до 1,2 метра на кілометр (або 120 метрів на кожні 100 кілометрів).

У верхній частині свого шляху, Інгулець має характер ряду озероподібних або болотистих плеск, які з'єднуються між собою лише під час весняних повеней або після сильних дощів. Від міста Александрія річка протікає вузькою смугою, де береги, в окремих місцях, мають скелясту природу. У регіоні Кривого Рогу ширина річки становить приблизно 40 метрів, а її глибина може досягати 1,7 метра. Тут було створено Інгулецьке водосховище, яке утворилося на місці гранітних виходів річки.

В середній течії річки властиві скелясті береги та значна кількість перекатів і порогів, багато з яких мають технічний характер і представляють собою руїни дамб і автомобільних мостів. Нижче Кривого Рогу, Інгулець починає розмивати осадові породи.

У верхній частині течії річки гирло є відносно прямолінійним, в середній і нижній частинах же воно вкрай живописне і має виразні меандри з довжиною до 5-7 кілометрів, які практично повертаються в свою початкову точку. З початку до гирла Інгулець утворює неймовірних 55 меандричних завитків. Ширина річки в подальшому зростає, хоча не дуже значно, і досягає 100 метрів біля Снігирівки та 120 метрів в області її гирла. Глибина на плесах може досягати 5 метрів, а річкове дно переважно покрите піском.

Щодо режиму річки, Інгулець зазвичай замерзає в грудні місяці, а відтіває у березні. Головним джерелом живлення річки є сніговий покрив. У середньому, поблизу села Могильовка, річка витрачає близько 8,5 м³ води на секунду. Площа басейну річки становить 13 700 квадратних кілометрів. Долина річки у верхній течії має форму трапеції з шириною до 1 кілометра і час від часу утворює неглибокі каньйони. У середній частині річки долина переважно має форму літери "V" зі схилами долини, що сягають висоти від 25 до 35 метрів, іноді вони можуть бути менш крутими та більш пологими і розсічені балками та кручами. Ширина русла річки в цьому регіоні становить від 60 до 120 метрів. У нижній частині течії долина річки має терасоподібну структуру з наявністю трьох або чотирьох чітко виражених терас і може досягати ширини до 5 кілометрів, включаючи затоплені ділянки та солончаки.

Щодо гідротехнічних споруд, верхній ділянка річки об'єктами водогосподарського призначення включає в себе дамби Карачунівського і Іскрівського водосховищ, а також гідроелектростанцію в селищі Велика Олександрівка. У Інгульці, Білоусівці, Молій Олександрівці та Запоріжжі розміщені насипні дамби. Біля Александрії, Кривого Рогу та Могильовки функціонують гідрологічні пости.

Річка Інгулець використовується для судноплавства на відстані 109 кілометрів від її гирла до селища Калинінське. Водні ресурси Інгульця використовуються для зрошення сільськогосподарських угідь і забезпечення питною водою на територіях Миколаївської та Херсонської областей. У 1958 році було побудовано Інгулецьку зрошувально-обводню систему. Враховуючи серйозне забруднення річкових вод промисловими стоками, був створений канал Дніпро – Інгулець, який має початок в районі Кременчука.

Щодо фауни річки, в Інгульці мешкають такі види риб, як тюлька, краснопірка, плотва, улея, головань, карась, короп, окунь, тарань, рибець, чехоня, жерех, сазан, судак, щука, лящ, товстолоб і сом. Різноманітість видів риби зменшується з віддаленням від гирла річки. Рибальство в цій річці відіграє значну роль. Однак через серйозне забруднення води промисловими стоками криворізьких і інгулецьких гірничо-збагачувальних комбінатів, рекреаційні зони відпочинку досить обмежені.

Серед населених пунктів, розташованих вздовж течії річки, можна відзначити такі: Александрія, Петрово, Кривий Ріг, Широке, Інгулець, Миколаївка, Велика Олександрівка, Калінінське та Снігерівка.

Також слід відзначити, що Інгулець виступає основною водною артерією Кривбасу, яка приймає високо мінералізовані води хвостосховищ ВАТ "Південний ГЗК", ВАТ "Інгулецький ГЗК" і ставка-накопичувача б. Свистунова, а також приймає недостатньо очищені стічні води ряду підприємств. Скиди забруднених стічних вод до річок Інгулець та Саксагань досягають великих обсягів, що призводить до суттєвого погіршення якості води в межах граничних створів від Кіровоградської (село Искрівка) до Миколаївської (село Андрієвка) областей. У цих регіонах спостерігається збільшення концентрації сухого залишку у воді від 800 до 4200 мг/л, хлоридів від 90 до 1470 мг/л, сульфатів від 240 до 790 мг/л, БПК-5 від 1,2 до 5,7 мг/л, заліза і нафто продуктів від 0,1 до 0,4 мг/л.

2.2. Методи дослідження

2.2.1. Польові дослідження.

У проведенні екологічних досліджень водних екосистем основним кроком є процедура відбору проб води. Науковий підхід до цього процесу включає в себе ряд важливих критеріїв та методологічних директив.

У випадку відбору проб води з річок, рекомендується проводити цю процедуру на струмінні потоку на глибині від 0,2 до 0,5 метра від поверхні води. У випадках, коли річка має значну глибину, слід брати проби з різних глибин, що дозволяє отримати середній склад води в річці. Необхідно відзначити, що в глибоких річках відбирати лише одну пробу, яка відображала б середній склад води кількох горизонтів, не є науково обґрунтованим і не рекомендується.

Якщо ширина річки перевищує 200 метрів, то відбір проб води слід проводити не менше ніж в трьох різних пунктах: дві проби біля берегів і одну на середині річки, що є зваженим підходом до збору інформації.

У процесі відбору проб води з річок, необхідно дотримуватися певних сезонних рекомендацій:

- Взимку – до початку танення снігу.
- Весною – під час весняного водопілля.
- Влітку – під час літньої межені.
- Восени – перед замерзанням річок.

Для забезпечення повного та адекватного аналізу взятих проб води, слід відбирати їх близько 13 години за місцевим часом. Однак, для збільшення точності результатів можна виконувати відбір в будь-який час між 12 і 17 годинами.

У випадку відбору проб води з озер, оптимальна локація для цієї процедури - це відкрита найглибша частина озера. У разі, коли озеро має значну глибину понад 30 метрів, важливо брати проби з різних горизонтів. З розгляду проміжних горизонтів може відбиратися проба, якщо вона є допустимою за спеціальними інструкціями.

Для ретельного моніторингу стану озер, рекомендується відбирати проби води з озер чотири рази на рік, враховуючи наступний графік:

- Взимку – перед скресанням озера, при найнижчому рівні води.
- Весною – при найвищому рівні води.
- Влітку – під час літньої стагнації води, при найвищій температурі та найнижчому рівні води.
- Восени – перед льодоставом.

2.2.2. Лабораторні дослідження

Для оцінки стану водних об'єктів застосовують різноманітні методи, які включають в себе хімічні, фізико-хімічні та фізичні підходи для визначення конкретних компонентів або груп компонентів.

З серед хімічних методів аналізу води найширше використовуються титриметричні методи. Ці методи дозволяють визначати такі параметри води, як:

1. Лужність: Визначення загальної лужності води базується на реакції утворення нейтральних солей при титруванні води хлоридною кислотою. Рівень лужності води визначається наявністю іонів, що можуть спричиняти алкалінність. Загальна лужність води обумовлена наявністю іонів OH^-, CO_3^{2-} і HCO_3^-.

З метою визначення лужності води застосовують титрування хлоридною кислотою в присутності індикатора фенолфталеїну, при підтриманому рівні pH=8,3. Цей процес зумовлює встановлення рівня лужності води, що визначається за допомогою фенолфталеїну. Під час проведення титрування води хлоридною кислотою у присутності фенолфталеїну відбуваються наступні хімічні реакції:

$$OH^- + H^+ = H_2O$$

$$CO_3^{2-} + H^+ = HCO_3^-$$

З метою визначення концентрації іонів гідрокарбонату (HCO_3^-) у

водних зразках використовується титрування хлоридною кислотою за участю індикатора метилового оранжевого при зазначеному рівні pH=3,6. Під час даного процесу відбувається хімічна реакція, яку можна виразити таким рівнянням:

$$HCO_3^- + HCl \rightarrow CO_2\uparrow + H_2O$$

Якщо за результатами визначення лужність води за фенолфталеїном дорівнює нулю, це свідчить про те, що наявні лише іони гідрокарбонату (HCO_3^-). У випадках, коли водний зразок має нульовий показник лужності за фенолфталеїном, можна вважати, що загальна лужність води визначається її карбонатною твердістю, оскільки іони гідрокарбонату переважають у більшості природних водних середовищ.

- загальну твердість води;

Для визначення загальної твердості води використовується комплексометричний метод з використанням трилона Б. Цей метод базується на формуванні комплексних сполук іонів кальцію і магнію з трилоном Б.

Комплексометричний метод є ефективним інструментом для визначення загальної твердості води, оскільки він дозволяє точно виміряти концентрацію іонів кальцію і магнію, які вносять важливий внесок у загальну твердість води. При цьому протікає реакція:

$$Me^{2+} + H_2ЕДТА^{2-} \leftrightarrow MeЕДТА^{2-} + 2H^+, \text{ де } Me^{2+} = Ca^{2+} \text{ або } Mg^{2+}.$$

Оскільки комплекси, утворені іонами кальцію і магнію з трилоном Б, є малостійкими, для проведення титрування їх використовують в лужному середовищі. Для цього застосовують буферну суміш, яка містить гідроксид амонію та хлорид амонію.

Цей підхід дозволяє забезпечити оптимальні умови для реакції трилона Б з іонами кальцію і магнію, що робить процес титрування більш точним і надійним.

- ***хімічне споживання кисню, біохімічне споживання кисню*;**

Визначення біохімічного споживання кисню (БПК) базується на оцінці кількості розчиненого кисню, яка витрачається протягом певного часового інтервалу на аеробний біохімічний розклад органічних речовин, присутніх у воді.

Існують різні методи визначення БПК:

– Пряме визначення БПК в зразку води, який аналізується, шляхом вимірювання споживання кисню під час біохімічного розкладу.
– Визначення БПК шляхом розбавлення води, яка аналізується, з метою підвищення чутливості методу.

Визначення БПК у воді, яка містить вільний хлор, для оцінки впливу хлору на біохімічний розклад органічних сполук.

Ці методи дозволяють визначити БПК і використовуються для моніторингу якості водних екосистем та контролю за забрудненням водних ресурсів.

- ***кислотність*;**

Для визначення кислотності води застосовується метод титрування розчином лугу. Якщо pH води менше 4,5, то визначається вільна кислотність (позначається як "m") шляхом титрування до досягнення pH 4,5 за допомогою індикатора метилоранжу.

Для визначення загальної кислотності (позначається як "p") пробу води титрують лугом до досягнення pH 8,3 у присутності фенолфталеїну як індикатора. Вільна кислотність, в свою чергу, є частиною загальної кислотності і виникає внаслідок наявності воді більш міцних кислот, ніж . Вміст вільної карбонатної кислоти обчислюється як різниця між загальною кислотністю ("p") та вільною кислотністю ("m").

Якщо показник pH досліджуваної води перевищує 8,3 (при додаванні фенолфталеїну спостерігається світло-малинове забарвлення), то кислотність цієї води вважається нульовою.

- ***вміст розчиненого кисню*;**

Для визначення кисню в розчині використовується метод, який

базується на реакції розчиненого кисню з гідроксидом марганцю (II) і наступному йодометричному титруванні утворених більш окислених сполук марганцю.

Методи визначення кисню включають:

1. Пряме визначення за методом Вінклера, де визначають кількість кисню без попереднього окислення інших речовин.

2. Визначення за методом Вінклера з попереднім окисленням заважаючих відновників, коли спочатку окислюють речовини, що можуть впливати на результат, а потім визначають кількість кисню.

Ці методи дозволяють точно визначити вміст кисню в розчині шляхом реакції з реагентами та подальшого титрування утворених сполук марганцю..

- ***концентрацію хлорид-іонів, сульфат-іонів, сірководню та сульфідів*;**

Визначення хлоридів у воді може бути проведене якісно за допомогою реакції з нітратом срібла. Для цього до 10 мл проби, попередньо підкисленої декількома краплями азотної кислоти, додають 0,5 мл 5%-ного розчину нітрату срібла. Якщо утворюється опалесценція або осад, це свідчить про наявність хлоридів в пробі.

Аргентуметричне визначення хлоридів ґрунтується на осадженні хлорид-іонів у вигляді малорозчинного хлориду срібла при pH в діапазоні від 7 до 10.

Меркуриметричне визначення хлоридів здійснюється за допомогою титрування проби води розчином нітрату ртуті (II) у присутності дифенілкарбазону.

Вміст сульфатів у питній воді, згідно деяких джерел, не повинен перевищувати 500 мг/л. Збільшена кількість сульфатів може погіршити якість води та збільшити її агресивність. Для визначення іонів сульфату в воді застосовується комплексонометричний метод з використанням трилону Б. Трилон Б утворює комплекси з іонами сульфату. Визначення сульфатів

полягає у введенні іонів барію (у вигляді розчину барій хлориду) у досліджувану воду, які реагують з іонами сульфату і утворюють осад барієвого сульфату ($BaSO_4$). Кількість сульфатів визначається шляхом вимірювання різниці витрати трилону Б на іони сульфату до осадження і після нього. У зв'язку з наявністю іонів карбонату в досліджуваній воді необхідно враховувати відповідні коригувальні поправки при визначенні сульфатів.

- ***загального нітрогену та нітрогену органічних сполук*** **тощо.**

Концентрація аналіту, що може бути визначена використовуючи цей метод, визначається в моль/л. Даний метод, що визначається його простотою, точністю, відсутністю необхідності великих витрат, і відносною недорогою в порівнянні з іншими методами.

Гравіметричний метод дозволяє визначити іони сульфатної кислоти та нафтопродукти у природних водах за допомогою вимірювання маси. Це можливо виконати у трьох різних випадках:

1. Визначення концентрації летких нафтопродуктів, засноване на зборі і вимірюванні маси після їх утилізації через дуючу конденсацію. Цей метод має чутливість на рівні 5 мг/л.

2. Визначення нафтопродуктів при їх концентраціях нижче 0,3 мг/л.

3. Визначення нафтопродуктів при їх вмісті в межах 0,3-3,0 мг/л.

Хімічні методи визначення зазвичай ґрунтуються на хімічних реакціях, які дають фізичну характеристику, залежну від кількості аналізованої речовини.

Наприклад, для визначення хлоридів можна використовувати аргентуметричний метод, де хлорид-іони осаджуються у вигляді хлориду срібла при оптимальному pH від 7 до 10.

Визначення концентрації сірководню можна виконати за допомогою колориметричного методу, який базується на утворенні забарвленої сполуки з етилоксиетилпарафенилендіаміном у присутності іонів заліза (III).

Хроматографічний метод грунтується на розділенні нафтопродуктів з

використанням газово-рідинної хроматографії, і може бути використаний для визначення всіх вуглеводів з високою чутливістю.

Також можливе визначення концентрації нафтопродуктів за допомогою спектрометричного методу, що використовується для вимірювання ІК-спектрів.

Люмінесцентно-хроматографічний метод заснований на розділенні нафтопродуктів за допомогою рідинної хроматографії та визначенні концентрації кожної фракції з використанням люмінесцентної детекції. Цей метод може використовуватися для визначення концентрації нафтопродуктів, яка становить 0,15 мг/л і менше.

Фізико-хімічні методи в аналізі природних вод використовують фотометричні (спектрофотометричні) методи, що базуються на поглинанні світла в ультрафіолетовій та видимій частинах спектра визначуваною речовиною чи продуктом реакції. Фотометричні методи можуть бути використані для визначення багатьох хімічних елементів, включаючи і інші.

2.2.3. Методика визначення

Для визначення сульфідів проводиться спеціальна процедура, яка включає наступні кроки. Спочатку в посуд, об'єм якого відомий, додають 10 мл консервувального розчину на кожні 100 мл проби. Після цього він заповнюється пробою до країв, і закривається так, щоб виключити будь-яку можливість залишити повітряні пузирі в посудині. Після цього проводиться ретельне перемішування.

Визначення концентрації сульфідів виконується у той самий день, коли була відібрана проба. Для цього до 100 мл консервованої проби додають 5 мл лужного розчину солі свинцю. Цей розчин готують, розчиняючи в дистильованій воді 1 г ацетату свинцю, 25 г сегнетової солі, 5 г NaOH і доводячи об'єм до 100 мл водою. Після додавання цього розчину пробу ретельно перемішують і відразу вимірюють оптичну густину. Це значення використовується для обчислення концентрації сульфідів, попередньо

віднявши поправку на оптичну густину холостого розчину, що складається з дистильованої води.

Для створення градуювального графіка дослідник відбирає декілька колб об'ємом 100 мл. У цих колбах вимірюють відповідні об'єми стандартного розчину сульфідів, який має концентрацію 0,01 мг/мл, додають по 10 мл консервувального розчину і доводять об'єм до 100 мл дистильованою водою. Отримані розчини відповідають концентраціям 0; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5 і 2,0 мг/л. Після перемішування розчинів проводять описану вище процедуру та будують градуювальний графік, який дозволяє визначити концентрацію сульфідів у вибірках води.

Концетрацію сульфід-іонів і сірководню у мг H_2S/л (C_x) обчислюють за формулою

$$C_x = \frac{C \cdot v}{v - v_1},$$

де С - концентрація сірководню, знайдена за градуювальним графіком, мг/л; v - ємність склянки для проби, мл; v_1- об`єм прилитого консервувального розчину, мл.

У сфері аналізу водних зразків розглядаються також електрохімічні методи, які зазвичай використовуються для визначення показників, таких як pH, аніони (наприклад,), і деякі катіони. Метод іонометрії добре відомий і використовується для цілей аналізу.

Додатково, електроаналітичні методи, такі як полярографія, можуть бути використані для визначення концентрації різних металів у природних водах. Наприклад, метод полярографії на ртутному крапельному електроді застосовується для визначення металів, таких як цинк, кадмій, плюмбум, мідь та інші, і дає можливість отримувати точні результати.

Деякі методи, такі як інверсійна вольтамперометрія, дозволяють визначати понад 40 різних іонів металів, а також численні аніони та органічні сполуки.

Крім того, існують хроматографічні методи, що грунтуються на розділенні різних речовин між рухомою і нерухомою фазами. Ці методи використовуються для визначення летких органічних сполук, деяких катіонів металів, іонів та нелетких органічних сполук.

Фізичні методи аналізу базуються на вимірюванні сигналів, що виникають внаслідок збудження електронів в атомах і молекулах або внаслідок ядерних перетворень. Наприклад, фотометрія полум'я використовується для визначення натрію, калію, літію, кальцію у водах.

У деяких випадках, таких як визначення концентрації металів у водах, використовують атомно-абсорбційну спектроскопію.

Також існують специфічні методи, такі як люмінесцентний метод, радіометричні методи, які використовуються для визначення конкретних речовин у водних об'єктах, таких як нафтопродукти, хлорорганічні сполуки, а також радіоактивні елементи, такі як стронцій, цезій та інші.

Санітарно-бактеріологічний аналіз води включає в себе визначення загальної кількості мікробів у воді, деякі методи визначення бактерій групи кишкових палочок. Ці методи дозволяють контролювати якість води та виявляти наявність фекального забруднення, що є важливим для оцінки безпеки води для споживання.

Бактеріологічні методи можуть бути як культурними, так і радіометричними, залежно від способу вимірювання активності мікроорганізмів у воді.

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Стан водних ресурсів басейну р. Інгулець у сучасних умовах

Сучасний екологічний стан річки Інгулець жахливий. Інтенсивне землеробство, в тому числі зрошування, гірничорудна промисловість, швидке зростання металургійної та хімічної галузі в її басейні привело до поступового занепаду річки (рис. 3.1.).

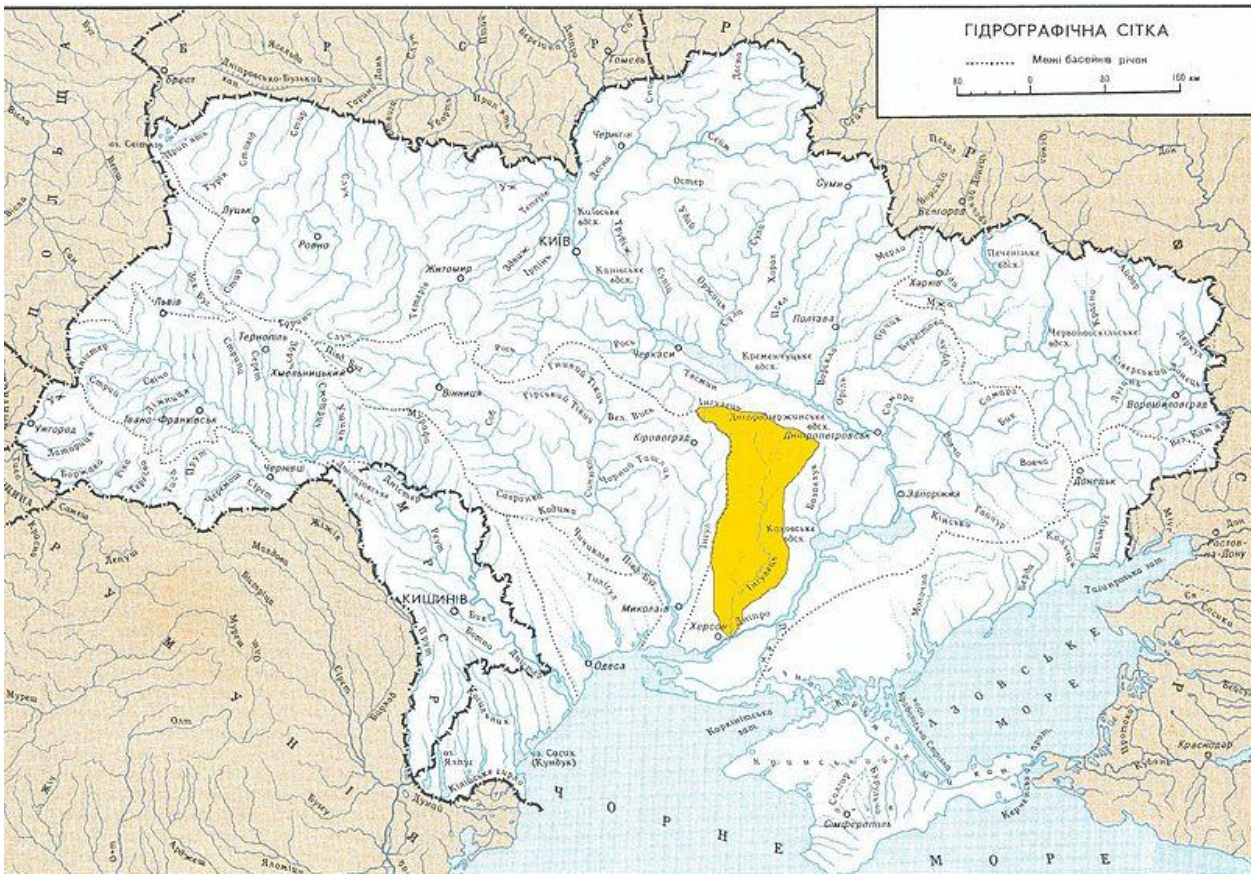

Рис. 3.1. Басейн річки Інгулець

Найбільш гострим питанням для стану водних об’єктів Кривбасу стала проблема утилізації великої кількості зворотних шахтних вод. Видобування і переробка залізної руди пов’язані з використання великої кількості води. Водогосподарська ситуація гірничих підприємств Кривбаса характеризуються надлишком зворотних вод. Шахтні води потрапляючи у водойми, порушують біологічну і гідрохімічну рівновагу і створюють загрозу

не тільки для здоров'я населення, а й для рибного запасу річок.

Діяльність людини, зокрема використання річки для сільськогосподарських потреб та викиди промислових відходів, суттєво вплинули на водну екосистему Інгульця. Спостерігаються значні зміни у рівновазі природного середовища. Внаслідок цього, водні ресурси річки зазнали істотного погіршення, що має негативний вплив на біорізноманіття та життєздатність численних видів, а також на якість води для пиття та інших потреб.

Цей стан річки потребує негайних заходів з охорони навколишнього середовища та реставрації водного басейну. Необхідно ретельно розглянути та впровадити стратегії та технології, які дозволять зменшити вплив людської діяльності на річку та відновити її екологічну стабільність.

Подолання цієї екологічної кризи вимагає спільних зусиль влади, громади та наукових установ з метою збереження цього природного ресурсу для майбутніх поколінь та забезпечення життєздатності всього екосистеми.

Скид надлишку зворотних вод у русло річки Інгулець здійснюють:

1. ВАТ "Північній гірничозбагачувальний комбінат"

2. ДП “Кривбасшахтозакриття”

3. ВАТ “Інгулецький ГЗК”

4. ВАТ “Центральний ГЗК”

У 2000 році Кабінетом Міністрів України було ухвалено рішення (згідно розпорядження № 1346-р від 8.12.99) щодо дозволу скиду високо мінералізованих шахтних вод у річки Інгулець і Саксагань, а також це рішення регулюється регламентом, розробленим Інститутом гідробіології НАН України.

Специфічною особливістю цих ухвал є можливість відводити мінералізовані зворотні води в річку Інгулець з гірничорудних підприємств, але за певних умов, а саме "за умови не перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у місцях водокористування населення".

На сьогоднішній день результати спостережень за якістю води річки Інгулець вказують на практичності всіх параметрів перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин. За критерієм мінералізації води річки Інгулець в межах Херсонської та Миколаївської областей підлягає

класифікації як води з підвищеною мінералізацією. Оскільки розглядаються компоненти сольового складу, вода річки Інгулець відноситься до сильно забрудненої хлоридами та сульфатами. Більш того, в останні роки вміст хлоридів і сульфатів в воді Інгулець значно збільшився, що підтверджено на рисунку 3.1.

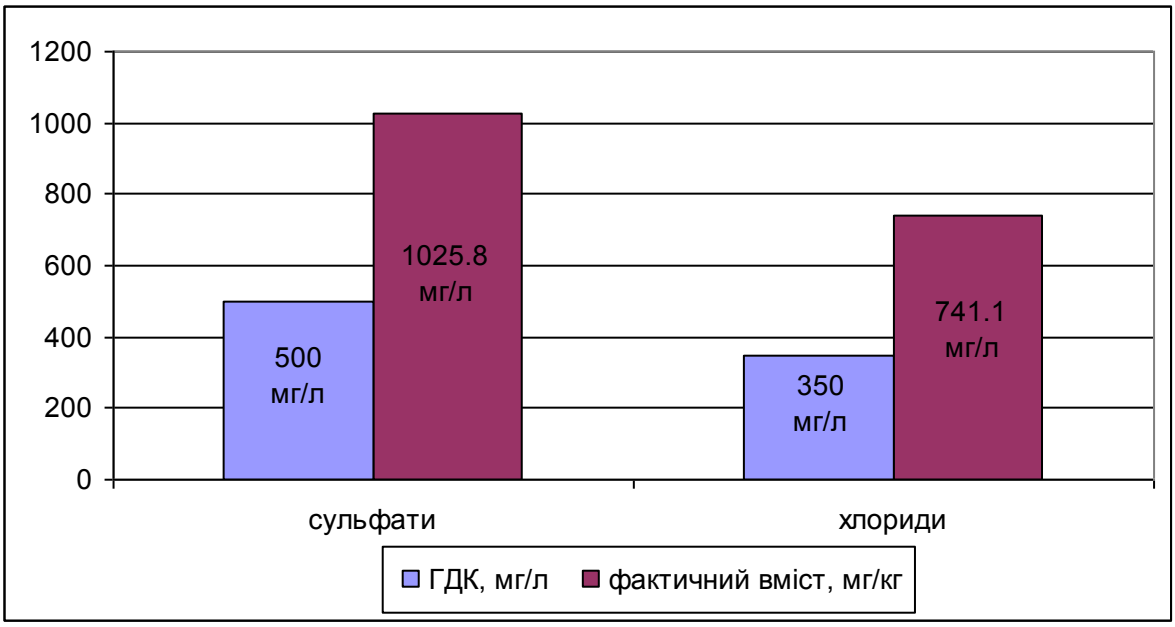

Рис. 3.2. – Збільшення вмісту хлоридів і сульфатів у Інгулецькій воді

З аналізу рисунка 3.2 можна встановити, що концентрація хлоридів перевищує Гранично Допустимі Концентрації (ГДК) у 2,9 рази, а концентрація сульфатів перевищує ГДК у 1,5 рази.

Цей аналіз свідчить, що ступінь забруднення річки Інгулець зростає по мірі руху від села Садове в Херсонській області (де відбувається впадіння річки Інгульця в Дніпро) до Кривого Рогу. Негативний вплив низькоякісних господарських стічних вод і фекальних викидів Кривого Рогу особливо помітний на початку календарного року, коли відбувається значний скид високомінералізованих шахтних вод. Протягом січня до березня рівні мінералізації в різних точках річкового русла коливаються від 700 до 5700 мг/л. Цей період відзначається особливо великим перевищенням вмісту важких металів у воді річки. Докладні дані щодо цього перевищення наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Рівні накопичення забруднюючих речовин у воді р.Інгулець

Назва речовини	Фактичний вміст, мг/л	ГДК речовини, мг/л	Кратність перевищення, разів
Азот амонійний	12, 46 мг/л	2 мг/л	6 разів
Азот нітратний	1,2 мг/л	1 мг/л	в 1,2 рази
Азот нітритний	4,8 мг/л	1 мг/л	в 4,8 рази
Марганець	0,24 – 1,1	0,1 мг/л	2,4 –11,0 разів
Магній	7,4 – 50,2 мг/л	5 мг/л	1,4 – 10,0 разів
Кальцій	20,1 – 60,12	25 мг/л	0,8 – 2,4 разів
Мідь	0,42 – 2,31 мг/л	0,1 мг/л	в 4,0 – 23,0 разів,
Залізо	0,15 – 0,51 мг/л	0,3 мг/л	0,5 – 1,7 разів
Мінералізації у різних пунктах спостережень по руслу річки Інгулець	700 – 5700 мг/л		

Представлені дані у таблиці демонструють, що концентрація амонійного азоту перевищує Гранично Допустимі Концентрації (ГДК) у 6 разів, концентрація нітратного азоту – у 1,2 рази, а концентрація нітритного азоту – у 4,8 рази. Марганець та магній присутні у воді в кількостях, перевищуючих ГДК у межах від 2,4 до 11,0 разів для марганцю та від 1,4 до 10,0 разів для магнію. Концентрація кальцію перевищує ГДК у межах від 0,8 до 2,4 разів. Зміст міді перебільшує ГДК в інгулецькій воді від 4,0 до 23,0 разів, а заліза – від 0,5 до 1,7 разів.

Інгулець, як водний об'єкт, піддається впливу сільськогосподарських вод і фекальних стоків Кривого Рогу, особливо відчутного на початку року, коли відбувається інтенсивний скид високо мінералізованих шахтних вод. Протягом січня до березня концентрація мінералізації в різних точках річкового русла коливається від 700 до 5700 мг/л. Цей період відзначається значним перевищенням вмісту важких металів у воді річки. Докладні дані

про перевищення подано в таблиці 3.1.

Слід відзначити, що якість води не відповідає стандартам щодо поверхневих вод навіть під час функціонування потужних насосних станцій влітку та восени, коли вода з Дніпра надходить до Інгульця та зменшує концентрацію солей, виведених з Кривого Рогу. Проте, навіть в цей період, вміст важких металів та мінералізація води залишаються вище нормативів для поверхневих вод. Крім того, вода з високим вмістом солей проникає в ґрунт і спричиняє його осолонцювання та засолення.

Осолонцювання є одним з найпоширеніших процесів деградації на зрошуваних землях Миколаївської та Херсонської областей. Висока концентрація розчинених солей у воді Інгульця, зокрема іонів натрію, спричиняє солонцюватість ґрунтів. Осолонцювання проявляється в погіршенні агрофізичних властивостей ґрунту, зниженні пористості та водопроникності, ущільненні ґрунтового профілю. Ці явища посилюються особливо при відсутності природного надходження органічної речовини. Дальший розвиток цих процесів може призвести до злитизації ґрунтів, проявляючи ущільнення та усадку під час висихання та набрякання під час зволоження, що значно знижує врожайність сільськогосподарських культур.

Забруднення басейну річки Інгулець відходами підприємств Кривого Рогу відбувається не лише під час регулярних скидів протягом вегетаційного періоду, але й упродовж усього року через обводнення каналу. Водообігова система каналу включає ВАТ "Кривий Ріг цемент", ВАТ "Арселор Миттал Стил Кривий Ріг", ВАТ "Південний ГЗК" та Довгинцівський район міста Кривий Ріг. Проте, питання щодо власності на канал залишається невирішеним.

Отже, в контексті нинішніх умов річку Інгулець уже важко визначити як водний потік, який живиться за рахунок стоку з водозбору. Інгулець втратив цю природну характеристику і тепер представляє собою потік розчинених в солі солей, що надходять від шахт та кар'єрів Криворізького залізорудного басейну, а також води з каналів Дніпро-Інгулець та Дніпро-

Кривий Ріг, а також комунальних стічних вод міста Кривий Ріг. Навіть природне русло Інгульця, сильно замулене через антропогенну діяльність, використовується для подальшого переміщення цього створеного людиною штучного потоку. Усі ці процеси контролюються потужними насосними станціями та мають характер суцільного втручання в природній процес річкового стоку.

3.2. Балка Свистунова як основне джерело забруднення водних ресурсів

Державне підприємство "Кривбасшахтозакриття" спеціалізується на наданні послуг з передачі електроенергії та транспортуванні промислових стоків, що використовується майже усіма гірничозбагачувальними комбінатами. Власне завдання полягає у відкачуванні та перенаправленні зворотних шахтних вод до ставків-накопичувачів, які розташовані біля колишнього ставу поблизу місця нашого спостереження, а саме - у басейні ім. Свистунова.

Рис. 3.3. Ставок-накопичувач балка Свистунова

Ставок-накопичувач, розташований в неглибоко врізаній балці Свистунова на відстані 3,5 кілометрів на південний-схід від річки Інгулець,

відзначається тим, що його дно розташоване на висоті 70-75 метрів над рівнем моря та знаходиться на відстані 45-50 метрів вище за рівень води в самій річці. Абсолютна різниця відміток між ставком і річкою становить 90-95 метрів. Особливості рельєфу створюють сприятливі умови для інфільтрації атмосферних опадів і обмежують витік поверхневих вод в балку. Головними джерелами поповнення водоймища є високомінералізовані шахтні води, які подаються в ставок, а також обмежені кількості атмосферних опадів.

Щодо геометричних параметрів ставка, то його максимальні проектні характеристики включають відмітку найвищого рівня води на рівні 88,5 метра над рівнем моря, об'єм води, що досягає 12,2 мільйонів кубометрів, та площу дзеркала води, яка становить 216 гектарів.

У 2023 році у ставок-накопичувач було відведено 12 478 тисяч кубометрів шахтних вод. Прогнозовані обсяги, відповідно до заявок учасників підприємств, мали скласти 12 573 тисячі кубометрів.

Початок скиду шахтних вод зі ставка-накопичувача було зафіксовано в листопаді 2023 року відповідно до ухваленого "Регламенту скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу в 2022-2023 роках". Обсяг скиду становив 11,3 мільйонів кубометрів. Станом на 1 січня 2023 року рівень води в ставку-накопичувачу скоротився на 7 379,6 тисяч кубометрів.

Для перекачування шахтних вод із ставка-накопичувача був використаний насосний агрегат, який працював через Дзержинське шламосховище та перекачав у водоносний комплекс шахтну воду в обсязі 7 476 тисяч кубометрів. Процес фільтрації води із ставка-накопичувача призвів до виносу різноманітних забруднюючих речовин, серед яких найважливішими є макрокомпоненти, такі як хлориди, натрій, солі кальцію та магнію, а також мікрокомпоненти, наприклад бром і кадмій.

Вода, що накопичується у ставку-накопичувачі, відзначається мінералізацією, яка станом на 2023 рік коливалася в межах 33,2 - 33,9 грама

на літр і характеризується високим вмістом хлоридів та натрію. Також вода характеризується високою жорсткістю в межах 64 - 80 міліграмів еквівалентів на літр. Зазначені параметри наведені у таблицях 3.2 і 3.3.

Таблиця 3.2.

Хімічний склад води у ставку-накопичувачі б. Свистунова

Речовина	Кількість, мг/л					ГДК, мг/л
	01.01. 2022 р.	09.11. 2022 р.	22.12. 2022 р.	08.02. 2023 р.	27.02. 2023 р.	
1. Вода із скиду з магістрального трубопроводу в ставок						
Мінералізація	33280	35558	–	–	–	1000
Хлориди	20355	20018	–	–	–	350
Сульфати	1257	1286	–	–	–	500
2. Ставок-накопичувач біля дамби						
Мінералізація	36985	36542	–	–	–	1000
Хлориди	21233	20670	–	–	–	350
Сульфати	1350	1380	–	–	–	500
3. Ставок-накопичувач біля дамби						
Мінералізація	29843	28771	–	–	–	1000
Хлориди	17 96	16477	–	–	–	350
Сульфати	1270	1126	–	–	–	500
Кальцій	530	426	–	–	–	-
Магній	750	660	–	–	–	-
Натрій	9782	9479	–	–	–	200
жорсткість	83,1	77,5	–	–	–	10
4. Вода із скиду з магістрального трубопроводу від ставка-накопичувача у р. Інгулець						
Мінералізація	37003	36840	–	38332	36808	1000
Хлориди	1244	1232	1163	1335	1292	500
Сульфати	20224	19526	19863	19888	18984	350

Таблиця 3.3.

Концентрації мікрокомпонентів, які присутні в підземних водах в аномально-високих кількостях.

Речовина	Кількість, мг/л					ГДК, мг/л	Перевищення ГДК, к-сть разів
	Ставок б. Свистунова (насосна)	Св. 640	Св. 644	Св. 648	Св. 656		
2022 р.							
Бром	–	31,4	31,4	22,4	25,0	0,2	11,2 – 12,5
Кадмій	–	–	–	–	–	0,001	–
2023 р.							
Бром	80,0	70,0	9,0	8,0	9,0	0,2	40 – 400
Кадмій	0,026	0,011	0,023	0,024	0,014	0,001	11 – 26

3.3. Характеристика кисневого режиму поверхневих вод басейну р. Інгулець

Кисневий режим річки Інгулець проявляє виражений сезонний та географічний характер. Усереднено внутрішньорічний цикл характеризується тим, що мінімальні значення розчиненого у воді кисню спостерігаються переважно в той період, коли температура води досягає максимальних значень. (рис. 3.4.)

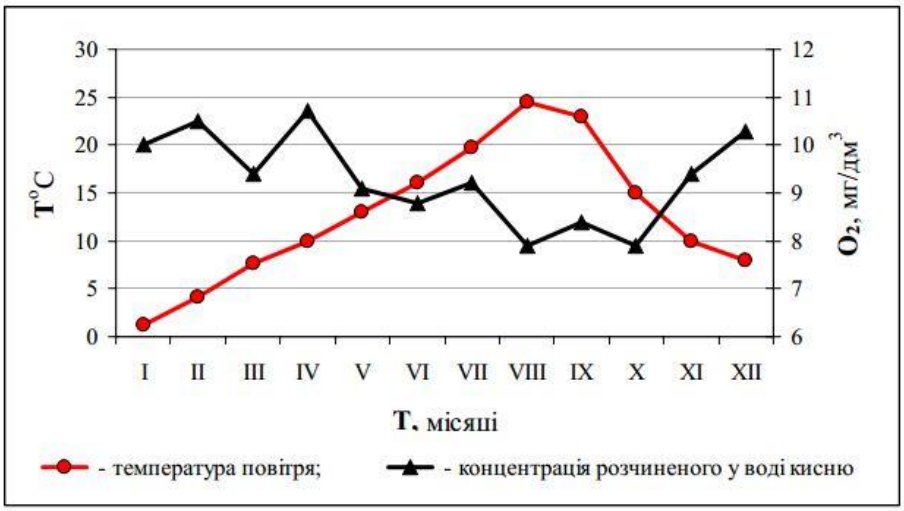

Рис. 3.4. Характерна внутрішньорічна динаміка кисневого режиму р. Інгулець

Вміст розчиненого кисню в воді річки Інгулець під час періоду відкритого русла піддається регулюванню за допомогою різних процесів, таких як газообмін з атмосферою, фотосинтез, окиснення розчинених органічних речовин і хімічне окиснення заліза і сполук азоту. Під час весняних повеней середній вміст кисню в воді річки Інгулець становить 9,4 мг/дм³, коливаючись у межах від 10,5 мг/дм³ (на відстані 1,2 км нижче від села Садове) до 8,3 мг/дм³ (у межах міста Кривий Ріг). У період літньо-осіннього спаду рівень кисню в воді річки Інгулець досягає мінімальних значень, що становить приблизно 7,1 мг/дм³, і варіюється від 7,9 мг/дм³ (на відстані 1 км вище від міста Кривий Ріг) до 6,5 мг/дм³ (на відстані 7 км нижче від міста Кривий Ріг).

У зимовий період спостерігається покращення кисневого режиму поверхневих вод порівняно з літньо-осіннім періодом мінімальних рівнів кисню. Середні значення розчиненого кисню (РК), як показано на рисунку 3.5, досягають рівнів, що є характерними для весняних повеней і становлять 9,2 мг/дм³. Вони коливаються в межах від 11,0 мг/дм³ (на відстані 1,2 км нижче від села Садове) до 8,1 мг/дм³ (у межах міста Кривий Ріг).

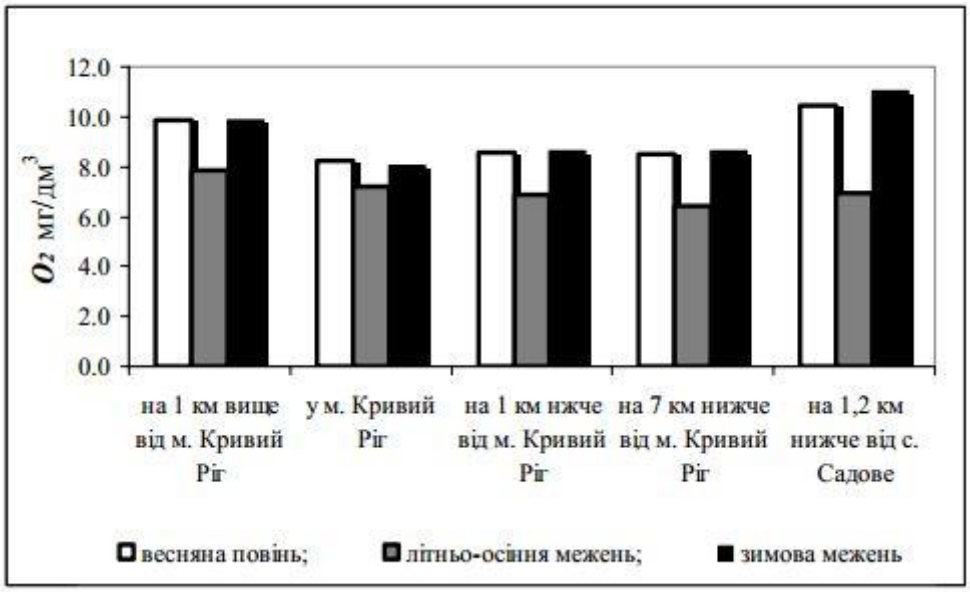

Рис. 3.5. Сезонний розподіл середніх значень умісту розчиненого кисню (O_2 мг/дм^3) у воді р. Інгулець по довжині.

Під час аналізу просторового розподілу відносного вмісту кисню у воді річки Інгулець у різні сезони також можна виокремити певну ділянку, яка розташована в межах Криворізького Техногенно-Водного Комплексу (ТВК), а саме в межах міста Кривий Ріг, на відстані 1 км та на 7 км нижче від міста Кривий Ріг. Ця ділянка характеризується переважанням мінімальних щорічних значень відсотка насичення киснем у воді (рис. 3.6.).

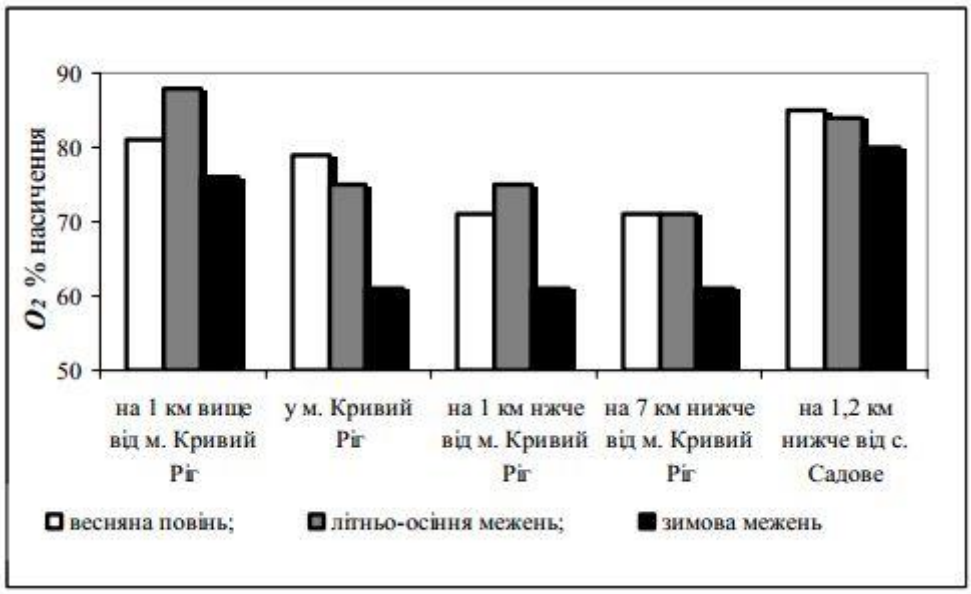

Рис. 3.6. Середні показники просторового розподілу відносного вмісту кисню (% насичення) у воді р. Інгулець у різні сезони

У межах Карачунівського водосховища кисневий режим має свої особливості й залежить не лише від вищенаведених чинників, а й від низки орографічних та гідрографічних особливостей. Концентрація розчиненого кисню руслових водойм визначається його споживанням водною товщею на окиснення органічної речовини та донними відкладами й умовами його продукції фітопланктоном і водоростями в результаті фотосинтезу [12].

Так, в окремі роки середньорічні показники РК у воді Карачунівського водосховища сягають значень, характерних для нижньої течії р. Інгулець, а інколи й перевищують їх (рис . 3.7)

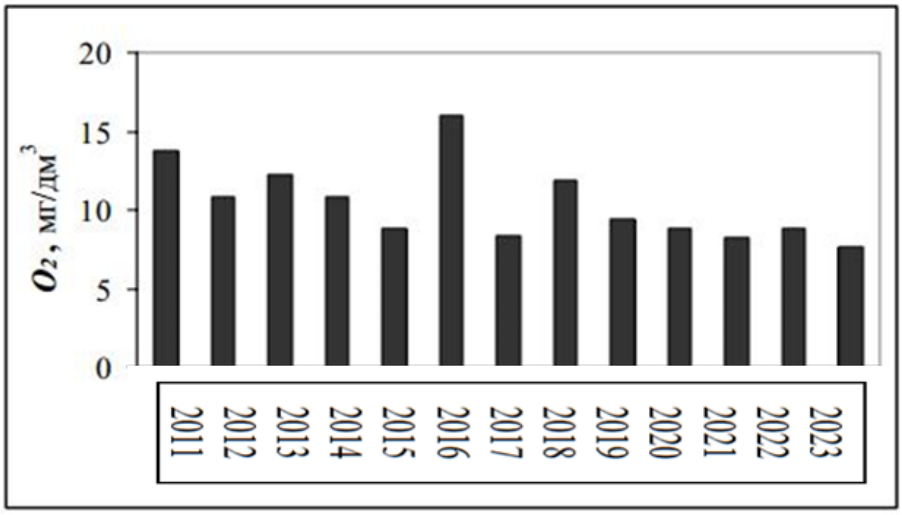

Рис.3.7. Багаторічна динаміка середньорічного вмісту розчиненого кисню у воді Карачунівського водосховища

У нижній течії річки Інгулець кисневий режим відрізняється від інших ділянок річки. В гідрохімічному посту, розташованому приблизно за 1,2 кілометра вниз по течії від села Садове, спостерігається циклічна динаміка вмісту кисню у воді. Ця динаміка, останнім часом, визначається переважно притоком води з річки Дніпро.

Аналіз динаміки вмісту розчиненого кисню у воді на пригирловій ділянці річки Інгулець, яка розташована за 1,2 кілометра вниз по течії від села Садове, за багаторічний період (див. рисунок 3.8), демонструє сталий тенденцію до мінімального вмісту кисню влітку, коли він становить приблизно 6,97 мг/дм³.

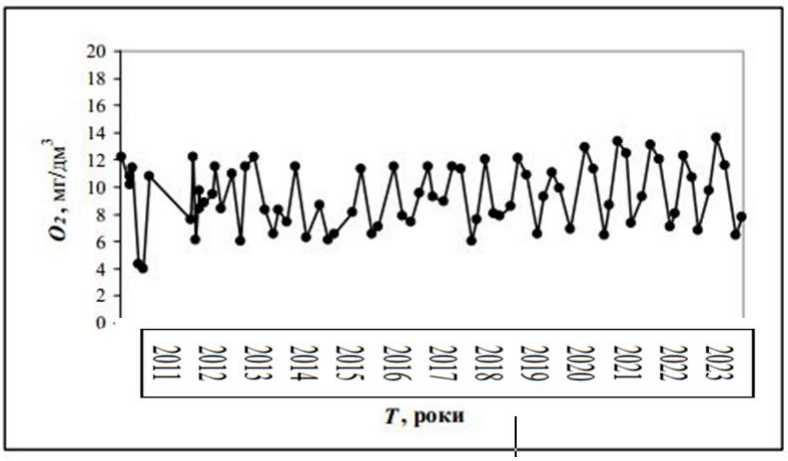

Рис. 3.8. Графік зміни вмісту розчиненого кисню у воді гирлової частини річки Інгулець (на 1,2 км нижче від с. Садове) за багаторічний період (2021-2023 рр.)

Зокрема, під час літньо-осінньої межі у 2021 році вміст кисню у воді на цій ділянці річки опустився до критично низьких значень, які становили від 4,0 до 4,3 мг/дм³. Це могло призвести до масового загибелі риби. У зимовий період середнє багаторічне значення вмісту кисню в воді складало 11,0 мг/дм³, а під час весняної повені трохи зменшувалося до 10,5 мг/дм³.

У внутрішньорічному аспекті, спостерігається мінімальний рівень вмісту розчиненого кисню у воді річки Інгулець під час літньо-осінньої межі, який становить, у середньому, 7,23 мг/дм³ [7,23 мг/дм³]. Дальні дослідження вказують на те, що концентрація розчиненого кисню в пізніше періоди року зазвичай вища через підвищену розчинність кисню. Саме тому середні багаторічні значення вмісту розчиненого кисню у воді під час зимової межі дещо перевищують ці показники і становлять 9,24 мг/дм³ [9,24 мг/дм³]. У період весняного водопілля середнє значення кисню у воді річки Інгулець складає 9,15 мг/дм³ [9,15 мг/дм³].

Середні багаторічні показники кисневого режиму основних притоків річки Інгулець (див. таблицю 3.9.) характеризуються схожістю окремих параметрів. Однак, незважаючи на постійний вплив антропогенного характеру, кисневий режим річки Саксагань відзначається як найбільш сприятливий серед них.

Таблиця 3.9.

Середні багаторічні показники кисневого режиму основних приток р. Інгулець

Показники / Річка	O_2, мг/дм^3	O_2, % насичення	БСК$_5$, мгO_2/дм^3	ХСК, мгО/дм^3
р. Саксагань	8,7	78,9	8,1	38,5
р. Зелена	8,2	85,3	-	32.0
р. Жовта	8,5	75,5	10,2	40,6
р. Бокова	9,1	74,2	8,4	-
р. Боковенька	8,9	73,4	9,3	-
р. Вісунь	9,2	-	-	45,2

Отримані результати гідрохімічних досліджень поверхневих вод басейну річки Інгулець вказують на незадовільний екологічний стан значної частини гідроекосистеми, що є результатом значного антропогенного впливу, спричиненого скиданням забруднених стічних вод підприємств гірничо-видобувної промисловості Криворізького залізорудного басейну, а також впливом природних факторів.

Слід відзначити особливу проблему, пов'язану з кисневим режимом у річці Інгулець, який залишається практично незмінним з року в рік. Рівень кисневого насичення не перевищує в середньому 80-85%, що є безпосереднім підтвердженням забруднення води різними речовинами, які активно споживають кисень під час окиснення.

Дослідження показують, що вміст кисню у воді верхньої та нижньої ділянок річки Інгулець значно відрізняються від тих ділянок, які піддаються впливу стічних промислових та комунально-побутових вод Криворізького ТВК. Ця тенденція спостерігається як при наявності, так і при відсутності скидів стічних вод. Це свідчить про наявність кількох зон, які подібні за умовами формування кисневого режиму поверхневих вод басейну річки Інгулець:

1. Перша зона, яка охоплює верхів'я басейну, включаючи Карачунівське водосховище та верхню і середню течію річки Саксагань. У цій зоні характеризується відносно добрий кисневий режим.

2. Друга зона охоплює частину гідросфери, розташовану в межах Криворізького залізорудного басейну, і характеризується незадовільними гідрохімічними показниками протягом всього року.

3. Третя зона - нижня течія, де кисневий режим є оптимальним протягом всього року і формується під впливом низки природних чинників та допливу дніпровських вод по системі "антиріка".

4. Четверта зона охоплює більшу частину невеликих річок середньої і нижньої частини басейну та річку Інгулець на ділянці від села Архангельське до селища Снігурівка. Тут основним чинником, що впливає на формування

кисневого режиму поверхневих вод, є гідробіологічні процеси, активність яких на стоячих річкових ділянках часто призводить до перенасичення води киснем.

3.4. Вплив гірничо-збагачувальних комбінатів на водні ресурси р. Інгулець

Отримані результати гідрохімічних аналізів вод басейну річки Інгулець свідчать про катастрофічний екологічний стан цієї гідроекосистеми. Причиною цього стану є постійні скиди мінералізованих вод з гірничорудних підприємств Інгулець. Зараз річка майже повністю втратила свою фундаментальну здатність до самоочищення, яка є характерною для більшості річок. Зазвичай, водойми мають природну здатність до нейтралізації забруднень шляхом фізичних, хімічних і біологічних процесів.

Важливо відзначити, що існуючі антропогенні заходи, спрямовані на охорону водних ресурсів, фактично зводяться до підтримки здатності річок та озер до самоочищення. Природний процес руйнування або нейтралізація забруднюючих речовин відбувається завдяки складним фізичним, хімічним і біологічним процесам, таким як осідання часток, окислення, коагуляція, гідроліз токсикантів та інші. Варто відзначити, що нейтралізація хімічних речовин залежить від водності водоймища.

Зменшення водності річок, яке в основному спричинене діяльністю людини, зазвичай призводить до збільшення концентрації забруднюючих речовин. На жаль, це стосується і річки Інгулець, де багато кількісних параметрів стоку визначаються антропогенними втручаннями.

На початку 60-х років XX століття незаконне використання земель водозахисних зон Інгульця призвело до серйозного зниження лісистості та значного збільшення розораності земель у басейні річки, навіть до 85-90%. Це спричинило інтенсифікацію процесів ерозії та значне замулення річища, що має серйозний вплив на загальну водність Інгульця. Це також призвело до втрати транспортного значення річки, яка раніше була судноплавною від

гирла до міста Снігірівка.

На сьогоднішній день щорічний середній обсяг стоку Інгульця у верхній частині басейну складає приблизно 0,24 км3. Значна частина цього стоку складається з води з річки Дніпро, яка подається каналом Дніпро-Інгулець з Кременчуцького водосховища. Крім того, у річку скидаються шахтні води Північного горно-збагачувального комбінату в Кривому Розі та стоки очисних споруд цього міста через Карачунівські водосховища. Додаткова кількість води надходить з Каховського водосховища через канал Дніпро-Кривий Ріг. Частина шахтних вод також надходить в Інгулець з Інгулецького горно-збагачувального комбінату та деяких невеликих притоків, зокрема річки Вісунь.

Більшість стоку втрачається через процеси зрошення, випаровування та фільтрацію, що становить приблизно половину загального обсягу стоку. У гирлі річки, в селі Садове, фіксується середньорічний стік в 0,3 км3. Ця дійсність підкреслює, що Інгулець вже не може вважатися типовою річкою в традиційному географічному розумінні. Він представляє собою потік солей і мінералів, який живиться завдяки скидам мінералізованих вод з промислових джерел та водойм Дніпро-Інгулець та Дніпро-Кривий Ріг, а також комунальних стоків міста Кривий Ріг.

3.5. Заходи для зменшення негативного впливу гірничо-збагачувальних комбінатів на стан водних ресурсів басейну р. Інгулець

Головним недоліком головної водовідливної установки є забрудненість водозбірників, яка призводить до того, що шахтна вода, яка піднімається з підземних шахт, не може належним чином відстоятися і, отже, надходить до насосного агрегату у забрудненому стані.

З метою ефективної очистки шахтної води, яка виноситься з підземних виробітків, була розроблена високотехнологічна технологія та спроектований комплекс обладнання для очищення, який гарантує досягнення якісних показників очищення шахтних вод у відповідності до вимог технічних

стандартів для технічної води. Після успішної обробки цей очищений ресурс може бути використаний для внутрішніх потреб шахти або для місцевих господарських потреб у населених пунктах, розташованих поруч з шахтою. Впровадження цього комплексу очищення води має потенціал звільнити території, які були призначені для зберігання шахтних вод, і таким чином зменшити негативний вплив на природне середовище, а також використати ці території для сільськогосподарських цілей.

Зазначений комплекс обладнання складається з ряду очисних установок, включаючи відстійник, пісколовку, фільтри та установки для знезараження води. У процесі очищення шахтної води поетапно виключаються механічні домішки різного розміру, такі як ті, що перевищують 1 мм та ті, які становлять більше 100-150 мікрометрів. На останньому етапі очищення відбувається знезараження шахтної води для забезпечення її відповідності стандартам щодо безпеки технічної води.

Початковий етап очищення передбачає подачу шахтної води у відстійник намуленого типу ОН, де відбувається видалення механічних домішок під час реагентної обробки води. Важливо відзначити, що цей процес реалізується як з використанням реагентів, так і без них, залежно від вмісту механічних домішок у вихідній воді, який коливається від 50 мг/л до 50 г/л та розміру частинок більше 1 мм.

Відстійник складається з камер освітлення, камер для утворення пластівців та ущільнення осаду. Процес включає ступінчасту обробку води, де під час руху води через нахил здійснюється видалення механічних домішок на нижню площину камер. Після очищення вода направляється в пісколовку, де відбувається подальше виділення механічних домішок розміром 100-150 мікрометрів.

Після цього шахтна вода проходить через бічні канали, а потім на спрямовуючу решітку нахилених камер, де частки, які випали на нахил, рухаються в шлаконакопичувач. Фільтраційний процес, що застосовується, забезпечує подальше виділення механічних домішок та підвищує якість

очищення шахтної води.

Фільтр секційного типу, що працює за принципом напірної фільтрації, розроблений для видалення механічних домішок зі стічних вод шляхом фільтрації через зернисту насипку, таку як кварцовий пісок і антрацитові частки. Цей фільтр включає 6 секцій, які автоматично керуються двома розподільними пристроями. У кожній секції розташована насипка для фільтрації, де верхня камера містить крупнозернистий керамзитовий пісок, а нижня містить кварцовий пісок. Секції працюють послідовно, змінюючи режими фільтрації та промивки для досягнення найкращих результатів.

Частково очищена вода після проходження фільтрації піддається більш детальному очищенню від твердих частинок, шкідливих бактерій та хвороботворних мікроорганізмів. Глибоке очищення води, що видаляє механічні домішки до вмісту не більше 1,5 мг/л, відбувається в фільтрі глибокого очищення. Цей фільтр має форму вух циліндричних камер з дренажними розподільчими ковпаками на нижній частині. Верхня камера містить керамзитовий пісок великої зернистості, тоді як нижня містить дрібнозернистий кварц. Фільтраційний матеріал регулярно промивається, що дозволяє забезпечити ефективне виділення механічних забруднень.

Знезараження шахтної води здійснюється за допомогою електрохімічного методу, де частина очищеної води спочатку потрапляє в буферний резервуар, а потім, після обогащення активним хлором, змішується з загальним потоком, підлягаючи процесу знезараження шахтної води. Цей процес підтримується за допомогою струму, і частота очищення катодів від солей жорсткості регулюється періодично [1].

РОЗДІЛ 4.
ОХОРОНА ПРАЦІ

Система охорони праці на підприємстві представляє собою комплексну систему, що включає в себе різноманітні аспекти, які спрямовані на забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці для працівників та збереження їхнього здоров'я та життя під час виробничих процесів. Ця система включає в себе правові, соціально-економічні, організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні засоби.

Організація охорони праці на підприємстві взагалі відповідає загальній системі управління підприємством. Роботодавець (керівник підприємства) виступає особою, яка несе відповідальність за забезпечення безпечних умов праці, безпеку виробничих процесів та дотримання вимог законодавства про охорону праці на підприємстві.

Безпосереднє виконання заходів з охорони праці та забезпечення безпеки на робочих місцях покладається на керівників робіт, таких як бригадири, майстри, завідуючі, керуючі. Вони відповідають за визначення робочих місць, забезпечення необхідним обладнанням та інструментами, індивідуальними засобами захисту та створення санітарно-гігієнічних умов для працівників.

Для ефективної організації охорони праці та контролю за умовами праці на підприємстві рекомендується створення служби охорони праці. Ця служба може включати в себе спеціаліста з охорони праці (інженера з охорони праці), який відповідає за організацію та координацію заходів з охорони праці. Інші посадові особи на підприємстві також зобов'язані брати участь у забезпеченні безпечних умов праці.

Стосовно соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань, воно стосується всіх працівників, які працюють на підприємстві за умовами трудового договору чи контракту. Роботодавець має зареєструвати підприємство у відповідному фонді та

сплачувати страховий внесок. У випадку нещасного випадку чи професійного захворювання, фонд соціального страхування відшкодовує матеріальну шкоду потерпілому.

Охорона праці також регулюється колективним договором, який укладається між адміністрацією підприємства і профспілковою організацією. В цьому договорі визначаються різні аспекти організації праці, включаючи умови праці, оплату, навчання з охорони праці та інші соціальні питання.

Важливим елементом є навчання працівників з охорони праці, яке передбачено законом. Усі працівники мають проходити навчання та перевірку знань з охорони праці, і лише після цього їх можна допустити до роботи. Відповідальність за проведення навчання несе керівник підприємства.

Загалом, охорона праці на підприємстві є складною системою, що включає в себе багато аспектів і вимагає відповідальності та впровадження відповідних заходів для забезпечення безпеки та здоров'я працівників.

Працівники, які виконують завдання, які віднесені до "Переліку робіт з підвищеною небезпекою," мають обов'язок пройти спеціалізоване навчання та підтвердити свої знання правил безпеки для цих видів робіт перед початком їх виконання, а також періодично, не рідше одного разу на рік, проходити перевірку своїх знань щодо правил безпечного виконання цих завдань. Крім того, посадові особи, які керують проведенням робіт з підвищеною небезпекою, повинні піддаватися перевірці знань щодо правил безпечного виконання таких робіт один раз на три роки.

Встановлення робочого часу та відпочинку працівників регулюється законодавством України. Згідно з Кодексом Законів України про працю, робочий тиждень працівників не повинен перевищувати 40 годин, і на роботах з важкими та шкідливими умовами праці ця тривалість скорочується до 36 годин на тиждень. Для осіб віком від 16 до 18 років максимальна тривалість робочого часу становить 36 годин на тиждень. Робочий тиждень повинен мати п'ять робочих днів і два вихідні дні, хоча на безперервно

діючих виробництвах дозволяється шестиденний робочий тиждень з одним вихідним днем. У цьому випадку вихідний день може бути перед або після загального вихідного дня - неділі. Робочий день дозволяється ділити на частини, а перерви на відпочинок і прийом їжі не враховуються у робочому часі. Робочий день для осіб, які працюють в п'ятиденний робочий тиждень, не повинен перевищувати 8 годин, при шестиденному робочому тижні - 7 годин, з можливістю скорочення останнього робочого дня на дві години. Також передбачено перерву для відпочинку і прийому їжі після перших чотирьох годин роботи тривалістю до двох годин. Усі ці норми і обмеження встановлені з метою забезпечення належних умов праці та відпочинку працівників.

Забезпечення працівників необхідним спеціальним одягом, взуттям і засобами індивідуального захисту, а також мийними засобами, є обов'язком керівників робіт. Для різних професій встановлені вимоги до засобів індивідуального захисту. Наприклад, для трактористів-машиністів, які працюють в сільському господарстві, передбачено використання бавовняного костюма з пилонепроникної тканини, навушників, комбінованих рукавиць та захисних окулярів.

З метою визначення стану здоров'я та придатності працівників до виконання конкретних видів робіт, запобігання професійним захворюванням та надання пільг на робочому місці, підприємство організовує медичні огляди, включаючи попередні та періодичні огляди. Ці медичні огляди проводяться за рахунок підприємства, і працівники направляються на огляд у лікувально-профілактичні заклади. Підприємство також забезпечує працівників медичними та санітарними книжками та враховує результати медичних оглядів при їхньому працевлаштуванні.

Атестація робочих місць проводиться на підприємстві спеціальною атестаційною комісією з метою виявлення наявності шкідливих та небезпечних факторів на робочих місцях, встановлення їхнього рівня і розроблення заходів для поліпшення умов праці. Результати атестації

використовуються для встановлення скороченої тривалості робочого часу, відпусток згідно з умовами праці та інших пільг і компенсацій для працівників, які працюють у важких та шкідливих умовах.

На підприємстві також забезпечується санітарно-побутове обладнання для працівників, включаючи гардеробні, умивальні, душові, туалетні, приміщення для відпочинку, їдалень і медичний профілакторій.

Нагляд за дотриманням норм охорони праці на підприємстві здійснюють різні державні органи, включаючи державні інспекції по нагляду за охороною праці, органи прокуратури, санітарно-епідеміологічну службу та інші. Громадський контроль здійснюється профспілковим комітетом та представниками трудових колективів. Керівники та спеціалісти підприємства також відповідають за адміністративний контроль за станом умов праці та безпекою виробничих процесів.

Забезпечення пожежної безпеки є невід'ємною частиною діяльності підприємства. Відповідальність за це покладається на керівників підприємства та керівників виробничих підрозділів, які включені в обов'язки дотримання вимог правил пожежної безпеки. Це включає в себе проведення протипожежних інструктажів, оснащення виробничих приміщень засобами гасіння пожежі, розміщення пожежних щитів з відповідними засобами індивідуального захисту. Пожежна безпека є надзвичайно важливим аспектом охорони праці на підприємстві, і вона вимагає постійної уваги та дотримання відповідних заходів для запобігання пожежам та забезпечення безпеки працівників.

При здійсненні робіт на посаді працівників екологічних служб, насамперед, необхідно враховувати загальні вимоги до організації робочого процесу та безпечної праці. Основні положення вимог включають такі аспекти:

1. Підготовка та інструктування: Працівники повинні пройти інструктаж та ознайомитися з правилами обслуговування обладнання та використання хімічних реактивів перед роботою в лабораторіях. Це включає

ознайомлення з правилами особистої гігієни та внутрішніми правилами лабораторії.

2. Гігієна та чистота: Працівники повинні дотримуватися особистої гігієни та підтримувати чистоту свого робочого місця та обладнання.

3. Безпека в лабораторіях: Забороняється вживати їжу та палити в спеціально обладнаних лабораторіях. Також забороняється ходити в лабораторіях у верхньому одязі.

4. Пожежна безпека: Працівники повинні дотримуватися правил пожежної безпеки, перевіряти обладнання та умови безпеки перед початком роботи.

5. Обладнання та реактиви: Роботу варто починати тільки за дозволом старшого лаборанта. Заборонено використовувати пошкоджене обладнання або реактиви.

6. Безпека при отруєнні та аваріях: При отруєнні хімічними реактивами або газами необхідно негайно залишити приміщення та викликати медичну допомогу. Правильна реакція на потрапляння кислот чи лугів - негайно промити зону ураження водою та вжити необхідні заходи.

7. Завершення роботи: По закінченню роботи слід вимкнути всі прилади, закрити вентилі та повернути обладнання на відповідне місце.

Зазначений аналіз демонструє важливість дотримання вимог охорони праці серед працівників екологічних служб, особливо при виконанні робіт, пов'язаних з хімічними реактивами та лабораторним обладнанням. Ці вимоги покликані забезпечити безпеку та здоров'я працівників та виключити можливість аварій та надзвичайних ситуацій.

Висновки

1. Інгулець репрезентує собою важливу водну артерію в Кривому Басейні, яка приймає у свої води високо мінералізовані рідини з хвостосховищ підприємств "Південний Гірничозбагачувальний комбінат" (ВАТ "Південний ГЗК"), "Інгулецький Гірничозбагачувальний комбінат" (ВАТ "Інгулецький ГЗК"), а також стічні води, які не піддаються належному очищенню, з ряду інших підприємств.

2. Зараз відсутня система очищення високо мінералізованих шахтних вод. Стічні рідини перед їх скидом в річку просто утримуються в спеціальних резервуарах для накопичення.

3. Щорічно в Кривому Басейні видаляється значна кількість високо мінералізованих шахтних вод, яка становить від 20 до 22 мільйонів кубічних метрів з мінералізацією від 5 до 96 грамів на літр. При середній мінералізації на рівні 30 грамів на літр, переважно це є хлоридні води з високим вмістом хлориду, сульфату, натрію, магнію та кальцію, що перевищують допустиму концентрацію для поверхневих водних об'єктів. Також щорічно з відкритих кар'єрів видаляється близько 18-20 мільйонів кубічних метрів води.

4. Внаслідок постійних скидів високо мінералізованих рідин в річку, Інгулець практично втратив свою природну властивість щодо самоочищення, що була характерною для річкових екосистем.

5. Важливо відзначити негативний кисневий режим у річці Інгулець, який залишається стабільним роками. Рівень кисневого насичення в середньому не перевищує 80-85%, що є безпосереднім свідченням забруднення води речовинами, які активно споживають кисень при їх окисленні.

Пропозиції

1 1. З метою ефективної очистки високомінералізованих шахтних вод відкопуваннями розробити високопродуктивну технологічну систему та спроектувати комплекс очищення, спроможний забезпечити високу якість очищених шахтних вод, що відповідає стандартам технічної води. Впровадження цієї системи дозволить звільнити призначені для відстоювання шахтних вод території, зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та використовувати ці території для сільського господарства.

2. Реалізація повномасштабних проектів на гірно-збагачувальних підприємствах спрямована на зменшення негативного впливу на навколишнє середовище через впровадження комплексу заходів у кількох основних напрямках. Зокрема, використання гірничотехнічної та біологічної рекультивації відвалів і відпрацьованих земель.

3. Для забезпечення якості атмосферного повітря та запобігання шкідливим викидам в атмосферу рекомендується використовувати сучасне газоочисне та пилогазоочисне обладнання, а також проводити постійний моніторинг стану атмосферного повітря на межах санітарно-захисних зон підприємств. Додатково, впровадження енергозберігаючих технологій сприятиме зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

4. Для зниження обсягів пилових викидів з хвостосховища рекомендується проведення зрощення карт хвостосховища за допомогою розчину природного бішофіту, який завдяки високій гігроскопічності здатен утримувати вологу у верхніх шарах шламів. Крім того, зменшенню викидів пилу в атмосферу сприятиме поливання автодоріг на промислових площадках комбінату та в кар'єрі.

5. Для збереження водного басейну та запобігання забрудненню водними ресурсами варто впровадити замкнутий технологічний цикл, що не дозволить високомінералізованим водам потрапляти у природні водойми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Timoshenko V., Tuhan–Baranovsky M.I. Western European Economic Thought. The Annals of the Ukrainian Academy of Arts and Sciences in the U. S. A. т. 3, ч. 9. New York, 2014. P. 803–823.

2. Багрій І.Д., Білоус А.М., Вилку Ю.Г., Гожик П.Ф. Дослідження комплексного впливу на природне середовище міст Кривого Рогу та Дніпродзержинська і картографування цього впливу. Київ: Видавництво Фенікс, 2015. 107 с.

3. Багрій І.Д., Блінов П.В., Бєлокопитова Н.А. та ін. Геоекологічні проблеми Криворізького басейну в умовах реструктуризації гірничодобувної галузі. Київ: Видавництво Фенікс, 2022. 190 с.

4. Багрій І.Д., Гожик П.Ф. Гідроекосистема Криворізького басейну – стан і напрямки поліпшення. Київ: Видавництво Фенікс, 2015. 213 с.

5. Інгулець: екологія та охорона природи. Під ред. І.П. Сидоренка. Київ. Видавництво "Наукова думка", 2015. 182 с.

6. Комплексна переробка шахтних вод. Під ред. А.Т. Пилипенко. Київ: Видавництво Техніка, 2019. 140 с.

7. Коржнев Н.М. Концептуальні основи поліпшення стану довкілля гірничовидобувних районів України. Київ: Видавництво, 2020. 76 с.

8. Купалова Г.І. Формування ефективної системи екологічного менеджменту та аудиту. Вісник Університету банківської справи Національного банку України, 2014. № 1 (11), с. 48–53.

9. Кучеров К.І., Овчиннікова Н.Б. Сучасні проблеми екологічної безпеки функціонування гірничо-збагачувальних комбінатів та їх впливу на оточуюче природне середовище. Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна, 2019. № 849, с. 90–96.

10. Лаврик В.І., Скуратівська І.А. Математичне моделювання та оцінка впливу площі водозбору на кисневий режим водних екосистем в умовах їх евтрофікації. Біологія та екологія, 2016. Т. 54, с. 46–50.

11. Мельник В. М., Гордієнко А. П., Котелєв І. В. та ін. Екологічний стан річки Інгулець і його вплив на водоспоживачів. Дніпро. Дніпропетровськ, 2017. 187 с.

12. Мурзина Т.А., Гордієнко А.П., Волощук І.В. та ін. Геоекологічний моніторинг річки Інгулець. Київ. Ліра-К, 2008. 328 с.

13. Мурзіна Т.А. Екологічний стан річки Інгулець. Питання хімії та хімічної технології, 2022. № 5, с. 238–241.

14. Назаренко С.І. Грунтознавство. Чернівці: Видавництво "Книги – XXI", 2018. 400 с.

15. Осадчий В.І., Осадча Н.М. Кисневий режим поверхневих вод України. Наукові праці Українського наукового дослідного геологічного інституту, 2017. Вип. 256, с. 265–285.

16. Приходько В.М., Брезгіна А.А., Семенова О.О. та ін. Вплив гірничодобувної промисловості на екологічний стан річки Інгулець. Дніпро. Дніпропетровськ, 2012. 216 с.

17. Ремизов В.И. Особливості екологічної ситуації в Криворізькому районі Дніпропетровської області. Екологія, техногенна безпека і соціальний прогрес. Вісник ХІСП, 2013. Вип. 1, с. 151–156.

18. Тимошенко Л.В. Економічні аспекти оцінки ефективності природоохоронних заходів при розробці залізорудних родовищ. Монографія. Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2019. С. 572–581.

19. Тимошенко Л.В. Економічні аспекти оцінки ефективності природоохоронних заходів при розробці залізорудних родовищ. Донецьк. ДВНЗ "ДонНТУ", 2010. 572–581.

20. Чучелок А.С. Аналіз існуючих та пошук перспективних фільтруючих матеріалів для очищення шахтних вод. Матеріали щорічної науково-практичної конференції "ДНИ НАУКИ - 2015", Дніпропетровськ, 2005. 124 с.

21. Чучелок А.С. Застосування нових технологій для реконструкції діючих шахтних осадників з використанням лавсанового завантаження.

Матеріали IV Міжнародної наукової конференції студентів та аспірантів "Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів", Харків, 2015. 132 с.

22. Sengupta, M., & Sengupta, N. (2017). Remediation Technologies for Heavy Metal–Contaminated Groundwater. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 23(2), 298-322.

23. Gray, N. F. (2018). Water Quality: Guidelines, Standards and Health. Cambridge University Press.

24. Jain, C. K., & Singhal, D. C. (2019). Water Quality Assessment of Mining Areas—A Case Study of Alwar District, Rajasthan, India. Water, Air, and Soil Pollution, 197(1-4), 189-199.

25. Lottermoser, B. G. (2014). Mine Wastes: Characterization, Treatment, and Environmental Impacts. Springer.

26. Younger, P. L., Banwart, S. A., Hedin, R. S., & Nixdorf, B. (2022). Decoding the Grottoes? Environmental Science & Technology, 36(15), 324A-331A.