

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**  
**імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**  
**Інститут енергозбереження та енергоменеджменту**  
**Кафедра інженерної екології**

«На правах рукопису»  
УДК \_\_\_\_\_

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Ткачук К.К.  
(підпис) (ініціали, прізвище)  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2019р.

**Магістерська дисертація**

зі спеціальності (спеціалізації) 101«Екологія», «Інженерна екологія та ресурсозбереження»

на тему: «Використання очищених шахтних вод підприємств гірничовидобувної промисловості у штучних водоймах для рибгоподарських потреб»

Виконавля: студентка VI курсу, групи ОЗ-81 мп  
(шифр групи)

Паршакова Світлана Валеріївна  
(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Науковий керівник

д.п.н., к.т.н., проф. Кофанова О.В.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Консультант

з стартап-проекту доц. Шевчук Н.А.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент

доц. к.хім.н. Василькевич О.І.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України**  
**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**  
**Інститут енергозбереження та енергоменеджменту**  
**Кафедра інженерної екології**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність – 101 «Екологія»

Спеціалізація – Інженерна екологія та ресурсозбереження

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Ткачук К.К.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ**

**На магістерську дисертацію студенту**

**Паршаковій Світлані Валеріївні**

1. Тема дисертації «Використання очищених шахтних вод підприємств гірничовидобувної промисловості у штучних водоймах для рибогосподарських потреб»

науковий керівник дисертації д.п.н., к.т.н., Кофанова Олена Вікторіна,

затверджені наказом по університету від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р. № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом дисертації \_\_\_\_\_

3. Об'єктом дослідження є процеси рекультивації шахтних вод.

4. Предметом дослідження є показники забруднення кар'єрних озер та подальша очистка з урахуванням екологічної ефективності.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: дослідити загальні відомості про утворення ям від розробки шахт; провести аналіз впливу шахтних вод на забрудненні ґрунти; виконати аналіз методів очищення шахтної води з

вилученням з неї шкідливих компонентів; розробка комплексного методу використання шахтних вод у штучних водоймах та розробка стартап-проекту.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу 7 рисунків, 21 таблиця, 3 формули

7. Орієнтовний перелік публікацій Результати наукових досліджень було представлено на X Міжнародній науково-технічній конференції «Енергетика Екологія. Людина» (травень 2018 року).

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Репін М.В.		
Стартап-проект	Шевчук Н.А		

9. Дата видачі завдання 2 вересня 2019 року.

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Затвердження теми магістерської дисертації науковим керівником		
2	Написання 1 розділу магістерської дисертації		
3	Написання 2 розділу магістерської дисертації		
4	Написання 3 розділу магістерської дисертації		
5	Розробка стартап-проекту		
6	Строк подання магістерської дисертації на кафедру		
7	Захист магістерської дисертації		

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Паршакова С.В.

(прізвище, ініціали)

Науковий керівник дисертації

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Кофанова О.В.

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків. Робота виконана в обсязі 65 сторінок, містить 7 рисунків, 21 таблиць, 3 формул.

Загроза забруднення від утворення штучних озер після закриття шахтних підприємств дуже гостро стоїть у сьогоденні. Особлива увага приділяється питанням, які мають особливе значення для створення та управління озерами, що утворилися в наслідок закриття шахт. Ямні озера - просто утворені водойми через заповнення відкритої ями, залишеної після завершення гірничих робіт водою. Подібно до природніх озер, гірничі ями демонструють величезне розмаїття в кожній з цих предметних областей. Однак ямні озера молоді і тому зазвичай знаходяться в нерівноважному стані щодо їх швидкості наповнення, якості води та біоти що заселяє їх. Залежно від типу та місця розташування шахти, будуть покращені рекреаційні можливості або екологічні переваги даного ямного озера, наприклад, шляхом повторного озеленення або інших розглянутих в даній роботі методів. Створення ямного озера може бути головною вимогою до пом'якшення впливу на навколишнє середовище від гірничих робіт та / або повинно бути включено до складу плану закриття та рекультивації.

**Метою дослідження** є розробка плану заходів для рекультивації шахтних водойм.

**Об'єктом дослідження** є процеси рекультивації шахтних вод.

**Предметом дослідження** є показники забруднення кар'єрних озер та подальша очистка з урахуванням екологічної ефективності.

**Основними задачами дослідження** є:

- проведення літературного та патентного огляду з питання дослідження;
- проаналізувати вплив шахтних озер на природне середовище;
- виконати аналіз методів очищення шахтних озер від шкідливих речовин;

- розробка покрокового плану очистки озер, що утворилися в наслідок роботи шахтних підприємств, та розробка стартап-проекту

**Наукова цінність** полягає у встановленні залежності конкретного виду шкідливої речовини до повного складу шахтного озера, та виходячи з результатів запропонування того метода очищення води або затоплення очищеною водою для рибогосподарських потреб території що оточують кар'єри.

**Практична значимість** полягає в розробленій кроковій стратегії комплексної очистки шахтних вод від забруднювачів та подальшій комерціалізації.

Проведено аналіз способів та методів рекультивації шахтних озер. Досліджено вплив забруднених шахтних вод на навколишнє середовище та розроблено план дій для подолання негативного впливу неочищених вод.

**Ключові слова:** ШАХТНІ ОЗЕРА, ШАХТНІ ВОДИ, КАР'ЄРНІ ОЗЕРА, КАР'ЄРИ, МЕЛІОРАЦІЯ, РИБНЕ ГОСПОДАРСТВО, ЯКІСТЬ ВОДИ

## ABSTRACT

The master's thesis consists of an introduction, 4 sections, and conclusions. Its final form contains 65 pages, 7 drawings, 21 tables, 3 formulas.

The threat of pollution from the formation of artificial lakes after the closure of mine enterprises is very acute today. Particular attention is given to issues of particular importance for the creation and management of lakes resulting from mine closure. Pit lakes are simply formed reservoirs due to the filling of an open pit left after the completion of mining work with water. Like natural lakes, mountain pits show a huge variety in each of these subject areas. However, pond lakes are young and so are usually in a non-equilibrium state with regard to their filling rate, water quality and the biota that inhabit them. Depending on the type and location of the mine, the recreational opportunities or environmental benefits of this pit lake will be improved, for example by re-greening or other methods considered in this work. The creation of a pit lake may be a major requirement for mitigation of environmental impacts from mining operations and / or should be included in the closure and remediation plan.

**The aim of the research** is development of planning for reclamation of mine reservoirs.

**The object of the research** is the processes of mine water reclamation.

**The subject of the research** is the contamination of the quarry lakes and the further purification taking into account the environmental performance.

**The main objectives of the research are:** conducting a literary and patent review of the research issue; analyze the impact of mine lakes on the environment; to carry out the analysis of methods of clearing mine lakes from harmful substances; development of a step-by-step plan for clearing the lakes formed as a result of the work of mine enterprises and development of a startup project

**The scientific value** is to determine the dependence of a particular type of harmful substance on the complete composition of the mine lake, and based on the results of proposing that method of purifying water or flooding it with purified water for the fishery needs of the quarry area.

**The practical importance** lies in the developed step-by-step strategy of complex mine water purification from pollutants and further commercialization.

The methods and methods of mine lake reclamation have been analyzed. The impact of contaminated mine water on the environment is investigated and an action plan is developed to overcome the negative impact of untreated water.

**Keywords:** MINE LAKES, MINE WATERS, CAREER LAKES, CAREERS, MELIORATION, FISHERIES, QUALITY OF WATER

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	10
ВСТУП.....	11
1 АНАЛІЗ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ПИТАНЬ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ШАХТНИХ ОЗЕР.....	13
1.1 Поняття штучних озер у гірничовидобувній галузі.....	14
1.2 Забруднення, які спричинені забрудненнями штучними озерами.....	16
1.3 Гідрогеологія утворених озер.....	21
Висновки до розділу 1.....	24
2 МЕНЕДЖМЕНТ ЯКОСТІ ВОДИ ТА КАР'ЄРУ.....	26
2.1 Загальні тенденції, які прослідковуються в більшості кар'єрних озера...26	
2.1.1 Хімія кар'єрних озер.....	27
2.1.2 Біологія кар'єрних озер.....	32
2.1.2.1 Бактерії.....	33
2.1.2.2 Планктон.....	34
Висновки до розділу 2.....	35
3 МЕЛІОРАТИВНІ ЗАХОДИ ДЛЯ ШАХТНИХ ВОД.....	36
3.1 Обрані методи маніпулятивних дій у рекультивації кар'єрних озер.....	37
3.1.1 Профілактика.....	37
3.1.2 Маніпулювання на місцях підземними водами.....	37
3.1.3 Маніпуляції на озері з відведення річкових вод з ями для первинного заповнення, а також для промивання ями.....	38
3.1.4 Заповнення водою з діючих шахт.....	39
3.1.5 Додавання до озер лужних матеріалів та вуглекислого газу.....	39
3.1.6 Стимулювання відновлення сульфату в озерній воді та озері.....	41
3.1.7 Зменшення сульфату в плавальних реакторах.....	41
3.1.8 Обробка води.....	42



3.2	Рекультивация для рыбохозяйственных потреб...	43
3.3	Токсичность рыбы в искусственных озерах.....	43
	Выводы к разделу 3.....	44
4	РАЗРАБОТКА СТАРТАП-ПРОЕКТА.....	46
4.1	Описание идеи стартап-проекта (товар, услуга, технология).....	46
4.1.1	Бизнес модель проекта.....	47
4.2	Технологический аудит идеи проекта.....	48
4.3	Рыночные возможности запуска стартап-проекта.....	48
4.4	Разработка рыночной стратегии проекта.....	55
4.5	Разработка маркетинговой программы стартап-проекта.....	58
	Выводы к разделу 4.....	61
	ВЫВОДЫ.....	62
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	63

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

ГДК – гранично допустима концентрація;

НПС – навколишнє природне середовище.

ШК – шкідливий компонент

ШР – шкідлива речовина(и)

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Комплексне та раціональне використання земельних ресурсів запорука екологічно-чистого майбутнього. В результаті багаторічної діяльності, на територіях шахтних підприємств або інших підприємств гірничовидобувної галузі, утворювалися відходи, які чинять неприпустиму шкоду на довкілля.

Актуальність ефективної боротьби з утвореними відходами шахтного підприємства з кожним роком зростає. Загроза забруднення від утворення штучних озер після закриття шахтних підприємств дуже гостро стоїть у сьогоденні. Особлива увага приділяється питанням, які мають особливе значення для створення та управління озерами, що утворилися в наслідок закриття шахт.

**Мета та задачі дослідження:** Метою даної магістерської дисертації є удосконалення плану рекультивації шахтних озер за рахунок впровадження нових матеріалів для очистки озер.

Для досягнення вказаної мети поставлено і вирішено наступні завдання:

1. Провести літературний та патентний огляд з питань шахтних озер та причини їх утворення, та проаналізувати їх вплив на компоненти навколишнього середовища.
2. Виконати аналіз методів очищення шахтних вод та кар'єрних озер
3. Встановити необхідність очищення шахтних вод методом вилучення шкідливої речовини зі складу води озера.
4. Розробити план рекультивації кар'єрного озера
5. Розробити стартап-проект

**Об'єктом дослідження** є процеси рекультивації шахтних вод.

**Предметом дослідження** є показники забруднення кар'єрних озер та подальша очистка з урахуванням екологічної ефективності.

**Методи дослідження.** В магістерській роботі використані методи аналізу – узагальнення досягнень з моделювання та прогнозування стану навколишнього середовища від шкідливої дії шахтних озер на екологію; метод порівняння –

дослідження складу кар'єра та озера, що утворилося в процесі, та їх кількісний склад за вмістом шкідливих речовин, і від отриманих результатів дослідження доцільності рентабельності процесу рекультивації.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає і встановленні залежності від вмісту шкідливих речовин у кар'єрі та прогнозування також набору шкідливих компонентів після затоплення кар'єру водою.

**Практичне значення одержаних результатів:**

- розроблена та запропонована комплексний план дій для рекультивації шахтними водами кар'єрів;
- можливість використання результатів дисертаційної роботи при розробці закриття шахт для підприємств.

**Апробація результатів наукової роботи.** Результати наукових досліджень було представлено на X Міжнародній науково-технічній конференції «Енергетика Екологія. Людина» (травень 2018 року).

# 1 АНАЛІЗ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ПИТАНЬ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ШАХТНИХ ОЗЕР

У науковій літературі було розглянуто багато методів очистки стічних вод шахтного виробництва, по опрацюванню яких було прийнято найдоцільнішим проводити очистку води у шахтному стоку методом зворотного осмосу, що відзначається гарним показником очистки, зазначений у роботах Дузя А. И., Пичугина Б. В. та Дуденко И. И.

Але, незважаючи що теми очистки шахтних вод присвячено дуже багато публікацій, слід відмітити роботи Саенко Л.И., Кононенко Н.А, Байцара Р.І, Фріца та Бенхауса. Так, наприклад, у авторів зазначених раніше є в наявності роботи , де більше уваги приділяється вузьконапрямленим методам очистки стічних вод.

Тому питання очистки з подальшою рекультивацією скидів шахтного підприємства вивчене недостатньо. Але з часом все більше і більше дослідників звертають свою увагу на подолання проблем екологічного характеру у водоймищ, які утворилися після припинення роботи шахти або виснаження ділянки кар'єру, де проводилися роботи відкритим способом.

Так Кононенко Н.А. [1] в даній роботі здебільшого показано проблема рекультивації ям, що утворилися після розробки алмазних кар'єрів. Так, наприклад, дана проблема дуже гостро стоїть для земель Канади, Росії так інших північних регіонів

Також по даному питанню було розглянуто публікації Байцара Р.І. [2] де запропоновані методи боротьби з водоймищами, які утворилися після припинення роботи на кар'єрі або закриття шахти. В загалому в даних роботах було представлено аналіз якісного складу одних з найрозповсюджених за морфологічним складом кар'єрів та відвалів гірської маси.

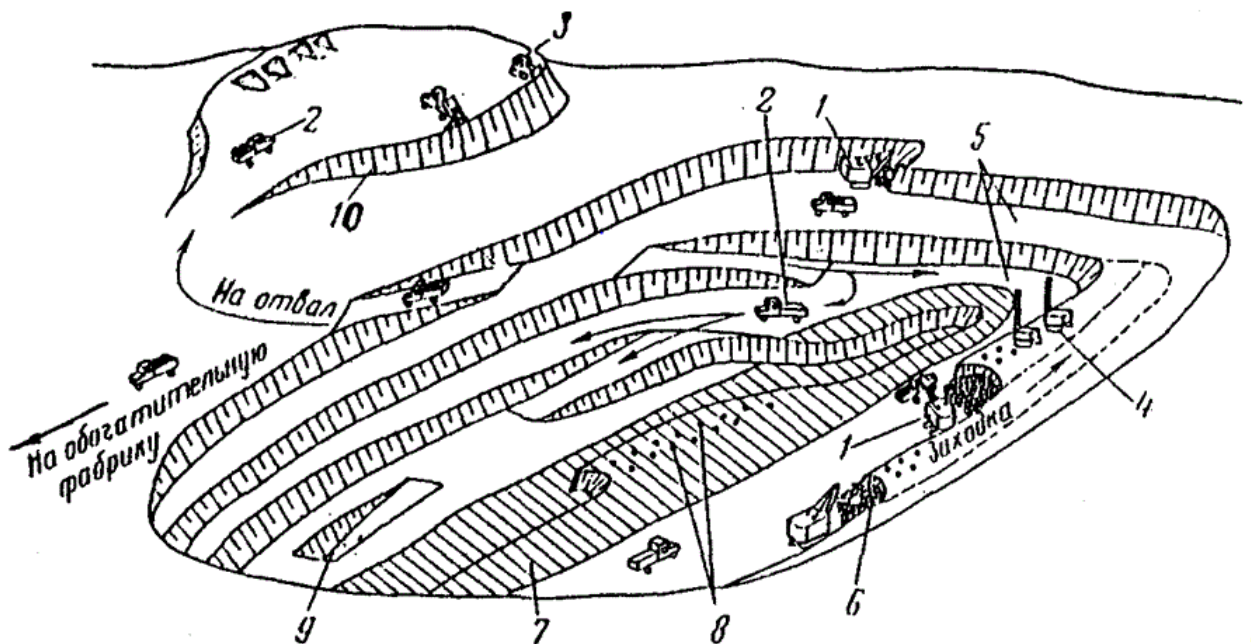
Саме аналіз даних робіт вказує на актуальність теми рекультивациі кар'єрних озер, які у свою чергу чинять велику шкоду з боку як соціального так

і екологічного спектру впливу на довкілля. А отже цінність майбутніх досліджень у науковому суспільстві по даному питанню повинна стати невід'ємною частиною для подолання проблем очищення, переробки, вторинного використання та створення на базі отриманих результатів рекреаційного господарства.

### 1.1 Поняття штучних озер у гірничовидобувній галузі

Розвиток та розробка невідновлюваних природних ресурсів відбувається швидко по всьому світові. Так, найбільш плідними галузями промисловості є видобуток вугілля, алмазів та металів.

Загальним методом видобутку цих ресурсів є спосіб відкритих копалин який приведено на рис. 1.1.



1 - екскаватор; 2 - автосамосвал; 3 - бульдозер; 4 - буровий верстат; 5 - робочі горизонти; 6 - підірвана маса; 7 - поклад корисної копалини; 8 - свердловини; 9 - в'їзна траншея; 10 - відвал порожніх порід

Рисунок 1.1 – Схема відкритої розробки родовища

Видобуток призводить до залишків ям, завалених або відходів гірських порід, а іноді і до відвалів порожніх порід, тобто до залишків, залишених на ландшафті. Викопані ями різної глибини та розміру, але всі потребують екологічної рекультивації. Однією з можливих кінцевих точок рекультивації може бути створення озер.

Котловини озера утворюються водою, що заповнює відкриту яму після закінчення видобутку корисної. Ці ями можна заповнювати штучним затопленням або природньо, через гідрологічні процеси, такі як опади або інфільтрація ґрунтових вод. Наприклад, гравійна кар'єрна яма, яка заповнена дощовою водою була б однією формою кар'єрного озера. Також треба відзначити довгострокові переваги від новоутвореного джерела води для промислової або рибогосподарської діяльності.

Залежно від якості води, яка буде надходити або вже надходить до ями, можливо змінити, тобто покращити територію для створення водного середовища, у якому проживання риби не буде відрізнятися від проживання у дикій природі. На рисунку 1.2 можна спостерігати виснажені землі від розробки кар'єру відритим способом.



Рисунок 1.2 – Рижевський гранітний кар'єр, Україна, Полтавська область, Горішні Плавні

Часто екологічні правила вимагають розробки планів закриття та рекультивації земель що прилягають до місця розробки корисної копалини, але на початкових етапах екологічної оцінки, після оновлення даних впливає результат без довгострокових показників успішної рекультивації.

Інший регуляторні інструменти, такі як закон «Про рибне господарство, промислове рибальство та охорону водних біоресурсів», яким керується Департамент

рибного господарства України, вимагають набуття середовища проживання риби чинним, наприклад, через операції, що утворилися після дій по рекультивації кар'єрів або розширенням існуючого середовища проживання риби. Однак відсутність інформації про створення ямкових озер, з біологічною перспективою гальмується через державні регулятори менеджменту для прийняття зважених рішень.

Для найкращого користування земельними ресурсами необхідне активне планування подальшої роботи з утвореними ямами.

## 1.2 Забруднення, які спричинені утвореннями штучними озерами

Котловинні озера, кар'єрні озера або ямні озера, що має дослівний перекладають з англійської від «pit-lakes» = {піт-лейкс} – штучні озера, що розташовуються в шахті після закінчення розробки кар'єру або закриття шахти шляхом виснаження ґрунту. Такі ями можуть завдати значної шкоди середовищу, але вони можуть послугувати гарним матеріалом для штучних озер. Ямні типи зазвичай заповнені водою, що відкачують із сусідніх річок, або з стічних вод із меліоративних районів.

Котловинні озера - це особливі озера, які утворилися після припинення розробки кар'єру, в більшості своїх випадках, після розробки корисної копалини відкритим способом на глобальних ландшафтах у гірничих роботах.



Розглянемо перший наслідок, тип озера після закриття шахти: планування закриття шахти повинно мати на увазі утворення ямних озер або принаймні мати на увазі майбутній розгляд з подальшим створенням цих самих шахтних озер.

Закриття шахти - це практика планування та виконання закриття шахтного ландшафту. Цей ландшафт включає проектну область, а також може спричинити розгляд широкого регіону. Практика закриття має на меті цілісно зменшити загальний ризик погіршення показника який стосується екологічності проекту та максимально збільшити загальну вигоду по закінченню створення та облаштування штучного озера. Ця цілісна практика визнає це наслідки варіантів закриття для кожної із утвореної наземної ділянки, тобто відпрацьованої землі, на інші форми, що придатні до вторинного використання.

Закриття шахт визначаються через відповідно до повної шкали водозбору, ця шкала повинна включати у себе: шахту; природний вододіл, в якому вона знаходиться, але також треба враховувати водозбір в межах земель які використовувалися для роботи шахти. Закриття будь-якої окремої форми рельєфу вплине на дизайн, будівництво та ефективність даного проекту в цілому.

Дана взаємодія може бути позитивною, негативною або нейтральною, однак у складних системах шахт, результат вимагає взаємодії усіх обставин, що виникли у процесі розробки. Тому було приведено потенційну універсальну схему на якій видно зображення котловинного або кар'єрного озера на рис. 1.3 (позначення на рисунку надані мовою оригіналу).

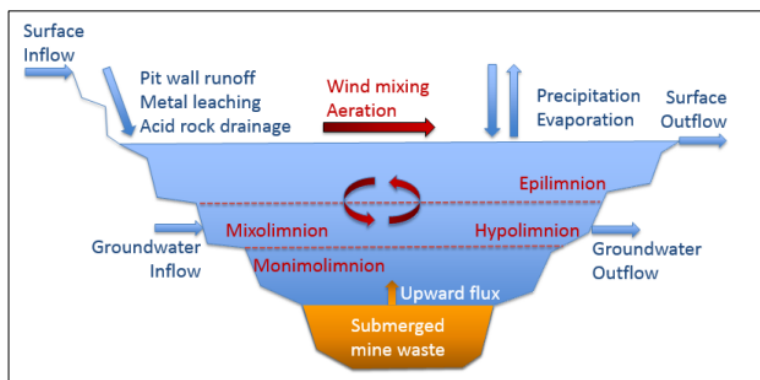


Рисунок 1.3 – Схема-рисунок концептуальної ідеї кар'єрного озера

За визначенням ямне озеро - це озеро, яке утворюється після затоплення викопаної ями. Інші розроблені частини поверхні, такі як хвостові ставки, не включаються до цього визначення.

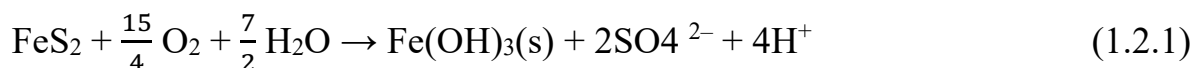
Також слід звернути увагу на види шахт, де було проведено розробку або й досі розробляють поверхню з різними фізичними, геохімічними та екологічними характеристиками. Ями від видобутку хімічно інертних матеріалів, як правило, дзеркально відображають геохімію їх середовища виникнення, так і озера, що утворюються в таких ямах, часто унаслідують їх екологічні проблеми. Тому цінність цих озер як ресурсу для відпочинку, рибальства, значно зростає.

Середовище існування дикої природи залежить в основному від запропонованого рельєфу та його безпечних характеристик: сприйнятливості до ухилів, складу гірських порід тощо; гідрологічних характеристик: взаємодія з ґрунтовими та поверхневими водами та якість обох; та кліматом.

А серед інертних матеріалів, що спричиняють мінімальний вплив на пристосування до штучно створеної ділянки існування дикої флори чи фауни можна віднести – пісок, гравій, глину (наприклад, бентоніт), вапняк, тальк, залізну руду, і боксит.

Ями інших видів видобутку корисних копалин будуть мати сильніший коефіцієнт впливу хімії видобутку ресурсу на кінцевий результат. Срібло та багато інших кольорових металів, таких як мідь, зустрічаються як сульфідні руди

Родовища що багаті на вміст золота також можна віднести сульфідів. Сульфідна руда та її родовища зазвичай містять пірит ( $\text{FeS}_2$ ), який реагує з атмосферним киснем, і вода для отримання сірчаної кислоти згідно з наступним рівнянням (1.2.1).



Поклади вугілля, крім тих, що мають дуже низький вміст сірки, зазвичай містять мінімальні рівні піриту або його поліморфа, марказиту. Багаті

органічними сланцями, які спричинені видобутком фосфорного добрива також може містити пірит. Таким чином, шахти металів, промислово корисні копалини та тверде паливо можуть бути потенційними джерелами кислотних вод.

Родовища урану може містити або не містити значного піриту, але радіонукліди з руди можуть бути присутніми, що власне, і, спричинює проблеми в воді ямного озера.

Родовища дорогоцінних каменів можуть зустрічатися в найрізноманітніших типах гірських порід або в неконсолідованих осадах. Більшість цих родовищ видобувається як розсипи пород або в невеликих шахтах, які не призводять до утворення великих ям в кінці їх видобутку. Алмазні родовища є важливим винятком для цього правила. Але, через високу цінність алмазів і те, що вони трапляються досить рідко на великих, у порівнянні, тілах кімберліту, алмазні копальні зазвичай дають глибокі ями, що є потенційним кар'єрним озером.

Крім геохімічних відмінностей між типами ям, озера можуть змінюватися і фізично у довільному процесі. Як правило, поверхневі шахти, що виробляють металеві руди, за формою нагадують руду, що добувається. Деякі більш-менш круглі, якщо розглядати в плані, а інші можуть мати прямокутну або неправильну форму.

Треба зазначити що в них є спільного – це тенденція бути меншою на дні, ніж у їх верхівках через необхідність побудови транспортного вузла, дороги, на стінах кар'єру, щоб досягти дна, де залягає корисна копалина. При цьому утворюється штучне озеро з малою мілководністю.

При цьому буде дуже великий вплив на прибережну зону, якщо не буде вжито заходів для створення дрібних зон в ямі після закінчення видобутку.

Оскільки кімберлітові труби глибокі і зазвичай мають більш-менш циліндричну форму, алмазні ями, як правило, набувають форми крутобічних конусів. У цьому відношенні вони є подібний до багатьох металевих ям. Прикладами таких ям є наведена нижче аерофотозйомка на алмазні кар'єри

Екаті і Шахти Діавік на північно-західних територіях Канаді, що зображено на рисунку 1.4.

З глибиною підвищується міцність породи, що спричиняє підвищення горизонту водоясності гірської породи, а з цим погіршуються умови природного провітрювання робочої зони. Наступним недоліком є ускладнення відбійки породи та підвищення витрат на транспортування добутої маси з робочих горизонтів на поверхню. При глибині залягання 200–250 м на частку транспортування припадає більше 40-45% загальної вартості корисної копалини, а от при глибині від трьохсот до чотирьохсот метрів — 60-70% відповідно.

У період між 1998 і 2009 роками з кар'єрів рудника було видобуто 40 мільйонів каратів алмазів. На даний момент розробка рудника ведеться під землею.



Рисунок 1.4 – Вид з літака на алмазні кар'єри, Екаті, Канада

Протилежний до приведенного вище способу розробки кар'єру є розробка звичайних вугільних шахт (смугові шахти) на відносно рівній місцевості. Техніка, для такого метода розробки району, де надлишки зайвої породи відбираються, а вугілля видобувається вздовж лінії фронту залягання породи. У міру просування фронту, відпрацьований матеріал, тобто пуста порода використовується для перекриття «дір» та для повернення видобутих деталей

ями на місце. Після закінчення життя шахти, там зазвичай залишають довгу вузьку лінійну яму заповненою водою, озеро, яке іноді називають "озером остаточного розрізу". Для такого озера властиво мати круту високогірну стіну чи скелю уздовж однієї з її сторін та більш поступовий нахил на протилежній частині. Глибина таких озера - це сума товщ зависання та вугілля у товщі земельного покриву. Однак можливі інші форми для вугільних ям.

Вода у вугільних ямах може варіюватися від надзвичайно кислих до дещо лужних, залежно від хімії місцевих ґрунтових вод, вугільного шару та ландшафту.

З іншого боку, вода в озерах утворюється через вуглекислі характеристики або вугільні шахти з високим вмістом сірки, що і спричиняє сильно кислотність.

### 1.3 Гідрогеологія утворених озера

Гідрогеологія визначає, як швидко відкриті копальні шахти заповнюються водою після закінчення роботи в них, і також впливає на остаточний стабільний водний бюджет озера, що утворюється. Більшість великих відкритих ям зрештою будуть перетинати водний стовп під час видобутку корисної копалини, а отже, і кроки під час експлуатації ями повинні бути відведені для зневоднення, осушення ями. Після того, як видобуток припиняється, зневоднення за допомогою насосів, як правило, вимикається, що дозволяє водним стовпам відновлюватись, а в деяких випадках – утворювати озеро за незначний проміжок часу. Можна узагальнити рівняння (1.3.1) водного балансу для ямного озера наступним чином:

$$P + SW_{in} + GW_{in} = E + (T) + SW_{out} + GW_{ou} \pm \Delta S \quad (1.3.1)$$

де  $P$  – прямі опади на поверхні озера;

$SW_{in}$  - сума будь-яких надходжень поверхневих вод, таких як відновлені потоки, зливовий потік, стік по ямним стінам або стічні води, що утилізуються в озері;

$GW_{in}$  - ґрунтові води, що надходять до озера;

$E$  - випаровування;

$T$  - транспірація рослин (у дужках) тому що, як очікується, це буде мінімальне значення для більшості ямних або котловинних озер;

$SW_{out}$  - поверхневі води які були надлишком у ямі (включаючи воду, яку відкачують, очищують та скидають на прийом до водоймищ ямного типу);

$GW_{out}$  - підземні води, що виходять з озера;

$\Delta S$  - зміна сховища, тобто ймовірний об'єм води в озері.

Терміни в лівій частині рівняння – вода на вході до ями, тоді як терміни з правого боку (за винятком  $\Delta S$ ) - це води, не надійшли або були надлишком. Якщо введення  $>$  вихід, тоді  $\Delta S$  позитивний, і об'єм озера збільшиться.

Тому покинуті великі відкриті ями, без обладнання, можуть витратити дуже багато часу (від десятиліття до століть) щоб заповнити себе самостійно водою. Особливо це стосується посушливих або напівзасушливих районів, де  $P$  і  $SW_{in}$  мінімальні. Швидкість надходження підземних вод досить сильно змінюється від шахти до шахти, і залежить від геології, топографії та клімату. Приблизну оцінку  $GW_{in}$  можна отримати, відзначивши кількість води, яку викачали під час активної гірничої роботи. Таким чином, якби насоси для зневоднення видаляли 15 000 м<sup>3</sup>/день води середньому протягом життя шахти, тоді швидкість затоплення від підйому підземних вод буде близько 15 000 м<sup>3</sup>/день, принаймні на ранніх стадіях затоплення. Однак цей показник зміниться, коли яма заповниться водою, як це можна зробити з Закону Дарсі що зазначається за формулою рівняння(1.3.2).

$$Q_{gw} = K \cdot A \cdot \frac{\Delta h}{\Delta l} \quad (1.3.2)$$

де  $Q_{gw}$  – притік ґрунтових вод в озеро (наприклад, м<sup>3</sup>/доба);

$K$  – гідравлічна провідність (наприклад, м/добу) роздробленої основи або перекриття;

$A$  - поперечний переріз площі затопленої частини озера;

а  $\frac{\Delta h}{\Delta l}$  - гідравлічний коефіцієнт, або крутизна водного стовпа в зоні захоплення підземних вод, що оточують озеро.

Однак, важливо відмітити ефект, при якому компенсується гідравлічний коефіцієнт  $K$ , а значення  $A$  збільшується з часом через збільшення об'єму озера. Це тому, що підземні води потрапляють в озеро з усіх боків нижче водопроводу, а не тільки знизу або зверху. Чистий результат цих факторів є швидкість заповнення ямного озера через зріст з часом початкового періоду затоплення усієї ями, але з часом він вирівнюється, а потім повільно зменшиться до нуля, так як поверхня озера наближається до своєї кінцевої рівноважної висоти. Дана концепція проілюстрована на рисунку 1.3.1, який представлено діаграмою та наведено нижче (діаграму наведена мовою оригіналу)

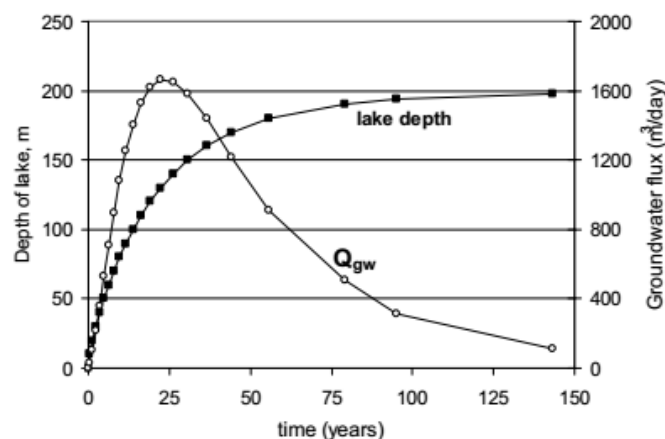


Рисунок 1.5 - Залежність, що відображається зміною швидкості заповнення ямного озера ґрунтовими водами до часу.

Зображене вище є яскравим прикладом роботи щодо моделювання поведінки та швидкості затоплення ями. Тому слід трактувати дані, що зазначені на діаграмі, наступним чином – передбачалося гіпотетичне ямкове озеро з такими характеристиками:

- 1) геометрія ями дорівнює правильному конусу, радіус вдвічі перевищує його висоту;
- 2) коефіцієнтом  $K = 0,1$  м/добу;
- 3) різниця між стовпом води та висотою опущеної на дно ями,  $\Delta h / \Delta l$ , дорівнює 200 м.

Виконуючи ці припущення, максимальний приплив ґрунтових вод в озеро відбувається  $\sim 25$  років після початку повені. З рисунка 6 також видно, що глибина озера спочатку швидко збільшується, але потім вирівнюється через загальний об'єм озера, що призводить зменшення  $Q_{gw}$ , а на потім і в загалі падає до нуля.

Після того, як кар'єрне озеро заповнилось до максимально припустимої висоти поверхні,  $\Delta S$  дорівнює нулю (без урахувань сезонних змін), і умови притоку та відтоку води в рівнянні (1.3.1) скасуються.

Тому слід відмітити, що зараз багато різних гідрогеологічних сценаріїв для озер, і розглянуто багато важливих факторів для використання рішення «кінцевого сценарію».

## Висновки до розділу 1

1. Гостро стоїть питання рекультивації ям, що утворилися в наслідок припинення роботи на кар'єрах після закриття гірничого підприємства.
2. Важко припустити за скільки озеро пройде процес самоочищення після затоплення кар'єра підземними та поверхневими водами.



3. Для влучної оцінки кількісної характеристики складу майбутнього шахтного озера достатньо провести якісний аналіз кар'єра

## 2 МЕНЕДЖМЕНТ ЯКОСТІ ВОДИ ТА КАР'ЄРУ

### 2.1 Загальні тенденції, які прослідковуються в більшості кар'єрних озерах

Розглянемо характеристики штучних озер за наступними параметрами: біологічними, хімічними та фізичними особливостями озер та інших тіл прісної води.

Як вже згадувалось у попередньому розділі про кислотність вод через кислотний характер ґрунту чи хімічну структуру видобутої корисної копалини, не важно передбачити яким буде утворене озеро. На відміну від голоміктичних озер (озера з рівномірною температурою і щільністю по всій площі, принаймні в певний час протягом року, за цих умов води в голоміктичних озерах повністю змішуються), мероміктичні озера (протилежні до голоміктичних, водні шари цього виду не змішуються) містять нижній шар високосольового розчину. Саме таку класифікацію виносять на передній план більшість з вчених [5] перед початком роботи з ямними озерами.

Із зазначеного у попередньому абзаці, шар води має більшу щільність, щоб змішуватися з водою, тому і перебуває над водою, незалежно від температурного профілю. Написи на рисунку 2.1 надані мовою оригіналу. Стрілками позначено зони сезонного змішування, схематичне зображення різниці між даними озерами.

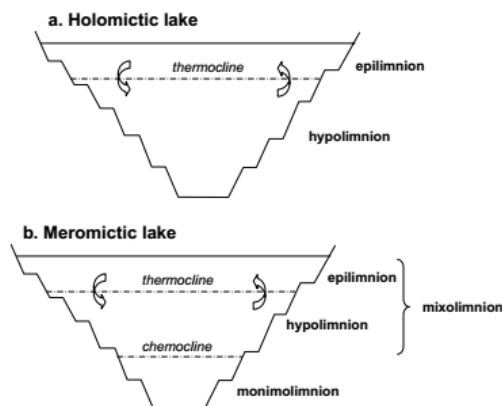


Рисунок 2.1 – а) голоміктичне озеро та б) мероміктичне озеро. Схематичні діаграми, що порівнюють приклади озер

### 2.1.1 Хімія кар'єрних озер

Гірничі ями демонструють широке різноманіття якості води, що відображається через широке різноманіття корисних копалин, які видобувалися у різних куточках світу. Загальні тенденції в хімії ямних озер були переглянуті кількома працівниками, наприклад Девісом Ейрлі [6]. Багато з утворених кар'єрних озер, де видобувалося золото та золота руда, сульфід металу або вугілля містять підвищені концентрації важких металів (наприклад, Al, Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn, U) та / або металоїди (наприклад, As, Sb, Se, Te), які можуть становити загрозу для навколишнього середовища.

А от ями, що утворюються при видобутку залізної руди, гравію або промислових корисних копалин (наприклад, тальк, азбест) можуть мати досить низькі концентрації розчинених металів. Залежно від кінцевого призначення корисної копалини із добутого на конкретному ямному озері, вона (корисна копалина) також може стати визначним параметром у процесі дослідження якості води. Так можна проаналізувати та надати гіпотетичну характеристику майбутньому озеру за його ймовірною солоністю, помутнінням та вмістом поживних речовин.

Єдиний найважливіший параметр, який контролює якість води в озерних водах - це рН. Це є тому що рухливість більшості металів та металоїдів сильно залежить від рН, співвідношення яких наведено у роботі [5].

Крім того, більшість водних форм життя мають відносно вузькі діапазони толерантності до рН. Як показали [6] ямні-озера які мають сильну кислотність ( $\text{pH} < 4$ ), як правило, мають високі концентрації «катионного» сліду металу, такі як  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  або  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  та  $\text{Zn}^{2+}$ , крім високих концентрацій загальних катіонів  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  і  $\text{K}^+$ . У озерах із низьким рівнем рН домінуючим є аніон, він виступає в ролі зазвичай сульфату ( $\text{SO}_4^{2-}$  або  $\text{HSO}_4^-$ ). І навпаки, ямні озера, які мають майже нейтральну, наближено до лужну стану рН мають тенденцію до відносно низьких концентрацій катіонних мікроелементів і можуть містити

помітний бікарбонат ( $\text{HCO}_3^-$ ) на додаток до розчиненого сульфату. Лужні озера можуть бути високо підвищені в металоїдах, таких як As або Se, та присутні у вигляді розчинених аніонів, таких як

$\text{AsO}_4^{2-}$  або  $\text{SeO}_4^{2-}$  [6]. Хоча ці загальні тенденції існують, кожне родовище корисних копалин є унікальним за своїм походженням і відрізняється до схожих родовищ у різних частинах світу, тому це потребує оцінки для кожного конкретного випадку.

Наприклад, ями, що утворюються при затопленні покладів урану, можуть бути багатими розчиненими елементами U чи Th.

Завдяки комбінації вилуговування розчинних солей на стінах шахти та випаровування концентрації більшість ям - незалежно від рН - мають відносно високу загальну кількість розчинених твердих речовин. Підвищений рівень помутніння (тобто загальна суспендована тверда речовина) також є загальним явищем, що характерне для гірських котлованів, через швидку фізичну ерозію крутих стін шахт в поєднанні з хвильовою дією вздовж кар'єрного борту.

Ще одне із поширених джерел помутніння є окислення розчиненого заліза до водного оксиду заліза, тобто червоноочищеної речовини, яка є дуже дрібнозернистою і повільно осідає. Помутніння може блокувати сонячне світло, що призводить до зниження швидкості фотосинтезу, та є фактором цвітіння стоячої води в озерах, а в деяких випадках потрапляння шкідливих та отруйних речовин в атмосферу.

Геохімічні процеси, що відбуваються в гірничих ямах, переглянуто Міллером, Гіллером та іншими [7]. На рисунку 2.1.1 та таблиці 2.1.1 узагальнено деякі важливі хімічні процеси, які, ймовірно, відбуваються у ямних озерах. Багато з цих реакцій опосередковуються мікробами (водорості та бактерії).

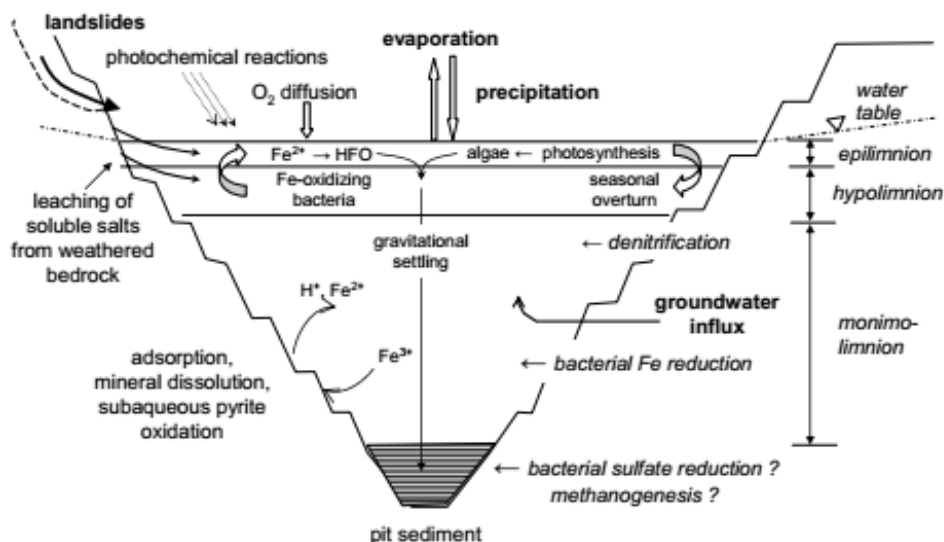


Рисунок 2.1.1.1 – Підсумок хімічних процесів, що відбуваються в гірничих ямах.

Таблиця 2.1.1.1 – Підсумок хімічних процесів, що відбуваються в ямах. Інформація відповідає відношенню приблизному порядку процесів до збільшення глибини в озері.

ПРОЦЕС	ВПЛИВИ
1	2
<b>Мілководдя</b>	
Випаровування	Концентрація всіх розчинників пропорційно частці води, втраченої парі. Може призвести до осадження гіпсу, кальциту та інших важкорозчинних солей.
Фотосинтез водоростями, ціанобактеріями і рослинами	Збільшення біомаси, яка забезпечує джерело вуглецю для бактерій, тварин та інших розкладачів. Підвищення рН (для некислих озер). Можливе засвоєння рослинами мікроелементів. Блокування сонячного світла, якщо умови евтрофічні.

Продовження таблиці 2.1.1.1

1	2
Фоторепродукція	Фоторедукція $Fe^{3+}$ або водного оксиду заліза до $Fe^{2+}$ . Можлива фоторедукція оксидів Mn до $Mn^{2+}$ . Швидке ослаблення видимого світла, особливо на коротких довжинах хвиль. Каталізатор для розщеплення розчиненого органічного вуглецю.
Вилуговування розчинних солей, що зберігаються над водопроводом	Збільшення солоності та концентрації мікроелементів та металоїдів.
Заморожування	Збільшення солоності води під час утворення льоду за рахунок виключення солі. Це може призвести до термохалінової конвекції під крижаним покривом. Розведення поверхневих вод під час весняної відлиги.
Окислення та осадження оксидів водних металів	Зниження концентрації розчинених Fe та Mn. Зменшити мікроелементи, які адсорбуються на оксиді водного металу. Підвищена помутніння від зважених мінеральних частинок. Можливе падіння рН.
Адсорбція на суспендованих мінеральних частинках або органічних речовинах	Зниження концентрації важких металів та металоїдів. Посилене видалення As, Se при низькому рН. Посилене видалення Cd, Cu, Pb, Zn при високому рН. Важлива мийка для фосфату.
Розчинення мінералів, що потрапляють на затопленістіни шахти\	Якщо карбонатні мінерали присутні, може бути важливим механізмом буферування рН до майже нейтральних умов. Якщо озеро кисле, може спостерігатися перетворення польового шпату та інших гірських порід мінералів у глину.
Підводне окислення піриту за допомогою $O_2$ та / або розчиненого $Fe^{3+}$	Збільшення концентрації розчинених важких металів і сульфату. Падіння рН. Вкиньте розчинений кисень та / або розчинену концентрацію $Fe^{3+}$ .

Продовження таблиці 2.1.1.1

<b>Глибоководдя</b>	
1	2
Аеробне дихання органічного вуглецю	Розчинений кисень виснажується або повністю витрачається.
Підводне окислення піриту розчиненим $Fe^{3+}$	Якщо вода кисла, високі концентрації $Fe^{3+}$ можуть зберігатися на глибині. $Fe^{3+}$ є сильним окислювачем піриту та інших сульфідів металів, що призводить до падіння рН та вивільнення $Fe^{2+}$ , сульфату та інших металів.
Мікробне відновлення оксидів Fe і Mn	Збільшення розчинених концентрацій $Fe^{2+}$ і $Mn^{2+}$ . Підвищення рН. Може бути основною причиною високосоленої донної води, яка може викликати мероміксис. Може виділяти адсорбовані метали та поживні речовини у товщі води, такі як миш'як та фосфат.
Мікробне відновлення нітратів	Зниження розчиненого нітрату (якщо він присутній) до $N_2$ та / або аміаку.
Мікробний сульфат зниження	Зниження розчиненого сульфату. Підвищує сірководень ( $H_2S$ або $HS^-$ ), рН та лужність бікарбонату. Різке зниження концентрацій металів (наприклад, Cd, Cu, Fe, Ni, Zn), які утворюють нерозчинні осаді сульфідів металу. Можливе нарощування $H_2S$ (отруйного газу) до небезпечних рівнів.
Метилування рт	Якщо є, неорганічні Hg можуть перетворюватися на метил-Hg, що призводить до швидкого накопичення біогенних організмів.

### Продовження таблиці 2.1.1.1

1	2
Метаногенез	Можуть виникати в осадових ямах озера з високим співвідношенням органічного С до сульфату. Збільшення концентрацій розчиненого органічного вуглецю, CH <sub>4</sub> та H <sub>2</sub> .

### 2.1.2 Біологія кар'єрних озер

Розуміння біології шахтних кар'єрів, включаючи вторгнення в життєдіяльність видів, що будуть вимушені пристосуватися до нових умов існування, або навіть створення цих самих умов для примусового заселення штучних озер, дуже важливо при розгляді ефективних меліоративних стратегій.

Хоча фізичні, хімічні та лімнологічні характеристики ям відносно добре зрозумілі, але це не виключає варіант при якому буде мало інформації щодо біологічних особливостей певних кар'єрів.

Оскільки ями часто забруднені важкими металами та / або низьким рівнем рН [8] значна частина досліджень біологія шахтних озер була зосереджена на спробі зрозуміти трофічну організацію в такому негостинному середовищі Клапер і Шульце [8]. Інформація про екологію ям, які мають хімічні та фізичні властивості, подібні до інших природних озер тієї ж самої території розташування, ще досить дефіцитна.

Крім того, більшість досліджень колонізацій ям та озер у використанні як середовищ проживання, зосереджено на бактеріях, фітопланктоні, зоопланктоні та меншою мірою. Інформація про встановлення макрофітів у цих водоймах та навколо них, а також використання середовища існування в таких системах для дикої природи або рибами набагато менше.

Видове різноманіття шахтного котловану буде сильно впливати на конкретні природні біологічні різноманіття, яке зберігається в інших водоймах поблизу.



Біоценози в ямі озера, будуть залежати від різних складних факторів, включаючи, чим саме озеро було заповнене та початковими фізичними та хімічними умовами водного тіла [9].

У багатьох випадках одразу після формування кар'єрного озера, ці умови проживання (наприклад, доступність світла, концентрація металів, поживні речовини, рівень рН) є досить стресовими, що призводить до низького або рівного біологічного різноманіття, при якому відсутні більш високі трофічні рівні (Клапер і Шульце [8]).

Нестача такого продуктивного середовища існування обмежить встановлення водної рослинності, а отже мікро- та макрохребетні риби та інші тварини.

Нарешті, слід відмітити, що дані водойми є часто глибокі, з невеликими співвідношеннями поверхні та глибини, що часто призводять до меромікса та постійної аноксії на глибині (Кастро і Мур [10]).

Через це характеристики ямкових озер мають тенденцію до обмеженої біологічної активності та хімічної домінують (Кастендик та Вебстер-Браун, у 2006). Не дивно, що біологічна спільнота новоутвореного котловану озера помітно відрізняється від природного озера в тих же регіонах, причому різноманітність та достаток значно нижчі для першого Клапер і Шульце [8]. Оскільки багато з цих характеристик природним чином зміниться часом після утворення озера, біологічне різноманіття буде відрізнятися залежно від віка водойми

#### 2.1.2.1 Бактерії

Спочатку в новоутворених озерах будуть існувати деякі бактерії, але багатство та достаток таксонів будуть залежати від особливостей озерного середовища проживання.

Якщо умови несприятливі, що буває часто, коли ями заповнюються природним шляхом, тобто за допомогою ґрунтових та поверхневих водами, першими колоністами будуть виступати мікроорганізмами, які легше за все пристосуватися до таких умов. Вони, у свою чергу, можуть мати кращий показник розмноження при певних випадках через зменшення конкуренції.

Наприклад, багато досліджень документують наявність кислотної толерантності до перших видів бактерій (наприклад, *Ochromonas* spp., *Acidithiobacillus* spp.), коли рН досить низький (рН <3).

По мірі того, як ці кислотні озера стабілізуються і хімія води еволюціонує в стаціонарному стані (наприклад, рН збільшується від кислого до нейтрального), структура бактерій змінюється, і можна очікувати збільшення кількості видів [9]. Часто шахтні ями заповнюються вручну: затоплюючи яму з розташованими поблизу водоймами, щоб створити озеро.

Якщо це так, то можна очікувати, що початкові бактеріальні та мікробіотичні спільноти будуть подібними до природних озер, однак, з меншою кількістю загального набору видів.

#### 2.1.2.2 Планктон

Фітопланктонні та зоопланктонні спільноти можуть домінувати в біоті таких озер. Знову ж лише залежно від змінних показників якості води.

Загалом очікується достатність планктону при низькому вмісті кислих ям або озер, при забрудненні важкими металами (наприклад, Zn та Cu).

Попередні дослідження показали, що хімія води - головна детермінуюча складова видів та його різноманітність, але рівень поживних речовин був головним визначальним фактором біомаси [10].

Крім того, біомасу водоростей можна очікувати у лінійному збільшенні при збільшенні хлорофілу в концентрації у водному тілі, як засвідчував Беннер [10].

Виявлені види охромонів та хламідомонанів були домінуючими в кислих ямах для більшої частини Євразії, а от більш різноманітні склади водоростей із діатомами та криптофітами зберігалися в озерах з помірно кислими або лужними умовами.

## Висновки до розділу 2

1. Корисний аналіз ґрунтів з дна майбутнього озера можна провести в лабораторії використовуючи сучасні методи досліджень по наявній біоті та якісних реакціях на введення хімічно-активної сполуки у розчин ґрунту.

2. Без лабораторних умов також можна провести очний огляд територій, та виявити залежність між освітленням, запахом, прозорістю води, та наявним (по можливості) живим організмам.

3. Новоутворене штучне озеро буде відрізнятись від таких самих, що пролягають у тих самих широтах та з однаковими кліматичними умовами.

4. Для того щоб спрогнозувати «поведінку» кар'єра, треба звернути свою увагу на природні озера в схожих широтах. Саме такий метод допоможе передбачити чи буде доцільним затоплення шахтними водами, чи краще провести план рекультиваційних заходів для очищення.

### 3 МЕЛІОРАТИВНІ ЗАХОДИ ДЛЯ ШАХТНИХ ВОД

До сьогоднішнього дня людина жила за принципом "нічого не робити" з озерами, що утворилися. Такий підхід зберігав свої лідируючі позиції протягом багатьох десятиліть, через відсутність альтернативних варіантів. Відсутні екологічні стандарти, відсутність тиску з боку потенційних користувачів озера та очікувані високі витрати на альтернативи стояли на заваді чистого та екологічного майбуття. "Нічого не робити" все ще є варіантом, коли для конкретного озера, де немає загрози швидкого закислення або нейтралізації оточуючого середовища.

Фактичні приклади є озера Брейтенфельд і Людвігзе (обидва з району Центральної Німеччини), які були нейтральними хоча утворилися в наслідок заповнення лише ґрунтовими водами та місцевим стоком.

Озеро Ненкерсдорф (Центральна Німеччина) є прикладом озера, яке стало безпечним без спеціальних заходів протягом менш ніж 5 років після остаточного заповнення підземними водами та місцевим стоком. Озеро Бергвіц (район Центральної Німеччини), яке екологічно нейтралізувалося приблизно через 25 років після її заповнення ґрунтовими водами [12] та невеликі озера регіону Лужицький округу, які досі залишають високий рівень кислотності через багато десятиліть після їх заповнення.

Сама ці приклади чітко вказують на те, що «нічого не робити» може допомогти у довгостроковій перспективі, але це може потребувати дійсно тривалих періодів.

Як екологічні стандарти, так і громадська свідомість зазвичай вимагає швидкого знезараження в наші дні, "нічого не робити" не застосовується на новоутворених озерах.

Хоча "нічого не робити" звучить дуже просто, процеси що входять до такого заходу є дуже складними.

Вони включають вимивання та промивання озер та його дна, звідки беруться кислотні речовини. Природний кругообіг води супроводжується постійним вимиванням будь-якої водорозчинної речовини на тривалий термін. Це добре відомо з природних систем та частини глобального кругообігу речовин у релевантні періоди. Те саме стосується піриту та продуктів його окислення у певних районах видобутку. Оскільки запаси піриту та продуктів його окислення обмежені, час на їх промивання також обмежений.

Ґрунтові води з територій, на які не впливає видобуток зазвичай мають природний вміст бікарбонату. Його концентрація залежить від біогеохімічних умов вздовж тракту ґрунтових вод. Якщо такі підземні води потрапляють в райони, що впливають на видобуток - водоносні гори або озера - він виступає носієм лужності.

### 3.1 Обрані методи маніпулятивних дій у рекультивації кар'єрних озер

#### 3.1.1 Профілактика

Профілактика зазвичай є найкращим способом вирішення проблем до її остаточної появи. У випадку при дослідженні шахтних озер – запобігання окиснення піриту у кар'єрах. Основним підходом є додавання до складу лужні речовини (наприклад, вапняк, зола) при перевантаженості під час демпінгу. Це гарантує утворення буферних речовин замість кислотних.

Утворена кислотність не змивається, а окислення піриту може бути рівномірно обмеженим, оскільки окислення мікробного піриту досягає найвищих темпів в кислотних умовах, а додавання лужних речовин запобігає цьому.

#### 3.1.2 Маніпулювання на місцях підземними водами

Першим перевіреним підходом було побудова реактивних бар'єрів. Попіл використовувався як реактивний матеріал між озером Партвіц та озером Седліц

(Лужицький район). При занесенні показань випробування не вдалося засвідчити широкий діапазон отриманих результатів, оскільки попел утворив стінку ущільнення в метро [11].

Польові випробування на відновлення мікробного сульфату в ґрунтових водах безпосередньо у водоносному шарі добре зпрацювали після відносно тривалого початкового етапу (один рік) [11]. Метанол вводили у водоносний горизонт. Це спричинило значне зниження кислотності, заліза і сульфату у ґрунтових водах. В даний час гліцерин випробовується як альтернативне джерело вуглецю мікроорганізмів разом із покращеною системою ін'єкцій.

Третій підхід маніпуляцій з ґрунтовими водами «in situ» намагається мінімізувати підзарядку водою ґрунту шляхом максимальної транспірації рослин. Оптимальний відбір рослин інтенсивне збирання врожаю повинно мінімізувати формування ґрунтових вод і, таким чином, поглинання і транспортування продуктів окислення піриту. Розподіл залишків піриту може обмежити застосовність цього підходу, оскільки він знижує рівень ґрунтових вод. Це дозволяє, в свою чергу, глибше проникати повітря в товщі води та може призвести до посилення окислення піриту за певних обставин.

Перший тест цього багатообіцяючого підходу розпочався на звалищі на південь від Лейпцига наприкінці 2008 року.

3.1.3 Маніпуляції на озері з відведення річкових вод з ями для первинного заповнення, а також для промивання ями

Приклад озера Гойче (Центральонімецький округ), яке було заповнено водою річки Мулде з 1999 по 2002 рік [12] дали зрозуміти, що водовідвод – це складне поєднання фізичних, хімічних та біологічних процесів, які включають розведення, хімічну нейтралізацію бікарбонатом та відновлення мікробного сульфату в озерному осаді [10]. Під час заповнення озера ерозія колишніх бічних стіні наземних гірки можуть бути визначальними для прогресування

нейтралізації, а відведення річкових вод було застосовано приблизно до 50% ям в Східній Німеччині.

На сьогоднішній момент промивання вже не застосовується, якщо стічна вода може пошкодити приймаючий потік, річку чи озеро. Тобто, для промивання потрібна повне знезараження води.

Тим не менш, збереження лужності озера на відповідному рівні, все ще у пріоритеті, якщо ці озера отримують кислотність від ґрунтових вод. Оскільки прилив ґрунтових вод відбувається в більшості випадків відносно дифузно, відведена річкова вода зазвичай є більш простим і дешевшим варіантом підтримання нейтральних умов на території озера порівняно з очищенням підземних вод.

Важливі передумови заповнення ям річковими водами та їх постійного або часткового промивання – це наявність достатньої кількості води та прийнятна якість води у річці, які будуть використовуватися для диверсії. Однак доступність води може бути обмежена через інші використання цієї ж води та кліматичні умови. Тому були розроблені та застосовані складні системи управління водними ресурсами при заповненні ям, враховуючі інші водокористування та екологічні вимоги до річок [13].

#### 3.1.4 Заповнення водою з діючих шахт

Вода з діючих шахт була основним джерелом заповнення більшості озер. Добра якість та значна буферна здатність води від зневоднення шахт роблять цей метод можливим. Посилення підкислення води з шахт вимагає в майбутньому виключення цієї води зі складу озernого наповнення. У деяких випадках воду перед використанням доведеться обробляти додаванням вапняку.

### 3.1.5 Додавання до озер лужних матеріалів та вуглекислого газу

Додавання лужних речовин є загальним підходом до нейтралізації води.

Озеро Штайнберг (округ Оберпфальц) був першим німецьким ямним озером, обробленим попелом у 1985 році. Після негайного знезараження озеро знову підкислили до  $\text{pH}=4$  у 1986 р. Та отримали  $\text{pH}=3,5$  всередині наступних двох років, що дало змогу цьому  $\text{pH}$  зберегти свої якості [13].

Ще при підвищеній кислотності з водозбірної зони озера спричинило повторне підкислення. Озеро Цизельсмар (Рейнський район) підкислюється через підйом ґрунтових вод після того, як спочатку був нейтральним. Це явище щороку обмежувалось, щоб дозволити озеру залишити за собою право на рекреаційну зону та дозволити купання в ньому [14]. Озеро Хорсттейх (Лужицький округ) успішно нейтралізувався розчином гідроксид натрію і доломітом у 2005 році [15]. Озеро Геєрсвальд (Лужицький округ) було частково нейтралізовано у 2004 та 2005 роках шляхом реконструкції та розповсюдження відпрацьованим вапном, яке раніше осідало на дні озера [15]. Повторне суспендування покладів золи було випробувано в поєднанні з додаванням  $\text{CO}_2$  в озері Бургеммер Лужицький округ (Кох [13]). Додавання  $\text{CO}_2$  значно покращило реакційну здатність золи і призвело до більшого посилення бікарбонату в воді озера. Додавання  $\text{CO}_2$  також може покращити лужності для води озера з доданого мулу з очисної установки для шахт. А от додавання шламу сприяло лише 30% до загального поліпшення води в озера [15]. Ця нейтралізуюча активність шламу базувалася на реакційному вапні, що залишився після припинення роботи на шахті. Озеро Боквіц (район Центральної Німеччини) було нейтралізоване кальцинованою содою з 2004 по 2008, також слід зазначити, що Боквіц – найбільше німецьке ямкове озеро (загальною площею  $18,7 \times 10^6 \text{ м}^2$ ) повністю нейтралізувалося додаванням лужних речовин, але все одно потребує регулярного додавання кальцинованої соди для запобігання повторного підкислення.



Кислотність все ще транспортується в озеро за допомогою перетоку через товщу землі, що безпосередньо оточує озеро; через приплив кислих озер вгору за течією; через ґрунтові води та ерозію відвалів у зоні прямого водозбору озера.

Приплив добре забуферених ґрунтових вод також значно сприяє стабілізації досягнутого нейтрального стану. Очікується, що це стане основним внеском в довгостроковій перспективі. Оскільки польові дослідження щодо залишків кислотного запасу все ще тривають, а по завершенню випробувань, подальша доля методів, що включають маніпулятивне додавання соди, ще не відома.

### 3.1.6 Стимулювання відновлення сульфату в озерній воді та озері

У першому польовому випробуванні після такого підходу використовували плаваючі мішки, наповнені папером. Це не призвело до будь-якого вимірюваного підвищенні рН або будь-якому зниженні кислотності [17].

Інший підхід базувався на додаванні у озера осад соломи, після багато очікуваних успіхів у лабораторних умовах (Frömmichen et al. 2004), масштабне випробування у польових умовах (Шахтне озеро 111, Лужицький округ) не вдалося (Геллер [11]) Можливою причиною цієї невдачі є повторне окислення продуктів залізо- та сульфат-відновлення шляхом виникнення заліза в озерному осаді або окислення заліза в озерній воді протягом міжсезоння восени та навесні [17] Різні лабораторні експерименти показали, що контрольована евтрофікація може бути цікавим підходом до стимулювання зменшення сульфату в ямах через виробництво великих кількостей біомаси водоростей [22] Однак кількість потрібної біомаси, необхідної для сульфату було виявлено дуже великим та не вдалим рішенням у цій галузі [17]

### 3.1.7 Зменшення сульфату в плавальних реакторах

Мікробне відновлення сульфату в реакторах часто використовується для нейтралізації. Плавучі реактори були випробувані на гірському озері 111 (Лужицький округ): використовуючи метанол як джерело вуглецю для мікроорганізмів [22]. Після кількох удосконалень реакторів, значного успіху було досягнуто лише у 2007 році [22]. Однак кінцеві швидкості реакції були недостатньо високими для подальшого розвитку та повномасштабної нейтралізації повного озера.

### 3.1.8 Обробка води

Зменшення сульфату в реакторах для відновлення мікробного сульфату біля берегу озера Кансдорф (район Центральної Німеччини), використовуючи метанол як джерело вуглецю для мікроорганізмів. Він досяг відносно високих швидкостей реакції.

Однак подальших розробок і застосування в країнах Європи не було проведено даної практики. Також було випробувано використання автотрофного відновлення сульфату в живлення реакторів з воднем, але лише в лабораторних умовах [17]. Досягнуті норми відновлення все ще занадто малі для перспективного польового застосування.

Обробка води способом «ex-situ» зазвичай включає необхідність викачування води з озера та запуск її назад в озеро після прогону через відповідні конструкції лікування. Накачування вимагає затрати великої кількості енергії. Це значний недолік з екологічної та економічної точки зору. Крім того, чим більше триває нейтралізація, тим менш ефективним стає лікування: час на хід нейтралізації стає все меншим і меншим на кожен накачаний об'єм.

Обробка води методом електролізу та мембрани. Електроліз був успішно випробуваний в полових умовах [17]. Крім того, очікується, що ціна на

електроенергію буде порівняно низькою, якщо велика кількість електроенергії купується для повномасштабного застосування. На основі мембранних підходів було випробувано для видалення сульфату та інших речовин для потреб в яких потребується високоякісна вода [23].

### 3.2 Рекультивація для рибогосподарських потреб

З першого погляду, очистка озера не повинна спричиняти виникнення питань коштів, адже за соціально-екологічним фактором, від очистки можна отримати профіт у вигляді прибутку. А для цього розглянемо рекультивацію озера перетворенням його у ставок з рибою.

Риба може потрапити на заселення ям двома способами:

- 1) впровадження затоплення водним джерелом, яке вже містить рибу;
- 2) зумисне захоплення, окупація новими видами.

Якщо умови є сприятливими для виживання риби, незалежно від методу, що застосовується для її введення, риба може бути рясним жителем озера. Кожен вид риби може переносити певний температурний діапазон. У північній частині земної кулі прісноводні види риб зазвичай поділяються на дві категорії:

- 1) риби, які віддають перевагу температурі між 10-18 °C
- 2) риби, що віддають перевагу температурі від 18-26°C

Термостійкість виду є важливим фактором, коли вирішується який вид примусово вводити до озера. Рибам також потрібні водойми з достатнім вмістом поживних елементів. Риби відрізнятимуться між собою, а кінцеві вимоги будуть залежат від їх стадії життя, ваги, рівня активності, температури води та звичок годування [22]. Оскільки температура і біологічні процеси безпосередньо впливають на концентрацію виду.

### 3.3 Токсичність риби в штучних озерах

Кар'єрні озера мають підвищений рівень концентрації металів, і існує величезна кількість літератури про негативний вплив металів на здоров'я водного життя [24]. Для риб токсичність металів часто кількісно визначають за допомогою терміну "LC50" - летальна концентрація конкретного металу, яка вбивала б 50% партії протягом визначеного періоду часу, як правило, від 48 до 96 годин.

Як зазначалося, LC50 варіюється від видів до видів і від металу до металу, а також є функцією об'ємних характеристик води, таких як її солоність, твердість та рН.

Загально визнано, що важкі елементи найбільш токсичні у своїх простих іонних формах, наприклад,  $Al^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ , і ці "вільні іони" найбільш стійкі при низькому рН. Суміш металу з міцним лігандом, таким як розчинений органічний вуглець, може значно зменшити біодоступність металів, що викликають життєві порушення видів [25]. Наявність чи відсутність конкуруючих іонів у розчині також є головним фактором, що визначає токсичність металу. Відомо, що концентрації іонів  $Ca^{2+}$  та  $Mg^{2+}$ , зокрема, знижують дію LD50, які викликані двовалентними важкими металами.

#### Висновок до розділ 3

1. На даний момент існує багато методів очищення шахтних водойм після затоплення кар'єрів.
2. Для підбору правильного методу проводять ряд заходів для уточнення дійсної проблем;
3. Із зазначеного у цьому розділі слід відзначити метод попередження закислення води в кар'єрі. Цей метод як найкраще показує що слід проводити

враховувати план рекультивації ще до початку роботи по розробку корисних копалин.

4. Використовувати такі очищені озера для рибно господарства – можна. З умови попереднього аналізу умов інування обрваного виду риби в дикій природі та перенесення цих умов на кар'єрне озеро.

## 4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

Розділ має на меті проведення маркетингового аналізу стартап проекту задля визначення принципової можливості його ринкового впровадження та можливих напрямів реалізації цього впровадження. Проведення маркетингового аналізу передбачає виконання нижченаведених кроків.

### 4.1 Опис ідеї проекту (товару, послуги, технології)

На даному етапі будуть проаналізовані зміст запропонованої ідеї, напрямки її застосування та вигоди, які вона принесе користувачу. Всі дані скомпоновано у вигляді табл. 4.1

Таблиця 4.1.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Очищення забрудненої води кар'єрного озера завдяки фільтруванню та подальшому лікуванню з використанням хімікатів що послаблюють або зовсім прибирають залишки наявності шкідливих речовин у воді та після повної очистки заселення водоймища рибою	Рекреаційна зона відпочинку	Зниження рівня екологічної загрози від закритих шахтних підприємств Підвищення рівня соціально-екологічної свідомості населення Декоративна та естетична користь для довкілля
	Рибогосподарська зона відпочинку	

Проведений аналіз показав, що представлена ідея на даний момент не має аналогів в Україні, що являється перевагою серед потенційних конкурентів та означає плюс для виходу на ринок.

Через неможливість розглянути порівняння властивостей і характеристик запропонованої ідеї з конкурентними пропозиціями, треба зазначити, що в той же

час на ринку вже представлені ідеї схожі до переставленої у даній магістерській роботі, але вони будуть детальніше розглянуті у фінальній таблиці цього розділу.

#### 4.5.1 Бізнес модель проекту

Розробка стартап-проекту - це створення бізнес-моделі комерціалізації науково-технічних розробок. Побудова конкурентної бізнес-моделі є ефективним інструментом вирішення поставлених у роботі задач і представляє структуру найважливіших елементів бізнес-проекту та є джерелом інноваційних ідей і підходів, які можуть бути застосовані в унікальному поєднанні компонентів [27, 28]. В таблиці 4.1.1.1 представляємо структуру бізнес-моделі інноваційного обладнання або технології.

Таблиця 4.1.1.1 – . Структура бізнес моделі обладнання (технології)

<u>Ключові партнери</u>	<u>Ключові види діяльності</u>	<u>Цінність пропозиції</u>	<u>Взаємовідносини з клієнтами</u>	<u>Споживчі сегменти</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Державні підприємства з видобутку корисних копалин</li> <li>•Приватні підприємства з видобутку КК</li> <li>•Підприємства з шахтами та кар'єрами</li> </ul>	Рекультиваційні та меліоративні заходи	Індивідуальний підхід до умов кожного заказчика	Реклама у наукових гуртках; Прес-конференції міжнародних екологічних заходів	Середній клас та середній +; Розуміючі цінність соціально-екологічного показника у земельній галузі
	<u>Ключові ресурси</u> Технології Техніка та обладнання		<u>Канали збуту</u> Інтернет Прайм замовлень Прес-конференції	
<u>Структура собівартості</u> ФОП, податки, обслуговування кредитів, затрати на витратні матеріали		<u>Потоки надходження доходу</u> Розрахунок клієнта, розробка індивідуального плану дій по рекультивації, доставка витратних матеріалів.		

## 4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Для того щоб здійснити подальшу розробку проекту, слід провести аналіз технологій, які будуть застосовані в ньому, особливо їх доступність. Основні пункти технологічного аналізу наведено у табл. 4.2.1.

Таблиця 4.2.1. Технологічна здійсненність ідеї проекту

№	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Розробка фільтраційної перегородки для забруднених водоймищ	1. Шах тонкої сітчастої тканини що складається з поверхнево активних речовин які нейтралізують шкідливі речовини у воді	Технологія наявна але потребує доопрацювання	Частково
		2. Пост обробка води (опріснення) для заселення водоймищ рибою	Технологія наявна	Доступно

Технології є доступними, так як ідея стартапу з самого початку передбачає застосування лише наявних технік та методик.

## 4.3 Ринкові можливості запуску стартап-проекту

Представлений стартап-проект буде реалізовуватись в межах промислового (B2B) ринку, далі проведемо визначення тих можливостей, які можна використати під час впровадження стартапу. Проаналізувавши стан ринку, можна спланувати розвиток проекту з урахуванням багатьох факторів ринкового середовища та ринкових загроз, які можуть призупинити реалізацію ідеї. У табл. 4.3.1 представлено дані первинного аналізу потенційного ринку



Таблиця 4.3.1 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
	2	3
1	Кількість головних гравців, од	5 од
2	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
3	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Економічні обмеження: нерозвинена державна політика в області інвестування, а також відсутня підтримка малого бізнесу; Нерозвиненість інфраструктури: відсутні необхідні транспортні засоби; Організації, що вже давно знаходяться на ринку можуть об'єднуватись між собою; Нерівність в доступі до дешевих та зручних сировинних джерел;
4	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Вимоги до стандартизації очищеної води
5	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	25%

Проведемо аналіз груп потенційних клієнтів стартап-проекту, їх характеристик та потреб сформованих ринком, на основі отриманих даних сформуємо список вимог споживачів до товару. Для зручності дані аналізу представимо у вигляді табл. 4.3.2. Розглянуті вимоги показують на що слід звернути увагу при деталізації проекту, і на які саме споживчі потреби звернути увагу

Таблиця 4.3.2 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Потреба рекультивациі покинутих кар'єрів шахтних підприємств	Жителі ближніх територій до гірничодобувних підприємств	У кожного кар'єра є свої специфічні потреби до комплексів рекультивациі шахтних вод	Отримання якісного продукту (очищеної шахтної води) для рибогосподарських потреб

Для проведення аналізу ринкового середовища розглянемо фактори, що позитивно впливають на впровадження проекту, та фактори, що можуть негативно вплинути на просування товару на ринок. Всі фактори та їх опис представлено в табл. . 4.3.3 - 4.3.4

Таблиця 4.3.3 – Фактори загроз

№	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Політичноправові фактори	У майбутньому може мати місце впровадження нових законодавчих актів, які негативно вплинуть на розробку.	1) Можлива перекваліфікація; 2) Вихід на зарубіжний ринок.
2	Економічні фактори	Складності кредитування	Залучення інвестицій від приватних товариств або іноземних інвесторів

Найбільш значущим фактором, що може бути загрозою у просуванні продукту на ринок – це можливе банкрутство компаній-клієнтів. Це досить критичний показник, і для виходу з під його впливу компанії доведеться повністю змінювати напрямок роботи або шукати вихід до зарубіжних клієнтів. Тому раціонально буде шукати іноземних клієнтів з самого початку діяльності.

Таблиця 4.3.4 – Фактори можливостей

№	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Політично правові фактори	Впровадження нових законодавчих актів, які мають позитивний вплив	У даному випадку можливе розширення області діяльності компанії або ж відкриття дочірніх компаній.
2	Економічні фактори	Збільшення виробничих потужностей	Зростання попиту на запропонований товар, можливо збільшення прибутку
		Збільшення фінансування від зарубіжних інвесторів	Можливе розширення компанії та вихід на зарубіжних клієнтів.

Розглянуті фактори є сприятливими для стартапу, оскільки допоможуть вийти на більшу кількість клієнтів, розширити об'єм виробництва та збільшити

прибуток. Одним із найвагоміших факторів є збільшення кількості інвесторів. Наступним кроком аналізу ринку є дослідження ринкової пропозиції, що полягає в огляді загальних рис притаманних конкуренції (табл. 4.3.5)

Таблиця 4.3.5 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
Тип конкуренції	Монополістична конкуренція	Ситуація, в якій схожу продукцію пропонує відносно велике число виробників
За рівнем конкурентної боротьби	Національний рівень	Розширена сфера для роботи фірми, і конкуренти проявляються на національному рівні.
За галузевою ознакою	Галузева конкуренція	Фірма має конкурувати з іншими в одній галузі, в даному випадку це феросплавне виробництво.
Конкуренція за видами товарів:	Товарно-видова та товарно-родова	Конкуренція між різними видами товару та різними товарами одного виду.
За характером конкурентних переваг	Нецінова	Боротьба на конкурентному ринку ведеться за рахунок кількості та якості послуги.
За інтенсивністю	Марочна	Велике значення має брендінг.

Для більш детальної оцінки конкурентного середовища в галузі застосуємо модель п'яти сил конкуренції за М. Портером [27], данні аналізу представимо у вигляді табл. 4.3.6.

Таблиця 4.3.6 – Аналіз п'яти сил М. Портера

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	Не виявлено	У даному випадку потенційними конкурентами можуть виступити стартап-проекти, що розробляють можливості рекультивації шахтних вод	Відмова у співпраці з боку розробників нових технологій. Вірогідність недоцільності запуску процесу очищення за допомогою певного виду рекультиванта	Мала обізнаність споживачів. Недовіра споживачів до кінцевого продукту через не обізнаність в ряді хімічних процесів	Споживачі схильні використовувати вже давно знайоме

За аналізом п'яти сил Портера можна зробити висновок, що впровадження проекту на ринок не буде легкою справою, але при цьому робота на цьому ринку є досить сприятливою, що зумовлено невеликою кількістю конкурентів. Для вигідного функціонування проекту на ринку він повинен постійно шукати нових розробників інноваційних технологій, постійно рекламувати товар (участь у виставках, проведення демонстрацій, тощо) та, головне, слідкувати за рівнем цін власного продукту та конкуруючих товарів. Для кінцевого аналізу факторів конкурентоспроможності використаємо дані з попередніх таблиць. Результат зобразимо у вигляді табл. 4.3.7.

Таблиця 4.3.7 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування
1	Розвиток законодавчої бази в сфері представленої ідеї	Так як стартап-проект є досить гнучкою системою, то при появі певного акту чи наказу можна бути швидко до нього адаптуватись.
2	Зростання числа інвесторів	Можливість для масштабування проекту, а також вихід на міжнародних клієнтів.
3	Перевага екологічним і економічновигідним проектам	Початкова мета представленого стартапу у поєднанні інноваційних розробок, які допоможуть знизити антропогенний вплив шлакових відвалів на НПС.
4	Інформаційне забезпечення	Стартап має на меті співпрацю не тільки із вченим та розробниками, які відомі широкому колу, а також роботу з молодими спеціалістами.
5	Розмір капіталовкладень	Ідея стартапу має на меті розробку комплексів з переробки шлаку з урахуванням наявних технологій на виробництві, що значно зменшує капіталовкладення підприємства-клієнта.

Як вже зазначалось вище, через відсутність конкурентів на українському ринку, постає неможливість у розгляді дослідження сильних і слабких сторін за вже визначеними нами факторами конкурентоспроможності.

Кінцевим етапом аналізу впровадження проекту на ринок є SWOTаналіз, який дасть змогу виявити та оцінити сильні та слабкі сторони, а також

можливості та загрози, які потребують уваги зі сторони розробників. Основною метою такого аналізу є зосередження на тих сторонах, які будуть ключовими факторами успіху чи провалу майбутнього підприємства, тому в цей список і не включають всі слабкі та сильні сторони [27]. SWOT- аналіз проекту розробки комплексних ділянок переробки шлаків представлено у вигляді табл. 3.12.

Таблиця 4.3.8 – SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони:	Слабкі сторони:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• розробка комплексів в залежності від потреб клієнтів;</li> <li>• низька вартість у порівнянні з конкурентами;</li> <li>• врахування екологічної складової при розробках;</li> <li>• гнучкість проекту;</li> <li>• використання інноваційних технологій.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ще компанія на ринку;</li> <li>• відсутність торгового знаку;</li> <li>• відсутність зв'язків з компаніями-клієнтами;</li> <li>• дослідження з питання утилізації шлаків є досить непопулярними.</li> </ul>
Можливості:	Загрози:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• розширення сфери діяльності компанії;</li> <li>• вихід на зарубіжних клієнтів;</li> <li>• співпраця з молодими вченими та розробниками;</li> <li>• консультування клієнтів після розробки і впровадження комплексів</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• витіснення конкурентами з ринку;</li> <li>• незацікавленість підприємств у нових розробках;</li> <li>• банкрутство фірм-клієнтів; • відсутність інвестування.</li> </ul>

Розглянуті загрози і можливості представляють основу для розробки альтернатив ринкової поведінки, тобто певних кроків по просуванню стартап-проекту на ринок. При цьому визначені альтернативи досліджуються з огляду на строки та імовірність отримання ресурсів.

Таблиця 4.3.9 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№	Альтернатива ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Перекваліфікація підприємства (вихід на ринок в іншій галузі)	60%	Близько 5 років
2	Участь у великій кількості промислових виставок	85%	Близько 1 року
3	Пошук інвесторів серед підприємств-клієнтів.	80%	Близько 1 року

Порівняння ймовірності отримання ресурсів та часу реалізації альтернативи показує, що найбільш прийнятним «сценарієм» при виникненні основних загроз є інтенсивна участь у можливих промислових виставках для ознайомлення потенційних клієнтів з можливостями стартап-проекту та презентації запропонованих розробок.

#### 4.4 Розробка ринкової стратегії проекту

Для виконання даного етапу розробки проекту визначимо цільові групи потенційних споживачів, їх готовність сприйняти продукт та інтенсивність конкуренції в галузі, з чого зробимо висновок про простоту входу у сегмент:

Таблиця 4.4.1 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Малі підприємства шахтного комплексу.	висока	високий	помірна	помірна
2	Металургійні комбінати	висока	середній	висока	низька
3	Підприємства інших галузей промисловості	середня	низький	помірна	помірна

Згідно аналізу, наведеного в таблиці вище, основною цільовою групою вважаємо підприємства феросплавного комплексу. Але при розширенні ідеї можна спрямувати увагу і на інші цільові групи, оскільки в деяких питаннях йдеться про використання схожих технологій. Такий вихід може стати значною перевагою в майбутньому.

Визначення базової стратегії розвитку та ключові конкурентоспроможні позиції представимо нижче:

Таблиця 4.4.2 – Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
Залучення нових клієнтів за допомогою участі у промислових виставках	Представлення різних варіантів товару, а також презентація переваг компанії дозволить розширити клієнтську базу.	Гнучкість роботи фірми; • Невеликі капіталовкладення; • Поєднання екологічності та економічної вигоди.	Стратегія лідерства по витратах

В якості базової стратегії розвитку оберемо стратегію лідерства по витратам (за М. Портером). Дана стратегія передбачає більшу ніж у конкурентів маржу між собівартістю та середньоринковою ціною за рахунок чинників внутрішнього або зовнішнього середовища. Компанії, що обрали схожу стратегію, ведуть контроль за витратами, намагаючись максимально їх знизити, а також проводять ретельну розробку конструкцій нових товарів [50]. Дотримуючись цієї стратегії, фірма може протистояти своїм прямим конкурентам і отримувати прибуток при ціні, мінімально допустимій для конкурентів. А низькі витрати створять певні бар'єри для входу нових компаній і захистять від товарів-замінників. Наступним етапом розробки загальної



ринкової стратегії є визначення стратегії конкурентної поведінки, якої буде слідувати фірма у своєму розвитку. Це можуть бути наступальні чи захисні дії фірми, спрямовані на зайняття стійкої позиції в галузі. [30].

Таблиця 4.4.3 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
Ні (якщо брати до уваги світовий ринок)	У даній галузі нові споживачі з'являються досить рідко, тому компанія буде забирати клієнтів у конкурентів	Ні, характеристики товару будуть обиратись відповідно до потреби окремого клієнта (кар'єра що потребує рекультивації)	Стратегія заняття конкурентної ніші.

Стратегія зайняття конкурентної ніші передбачає турботу та підтримку своєї конкурентної переваги на всіх етапах розробки та функціонування підприємства. В якості цільового ринку в цьому випадку обирається один (декілька) малих ринкових сегментів.

Обрана ніша повинна залишатись стабільною упродовж тривалого проміжку часу, має бути добре захищеною (мати високі вхідні бар'єри) і при цьому бути непривабливою для конкурентів.

Далі на основі базової стратегії розвитку, ключових конкурентоспроможних порцій та вимог цільової аудиторії до товару розробляється стратегія позиціонування (певні асоціації, за якими споживачі зможуть ідентифікувати проект). Визначення стратегії позиціонування наведено в таблиці нижче:

Таблиця 4.4.4 – Визначення стратегії позиціонування

Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• розробки повинні бути екологічноприйнятними та економічно вигідними;</li> <li>• в результаті роботи повинна бути отримана готова рекреаційна зона</li> <li>• установки повинні розроблятися в залежності від виду ШК</li> <li>• кураторська діяльність в процесі експлуатації комплексів.</li> </ul>	<p>Стратегія лідерства по витратах</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Гнучкість роботи фірми.</li> <li>• Невеликі капіталовкладення.</li> <li>• Поєднання екологічності та економічної вигоди</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• розроблені ділянки враховують вже наявні установки на підприємстві;</li> <li>• кожна ділянка розробляється індивідуально з врахуванням виду шахтного озера;</li> <li>• допомога в будь-яких питаннях в процесі експлуатації.</li> </ul>

Отже, узгоджена система рішень щодо поведження стартап-проекту на ринку націлена на середній сегмент (гірничодобувне виробництво), максимальне зниження витрат на виробництво та детальну розробку індивідуальних комплексів по рекультивації закритих шахт та кар'єрів. При цьому обов'язкова підтримка конкурентних переваг, а також обслуговування та кураторство кожного з проектів в процесі їх експлуатації.

#### 4.5 Розробка маркетингової програми стартап-проекту

Для цього сформуємо маркетингову концепцію товару, який буде отримано споживачем, у вигляді таблиці та визначимо основні переваги товару перед конкурентами.

Таблиця 4.5.1 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
Необхідність в нових комплексах (підзодах) по рекультиватії шахтних озер	Комплекси повинні відповідати параметрам виробництва.	Повністю індивідуальна розробка ділянка вторинної переробки шлаків для кожного підприємства.
	Екологічність	Проведення заходів для мінімізації впливу установок на НПС.
	Поточна кураторська діяльність	Призначення кураторів кожному підприємству і допомога в з питаннями переробки шлаків в процесі експлуатації товару

Наступний етап полягає у розробці трирівневої моделі товару. Тут важливо вказати саму ідею послуги та особливості процесу її надання.

Таблиця 4.5.2 – Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові
I. Товар за задумом	Очищення забрудненої води кар'єрного озера завдяки фільтруванню та подальшому лікуванню з використанням хімікатів та після повної очистки заселення водоймища рибою, при цьому використовується індивідуальний підхід
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики
	1. Підвищення соціально-екологічної обізнаності. 2. Розробка комплексів в залежності від виду кар'єру. 3. Врахування наявності окремих видів обладнання на підприємстві.
III. Товар із підкріпленням	Марка: в розробці Консультавання клієнтів навіть в процесі експлуатації комплексів.

Варто звернути увагу на те, що планується вести усесторонню підтримку клієнтів з питань переробки шлаків в процесі експлуатації розробленої ділянки.

А захист товару від копіювання планується проводити за рахунок нерозголошення самих розробок та усіх супроводжуючих їх рішень. Наступним етапом є визначення цінових меж потенційного товару за рахунок аналізу цін конкурентних товарів та доходу споживачів. Теоретично виведемо можливий діапазон цін проте, для точного визначення ціни необхідне проведення фінансово-економічного аналізу.

Таблиця 4.5.3 – Визначення меж встановлення ціни

Рівень цін на товари-замінники	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
600-800 млн.грн	3-5 млрд.грн	600-700 млн.грн

Останній етап маркетингової програми це розробка концепції маркетингових комунікацій:

Таблиця 4.5.4 – Концепція маркетингових комунікацій

Специфіка поведінки цільових клієнтів	Клієнти, в основному, користуються представленою послугою після аналізу характеристик власного підприємства, та ознайомлення можливих варіантів розробок. Після обговорення з головним інженером здійснюють купівлю послуги
Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Зазвичай це різні промислові виставки та конференції.
Ключові позиції, обрані для позиціонування	<ul style="list-style-type: none"> <li>• розроблені ділянки враховують вже наявні установки на підприємстві;</li> <li>• кожна ділянка розробляється індивідуально з врахуванням виду ШР;</li> <li>• допомога в будь-яких питаннях в процесі експлуатації</li> </ul>

#### Продовження таблиці 4.5.4

Завдання рекламного повідомлення	Рекламне повідомлення має звернути увагу на індивідуальність розробок, та на врахування наявних на заводах установка
Концепція рекламного звернення	Розробка комплексних кроків рекультивації, з індивідуальним підходом до кожного клієнта. Особливістю послуги є врахування в проект вже присутніх на підприємстві установок, що знижує затрати на купівлю товару. В якості приємного бонусу клієнт отримує кураторську допомогу на протязі експлуатації ділянки.

Таким чином в якості стартап-проекту розглянуто послугу рекультивації шахтних вод.

Сама ідея є конкурентоспроможною та має багато сильних сторін (індивідуальний підхід до розробок, низька вартість послуги, врахування необхідності очистки шахтних вод так і рекультивації вже затоплених кар'єрів). В якості клієнтів бажано обрати невеликий сегмент ринку, в даному випадку це можуть бути підприємства гірничодобувної галузі.

Окрім цього, проект має певну кількість загроз, що можуть ускладнити вихід на ринок. В якості базової стратегії розвитку обрано стратегію лідерства на витратах. Ключовими конкурентоспроможними позиціями є гнучкість роботи фірми, невеликі капіталовкладення, поєднання екологічності та економічної вигоди. А пошук клієнтів може здійснюватись на різноманітних промислових виставках і конференціях.

#### Висновки до розділу 4

1. Представлено ідейний план – технологію рекультивації шахтних вод, що дозволяє отримати нове рекреаційне місце після очищення стічної води.
2. Розглянута можливість використання очищеного озера для рибогосподарських потреб.

3. Проведено аналіз ринку та конкурентоспроможності дослідженої установки, наведено SWOT – аналіз ідейного плану стартап-проекту по рекультивації затоплених кар'єрів або очистці шахтних вод.

4. Визначення базової стратегії розвитку та розроблення маркетингової програми стартап-проекту з подальшим описом трьох-рівневої моделі запропонованого товару.

## ВИСНОВКИ

У магістерській роботі було наведено теоретичне та практичне узагальнення за темою рекультивації шахтних вод для рибогосподарських потреб.

На підставі проведеної роботи з дослідженнями по даному питанню можна зробити такі висновки:

1. Для визначення оптимального плану дій спрямованих на очищення від шкідливих речовин , спочатку треба провести якісний тест ґрунту з яким надалі буде проведено маніпуляції.

2. Опирайтесь на досвід минулих успішних рекультиваційних заходів щодо очищення від небезпечних компонентів та опріснення шахтних вод – неможна. Так як кожен розглянутий об'єкт в даній роботі є унікальним, і пропонується індивідуальний підхід до очищення кожного озера.

3. Розглянуто токсичність та доцільність загалом шахтного озера як рибогосподарської власності. Адже після усіх проведених маніпуляцій з очисткою шахтних вод, є вірогідність непридатності такого водойму для подальший рекреаційних дій, а лише для повторного користування на шахтній галузі. Але на сьогоднішній день існують методики з використанням перероблених твердих продуктових відходів у помірний за товщиною шар сітчастого матеріалу з нанесеним на ним поверхнево активних речовин, які повністю нейтралізують подальший негативний вплив ШР.

4. Проведена робота з розробки стартап-проекту та виявлено, що запропонована ідея не має аналогів на українському ринку. Що свідчить, що питання рекультивації озер в Україні має недостатньо досліджень у своїй сфері.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кононенко Н.А. Проблемы и перспективы очистки вод от ксенобиотиков. м. Київ, 1999. С. 113-116.
2. Байцар Р.І., Круглова О.А. Розмежування різновидів мінеральної води у вітчизняних стандартах. м. Львів, 2008. С 1-25.
3. Fritz, W., Benthaus. F. Застосування нових технологій для створення післявидового ландшафту, придатного для майбутніх поколінь. м. Берлін, 2000, С. 261-265.
4. Стандартний метод випробування для лабораторного вивітрювання твердих матеріалів за допомогою вологи . URL: <http://www.astm.org> (дата звернення 10.12.2019)
5. Axler R, Larsen C, Tikkanen C, McDonald M, Yokom S, Aas P. Питання якості води, пов'язані з аквакультурою: тематичне дослідження шахтних ям. м. Варшава, 1996. С.995-1011
6. Baker JP, Schofield Токсичність алюмінію для риби в кислих водах. Опитування ґрунту на водному повітрі.1982. С. 289-309.
7. Birtwell IK, Samis SC, Khan. Щодо управління рибним середовищем проживання на півночі Канади: інформаційні вимоги та політичні міркування щодо видобутку алмазів, нафтових пісків та розсипів. Нью Йорк, 2005, С. 65.
8. Blodau C, Hoffman S, Peine A, Peiffer S Редукція заліза та сульфатів у відкладах кислих шахтних озер; Темпи та геохімічна оцінка. Дослідження ґрунту у вологому повітрі. Бранденбург, 1998. С. 108,249-270
9. Борисов В.Н., Алексеев В.Н., Алексеев С.В., Плешевенкова В.А. Видобуток алмазів на сході Сибіру як фактор, що впливає на якість води в поверхневих умовах. Владивосток, 1995. С. 863–865.
10. The Use of Coal Combustion By-Products for In Situ Treatment of Acid Mine Drainage, Final Report. Combustion By-Product Recycling Consortium. URL:



<http://www.itrcweb.org/miningwaste-guidance/References/99ECW04.pdf>

(дата

звернення 09.12.2019)

11. Gusek, J. J., and L. A. Figueroa. Пом'якшення впливу металургійної води під впливом видобутку. Колорадо, 2009. С.20

12. Horst, J., K. Houston, and, J. Gillow. Польова демонстрація прямого оброблення шахт для пом'якшення відводу кислих кар'єрів. м. Йоганнесбург, 2008. С. 13-17.

13. A Field Demonstration of In Situ Treatment and Prevention of Acid Mine Drainage in the Abandoned Tide Mine, Indiana County, Pennsylvania. URL: <http://www.citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.555.6862&rep=rep1&type=pdf>

(дата

звернення

09.12.2019)

[citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.555.6862&rep=rep1&type=pdf](http://www.citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.555.6862&rep=rep1&type=pdf)

14. С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов. Очистка производственных сточных вод. Москва, 1985. С. 200-335.

15. Хенце М. Очистка сточных вод. Москва, 2006. С 350-480.

16. ООО «НПП «Синтеез»». Научно-техническое обоснование технологии очистки шахтных вод шахты «Магнетитовая». Санкт-Петербург, 2011. С 20-50.

17. Обіюх Н.М. Правові аспекти використання природних мінеральних вод в Україні. Киев, 2011. С. 165.

18. ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні. Технічні умови» / Держспоживстандарт України. - 1993. - 90 с.

19. ДСТУ 42.10-02-96 «Води мінеральні лікувальні. Технічні умови» / Держспоживстандарт України. - 1994. - 96 с.

20. Спосіб визначення ступеня ураженості водної екосистеми: пат.24345 Україна. № 85333; заявл. 11.11.13; опубл. 11.11.13, Бюл. № 14. 41 с.

21. Спосіб оцінки якості поверхневих вод: пат.25354 Україна. № 64027; заявл. 11.05.11; опубл. 25.10.11, Бюл. № 20.

22. Матлак Е.С., Огородник Е.Л., Саенко Л.И. Анализ проблемы деминерализации шахтных вод и перспективных направлений ее решения. Донецьк, 2011. С. 3-11.

23. Галкин М.А., Рубежанский К.А., Сорокина Н.Ф. Технико-экономическое обоснования применения УФ-излучения в процессах дезинфекции промышленных сточных вод предприятий угольной промышленности. Донецьк, 2007. С. 25-47.

24. Оцінка екологічного стану навколишнього середовища при реструктуризації вугільної промисловості. Методи захисту довкілля. Київ, 1999. С. 123-124.

25. Дузь А. И., Пичугин Б. В., Дуденко И. И. Охрана среды и использование отходов угольного производства. Донецк, 1990. С. 110.

26. Стартап: визначення терміна. URL: <http://itstatti.in.ua/zarobitok-vinterneti/161-startap-shcho-tse-take.html> (дата звернення: 10.11.2019).

27. Ситник Н. І. Менеджмент стартапів. URL: [https://kpi-fictp32.github.io/Blog/s09/startup\\_management.html](https://kpi-fictp32.github.io/Blog/s09/startup_management.html) (дата звернення: 10.12.2019)

28. Структура промислового ринку. URL: [https://stud.com.ua/84371/marketing/struktura\\_promislovogo\\_rinku#79](https://stud.com.ua/84371/marketing/struktura_promislovogo_rinku#79) (дата звернення: 10.12.2019).

29. Шевчук Н.А. Впровадження та реалізація стартапів в гірництві, м. Київ, 2018. С. 89-90.

30. П. В. Круш, Н. А. Шевчук, О. І. Андрусь. Методичні вказівки щодо розроблення стартап-проекту для магістерської роботи студентів вищих навчальних закладів. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/27914> (дата звернення 13.12.2019)