МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології
Кафедра екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

УДК 622.271:504.06

ГАРАСТІВСЬКА ОКСАНА ОЛЕКСАНДРІВНА

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ВИДОБУВАННЯ ТА ЗБАГАЧЕННЯ ТИТАНОВИХ РУД НА ДОВКІЛЛЯ (НА ПРИКЛАДІ МЕЖИРІЧНОГО РОДОВИЩА) ЖИТОМИРСБКОЇ ОБЛАСТІ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

101 «Екологія»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавра

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____**О. О. Гарастівська**
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Науковий керівник:
Піціль А. О.
к.с-г.н., доцент.

Житомир – 2026

АНОТАЦІЯ

Гарастівська О. О. Екологічна оцінка впливу видобування та збагачення титанових руд на довкілля (на прикладі Межирічного родовища) Житомирської о

б Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 101 – екологія. – Поліський національний університет, Житомир, 2026.

а У роботі виконано комплексну екологічну оцінку впливу видобування та збагачення титанових руд на навколишнє природне середовище на прикладі Межирічного родовища Житомирської області. Досліджено основні джерела т Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 101 – екологія. – Поліський національний університет, Житомир, 2026. у. відкритими гірничими роботами, збагачувальними та доводочними фабриками, допоміжними виробничими дільницями, центральною заводською лабораторією та автотранспортною технікою.

У ході дослідження проаналізовано викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, результати їх розсіювання та відповідність гранично допустимим концентраціям. Встановлено, що максимальні приземні концентрації діоксиду азоту та твердих суспендованих частинок не перевищують 0,31 та 0,33 ГДК відповідно, а рівень забруднення атмосферного повітря за межами санітарно-захисної зони є допустимим. Показано, що основний масовий внесок у валові викиди формує автотранспорт, зокрема за рахунок діоксиду вуглецю, обсяг якого становить близько 811 т/рік.

Оцінено систему водокористування та водовідведення підприємства, яка базується на замкненому циклі водообігу та не передбачає скидів у природні водні об’єкти. Аналіз ефективності очищення стічних вод засвідчив зниження концентрацій завислих речовин, $БПК_5$, ХСК та азоту амонійного до нормативних значень.

Встановлено, що вплив планованої діяльності на ґрунти та надра є мінімальним, а забруднення ґрунтового покриву не прогнозується за умови дотримання проєктних технологічних та організаційних заходів. Отримані результати свідчать про екологічну допустимість планованої діяльності та відповідність її вимогам чинного природоохоронного законодавства України.

Ключові слова: екологічна оцінка, титанові руди, гірничо-збагачувальний комплекс, атмосферне повітря, стічні води, ґрунти, оцінка впливу на довкілля.

SUMMARY

Garastivska O. O. Environmental Assessment of the Impact of Titanium Ore Mining and Beneficiation on the Environment (a Case Study of the Mezhyrichne Deposit, Zhytomyr Region).– Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for the bachelor in ecology in specialty 101 Ecology. – Polissya National University, Zhytomyr, 2026.

The study presents a comprehensive environmental impact assessment of titanium ore mining and beneficiation activities, using the Mezhyrichne deposit in Zhytomyr Region as a case study. The main sources of technogenic pressure associated with open-pit mining, beneficiation and upgrading plants, auxiliary production units, the central industrial laboratory, and heavy-duty vehicles were identified and analyzed.

The emissions of air pollutants and the results of their dispersion in the surface atmospheric layer were assessed in comparison with regulatory limit values. It was established that the maximum ground-level concentrations of nitrogen dioxide and total suspended particulate matter do not exceed 0.31 and 0.33 of the maximum permissible concentrations, respectively, while air quality outside the sanitary protection zone remains within acceptable limits. The largest contribution to total emissions is associated with mobile sources, primarily due to carbon dioxide emissions amounting to approximately 811 t/year.

The water management system of the enterprise is based on a closed-loop water circulation scheme and does not involve discharges into natural water bodies. The efficiency of wastewater treatment was confirmed by a significant reduction in key pollution indicators, including suspended solids, BOD_5, COD, and ammonium nitrogen to regulatory levels.

The impact of the planned activity on soils and subsoil was assessed as minimal. No soil contamination is expected provided that the designed technological and organizational environmental protection measures are properly implemented. The obtained results indicate the environmental acceptability of the planned activity and its compliance with current environmental protection legislation of Ukraine.

Keywords: environmental impact assessment, titanium ores, mining and beneficiation, air pollution, wastewater, soils, environmental protection.

ЗМІСТ

ВСТУП 8

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ 11

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРИТОРІЇ, ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ 16

2.1. Опис місця провадження планової діяльності 16

2.2. Опис основних характеристик планованої діяльності 19

2.3. Технологічна схема розробки Межирічного родовища титанових руд 21

2.4. Характеристика основних залучених ресурсів планованої діяльності 23

РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ВПЛИВІВ ПЛАНОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ 25

3.1. Оцінка за видами та кількістю очікуваних відходів 25

3.2. Оцінка за видами та кількістю очікуваних скидів та забруднення води 28

3.3. Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин 30

3.4. Оцінка забруднення грунтів та надр 36

ВИСНОВКИ 38

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 40

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Житомирська область є одним із ключових регіонів України з покладами титанових руд, зокрема ільменітових, що обумовлює інтенсивний розвиток гірничо-збагачувальних підприємств. У зв’язку з цим виникає необхідність оцінки екологічних наслідків їх функціонування з метою запобігання негативному впливу на довкілля та забезпечення екологічної безпеки прилеглих територій.

Актуальність даної роботи зумовлена необхідністю науково обґрунтованої оцінки впливу видобування та збагачення титанових руд на атмосферне повітря, водні ресурси та ґрунтовий покрив в умовах зростаючого антропогенного навантаження. В умовах посилення вимог екологічного законодавства та впровадження процедури оцінки впливу на довкілля (ОВД) особливо важливим є визначення рівнів забруднення, порівняння їх із нормативними значеннями та обґрунтування екологічної допустимості планованої діяльності.

Проведення комплексної екологічної оцінки дозволяє не лише виявити основні джерела негативного впливу, але й визначити ефективність запроваджених природоохоронних заходів, що має важливе практичне значення для сталого розвитку гірничодобувної галузі.

Об’єкт досліджень – є навколишнє природне середовище в зоні впливу підприємства з видобування та збагачення титанових руд Межирічного родовища Житомирської області.

Предмет досліджень – є процеси формування техногенного навантаження на атмосферне повітря, водні ресурси та ґрунти внаслідок видобування та збагачення титанових руд.

Мета досліджень – є комплексна екологічна оцінка впливу видобування та збагачення титанових руд на навколишнє природне середовище на прикладі Межирічного родовища Житомирської області.

Методи дослідження. У роботі використано такі методи дослідження: аналітичний – для опрацювання наукових та нормативних джерел; розрахунковий – для визначення обсягів викидів і приземних концентрацій забруднюючих

речовин; порівняльний – для зіставлення розрахункових показників із нормативами ГДК і ГДВ; графічний – для візуалізації результатів у вигляді діаграм і схем; системний підхід – для комплексної оцінки впливу планованої діяльності на довкілля.

Основні завдання:

– проаналізувати природно-кліматичні та геолого-географічні умови району розташування Межирічного родовища;

– охарактеризувати технологічні процеси видобування та збагачення титанових руд і визначити основні джерела техногенного впливу;

– здійснити оцінку викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря та проаналізувати результати їх розсіювання;

– дослідити систему водокористування, водовідведення та ефективність очищення стічних вод;

– оцінити вплив планованої діяльності на ґрунти та надра;

– порівняти розрахункові показники забруднення з гранично допустимими нормативами;

– узагальнити результати дослідження та обґрунтувати екологічну допустимість планованої діяльності.

Практичне значення. Практичне значення роботи полягає в можливості використання отриманих результатів для екологічного обґрунтування планованої діяльності підприємств гірничодобувної галузі, підготовки матеріалів оцінки впливу на довкілля, а також у навчальному процесі при підготовці фахівців екологічного спрямування.

Апробація результатів дослідження:

1. Авраменко Т. П., Ташев Е. Д., Дубиняк О. М., Гарастівська О. О. Система управління відходами в Житомирській області: стан та перспективи розвитку // Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 2 жовтня 2025 р. Біла Церква : Білоцерківський національний аграрний університет, 2025. С. 7–9 [44].

2. Гарастівська О. О. Сталий розвиток територіальних громад у контексті рекультивації техногенно порушених земель // Управління та раціональне використання земельних ресурсів в територіальних громадах у повоєнний період : матеріали IX Всеукраїнської науково-практичної конференції, 05 березня 2026 року. Херсон : Херсонський державний аграрно-економічний університет, 2026. С. 186–189 [45].

Структура та обсяг роботи: кваліфікаційна робота включає 43 сторінки друкованого тексту, 10 рисунків та 45 джерел літератури.

РОЗДІЛ 1
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Проблеми впливу гірничодобувної промисловості на довкілля широко висвітлюються у працях вітчизняних і зарубіжних дослідників. У фундаментальних роботах з екології природокористування зазначається, що відкритий спосіб видобування корисних копалин супроводжується порушенням ландшафтів, трансформацією ґрунтового покриву, зміною гідрогеологічних умов і утворенням значних обсягів промислових відходів [1–4].

У працях, присвячених оцінці впливу на довкілля, підкреслюється, що гірничодобувна галузь належить до видів діяльності з підвищеним екологічним ризиком, що зумовлює необхідність застосування комплексних підходів до оцінювання впливів та впровадження систем екологічного моніторингу [5–7]. Вказується, що найбільш чутливими компонентами довкілля є атмосферне повітря, поверхневі й підземні води та ґрунтовий покрив [8].

Наукові дослідження свідчать, що основними забруднюючими речовинами при видобуванні та збагаченні титанових руд є суспендовані тверді частинки, оксид вуглецю, діоксид азоту, діоксид сірки та продукти згоряння дизельного палива [9–11]. Особливо значний внесок у викиди формує автотранспорт і пересувна гірнича техніка, що працює у кар’єрах [12–14].

У роботах, присвячених діяльності титанових гірничо-збагачувальних комбінатів України, зазначається, що діоксид вуглецю є домінуючим компонентом за масою, тоді як оксиди азоту та тверді частинки визначають екологічну небезпеку для повітряного середовища [15–17]. Застосування зволоження гірничої маси, систем аспірації та обмеження швидкості руху техніки дозволяє знизити запилення і забезпечити дотримання нормативів гранично допустимих концентрацій [18–20].

Проблеми водокористування при збагаченні титанових руд розглядаються у працях, присвячених гравітаційним і магнітним методам збагачення. Дослідники наголошують, що такі підприємства характеризуються значним оборотним водоспоживанням, що потребує створення замкнених систем водообігу [21–23].

У літературі зазначається, що впровадження оборотних систем водопостачання дозволяє практично повністю виключити скиди у природні водні об’єкти та зменшити навантаження на водні ресурси [24–26]. Аналіз ефективності очисних споруд показує, що сучасні технології очищення забезпечують зниження концентрацій завислих речовин, $БПК_5$, ХСК та азоту амонійного до нормативних рівнів [27–29].

Наукові джерела свідчать, що основним видом впливу гірничодобувної діяльності на ґрунти є механічне порушення та зняття родючого шару ґрунту [30–32]. При цьому хімічне забруднення ґрунтів формується лише за умови порушення технологічних вимог зберігання відходів і паливно-мастильних матеріалів [33].

Розвиток гірничодобувної галузі об’єктивно вимагає системного врахування екологічних аспектів на всіх етапах виробничого циклу – від планування до фактичної експлуатації та контролю впливів [31]. Для видобування титанових руд, зокрема відкритим кар’єрним способом, характерне значне антропогенне навантаження на довкілля, що проявляється у порушенні природних ландшафтів, деградації ґрунтів, зміні гідрогеологічного режиму та ризиках забруднення водних ресурсів [2]. У зв’язку з цим зростає роль післяпроєктного моніторингу (ППМ) як інструменту перевірки фактичних екологічних наслідків планованої діяльності, а також оцінювання ефективності реалізованих природоохоронних заходів [3].

Разом із тим, у наукових публікаціях підкреслюється потреба у вдосконаленні методів екологічної оцінки, які здатні враховувати складну взаємодію між техногенними процесами та природним середовищем не лише на етапі прогнозування, а й у межах ППМ [4,]. Традиційні підходи, побудовані на «лінійному» аналізі окремих компонентів екосистем, нерідко призводять до фрагментарних висновків і ускладнюють формування цілісної оцінки екологічної безпеки. Матричні методи оцінювання частково вирішують проблему системності, однак мають обмеження, пов’язані з громіздкістю застосування,

складністю агрегування експертних суджень і недостатньою об’єктивністю [5, 44].

У цьому контексті перспективним для гірничодобувної сфери є метод аналізу ієрархій (MAI, англ. AHP), запропонований Т. Сааті [6; 7], який реалізує холістичний підхід і дозволяє структурувати складні системи та виконувати кількісне ранжування чинників впливу. Методологія передбачає побудову багаторівневої ієрархічної моделі (ціль → критерії → субкритерії → альтернативи), проведення попарних порівнянь за шкалою Сааті, розрахунок вагових коефіцієнтів та перевірку узгодженості експертних оцінок. Зазвичай прийнятним вважається рівень узгодженості суджень за умов CR < 0,1 [16], що підвищує надійність результатів і зменшує вплив суб’єктивності.

У літературі наведено приклади успішного застосування MAI в екологічних задачах: для вибору методів захисту ґрунтів [8], оцінювання ефективності видобувних робіт у межах вторинних родовищ [9], аналізу наслідків підземного видобутку [10; 11], а також для оцінки впливів на водні ресурси [12; 13]. Підкреслюється, що MAI є дієвим інструментом комплексної еколого-аналітичної оцінки техногенних факторів впливу на довкілля [14]. Водночас наголошується, що у наукових джерелах недостатньо представлено цілісні підходи до використання MAI саме для формування структурованої програми ППМ для родовищ титанових руд, зокрема з урахуванням специфіки кар’єрної розробки та збагачення.

Показовим є науковий підхід, у якому MAI адаптовано до завдань екологічної оцінки, післяпроєктного моніторингу та післяпроєктного аналізу на прикладі Межирічного родовища [15]. Запропоновано ієрархічну структуру оцінки екологічної безпеки з 8 рівнів [20], яка охоплює: геологічні характеристики, складові планованої діяльності, кластери наслідків, основні наслідки впливів, критерії безпеки довкілля (повітря/вода/ґрунти/біота), інструменти управління впливами, адміністративні рівні регулювання та плановані заходи безпеки. Така структура дозволяє поєднати екологічні,

технологічні й управлінські фактори в єдину систему та зробити оцінку більш прозорою й відтворюваною.

На основі багатокритеріального аналізу (за результатами MAI) було ідентифіковано найбільш критичні фактори екологічних ризиків для території видобування титанових розсипів [20]. Найвищі вагові значення отримали фактори, пов’язані з порушенням ґрунтів і земель: порушення структури земель – 26,14%, втрата родючого шару – 19,19%. Значущим чинником визнано зміни гідродинамічного та гідрохімічного режимів підземних і поверхневих вод – 14,09%, тоді як забруднення атмосферного повітря (пил, важкі метали, гази) оцінено на рівні 2,66%. Також виділено негативний вплив на біорізноманіття – 8,83% та накопичення токсичних відходів – 6,12%. Наведений розподіл ваг підтверджує, що для родовищ титанових руд ключовими напрямами екологічного управління є охорона ґрунтів і вод, а не лише контроль викидів в атмосферу.

Практичне значення підходу MAI полягає у можливості обґрунтовано формувати програму ППМ: визначати найбільш уразливі компоненти довкілля, встановлювати пріоритетні показники контролю та регламент періодичності спостережень. Наголошується, що поєднання MAI з результатами польових досліджень, лабораторних аналізів і гідрогеологічного моделювання дозволяє підвищити точність оцінок та зменшити суб’єктивність завдяки колективній експертизі [17–19]. Таким чином, використання MAI у сфері гірничодобувної промисловості забезпечує системність, кількісну визначеність і адаптивність екологічної оцінки, що є особливо важливим для довготривалих проектів з видобування та збагачення титанових руд.

У роботах, присвячених функціонуванню хвостосховищ, наголошується, що за наявності гідроізоляції та контрольованого водовідведення ризик інфільтрації забруднюючих речовин у ґрунти та підземні горизонти є мінімальним [34–36]. Значна увага в літературі приділяється питанням рекультивації порушених земель, яка розглядається як ключовий етап зменшення довготривалого впливу гірничих робіт на довкілля [37–38].

Важливе місце у літературі займають нормативно-правові джерела, що регламентують оцінку впливу гірничих підприємств на довкілля. Вони визначають обов’язковість проведення оцінки впливу на довкілля, встановлення гранично допустимих викидів і здійснення екологічного контролю [39].

У міжнародних рекомендаціях підкреслюється необхідність урахування кумулятивного впливу гірничодобувної діяльності на всі компоненти довкілля, що відповідає сучасним принципам сталого розвитку та екологічної безпеки [40].

Отже, аналіз літературних джерел [1–40] свідчить, що екологічна оцінка впливу видобування та збагачення титанових руд має базуватися на комплексному підході з урахуванням впливу на атмосферне повітря, водні ресурси та ґрунтовий покрив. Більшість дослідників сходяться на думці, що за умови впровадження сучасних технологій, замкнених систем водообігу, пилогазоочисних заходів і рекультивації порушених земель негативний вплив гірничо-збагачувальних підприємств може бути зведений до екологічно допустимого рівня [45].

РОЗДІЛ 2
ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРИТОРІЇ, ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

2.1. Опис місця провадження планової діяльності

Передбачена експлуатація Ісаківської та Південної ділянок Межирічного родовища титанових руд, а також доводочної фабрики «Південна», призначеної для випуску товарного ільменітового концентрату. Виробнича структура підприємства включає комплекс взаємопов'язаних гірничих, збагачувальних та допоміжних об'єктів.

До складу підприємства входить гірничо-збагачувальний комплекс «Ісаківський», який охоплює кар'єр на Ісаківській ділянці Межирічного родовища з перспективним переходом на Південну ділянку, систему внутрішніх відвалів, дренажні канави та гідротранспорт руди, фабрику первинного збагачення «Ісаківська», понижувальну підстанцію 35/6 кВ «МГЗК», станції оборотного водопостачання для технологічних потреб і гідророзмиву, а також об'єкти допоміжного та обслуговуючого призначення.

Другим виробничим осередком є гірничо-збагачувальний комплекс «Південний», до складу якого входить кар'єр на Південній ділянці Межирічного родовища з внутрішніми відвалами, дренажними канавами та системою гідротранспорту руди, станції оборотної води, фабрика первинного збагачення «Південна» та допоміжна інфраструктура. Завершальною ланкою технологічного циклу є доводочна фабрика «Південна», що забезпечує отримання товарного ільменітового концентрату з високим вмістом корисного компоненту.

До об'єктів планованої діяльності також належать існуюче хвостосховище, яке на даний час є заповненим і не експлуатується, а також прирейкова база, призначена для навантаження та відправлення ільменітового концентрату й інших вантажів, за винятком небезпечних.

Для реалізації планованої діяльності передбачається розширення площі спеціального дозволу на користування надрами №2694 від 03.06.2002 із залученням до розробки титанових руд Ісаківської та Південної ділянок Межирічного родовища, апробованих відповідно до протоколу ДКЗ України

№3813-ДСК від 31.01.2017. Крім того, заплановано зміну цільового призначення земель сільськогосподарського використання для забезпечення виробничих потреб підприємства.

Розробка родовища здійснюється за умови одночасної роботи двох гірничо-збагачувальних комплексів на запасах Ісаківської та Південної ділянок. Територіально ці ділянки розташовані між селами Ісаківка та Ємилівка Хорошівського району Житомирської області на відстані 3–6 км на схід від залізничної станції Нова Борова. Транспортне сполучення з навколишніми населеними пунктами здійснюється ґрунтовими та асфальтованими дорогами. Просторово ділянка простягається в субширотному напрямку із заходу на схід на 3 км, а її ширина коливається від 240 до 1300 м.

Рельєф території Межирічного родовища представлений плоскою, слабо розчленованою моренно-зандрованою рівниною, характерною для Житомирського Полісся. У природному стані територія має вигляд слабо хвилястої заболоченої рівнини з загальним ухилом у північному та північно-східному напрямках. Південна частина ділянки, що становить близько 30% площі, вкрита дрібнолісся м і чагарниковою рослинністю з наявністю заболочених знижень. Межі контуру розробки сплановані таким чином, що переселення мешканців прилеглих населених пунктів не передбачається.

У геологічному відношенні ділянка досліджень приурочена до центральної частини Володарсько-Волинського масиву Коростенського комплексу та складена двома генетичними типами руд: елювіальними, пов’язаними з корою вивітрювання основних порід, і алювіальними, сформованими внаслідок ерозійно-акумулятивної діяльності водних і водно-льодовикових потоків. Породи кристалічного фундаменту представлені переважно габро-анортозитами та анортозитами (90–95%), рідше трапляються габро, габро-норити, перидотити й піроксеніти. Середній вміст ільменіту в кристалічних породах становить 2–4%, при цьому підвищені концентрації характерні для габрових різновидів.

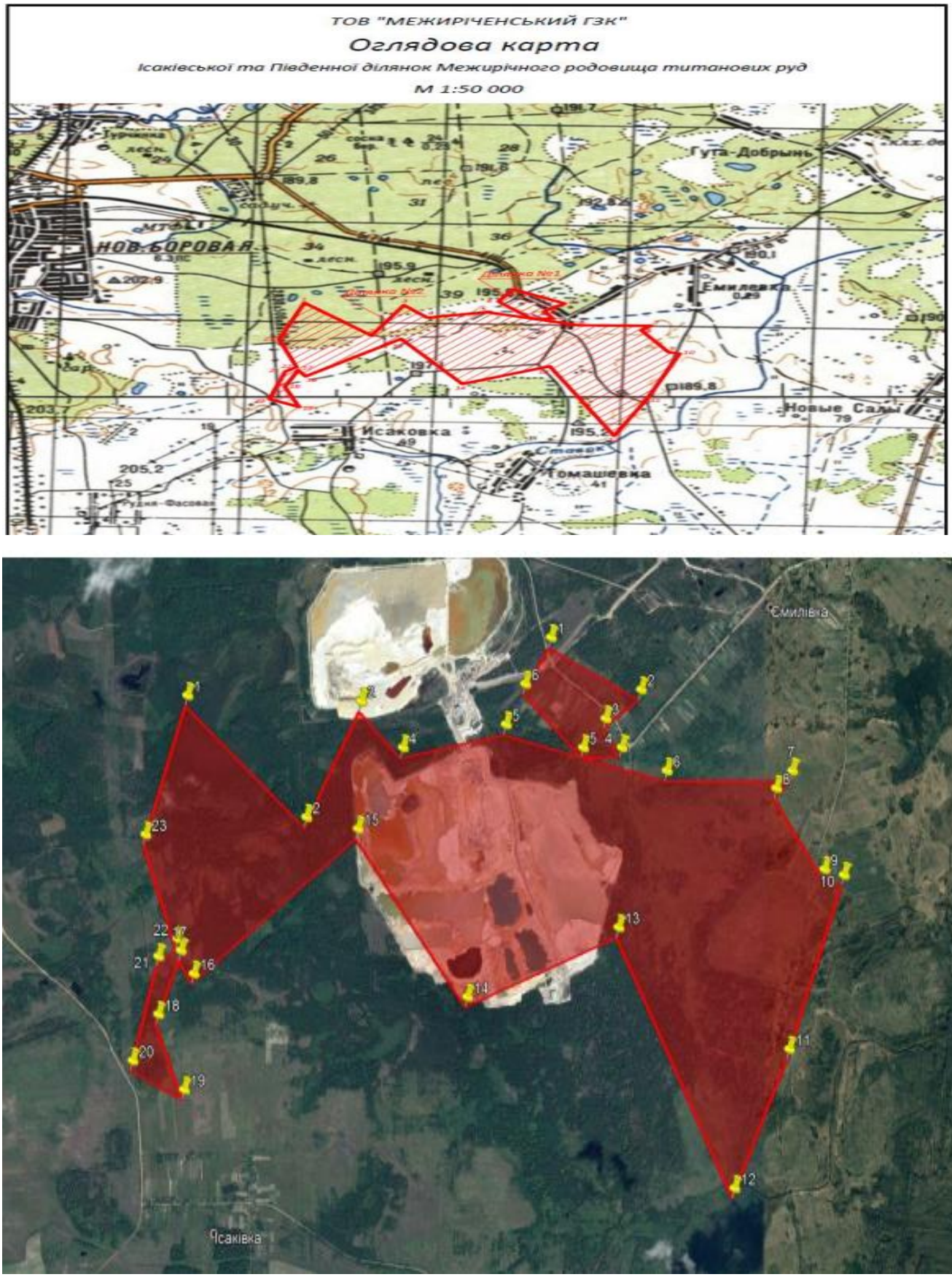


Рис. 1. Оглядова карта Ісаківської та Південної ділянок Межирічного родовища

Метою планованої діяльності є видобуток, переробка та збагачення титанових руд Ісаківської та Південної ділянок Межирічного родовища з використанням гірничо-збагачувальних комплексів «Ісаківський» і «Південний», а також вторинне збагачення чорнового ільменітового концентрату з вмістом ільменіту 70–80% на доводочній фабриці «Південна» з отриманням товарного концентрату з вмістом ільменіту 95,5%. Технологічним циклом передбачено транспортування готової продукції автотранспортом до прирейкової бази з подальшим завантаженням у залізничні вагони.

2.2. Опис основних характеристик планованої діяльності

Межирічне родовище титанових руд, як і прилегла територія, характеризується двоповерховою геологічною будовою. Нижній структурний поверх представлений кристалічними породами Коростенського інтрузивного комплексу ранньопротерозойського віку, які перекриті суцільним осадовим чохлом мезо-кайнозойського віку, що формує верхній структурний поверх.

Ісаківська та Південна ділянки Межирічного родовища складені двома основними генетичними типами руд: елювіальними (залишковими), приуроченими до кори вивітрювання основних порід (анортозитів, габро-анортозитів, габро-перидотитів), та алювіальними (перевідкладеними), частково делювіально-алювіальними, що сформувалися внаслідок ерозійно-акумулятивної діяльності водних і водно-льодовикових потоків. У геологічному відношенні досліджувана територія розташована в межах Володарсько-Волинського масиву Коростенського комплексу та представлена породами габро-анортозитової формації.

На території Ісаківської та Південної ділянок переважають габро-анортозити та анортозити, частка яких становить 90–95%, тоді як габро, габро-норити, перидотити та піроксеніти мають підпорядковане поширення. Вміст ільменіту в кристалічних породах основного складу в середньому становить 2–4%, при цьому більш високі концентрації характерні для габрових різновидів порід.

За результатами геологорозвідувальних робіт на родовищі виділено два рудних тіла – кори вивітрювання та алювіальних відкладів. Покрівля продуктивного пласта розташована на абсолютних відмітках 190–175 м, при перепадах висот 8–10 м на відстанях 160–240 м. Підошва алювіального продуктивного пласта в межах іршанської долини залягає на відмітках 182–172 м, тоді як підошва кори вивітрювання («плотик») – на відмітках 188–158 м.

Рудне тіло кори вивітрювання сформоване продуктами хімічного та фізико-хімічного вивітрювання корінних габроїдних порід, має горизонтальне та субгоризонтальне залягання і площадний характер поширення. Потужність цього рудного тіла коливається від 2,0 до 25,5 м, середнє значення становить 5,3 м, а площа поширення сягає близько 1000 тис. м². Основним рудним мінералом є ільменіт, який у зоні аерації зазнав різного ступеня лейкоксенізації – від практично незміненого в підошві товщі до сильно зміненого у верхніх горизонтах.

Вміст ільменіту в корі вивітрювання змінюється в широких межах – від перших сотень грамів до 318,4 кг/м³ у каоліновій корі та до 258,6 кг/м³ у жорств'яній корі. Середній вміст ільменіту по елювію Ісаківської ділянки становить 43,0 кг/м³, а середній вміст TiO_2 в ільменіті кори вивітрювання – 51,98%. Ільменіт характеризується низьким вмістом шкідливих домішок, зокрема P_2O_5 (0,093%) та Cr_2O_3 (0,016%).

Алювіальне рудне тіло приурочене до осадових відкладів від нижньої крейди до нижнього палеогену та представлене алювіально-делювіальними пісками, вторинними каолінами й каолінітовими глинами. Основні запаси ільменіту (близько 90%) пов'язані з нижньокрейдовими відкладами іршанської світи. Характерною особливістю алювіального покладу є закономірне зменшення вмісту ільменіту як у вертикальному розрізі – від балансових до забалансових руд, так і в поперечному напрямку – від центральної частини долини до її бортів.

Потужність розкривних порід змінюється від 0,2 до 18,5 м при середньому значенні 7,5 м, тоді як потужність продуктивного пласта коливається від 1,0 до 19,0 м із середнім значенням 6,6 м. Середній вміст ільменіту становить 79,5 кг/м³ в алювіальних відкладах та 60,9 кг/м³ в елювіальних.

Розробка Межирічного родовища здійснюється відкритим способом за безтранспортною системою з переекскавацією розкривних порід у відпрацьований простір кар'єру та гідротранспортом рудних пісків на фабрики первинного збагачення. Така система забезпечує високий рівень вилучення корисної копалини (втрати до 6%) і створює сприятливі умови для подальшої гірничотехнічної рекультивації порушених земель.

2.3. Технологічна схема розробки Межирічного родовища титанових руд

Технологічна схема розробки Межирічного родовища титанових руд передбачає поетапне виконання гірничих робіт із застосуванням відкритого способу видобутку та гідромеханізованих технологій і включає зняття родючого шару ґрунту, проведення розкривних і видобувних робіт, транспортування рудних пісків, відвалоутворення та рекультивацію порушених земель.

Перед початком гірничих робіт на землях сільськогосподарського призначення здійснюється зняття родючого шару ґрунту з його переміщенням у тимчасові відвали. Родючий шар складується окремо від інших видів розкривних порід і зберігається до початку гірничотехнічної рекультивації. Зняття ґрунту виконується бульдозерами з переміщенням у тимчасові відвали на відстань до 70 м. На ділянках, вкритих чагарником і дрібнолісся м, попередньо проводяться роботи з корчування рослинності. Зняття родючого шару ґрунту здійснюється за наявності відповідного дозволу, виданого Головним управлінням Держгеокадастру у Житомирській області.

Повернення родючого шару ґрунту на рекультивовані площі передбачається після завершення гірничих робіт шляхом вертикального планування поверхні. Максимальний змінний об'єм зняття родючого шару становить близько 2900 м³ при режимі роботи 130 робочих днів на рік у дві зміни тривалістю по 8 годин. Для виконання цих робіт застосовуються два бульдозери. Частина родючого шару може переміщуватися скреперами з транспортуванням на рекультивовані площі або тимчасові склади.

Розкривні роботи на кар’єрах Ісаківської та Південної ділянок проводяться за безтранспортною системою з використанням екскаватора-драглайна ЕК-10/70. Середня ширина видобувної заходки становить близько 100 м, що забезпечує оптимальні умови для ведення видобувних робіт і мінімізацію обсягів переекскавації розкривних порід. Розкривні породи укладаються у вироблений простір або на робочий борт кар’єру.

Видобуток рудних пісків здійснюється екскаваторно-гідравлічним способом із застосуванням крокуючого екскаватора ЕК-10/70, гідромоніторів та гідротранспорту. Розмив гірничої маси виконується гідромоніторами ГМД-250, розміщеними біля свіжого вибою. Для перекачування пульпи на проммайданчик фабрики чорнового концентрату створюється спеціальна ділянка гідророзмиву, до складу якої входять приймальний зумпф, пересувна забійна станція, кар’єрний водовідлив, система оборотного водопостачання та пульпопроводи рудних пісків.

Вода для розмиву руд подається насосною станцією оборотної води, а транспортування пульпи здійснюється існуючими водопроводами зі сталевих електрозварних труб діаметром 530×10 мм. Основним кар’єрним обладнанням є гідромонітори ГМД-250 та землесосні установки Warman 14/12 G-BG.

Відвалоутворення здійснюється за внутрішньою схемою. Відсипка відвалів проводиться безтранспортним способом у вироблений простір кар’єру проміжними пісками, що утворюються під час збагачення титанових руд. Кут відкосу відвалів приймається рівним природному куту відкосу порід у розпушеному стані і становить близько 30°, що забезпечує стійкість відвальних масивів.

Потужність кожного гірничо-збагачувального комплексу з видобутку та переробки титанових руд становить 1200 тис. м³ на рік, а сумарна потужність двох комплексів – 2400 тис. м³/рік. Кар’єри та збагачувальні фабрики працюють у режимі 330 днів на рік за двозмінним (чотирибригадним) графіком при 12-годинній тривалості зміни та безперервному робочому тижні. Роботи зі зняття родючого шару ґрунту та рекультивації виконуються протягом 130 днів у сухий період року.

2.4. Характеристика основних залучених ресурсів планованої діяльності

Під час експлуатації запасів титанових руд Ісаківської та Південної ділянок Межирічного родовища передбачається залучення земельних, сировинних, енергетичних, водних та трудових ресурсів. Кількісні показники наведено за найбільшими витратними статтями.

Земельні ресурси.

Загальна площа гірничого відводу кар'єрів Ісаківської та Південної ділянок Межирічного родовища ільменіту становить 518,5 га, що зумовлює суттєву трансформацію земельних ресурсів і ландшафтної структури території.

Сировинні ресурси.

У процесі збагачення щорічно використовується 1 997,28 тис. т піскової пульпи (228 т/год) із середнім вмістом ільменіту 2,0–2,58% та вмістом твердої фракції у живленні 21,2% для кожної збагачувальної фабрики.

Для потреб доводочної фабрики передбачається використання 282,8 тис. т/рік чорнового концентрату з вмістом ільменіту близько 70% і вологістю W = 7%. Для потреб кар'єрів залучення додаткових сировинних ресурсів не передбачається.

Енергетичні ресурси.

Видобувний комплекс: електроенергія – 48 000 тис. кВт·год/рік; дизельне паливо – 8 500 т/рік; бензин – 2 500 т/рік; мастильні матеріали – 550 т/рік.

Збагачувальний комплекс: електроенергія для збагачувальних фабрик – 26 123 тис. кВт·год/рік; електроенергія для доводочної фабрики – 4 338 тис. кВт·год/рік; зріджений газ – 4 177 м³/рік; теплова енергія на опалення – 209 225 кВт·год/рік; дрова на опалення – 134,3 т/рік.

Водні ресурси.

Використання водних ресурсів здійснюється відповідно до дозволу на спеціальне водокористування. Загальний обсяг технологічної води для оборотної системи гідророзмиву руд і гідротранспорту на збагачувальні фабрики становить 28 495 тис. м³/рік, у тому числі: для оборотної системи збагачувальної фабрики

Ісаківської ділянки – 9 120 тис. м³/рік; для оборотної системи збагачувальної фабрики Південної ділянки – 19 375 тис. м³/рік.

Витрати води на виробничі потреби становлять 1 250,23 тис. м³/рік, у тому числі 281,14 тис. м³/рік для Ісаківської ділянки та 969,09 тис. м³/рік для Південної ділянки. На питні та санітарно-гігієнічні потреби використовується 5,6 тис. м³/рік для Ісаківської ділянки та 3,1 тис. м³/рік для Південної ділянки.

Для доводочної збагачувальної фабрики річний обсяг водоспоживання становить 322,35 тис. м³, у тому числі 4,253 тис. м³/рік на виробничі потреби та 1,052 тис. м³/рік у системі господарсько-питного водопостачання.

Трудові ресурси.

Загальна чисельність працівників становить 483 особи, у тому числі кар’єрні робітники – 168 осіб, працівники збагачувальної та доводочної фабрик – 50 осіб.

РОЗДІЛ 3
ОЦІНКА ВПЛИВІВ ПЛАНОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

3.1. Оцінка за видами та кількістю очікуваних відходів

У процесі експлуатації збагачувальних та доводочної фабрик Межирічного родовища титанових руд утворюються виробничі відходи, кількісні та якісні характеристики яких визначаються технологією переробки мінеральної сировини.

Відходи збагачувальних фабрик є результатом переробки проміжного продукту шляхом гравітаційного та знешламлювального збагачення без застосування хімічних реагентів. За своїм складом ці відходи є нетоксичними, представлені переважно кварцовими пісками та глинистими фракціями і не становлять хімічної небезпеки для довкілля.

До основних відходів збагачувальних фабрик належать тверда фаза піскового продукту грохочення, гравітаційні хвости та зливи гідроциклонів. Тверда фаза піскового продукту грохочення представлена уламками гальки, лабораторного та видобувного щебеню крупністю понад 4 мм із середнім вмістом ільменіту близько 0,77%. Кількість цього виду відходів становить 20,87 т/год, і вони можуть бути використані як наповнювачі при будівництві автомобільних доріг.

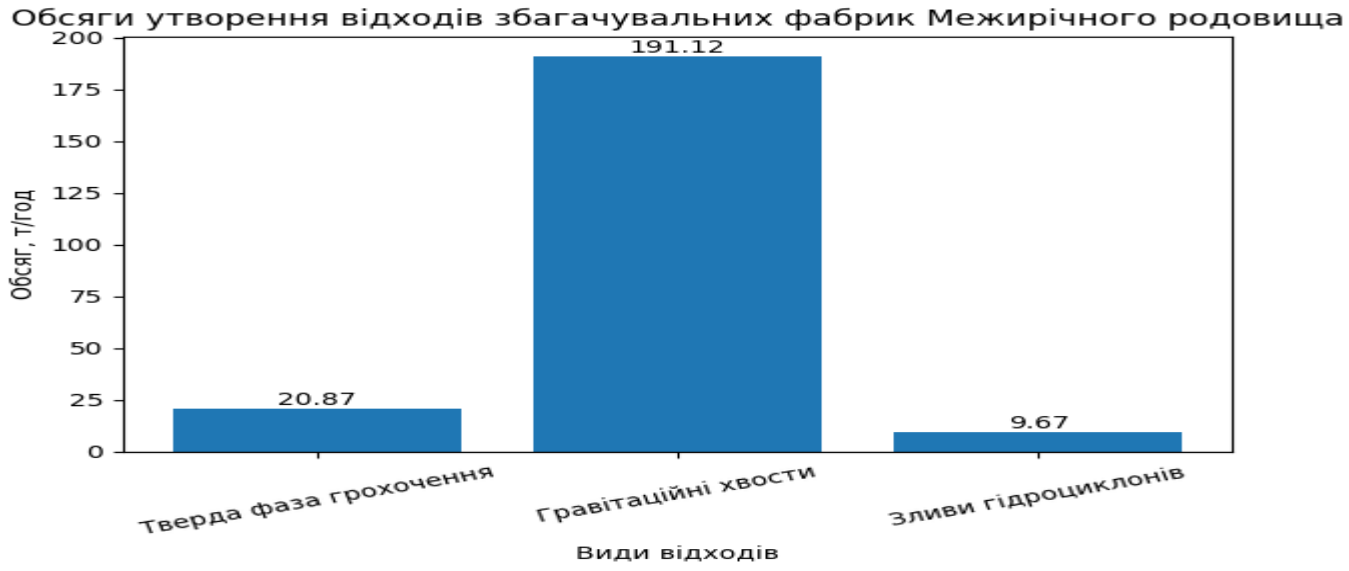


Рис. 2. Обсяги утворення відходів збагачувальних фабрик Межирічного родовища, т/год

Гравітаційні хвости представлені кварцовими пісками крупністю до 2 мм із середнім вмістом ільменіту 0,82%. Обсяг утворення цих відходів становить 191,12 т/год. Зазначені матеріали доцільно використовувати для рекультивації відпрацьованих площ, планування територій та отримання кварцових пісків.

Зливи гідроциклонів утворюються у кількості 9,67 т/год та представлені первинними й вторинними каолінами з вмістом ільменіту близько 0,33%. Даний вид відходів характеризується дрібнодисперсною структурою та потенційно може використовуватися як сировина для рекультиваційних або планувальних робіт після відповідної оцінки фізико-механічних властивостей.

Під час експлуатації доводочної фабрики утворюються відходи, пов’язані з грохоченням чорнового ільменітового концентрату на барабанних грохотах. Основним видом відходів є тверда фаза піскового продукту грохочення, представлена уламками крупністю понад 4 мм з вмістом ільменіту 5–6%. Річний обсяг утворення цих відходів становить близько 1330 т/рік, після чого вони направляються на існуючий гідровідвал автотранспортом.

Проєктними рішеннями передбачено використання частини виробничих відходів для рекультивації порушених земель, а після розробки та затвердження відповідних технічних умов – можливість їх застосування як наповнювача при будівництві дорожньої інфраструктури.

Як видно з рисунка 3, у структурі відходів підприємства домінує брухт чорних металів, обсяг утворення якого становить 1999 т/рік, що зумовлено інтенсивною експлуатацією гірничого та транспортного обладнання, а також проведенням ремонтних робіт.

Значно меншими є обсяги паливного шлаку (45 т/рік), який утворюється в процесі очищення котлоагрегатів, та зношених шин (25 т/рік), пов’язаних з експлуатацією автотранспорту і спецтехніки. Аналогічний обсяг мають відходи деревини (25 т/рік), що формуються під час робіт з підготовки території та деревообробки.

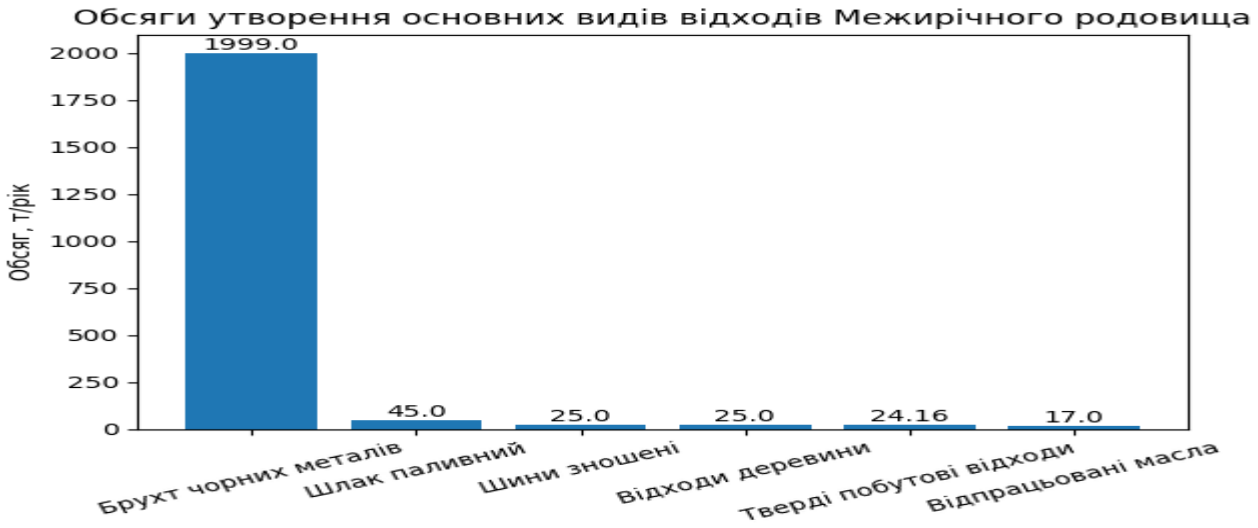


Рис.3. Обсяги утворення основних видів відходів при експлуатації Межирічного родовища», т/рік, ТОП-6 за масою

Тверді побутові відходи складають 24,16 т/рік і є наслідком життєдіяльності персоналу підприємства, тоді як відпрацьовані мастила утворюються в кількості 17 т/рік. Загалом переважна частка відходів має виробничо-технічне походження та підлягає подальшій утилізації або вторинній переробці.



Рис.4. Структура відходів за класами небезпеки

Розподіл відходів за класами небезпеки, представлений на рисунку 4, показує, що переважна частина відходів підприємства належить до IV класу небезпеки, частка яких перевищує 97% загального обсягу. До цієї категорії

належать гравітаційні хвости, тверда фаза грохочення, відходи деревини та тверді побутові відходи, які характеризуються мінімальним впливом на компоненти довкілля за умови дотримання регламентованих вимог поводження.

Відходи II–III класів небезпеки становлять незначну частку загального обсягу і представлені, головним чином, відпрацьованими мастильними матеріалами, зношеними шинами та фільтрувальними матеріалами. Відходи I класу небезпеки (люмінесцентні лампи, що містять ртуть) мають мінімальний обсяг утворення, проте потребують обов'язкового збору, тимчасового зберігання та передачі спеціалізованим організаціям для утилізації.

Таким чином, аналіз діаграм свідчить, що структура відходів збагачувальних фабрик Межирічного родовища характеризується переважанням малонебезпечних відходів, що дозволяє мінімізувати негативний вплив на довкілля за умови дотримання технологічних та екологічних вимог.

3.2. Оцінка за видами та кількістю очікуваних скидів та забруднення води

Аналіз водокористування показує, що основний обсяг води на підприємстві припадає на оборотну технологічну воду збагачувального процесу. Річний обсяг її використання становить 28 495,0 тис. м³/рік, що свідчить про домінування замкнутого циклу водопостачання та мінімізацію забору свіжої води з природних джерел.

Додаткова виробнича вода, яка використовується для компенсації втрат у системі оборотного водопостачання (випаровування, зволоження відвалів, технологічні втрати), становить 1 250,23 тис. м³/рік, що є суттєво меншим показником порівняно з обсягом оборотної води.



Рис. 5. Водний баланс підприємства

Питні та господарсько-побутові потреби підприємства формують найменшу складову водного балансу – 8,7 тис. м³/рік, що підтверджує незначний вплив цих стоків на загальну систему водовідведення.

Таким чином, водний баланс підприємства характеризується високою часткою повторного використання води, що відповідає принципам ресурсозбереження та зменшує навантаження на навколишнє природне середовище.

Оцінка показників якості стічних вод до та після очищення свідчить про високу ефективність роботи очисних споруд.



Рис. 6. Зміна показників якості стічних вод після очищення (до/після)

Концентрація завислих речовин зменшується з 325 мг/л на вході в очисні споруди до 15–20 мг/л після очищення, що забезпечує зниження мутності та запобігає замуленню водних об’єктів у разі повторного використання води.

Біохімічне споживання кисню ($БПК_5$) знижується з 300 мгO_2/л до 15 мгO_2/л, що свідчить про ефективне вилучення органічних забруднювачів.

Хімічне споживання кисню (ХСК) після очищення становить 80 мгO_2/л проти 530 мгO_2/л на вході, що підтверджує значне зменшення сумарного органічного навантаження.

Вміст синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР) зменшується з 4,0 мг/л до 0,2 мг/л, а концентрація амонійного азоту – з 20 мг/л до 1,9 мг/л, що відповідає нормативним вимогам та забезпечує стабільність гідрохімічного режиму оборотної води.

Отримані результати свідчать, що всі кар’єрні, виробничі, дощові та талі води залучені до системи зворотного водопостачання, а скиди у природні водні об’єкти відсутні та не передбачаються планованою діяльністю. Реалізована система водокористування та очищення стічних вод забезпечує екологічну безпеку підприємства та відповідає чинним природоохоронним вимогам.

3.3. Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин

У результаті провадження планованої діяльності очікуються викиди забруднюючих речовин від кар’єру, допоміжних об’єктів та збагачувальних/доводочних фабрик.

1) Кар’єр і об’єкти допоміжного та обслуговуючого призначення.

Під час ведення гірничих робіт можливі викиди суспендованих твердих частинок (пилу), недиференційованих за складом, що утворюються при роботі гірничо-видобувної техніки (розробка розкривних порід і рудного покладу, переміщення/пересипка, складування порід у внутрішніх відвалах). Водночас природна вологість рудних пісків (15–30%), а також виконання технологічних операцій із використанням значної кількості води, суттєво знижують

інтенсивність пилення під час розробки рудних пісків та транспортування пульпи. Додатково можливі локальні викиди від постів зварювання (аерозолі зварювання).

2) Збагачувальні фабрики та центральна заводська лабораторія.

Джерелами викидів можуть бути: виробничі корпуси (димові гази та тверді суспендовані частинки від установок спалювання палива і ділянок перевантаження/переробки руди); відкриті склади пилячих матеріалів (викиди твердих суспендованих частинок); дихальні клапани ємностей та місця заправки техніки (пари масла, бензину, дизпалива); опалювальні установки типу «буржуйка» (димові гази); дільниці металообробки/ремонту та деревообробки (викиди твердих суспендованих частинок; можливі викиди зварювальних аерозолів); центральна заводська лабораторія (викиди парів реагентів, зокрема кислот H_2SO_4, HNO_3, HCl).

3) Збагачувальна доводочна фабрика.

Очікуються викиди: від виробничого корпусу (димові гази; тверді суспендовані частинки від сушильних барабанів, бункерів готової продукції; пил через системи аспірації від сепараторів, елеваторів і конвеєрів); від вентиляційної системи експреслабораторії (пари кислот H_2SO_4, HNO_3, HCl); від твердопаливної модульної котельні (димові гази).

3.3. Оцінка за видами та кількістю очікуваних викидів та забруднення атмосферного повітря

У процесі провадження планованої діяльності формування викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря зумовлене роботою кар’єру, об’єктів збагачення, допоміжної інфраструктури, центральної заводської лабораторії, а також експлуатацією технологічного та автотранспортного обладнання. За характером дії джерела викидів поділяються на площинні (відвали, склади, пересипки), точкові (труби, вентиляційні системи) та рухомі (автотранспорт).

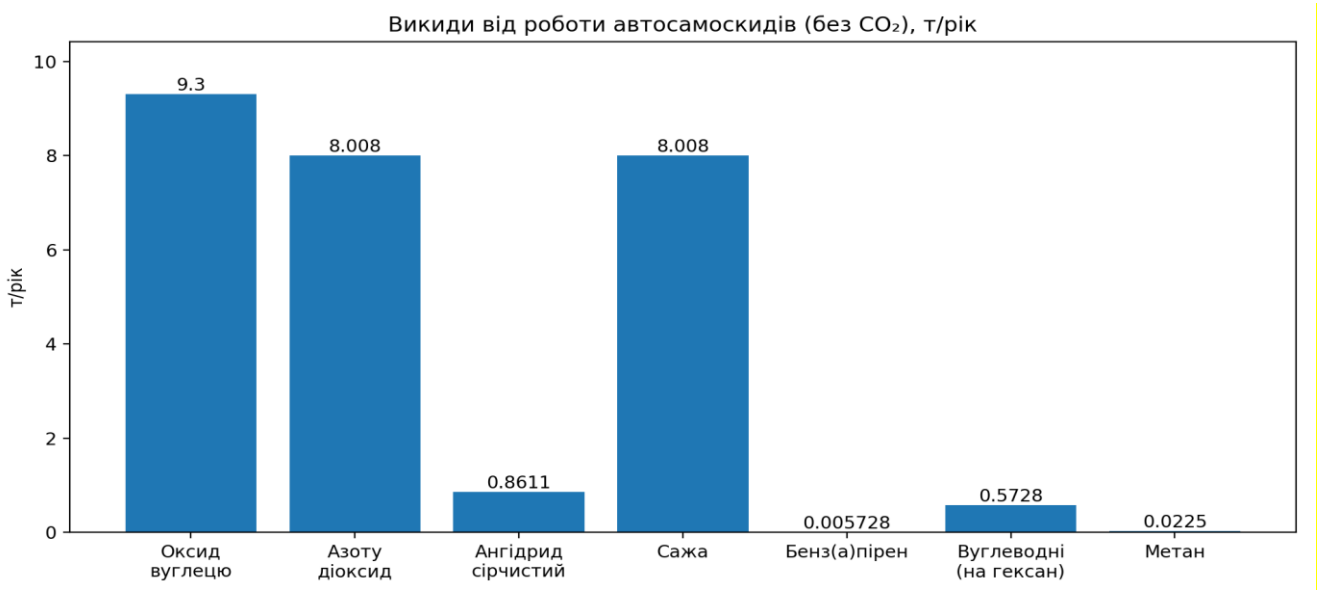


Рис.8. Викиди автосамоскидів (без CO_2), т/рік

За результатами розрахунків найбільші обсяги викидів від роботи автосамоскидів припадають на оксид вуглецю (CO) – 9,30 т/рік, діоксид азоту (NO_2) – 8,01 т/рік та сажу – 8,01 т/рік. Меншими є викиди ангідриду сірчистого (SO_2) – 0,861 т/рік та вуглеводнів (у перерахунку на гексан) – 0,573 т/рік. Найменші значення мають метан – 0,0225 т/рік і бенз(а)пірен – 0,00573 т/рік, що свідчить про їх відносно низьку масову частку у валових річних викидах техніки.

Окремо слід зазначити, що викиди CO_2 як продукт повного згоряння палива є домінуючими за масою і становлять 811,175 т/рік, що істотно перевищує всі інші компоненти. Це типово для роботи автотранспорту/спецтехніки й відображає, насамперед, паливоспоживання, а не токсикологічну небезпеку у малих концентраціях. Водночас для локального впливу на якість повітря в зоні робіт більш показовими є саме NO_2, тверді частинки/сажа та CO, які формують ризики для атмосферного повітря поблизу джерел.



Рис. 9.Пил (суспендовані тверді частинки) від відвалів/пересипки, т/рік

Як показано на рис. 9, найбільші обсяги викидів суспендованих твердих частинок формуються з відкритих поверхонь відвалів розкривних порід та під час операцій пересипки матеріалу. Максимальні викиди пилу від відвалів Південного та Ісаківського ГЗК становлять 0,0156 г/с, що відповідає 0,4277 т/рік для кожного об’єкта.

Найбільш інтенсивним джерелом пиловиділення є пересипка матеріалів, де викиди досягають 0,0760 г/с (0,4120 т/рік). Водночас природна вологість рудних пісків (15–30 %) та широке застосування води у технологічних процесах суттєво знижують рівень запилення, що обмежує негативний вплив на атмосферне повітря в зоні кар’єру.

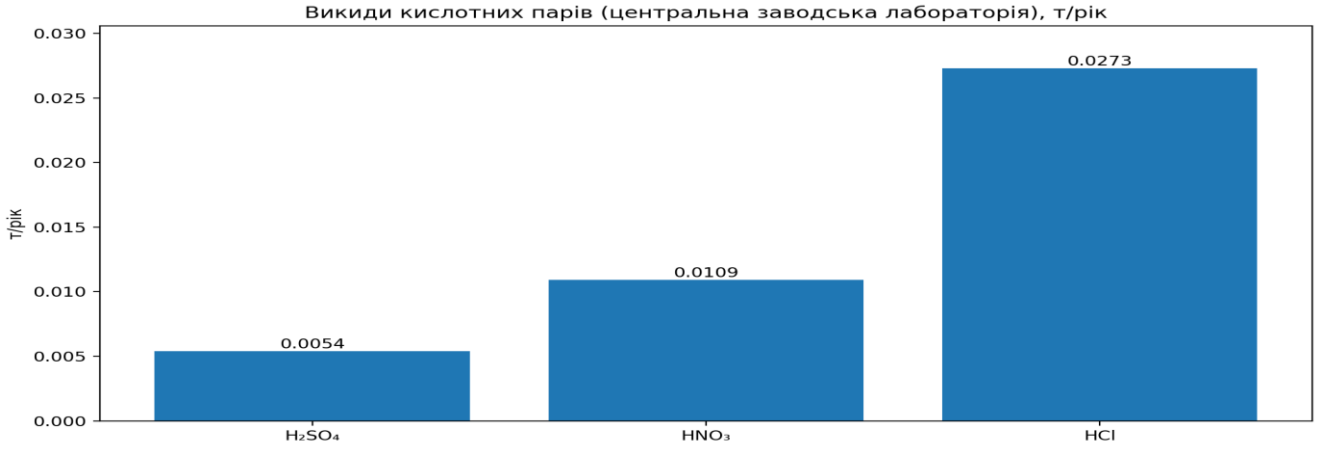


Рис. 10. Кислотні пари лабораторії (H_2SO_4, HNO_3, HCl), т/рік

На збагачувальних і доводочних фабриках джерелами викидів є сушильні барабани, бункери готової продукції, системи аспірації, вентиляційні труби та

установки для спалювання палива. У складі викидів домінують суспендовані тверді частинки, оксид та діоксид вуглецю, оксиди азоту, ангідрид сірчистий, а також метан.

Для димових труб сушильних барабанів зафіксовано найбільші обсяги газоподібних викидів, зокрема оксиду вуглецю до 214,6 г/с, що у річному вимірі становить понад 5400 т/рік. Викиди твердих частинок для цих джерел сягають 4,25 т/рік, що обумовлює необхідність ефективної роботи систем аспірації.

Центральна заводська лабораторія є специфічним джерелом викидів, оскільки в повітря надходять пари кислот, зокрема сірчаної (H_2SO_4), азотної (HNO_3) та соляної кислоти (HCl). За даними таблиці 1.12, розрахункові викиди кислотних парів коливаються в межах 0,001–0,027 т/рік залежно від вентиляційної системи. Незважаючи на порівняно невеликі масові обсяги, ці речовини належать до хімічно агресивних і потребують постійного контролю та дотримання нормативів ГДВ.

Аналіз структури викидів свідчить, що основне навантаження на атмосферне повітря формується автотранспортом і теплотехнічними установками, насамперед за рахунок вуглецю діоксиду та оксидів азоту. Викиди твердих частинок переважають у зоні кар’єру, відвалів і пересипок, але їх інтенсивність знижується завдяки високій вологості матеріалів і застосуванню води у технологічних процесах.

Загалом очікувані викиди мають локальний характер, не призводять до суттєвого погіршення якості атмосферного повітря за межами санітарно-захисної зони та можуть бути обмежені шляхом дотримання режимів роботи обладнання, контролю автотранспорту і виконання встановлених нормативів ГДВ.

За результатами програмного розрахунку розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі встановлено, що найбільші максимальні приземні концентрації формуються для діоксиду азоту та твердих суспендованих частинок, що є типовим для гірничо-збагачувальних підприємств з інтенсивним використанням автотранспорту та відкритих пилових поверхонь.

Діоксид азоту (NO_2). Для діоксиду азоту, який належить до 3 класу небезпеки, гранично допустима концентрація (ГДКм.р.) становить 0,2 мг/м³.

Розрахункова максимальна приземна концентрація: у межах промислового майданчика – 0,0616 мг/м³, що відповідає 0,3079 ГДК; на межі санітарно-захисної зони – 0,0200 мг/м³ (≈ 0,10 ГДК).

Таким чином, навіть у зоні максимального впливу концентрації діоксиду азоту не перевищують нормативні значення та зменшуються більш ніж утричі при віддаленні до межі СЗЗ.

Тверді суспендовані частинки (недиференційовані за складом). Для твердих суспендованих частинок 3 класу небезпеки ГДК становить 0,5 мг/м³, у межах підприємства – 0,1645 мг/м³, що відповідає 0,3289 ГДК; на межі СЗЗ – 0,0750 мг/м³ (≈ 0,15 ГДК).

Це свідчить про ефективне розсіювання пилу та відсутність небезпечного впливу на прилеглі території, навіть з урахуванням відкритих відвалів і пересипок.

Для решти речовин, наведених у таблиці нормативів (оксиди заліза, марганцю, нікелю, хрому, натрій гідроксид, кислоти, вуглеводні, метан, пропан тощо), максимальні приземні концентрації: не перевищують 0,4 ГДК; у більшості випадків знаходяться на рівні фонових значень.

Максимальні приземні концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі знаходяться на рівні фонового забруднення. Вклад від викиду забруднюючих речовин – відсутній. Це означає, що внесок проектних джерел не є визначальним у формуванні якості атмосферного повітря за межами промислового майданчика.

Жодна із забруднюючих речовин не перевищує ГДК ані в межах підприємства, ані на межі санітарно-захисної зони. Найбільший відносний внесок мають: діоксид азоту (до 0,31 ГДК); тверді суспендовані частинки (до 0,33 ГДК). Для речовин 1–2 класів небезпеки концентрації знаходяться значно нижче нормативів. Планована діяльність не призводить до погіршення стану

атмосферного повітря та відповідає вимогам санітарного і природоохоронного законодавства.

3.4. Оцінка забруднення ґрунтів та надр

Провадження планованої діяльності з видобування та збагачення титанових руд не призводитиме до забруднення навколишніх ґрунтів і надр, оскільки технологічні процеси організовані з урахуванням вимог екологічної безпеки та передбачають мінімізацію прямого контакту забруднюючих речовин із ґрунтовим покривом.

Основними потенційними чинниками впливу на ґрунти можуть бути тверді відходи виробництва, можливі проливи паливно-мастильних матеріалів, а також осідання забруднюючих речовин з атмосферного повітря. Водночас, згідно з результатами розрахунків викидів і розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, приземні концентрації не перевищують гранично допустимих значень, що виключає формування вторинного забруднення ґрунтів шляхом атмосферної депозиції.

Усі відходи, що можуть утворюватися під час експлуатації підприємства, тимчасово зберігаються на спеціально облаштованих майданчиках із твердим покриттям та надалі передаються на утилізацію або переробку спеціалізованим підприємствам відповідно до укладених договорів. Це унеможливлює їх прямий контакт із ґрунтовим середовищем.

З метою попередження забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами:

технічне обслуговування автотранспорту та гірничої техніки здійснюється на спеціальних майданчиках із твердим покриттям;

заправка техніки проводиться в межах складів паливно-мастильних матеріалів;

забезпечується постійний контроль за технічним станом резервуарів, трубопроводів і дихальних клапанів;

не допускаються переливи нафтопродуктів при заповненні ємностей;

зливні та замірні пристрої резервуарів утримуються у герметичному стані.

Для виконання аварійних ремонтів гірничої спецтехніки використовуються тимчасові ремонтні майданчики з твердим покриттям, обладнані металевими піддонами із загнутими краями, що запобігає потраплянню мастил і технічних рідин у ґрунт.

Хвостосховище, у яке направляється проміжний продукт збагачувальних фабрик, повністю ізольоване по площі захисними греблями, що унеможливлює просочування технологічних вод і поширення забруднюючих речовин у навколишні ґрунти та надра.

Хімічне, біологічне та радіоактивне забруднення ґрунтів, а також виникнення небезпечних інженерно-геологічних процесів і явищ не передбачається. Екзогенний та ендогенний вплив на ґрунти внаслідок планованої діяльності відсутній.

Таким чином, за умови дотримання передбачених технологічних та організаційних заходів, планована діяльність не матиме негативного впливу на ґрунтовий покрив і надра, а екологічний стан земель у межах промислового майданчика та прилеглих територій залишатиметься в межах нормативних вимог.

ВИСНОВКИ

1. У роботі виконано комплексну оцінку впливу планованої діяльності з видобування та збагачення титанових руд на компоненти довкілля. Встановлено, що на підприємстві експлуатується понад 40 організованих та неорганізованих джерел викидів, включаючи кар’єр, збагачувальні фабрики, лабораторії, допоміжні дільниці та автотранспорт, що зумовлює необхідність детального екологічного аналізу.

2. Основними забруднюючими речовинами атмосферного повітря є оксид вуглецю (CO), діоксид азоту (NO_2), тверді суспендовані частинки, діоксид сірки та вуглеводні. За результатами розрахунків, валові викиди діоксиду вуглецю від автосамоскидів становлять близько 811,2 т/рік, що є найбільшим внеском серед усіх компонентів. Викиди оксиду вуглецю та діоксиду азоту від автотехніки складають відповідно 9,30 та 8,01 т/рік.

3. Для стаціонарних джерел (відвали, пересипки, сушильні барабани, аспіраційні системи) характерними є викиди твердих суспендованих частинок. Максимальні розрахункові викиди пилу від окремих джерел становлять до 0,076 г/с або 0,412 т/рік, що підтверджує локальний характер запилення та необхідність використання зволоження і аспіраційних систем.

4. Результати програмного розрахунку розсіювання забруднюючих речовин показали, що максимальні приземні концентрації діоксиду азоту в межах промислового майданчика становлять 0,0616 мг/м³, що відповідає 0,31 ГДК, а на межі санітарно-захисної зони – 0,038 мг/м³ (0,19 ГДК). Для твердих суспендованих частинок ці показники не перевищують 0,165 мг/м³ (0,33 ГДК) в робочій зоні.

5. Аналіз водокористування показав, що підприємство працює за принципом замкненого водообігу. Обсяг дренажних і дощових вод, що залучаються до оборотної системи, сягає до 149 м³/добу, при цьому скиди стічних вод у природні водні об’єкти відсутні.

6. Після очищення господарсько-побутових та виробничих стічних вод спостерігається істотне зниження концентрацій основних показників: завислі

речовини зменшуються з 325 до 15–20 мг/л, $БПК_5$ – з 300 до 15 мг/л, ХСК – з 530 до 80 мг/л, азот амонійний – з 20 до 1,9 мг/л, що підтверджує ефективність локальних очисних споруд.

7. Оцінка впливу на ґрунти та надра показала, що вміст забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери не перевищує нормативних значень, а вклад викидів у фонове забруднення ґрунтів є незначним. Хвостосховище повністю ізольоване захисними греблями, що унеможливлює інфільтрацію забруднених вод у ґрунти та підземні горизонти.

8. Загалом, результати розрахунків, аналітичних таблиць та діаграм свідчать, що за умови дотримання проєктних технологічних рішень рівні забруднення атмосферного повітря, водних ресурсів і ґрунтів не перевищують 0,4 ГДК, а планована діяльність є екологічно допустимою та відповідає вимогам чинного природоохоронного законодавства України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Hoxha E., Symochko l., Pinheiro M. N. C. The environmental impact of mining activities in Europe: a comprehensive analysis. EQA – International Journal of Environmental Quality, 2024. № 66. С. 30–42.

2. Маркіна Н.К., Горишнякова Я.В. Оцінка стану складових довкілля в зоні впливу видобувної діяльності Межиріченського гірничо-видобувного комбінату по результатам комплексного моніторингу. Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: матеріали XVIII Міжнар. наук.-практ. конф. м. Харків, 15-16 верес. 2022 р. Харків, 2022. С. 212–214.

3. Маркіна Н.К., Горишнякова Я.В. Наукове обґрунтування організації післяпроєктного гідрохімічного моніторингу в титанодобувних регіонах. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Кременчук: КрНУ, 2023. Випуск 2 (139). С. 46–54.

4. Аніщенко Л.В., Горишнякова Я.В. Комплексна оцінка екологічної безпеки видобування титану відкритим способом на етапі післяпроєктного моніторингу. Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення : матеріали XIX Міжнар. наук.-практ. конф. м.Харків, 14–15 верес. 2023 р. Харків, 2023. С. 22–27.

5. leopold l.B., Clarke F.E., Hanskow B.B. A prouder for evolution environmental impact. 1971. 13 p.

6. Thomas l. Saaty, Kevin P. Kearns. Analytical planning: The organization of systems. RWS Publications, 1991. 208 p.

7. Thomas l. Saaty, luis G. Vargas. Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process. Springer Science & Business Media, 2012. 333 p.

8. A. Kh. Hamdoon Al-Rahbi, M. F.M. Abushammala, Wajeeha A. Qazi. Application of the analytic hierarchy process for management of soil erosion in Oman. International Journal of the Analytic Hierarchy Process, 2020. Vol. 12. № 1. P. 104–116. URl:

9. Patyk, M.; Bodziony, P. Application of the Analytical Hierarchy Process to Select the Most Appropriate Mining Equipment for the Exploitation of Secondary Deposits. Energies 2022, 15, 5979.

10. Wang X., liu B., He S., Yuan H., Ji D., Qi l., Song Y., Xu W. An Analytic Hierarchy Process Method to Evaluate Environmental Impacts of In Situ Oil Shale Mining. Sustainability, 2024, 16, 1363.

11. Shome S.D., Mhaske S.N., Chakravorty S. (2024). Assessment of Environmental Severity Around the Mining Region Using GIS-Based AHP Model: A Case Study of the Dongri Buzurg Manganese Ore Mine, India. J. Inst. Eng. India Ser. D 105, 769–794. DOI: https://doi.org/10.1007/s40033-023-00518-2

12. Wu, Q., Fan, S., Zhou, W. (2013). Application of the Analytic Hierarchy Process to Assessment of Water Inrush: A Case Study for the No. 17 Coal Seam in the Sanhejian Coal Mine, China. Mine Water Environ 32, 229–238. DOI: https://doi.org/10.1007/s10230-013-0228-6

13. Aryafar A., Yousefi S., Doulati Ardejani, F. (2013). The weight of interaction of mining activities: groundwater in environmental impact assessment using fuzzy analytical hierarchy process (FAHP). Environmental Earth Sciences 68,

14. Adamova, G. V. Comprehensive Ecological and Analytical Assessment of the “Car-Road-Environment System” on the Example of the Road M-29 Section. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Ecology, 2021. № 25. P. 55–69. DOI: https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-25-05

15. Андрієвський І.Д. Сучасний стан мінерально-сировинного комплексу України. / Зб. Наук.пр. УкрДГРІ. №3-4/2010 С.199-214.

16. Будник А. Ф. Енергетика обладнання термічних цехів і дільниць: навч. посіб. / А. Ф. Будник, В. Б. Юскаєв. - Суми: Вид-во СумДУ, 2010. -246 с. - ISBN 978-966-657-277-9.

17. Положення про проектування гірничодобувних підприємств України та визначення запасів корисних копалин. - Наказ Міністерства промислової політики України № 221 від 07.05.2004 р.

18. Давидова І. В. Екологічна оцінка забруднення водних об'єктів і ґрунтового покриву у процесі проведення вибухових робіт при розробці гранітних кар'єрів на Житомирському Поліссі : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Житомир : Житомир. нац. агроекол. ун-т, 2009.

19. Дейнеко Л. В. Промисловість України перед викликами майбутнього: у пошуках відповідей та рішень : колект. монографія. Київ : НАН України, ДУ «Ін-т екон. та прогноз. НАН України», 2022. 346 с.

20. Дейнеко Л. В. Розвиток промисловості для забезпечення зростання оновлення української економіки : наук.-аналіт. доп. Київ : НАН України, ДУ «Інт екон. та прогнозув. НАН України», 2018. 158 с

21. Медвідь О. В. Вплив скиду зворотних вод Жежелівського родовища гранітів на стан якості води річок. Таврійський науковий вісник. Серія: Екологія, іхтіологія та аквакультура. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2025. Вип. 140. С. 550–555.

22. Медвідь О. В., Коцюба І. Ю., Хом’як І. В. Вплив зворотніх вод Жежелівського гранітного кар’єру на формування рослинних угрупувань. Український журнал природничих наук. 2022. Вип. 2. С. 57–68.

23. Іванов Є., Сивий М., Паранько І. Географія мінеральних ресурсів України : монографія. Львів : Простір М, 2013. 684 с.

24. Кузьменко Е., Багрій С., Чепурний І., Чепурна Т. Моніторингові дослідження еколого-гідрогеохімічної ситуації в зоні впливу техногенних об’єктів гірничопромислового комплексу Калуш-Голинського родовища калійної солі. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. 2024. Т. 15. № 2. С. 83–95.

25. Пацева І. Г., Медвідь О. В. Стратегічний аналіз передумов впровадження моніторингових досліджень водних об’єктів з урахуванням видобутку граніту: SWOT та PEST-аналіз. Екологічна безпека та технології захисту довкілля : науковий журнал. 2025. № 7. С. 50–57.

26. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) : Правила; МОЗ

України від 09.07.1997 № 201 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України.

27. International Finance Corporation. Construction materials extraction: water management and wastewater sections (EHS). 2007.

28. Kheira R. et al. Impact of quarry exploitation on physicochemical quality of surface water (case study). 2016. (PDF/Article). (Case study) Sand and gravel mining impact on the surface water quality. 2014.

29. Minnesota Department of Natural Resources. Hydraulic Impacts of Quarries and Gravel Pits. St. Paul : MN DNR, 2014. (PDF).

30. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) : Наказ; МОЗ України від 12.05.2010 № 400 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України.

31. Oggeri C. et al. Large Scale Trials of Waste Mine Burden Backfilling in Pit Lakes: Environmental Concerns and Water Quality. Sustainability. 2023. Vol. 15(9). 7387. (Наукові підходи) Ecological restoration of mined lands: principles and practice.

32. Neves M. A. et al. Dimension Stone Processing Sludge at Different Stages: characterization and reuse potential. Minerals. 2024.

33. Chen (Politecnico di Milano). Environmental alternatives for stone slurry circularity (thesis/report). 2023. (PDF).

34. Stone Mine Waste Management for Sustainable Environmental Protection. 2024. (Article/PDF).

35. Bragina L. L. Current state and prospects of stone mining and stone waste utilization. 2020.

36. Lohar J. et al. Beneficial use of dimensional stone industry wastes in geotechnical fills. Journal of Hazardous Materials / Resources. 2025.

37. Про управління відходами : Закон України від 20.06.2022 № 2320-IX. (PDF-версія).

38. World Health Organization. Environmental Noise Guidelines for the European Region. Copenhagen : WHO Regional Office for Europe, 2018. (PDF).

Basner M. et al. WHO Environmental Noise Guidelines… systematic review (supporting evidence). 2018.

39. Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови : Наказ; МОЗ України від 22.02.2019 № 463 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України.

40. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України від 23.05.2017 № 2059-VIII // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України.

41. Бібов І. І. Звіт з оцінки впливу на довкілля діяльності Крюківського кар'єру. Кременчук : Кременчуцька міська рада, 2022. 45 с.

42. Вакуленко Л. М. Рекультивація техногенно порушених земель: сучасні підходи. Харків : ХНАУ, 2019. 188 с.

43. Горишнякова Я. В. Оцінка екологічної безпеки видобування титану методом аналізу ієрархій // Слобожанський науковий вісник. Серія: Природничі науки. 2025. № 1. С. 51–55. URL: (дата звернення: 22.01.2026).

44. Авраменко Т. П., Ташев Е. Д., Дубиняк О. М., Гарастівська О. О. Система управління відходами в Житомирській області: стан та перспективи розвитку // Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 2 жовтня 2025 р. Біла Церква : Білоцерківський національний аграрний університет, 2025. С. 7–9.

45. Гарастівська О. О. Сталий розвиток територіальних громад у контексті рекультивації техногенно порушених земель // Управління та раціональне використання земельних ресурсів в територіальних громадах у повоєнний період : матеріали IX Всеукраїнської науково-практичної конференції, 05 березня 2026 року. Херсон : Херсонський державний аграрно-економічний університет, 2026. С. 186–189.