

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Кафедра геології та екології

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи
за ступенем вищої освіти «бакалавр»
зі спеціальності 103 Науки про Землю ОПП Геологія

Тема роботи
«Сучасні геоморфологічні процеси в межах Криворізького гірничодобувного району»

Виконав здобувач групи НЗГ-22

Науковий керівник

Нормоконтролер

В.о. завідувача кафедри

Денис Савіцький

Віталій ХАРИТОНОВ

Олександр ТРУНІН

Світлана ПАНОВА

Кривий Ріг
2026

Криворізький національний університет
 Гірничо-металургійний факультет
 Кафедра геології та екології
 Ступінь вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
 Спеціальність: 103 Науки про Землю ОПП Геологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри _____ Світлана ПАНОВА

«....» 2026 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну (бакалаврську) роботу

Савіцького Дениса Анатолійовича

1. Тема: **«Сучасні геоморфологічні процеси в межах Криворізького гірничодобувного району».**

Затверджена наказом по КНУ № 107 від «19» ...02..... 2026 р.

2. Термін подання студентом закінченої роботи: «..09..»06..... 2026 р.

3. Вихідні дані по кваліфікаційній бакалаврській роботі:

Наукові публікації та монографії з геоморфології: матеріали геологічних і геоморфогічних досліджень Криворізького гірничодобувного району: топографічні та геологічні карти :спутникові знімки та матеріали дистанційного зондування землі: статичні та фондові матеріали підприємств гірничодобувної промисловості: результати польових спостережень

4. Зміст пояснювальної записки:

Вступ.

Розділ 1 Теоретико-методичні основи дослідження геоморфологічних процесів.

Розділ 2 Фізико-географічна характеристика Криворізького гірничодобувного району.

Розділ 3 Аналіз сучасних геоморфологічних процесів та антропогенно впливу на рельєф.

Висновок.

Список використаних джерел

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу:

карта-схема розташування району дослідження; геоморфологічна карта; геологічна карта; карта-схема поширення сучасних геоморфологічних процесів; профіль рельєфу; діаграми та графіки результатів дослідження.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Доц.В.М.Харитонов	20.02.2026	12.03.2026
2	Доц В.М Харитонов	16.03.2026	16.03.2026
3	Доц О.М.Трунін	23.04.2026	4.06.2026

6. ІКалендарний план

Етапи роботи	Термін виконання
Написання розділу:1 Теоретика-методичні основи дослідження геоморфологічних процесів.....	20.02.2026-12.03.26
Написання розділу:2 Фізико-географічна характеристика Кри ворізького гірничо-добувного району.....	12.03.2026-23.04.26
Написання розділу:3 Аналіз сучасних геоморфологічних процесів та антропогенного впливу на рельєф.....	24.04.2026-4.06.2026
Написання розділів “Реферат” “Вступ” “Висновок” “Список використаних джерел”.....	5.06.2026-9.06.2026

Дата видачі завдання «20» 02 2026 р.

Завдання видав

науковий керівник

Віталій ХАРИТОНОВ

Завдання отримав

здобувач

Денис САВІЦЬКИЙ

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	5
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИРОДНІ ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ ГЕОМОРФОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.....	10
1.1. Сутність, класифікація та чинники сучасних геоморфологічних процесів.....	10
1.2. Фізико-географічна та геологічна характеристика Криворізького гірничодобувного району.....	14
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ГЕОМОРФОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У РАЙОНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	18
2.1. Природні геоморфологічні процеси.....	18
2.2. Техногенні процеси та їх вплив на трансформацію рельєфу.....	21
РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ГЕОМОРФОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.....	23
3.1. Оцінка впливу сучасних процесів на довкілля та господарську діяльність.....	23
3.2. Заходи стабілізації, рекультивації та раціонального використання територій...	26
ВИСНОВКИ.....	29
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	32

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 33 с., 3 рис., 3 табл., 21 джерел.

Робота присвячена дослідженню сучасних геоморфологічних процесів у межах Криворізького гірничодобувного району та оцінці їх впливу на рельєф, довкілля і господарську діяльність. Актуальність теми зумовлена високим рівнем техногенного навантаження на територію, що призводить до суттєвої трансформації природних ландшафтів і потребує наукового обґрунтування заходів стабілізації та раціонального використання земель. Метою роботи є комплексне дослідження сучасних геоморфологічних процесів і визначення їх ролі у формуванні сучасного стану території.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання: проаналізувати сутність і класифікацію геоморфологічних процесів; охарактеризувати фізико-географічні та геологічні умови району; дослідити природні та техногенні процеси; оцінити їх вплив на довкілля і господарську діяльність; обґрунтувати заходи стабілізації, рекультивації та раціонального використання територій.

У результаті дослідження встановлено, що сучасний рельєф території формується під впливом поєднання природних і техногенних процесів, серед яких домінують процеси, пов'язані з гірничодобувною діяльністю. Виявлено, що техногенна трансформація спричиняє формування кар'єрів, відвалів і хвостосховищ, порушення гідрологічного режиму та активізацію небезпечних геоморфологічних процесів. Обґрунтовано, що ефективне відновлення території можливе за умови комплексного застосування інженерних і біологічних заходів рекультивації та впровадження екологічного моніторингу.

Отримані результати мають теоретичне і практичне значення та можуть бути використані для планування природоохоронних заходів і раціонального використання порушених земель.

Ключові слова: геоморфологічні процеси, техногенний вплив, рельєф, рекультивація, ерозія, кар'єри, відвали, довкілля.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

КЛТС - Криворізька ландшафтно-технічна система

ВСТУП

Сучасні геоморфологічні процеси є важливим чинником формування та трансформації земної поверхні, особливо в межах територій із тривалим інтенсивним господарським освоєнням. Криворізький гірничодобувний район належить до таких територій, де природні процеси тісно переплітаються з техногенними, утворюючи складну систему взаємодії. Актуальність обраної теми зумовлена необхідністю комплексного аналізу сучасних геоморфологічних процесів у межах району, оскільки їх розвиток безпосередньо впливає на стан довкілля, безпеку територій та ефективність господарської діяльності. Доцільність дослідження полягає у виявленні особливостей перебігу цих процесів, оцінці їх наслідків і визначенні напрямів раціонального використання порушених земель.

Сутність досліджуваної проблеми полягає у тому, що в умовах інтенсивної гірничодобувної діяльності природні геоморфологічні процеси зазнають значної трансформації або заміщуються техногенними. Це призводить до формування нових форм рельєфу, зміни гідрологічних умов, активізації небезпечних процесів, таких як зсуви, обвали та ерозія. У зв'язку з цим виникає потреба в системному дослідженні закономірностей розвитку цих процесів та їх впливу на природне середовище.

Метою роботи є комплексне дослідження сучасних геоморфологічних процесів у межах Криворізького гірничодобувного району, визначення їх ролі у трансформації рельєфу та оцінка впливу на довкілля і господарську діяльність. Для досягнення поставленої мети передбачено вирішення таких завдань: проаналізувати сутність і класифікацію сучасних геоморфологічних процесів; охарактеризувати фізико-географічні та геологічні умови району; дослідити природні та техногенні геоморфологічні процеси; оцінити їх вплив на довкілля і господарство; обґрунтувати заходи стабілізації, рекультивації та раціонального використання територій.

Об'єктом дослідження є сучасні геоморфологічні процеси в межах Криворізького гірничодобувного району. Предметом дослідження виступають закономірності їх розвитку, особливості взаємодії природних і техногенних факторів, а також наслідки впливу на рельєф і довкілля.

У процесі виконання роботи використано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів дослідження. Зокрема, застосовано методи аналізу і синтезу для узагальнення наукових підходів, порівняльно-географічний метод для виявлення особливостей розвитку процесів, картографічний метод для аналізу просторового розміщення форм рельєфу, а також описовий і статистичний методи для оцінки їх сучасного стану.

Робота має комплексний характер і поєднує теоретичні та прикладні аспекти дослідження. Теоретична складова полягає у систематизації знань про сучасні геоморфологічні процеси та їх класифікацію, тоді як прикладна – у розробленні рекомендацій щодо стабілізації порушених територій та їх подальшого використання.

До наукових положень, запропонованих автором, належить узагальнення особливостей взаємодії природних і техногенних геоморфологічних процесів у межах району, а також уточнення їх ролі у формуванні сучасного рельєфу. На відміну від попередніх досліджень, у роботі зроблено акцент на комплексному підході до оцінки впливу цих процесів на довкілля та господарську діяльність, що дозволяє більш повно охарактеризувати сучасний стан території.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання для обґрунтування заходів рекультивації, стабілізації та раціонального використання порушених земель. Запропоновані підходи можуть бути застосовані у плануванні природоохоронних заходів, управлінні техногенно зміненими територіями та підвищенні екологічної безпеки регіону.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИРОДНІ ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ ГЕОМОРФОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

1.1. Сутність, класифікація та чинники сучасних геоморфологічних процесів

Геоморфологічні процеси є однією з ключових категорій фізичної географії, оскільки саме вони визначають формування, трансформацію та еволюцію земної поверхні. У сучасній науковій інтерпретації ці процеси розглядаються як сукупність взаємопов'язаних явищ і механізмів, що забезпечують зміну рельєфу під впливом внутрішніх і зовнішніх сил. Вони відображають постійну динаміку літосфери та її взаємодію з атмосферою, гідросферою і біосферою [6].

Сутність геоморфологічних процесів полягає у перетворенні енергії різного походження в морфологічні зміни земної поверхні. З одного боку, це енергія внутрішніх процесів Землі, пов'язаних із тектонічними рухами, вулканізмом та сейсмічністю [17]. З іншого боку, це енергія зовнішніх агентів – води, вітру, льоду, гравітації, а також діяльності живих організмів і людини. У результаті взаємодії цих чинників відбувається безперервний процес руйнування, перенесення та акумуляції гірських порід, що формує сучасний вигляд рельєфу [2].

Важливою характеристикою геоморфологічних процесів є їх системний характер. Вони не існують ізольовано, а утворюють складні геоморфосистеми, у межах яких окремі процеси взаємодіють, підсилюють або послаблюють один одного [16]. Саме тому сучасні дослідження приділяють значну увагу не лише окремим процесам, а й їх комплексній взаємодії, що визначає загальну морфодинаміку території [4].

Класифікація геоморфологічних процесів є необхідною умовою їх наукового аналізу. Найбільш поширеним є поділ за походженням на ендегенні та екзогенні процеси [11]. Ендегенні процеси пов'язані з внутрішніми силами Землі і включають тектонічні рухи, орогенез, вулканічну діяльність. Вони формують великі форми рельєфу – гірські системи, платформи, западини – і визначають загальну морфоструктуру земної поверхні [5]. Класифікація сучасних геоморфологічних процесів зазначена на рис.1.1.

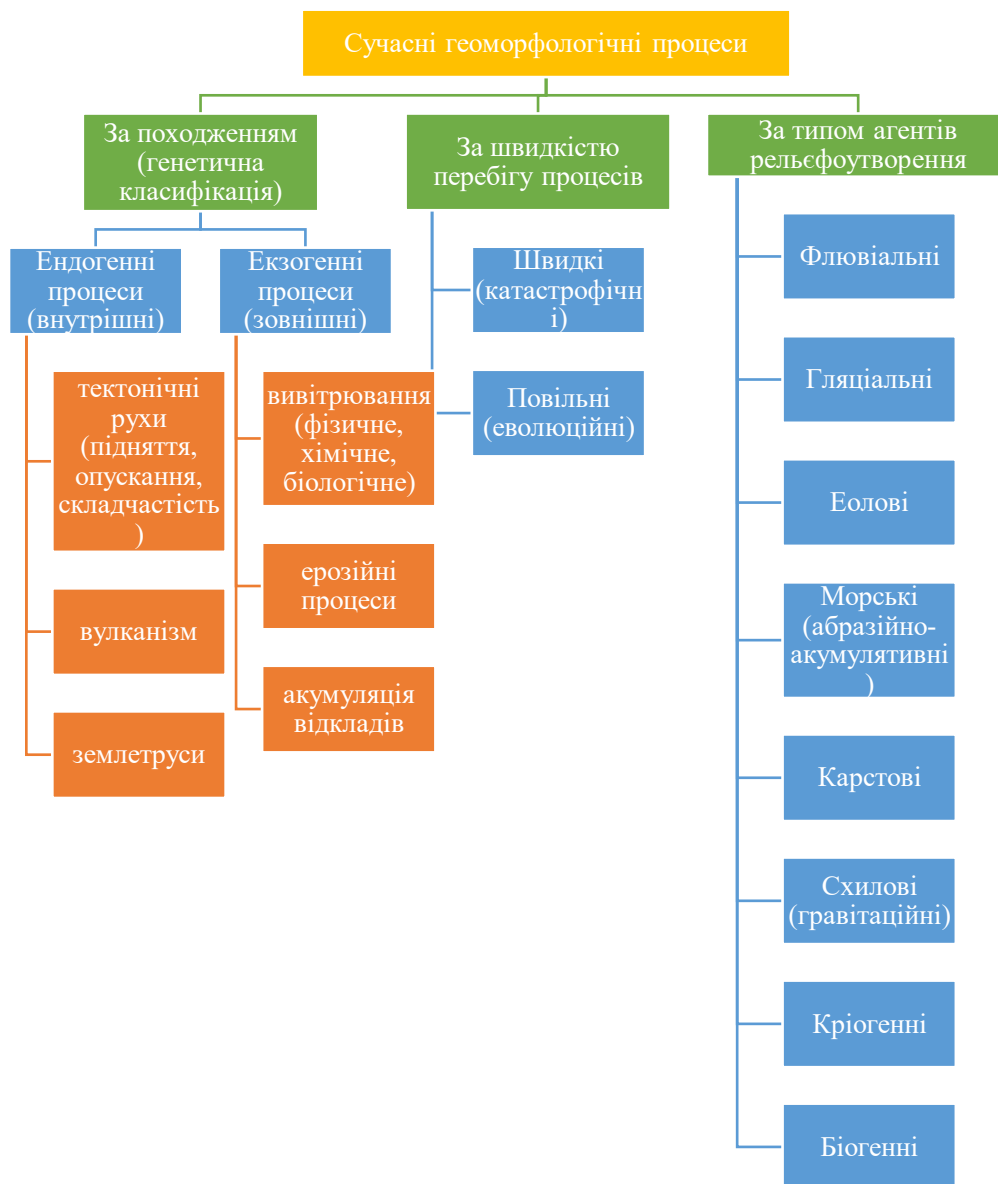


Рис.1.1. Класифікація сучасних геоморфологічних процесів

Екзогенні процеси, навпаки, зумовлені дією зовнішніх факторів і проявляються у руйнуванні та переробці первинного рельєфу. До них належать флювіальні

(річкові), денудаційні, еолові, гляціальні, карстові та схилі процеси. Флювіальні процеси відіграють особливо важливу роль у формуванні рельєфу, оскільки річкові системи забезпечують ерозію, транспортування та акумуляцію матеріалу на значних територіях [14]. Еолові процеси характерні для аридних регіонів і пов'язані з діяльністю вітру, який переносить і відкладає дрібнозернистий матеріал. Гляціальні процеси формують специфічні форми рельєфу в умовах сучасного або давнього зледеніння [1].

Окрему групу становлять антропогенні геоморфологічні процеси, роль яких у сучасних умовах стрімко зростає. Господарська діяльність людини – будівництво, видобуток корисних копалин, сільське господарство, урбанізація – суттєво змінює природні процеси та прискорює трансформацію рельєфу. У багатьох випадках антропогенний вплив стає визначальним фактором формування сучасних геоморфосистем [5].

Крім генетичної класифікації, застосовуються й інші підходи. Зокрема, процеси можуть класифікуватися за динамікою (активні, пасивні, реліктові), за швидкістю перебігу (швидкі та повільні), а також за ступенем рівноваги геоморфологічних систем [12]. У сучасній геоморфології поширеною є концепція рівноважних і нерівноважних форм рельєфу, яка враховує здатність систем адаптуватися до змін зовнішніх умов. Багато сучасних ландшафтів перебувають у стані динамічної нерівноваги, що зумовлено як природними коливаннями, так і антропогенним впливом [4].

Чинники геоморфологічних процесів є різноманітними та взаємопов'язаними. Одним із ключових є кліматичний чинник, який визначає інтенсивність і характер екзогенних процесів [13]. Температурний режим, кількість опадів, сезонність клімату впливають на розвиток ерозії, вивітрювання, льодовикових і еолових процесів. Наприклад, у вологих кліматичних умовах переважають флювіальні процеси, тоді як у посушливих регіонах активізуються еолові [6].

Тектонічний чинник визначає загальну морфоструктуру території та створює передумови для розвитку інших процесів. Підняття або опускання земної кори впливає на енергію рельєфу, швидкість ерозії та напрямки стоку. Активні тектонічні

зони характеризуються підвищеною динамікою рельєфу та інтенсивністю геоморфологічних процесів [2].

Важливу роль відіграє літологічний чинник, тобто склад і властивості гірських порід. Стійкість порід до вивітрювання та ерозії визначає швидкість руйнування рельєфу і формування його окремих елементів. Наприклад, тверді кристалічні породи формують більш стійкі форми рельєфу, тоді як пухкі осадові відклади легко піддаються ерозії [6].

Біотичний чинник також впливає на геоморфологічні процеси. Рослинність може як стримувати ерозію, закріплюючи ґрунти, так і сприяти вивітрюванню через біохімічні процеси. Діяльність організмів змінює структуру ґрунтів і впливає на водний режим території [5].

Особливе місце в сучасних умовах займає антропогенний чинник. Людська діяльність здатна не лише змінювати інтенсивність природних процесів, а й створювати нові форми рельєфу [15]. Наприклад, кар'єри, насипи, дамби є результатом цілеспрямованого впливу людини на геоморфологічне середовище. Крім того, господарська діяльність часто призводить до порушення природної рівноваги, що спричиняє розвиток небезпечних процесів, таких як зсуви, ерозія або підтоплення [1].

У сучасній геоморфології значна увага приділяється дослідженню динаміки процесів і їх змін у часі [16]. Встановлено, що багато геоморфологічних систем реагують на зміни умов із певною затримкою, що призводить до формування нерівноважних станів. Це особливо актуально в умовах глобальних кліматичних змін і зростання антропогенного навантаження [2].

Отже, сучасні геоморфологічні процеси є складною системою взаємодіючих явищ, що формують рельєф Землі. Їх сутність полягає у постійній трансформації земної поверхні під впливом внутрішніх і зовнішніх сил. Класифікація процесів дозволяє систематизувати знання про них і виділити основні типи, тоді як аналіз чинників дає змогу зрозуміти механізми їх розвитку. У сучасних умовах особливого значення набуває врахування антропогенного впливу, який дедалі більше визначає характер і інтенсивність геоморфологічних процесів.

1.2. Фізико-географічна та геологічна характеристика Криворізького гірничодобувного району

Криворізький гірничодобувний район (Кривбас) є одним із найважливіших промислово-геологічних регіонів України, який сформувався в межах Українського щита та Криворізько-Кременчуцької тектонічної зони. Його сучасний вигляд визначається поєднанням давньої геологічної основи, значних покладів залізних руд, а також тривалого й інтенсивного антропогенного впливу, пов'язаного з гірничодобувною діяльністю. У фізико-географічному відношенні район розташований у межах степової зони України, що зумовлює його кліматичні та ландшафтні особливості. Клімат тут помірно континентальний із спекотним сухим літом і відносно м'якою зимою, нестійким сніговим покривом та невеликою кількістю опадів, яка не забезпечує сталого зволоження території протягом року. Це визначає посушливий характер природних умов і високу залежність ландшафтів від балансу випаровування та атмосферних опадів [18].

Рельєф Криворізького району загалом рівнинний, проте сильно розчленований густою мережею балок і долин малих річок, а також значною кількістю техногенних форм рельєфу. У природних умовах територія належить до слабохвилястих степових рівнин, однак багаторічна гірничодобувна діяльність суттєво змінила її первинний вигляд. Тут сформувалися великі кар'єрні западини, відвали порід і хвостосховища, які сьогодні фактично стали домінуючими формами рельєфу в багатьох частинах району. Гідрографічна мережа представлена переважно притоками Інгульця, серед яких важливу роль відіграють Саксагань та інші невеликі річки. Їхній природний режим значно порушений унаслідок водозабору, скидання шахтних вод та регулювання стоку, що призвело до зміни гідрологічного балансу території та формування техногенно змінених водних об'єктів [21].

Геологічна будова Криворізького району є надзвичайно складною і має давню історію формування, що сягає архейсько-протерозойського етапу розвитку Землі. Основу території становлять кристалічні породи Українського щита, представлені

гранітами, гнейсами, амфіболітами та метаморфічними сланцями. Важливою геологічною структурою є Криворізька синклінальна зона, яка входить до складу Криворізько-Кременчуцького залізорудного поясу. Вона характеризується складною складчасто-блоковою будовою та наявністю системи глибинних розломів, які суттєво вплинули на формування сучасної структури надр. Саме тектонічні процеси давнього геологічного минулого створили умови для накопичення потужних товщ залізісто-кремністих порід, які згодом зазнали метаморфізму та стали основою сучасної рудної бази регіону [19]. На рис.1.2 зазначено морфоструктури та морфоскульптури КЛТС.

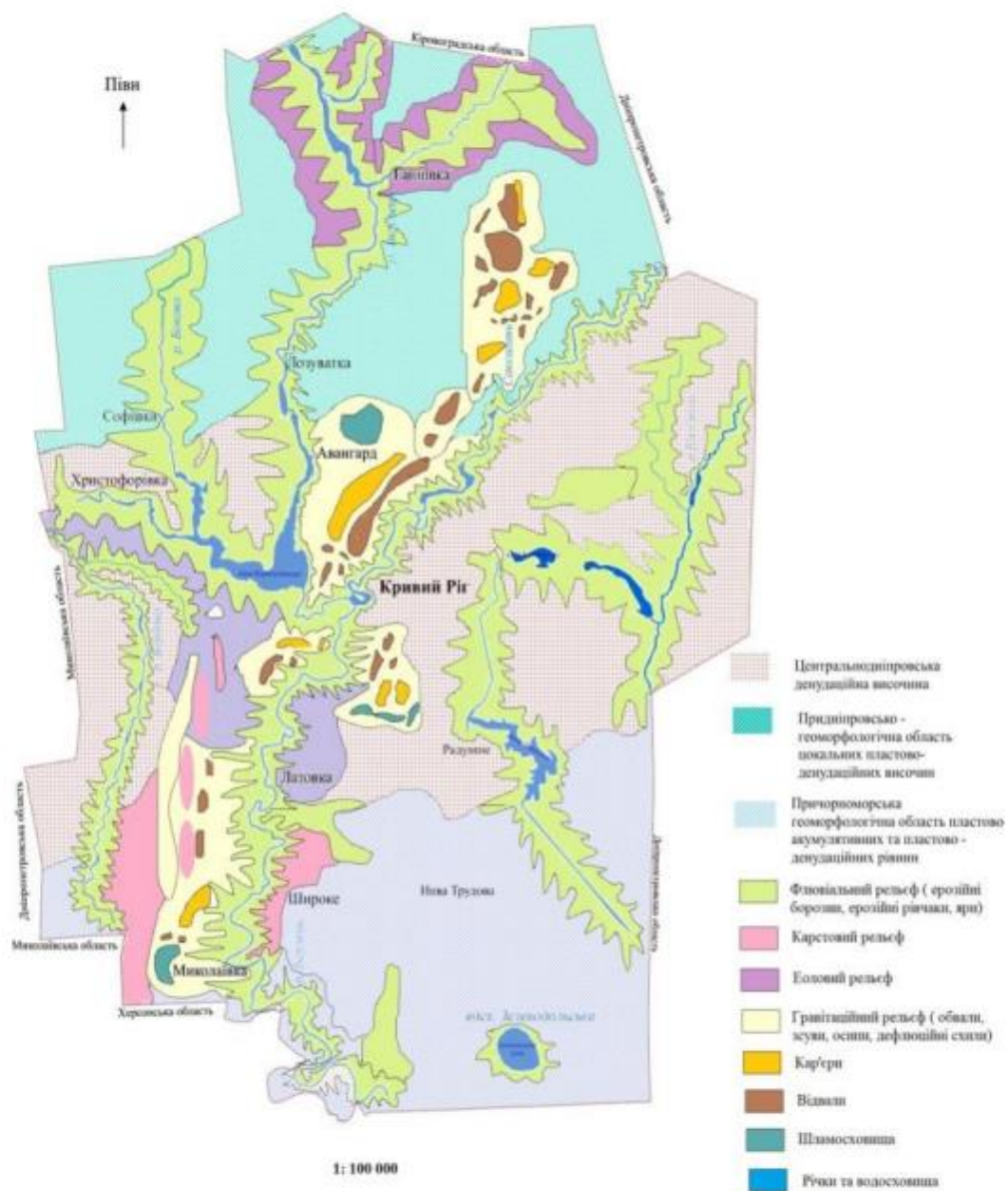


Рис.1.2. Морфоструктури та морфоскульптури КЛТС

Найважливішими корисними копалинами Кривбасу є залізні руди, представлені магнетитовими, гематитовими та змішаними типами. Вони залягають у складі залізистих кварцитів, які утворюють потужні пласти та мають високу промислову цінність. Ці породи характеризуються чергуванням залізистих і кремнеземистих шарів, що сформувалися в умовах давніх морських басейнів, а згодом зазнали інтенсивних метаморфічних змін. Окрім залізних руд, у районі поширені супутні корисні копалини, зокрема будівельні матеріали, глини, піски та щебеневі породи, які також активно використовуються в господарстві [18]. Зразок залізної руди під мікроскопом зображено на рис.1.3.



Рис.1.3. Фото залізної руди під мікроскопом

Геоморфологічні особливості району визначаються взаємодією природних та антропогенних процесів. У природних умовах тут переважають водна ерозія, процеси вивітрювання та схиліві переміщення матеріалу. Проте в сучасний період провідну роль відіграють техногенні фактори, які кардинально змінили характер рельєфоутворення. Відкритий спосіб видобутку руди призвів до формування глибоких кар'єрів, значних за обсягом відвалів і штучних насипів, що порушили природні схили та сприяли активізації зсувних і ерозійних процесів. У багатьох випадках на місці кар'єрів утворилися техногенні озера, які змінили місцевий гідрологічний режим і стали новими елементами ландшафту [19].

Гідрогеологічні умови району також зазнали суттєвих змін унаслідок гірничих робіт. Підземні води приурочені до тріщинуватих кристалічних порід і осадових

товщ, однак їхній природний режим порушений через відкачування вод у процесі видобутку корисних копалин. Це призвело до зниження рівня ґрунтових вод, зміни напрямків їх руху та локального забруднення внаслідок потрапляння шахтних і промислових стоків. У результаті змінюється не лише водний баланс території, а й загальний екологічний стан природних комплексів [3].

Таким чином, Криворізький гірничодобувний район є складною природно-геологічною системою, що сформувалася на основі давніх кристалічних структур Українського щита і характеризується унікальним поєднанням багатих мінеральних ресурсів та інтенсивно трансформованого природного середовища. Його фізико-географічні умови визначаються степовим кліматом, рівнинним, але техногенно ускладненим рельєфом і зміненою гідрографічною мережею, тоді як геологічна основа представлена потужними залізрудними формаціями та складною тектонічною структурою. У сучасних умовах регіон функціонує як потужний природно-техногенний комплекс, у якому природні процеси тісно взаємодіють із наслідками тривалої промислової діяльності.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ГЕОМОРФОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У РАЙОНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Природні геоморфологічні процеси

Криворізький гірничодобувний район є територією з дуже складною природною основою, де сучасний рельєф сформувався в результаті тривалого поєднання геологічних і геоморфологічних процесів. Попри значний вплив гірничодобувної діяльності, базові форми рельєфу та закономірності його розвитку були закладені саме природними процесами, які діють тут протягом тривалого геологічного часу. Основу природної динаміки території становлять водна ерозія, процеси вивітрювання, схиліві переміщення матеріалу та повільні тектонічні рухи, які разом формують сучасний вигляд поверхні [8].

У фізико-географічному плані район розташований у степовій зоні України, для якої характерні посушливі умови. Клімат тут помірно континентальний: літо зазвичай спекотне і сухе, а зима відносно м'яка, але нестабільна. Опадів випадає небагато, тому поверхневий стік формується нерівномірно і переважно під час коротких інтенсивних дощів або весняного танення снігу. Саме в ці періоди найбільш активно проявляються природні геоморфологічні процеси, особливо ерозійні [7].

Рельєф території загалом рівнинний, але сильно розчленований мережею балок і річкових долин. Важливу роль у його формуванні відіграють невеликі річки басейну Інгульця, зокрема Саксагань. Саме річкова діяльність протягом тривалого часу поступово врзалася в кристалічні породи Українського щита, створюючи систему долин і балок. Ці форми є основою сучасного рельєфу і визначають напрямки подальших змін поверхні [9].

Одним із найпоширеніших природних процесів у регіоні є водна ерозія. Вона проявляється у розмиванні ґрунтів і гірських порід під дією дощових і талих вод. У межах Кривбасу ерозія особливо активна на схилах балок, де вода швидко стікає вниз, поступово поглиблюючи та розширюючи їх. У результаті цього формуються ярково-балкові системи, які є характерною рисою степових ландшафтів [8].

Не менш важливими є схиліві процеси, тобто переміщення ґрунтового та уламкового матеріалу вниз під дією сили тяжіння. У природних умовах вони проявляються у вигляді змиву дрібних частинок, повільного сповзання ґрунтів або локальних обвалів. Такі процеси особливо активізуються після сильних опадів, коли ґрунт насичується вологою і втрачає стійкість. Хоча ці явища зазвичай не є катастрофічними, вони відіграють важливу роль у поступовій перебудові рельєфу [10].

Важливим природним чинником формування рельєфу є вивітрювання. У Криворізькому районі воно відбувається під впливом перепадів температур, води та тріщинуватості гірських порід. У результаті породи поступово руйнуються, змінюють свою структуру і стають більш вразливими до подальшого впливу ерозії. Особливо інтенсивно цей процес проявляється у зонах розломів, де породи вже ослаблені тектонічними рухами [7].

Тектонічні особливості регіону також суттєво впливають на природні геоморфологічні процеси. Криворізький район розташований у межах Українського щита, де кристалічні породи розбиті системою розломів і блоків. Хоча сучасні тектонічні рухи є дуже повільними, вони визначають загальну структуру території, створюючи умови для розвитку ерозії вздовж ослаблених зон. Саме тому річкові долини часто приурочені до тектонічних порушень [10].

Природні геоморфологічні процеси в регіоні тісно пов'язані між собою і утворюють єдину систему. Вивітрювання підготовлює матеріал, ерозія його переносить, а схиліві процеси перерозподіляють його в межах схилів і балок. Акумуляція завершує цей цикл, накопичуючи відклади в понижених формах рельєфу. У результаті відбувається постійна, хоча й повільна, зміна поверхні [9]. В таб.2.1

розглянуто основні природні геоморфологічні процеси Криворізького гірничодобувного району.

Таблиця 2.1

Основні природні геоморфологічні процеси Криворізького гірничодобувного району

Процес	Як проявляється	Основні умови виникнення	Значення для рельєфу
Водна ерозія	Розмивання ґрунтів, утворення ярів і балок	Зливи, танення снігу, поверхневий стік	Формує долини та балкову мережу
Схилові процеси	Зсуви ґрунту, змив, осипання	Гравітація, перезволоження, круті схили	Переміщує матеріал вниз по схилах
Вивітрювання	Руйнування та розпад порід	Перепади температур, вода, тріщини	Готує породи до ерозії
Тектонічні рухи	Повільні підняття/опускання блоків	Активність розломів Українського щита	Визначає загальну структуру рельєфу
Акумуляція	Накопичення відкладів	Зниження швидкості водного потоку	Формує днища балок і пониження

Отже, природні геоморфологічні процеси Криворізького гірничодобувного району є взаємопов'язаною системою, яка визначає формування та розвиток рельєфу. Найбільш активну роль відіграють водна ерозія та схилові процеси, які разом із вивітрюванням і тектонічними особливостями створюють сучасну морфологію території. Незважаючи на сильний антропогенний вплив, саме природні процеси залишаються базовим механізмом зміни земної поверхні в межах регіону.

2.2. Техногенні процеси та їх вплив на трансформацію рельєфу

У межах одного з найінтенсивніше освоєних гірничопромислових регіонів України природний рельєф зазнав глибоких і практично незворотних змін. Тривалий видобуток залізних руд став головним чинником перебудови земної поверхні, унаслідок чого техногенні процеси почали переважати над природними. Формування нових форм рельєфу відбувається під впливом масштабного переміщення гірських порід і зміни природного стану геологічного середовища. У результаті цього виникла складна система штучних і природно змінених ландшафтів [7].

Найбільш виразним проявом техногенного впливу є відкриті кар'єри, які формують великі штучні западини ступінчастої будови. Вони виникають у процесі поетапного видобутку руди та супроводжуються вилученням значних обсягів порід. Такі об'єкти різко контрастують із навколишніми рівнинними степовими ландшафтами. Після завершення розробки частина кар'єрів заповнюється водою, утворюючи техногенні озера. Це не лише змінює рельєф, а й впливає на місцевий гідрологічний режим [10].

Важливим елементом техногенного рельєфу є відвали розкривних порід, які формуються під час складування непотрібного матеріалу. Вони мають вигляд штучних насипів значної висоти та площі, що створюють нові позитивні форми рельєфу. Такі утворення є нестійкими, тому на їх схилах активно розвиваються ерозійні процеси. Під дією опадів і вітру відвали поступово руйнуються, але цей процес значно повільніший за їх формування [9].

Ще одним поширеним техногенним утворенням є хвостосховища, де накопичуються відходи збагачення залізних руд. Вони зазвичай представлені намівними спорудами або штучними водоймами великої площі. Такі об'єкти змінюють природний мікрорельєф, формуючи вирівняні поверхні, які не властиві природним умовам степової зони. Окрім геоморфологічних змін, вони можуть впливати на стан ґрунтів і підземних вод [8].

Суттєвий вплив мають також зміни гідрогеологічних умов, які виникають у процесі гірничих робіт. Постійне відкачування води з кар'єрів і шахт призводить до зниження рівня ґрунтових вод. Це викликає формування зон осушення та локальні деформації поверхні. У деяких випадках після припинення відкачки навпаки виникає підтоплення окремих ділянок. Такі зміни безпосередньо впливають на стійкість схилів і розвиток небезпечних процесів [7].

Значних змін зазнала й річкова мережа регіону. Природні русла малих річок частково змінені або зарегульовані через промислову діяльність. Особливо це стосується річок Саксагань та Інгулець, які відіграють важливу роль у дренажі території. Зміна руслових процесів призвела до порушення природного балансу ерозії та акумуляції. У результаті деякі ділянки долин втратили свій первинний вигляд [7].

Техногенні процеси також сприяють активізації небезпечних геоморфологічних явищ. Підрізання схилів кар'єрами та навантаження відвалами створюють умови для зсувів і обвалів. Особливо вразливими є ділянки, де техногенні форми межують із природними схилами балок. Додатковим фактором є зміни водного режиму, які знижують або навпаки послаблюють стійкість порід [8].

У підсумку сучасний рельєф території є результатом тривалої взаємодії природних і техногенних процесів, де останні відіграють провідну роль. Природні форми значною мірою трансформовані або заміщені штучними, що формує новий тип ландшафту. Така система продовжує змінюватися і сьогодні, залишаючись динамічною та нестабільною під впливом гірничодобувної діяльності.

РОЗДІЛ 3

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ГЕОМОРФОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

3.1. Оцінка впливу сучасних процесів на довкілля та господарську діяльність

Криворізький гірничодобувний район є територією, де тривала інтенсивна гірничодобувна діяльність суттєво змінила природне середовище та сформувала складний природно-техногенний комплекс. Сучасні процеси тут характеризуються поєднанням природних геоморфологічних явищ і потужного антропогенного впливу, який у багатьох випадках визначає основні напрями трансформації ландшафтів. У результаті цього відбуваються значні зміни рельєфу, водного режиму, стану ґрунтів і загальних екологічних умов [9].

Найбільш масштабний вплив на довкілля пов'язаний із відкритим видобутком залізних руд, який призводить до формування великих кар'єрів. Вони являють собою глибокі штучні западини ступінчастої форми, що різко контрастують із навколишнім рівнинним рельєфом. Такі об'єкти змінюють не лише поверхню, а й мікроклімат прилеглих територій, впливаючи на температурний режим і вологість. Після завершення експлуатації частина кар'єрів заповнюється водою, утворюючи техногенні озера, які стають новими елементами гідрографічної системи [21].

Відвали розкривних порід є ще одним важливим чинником трансформації рельєфу. Вони формуються у процесі складування порід, що не містять корисних копалин, і мають вигляд штучних насипів значної висоти. Такі утворення займають великі площі та змінюють природну конфігурацію поверхні. Їх схили є нестійкими, тому тут активно розвиваються ерозійні процеси, які сприяють переміщенню

дрібнодисперсного матеріалу на прилеглі території. Це може призводити до запилення повітря та додаткового навантаження на екосистеми [8].

Хвостосховища також відіграють значну роль у зміні екологічного стану району. Вони призначені для накопичення відходів збагачення руди і часто займають великі площі. У сухі періоди з їх поверхні можливе розповсюдження пилу, що погіршує якість атмосферного повітря. Крім того, існує ризик фільтрації забруднених вод у підземні горизонти, що впливає на стан водних ресурсів і створює довгострокові екологічні проблеми [18].

Суттєвий вплив має також зміна гідрогеологічних умов. У процесі гірничих робіт здійснюється постійне відкачування підземних вод, що призводить до зниження їх рівня та формування депресійних зон. Це порушує природний водний баланс і впливає на стійкість ґрунтів та схилів. У деяких випадках після припинення водовідкачування спостерігається зворотний ефект – локальне підтоплення територій, що також негативно впливає на стан земель [7].

Річкова мережа району зазнала значних змін унаслідок промислового освоєння. Русла малих річок, зокрема Саксагані та Інгульця, частково зарегульовані або змінені. Це призвело до порушення природного стоку, зменшення водності та зміни процесів ерозії й акумуляції. У результаті деякі ділянки річкових долин втратили природні риси, а гідрологічна система стала більш залежною від техногенного регулювання [18].

У межах району активно розвиваються й небезпечні геоморфологічні процеси. Підрізання схилів кар'єрами та навантаження відвалами створюють умови для зсувів, обвалів і просідань. Найбільш уразливими є ділянки контакту природних і техногенних форм рельєфу, де порушується рівновага схилів. Такі процеси становлять потенційну загрозу для промислової інфраструктури та транспортних шляхів [17].

У господарському плані ситуація є суперечливою. З одного боку, гірничодобувна промисловість є основою економіки району, забезпечуючи робочі місця та значні обсяги промислового виробництва. З іншого боку, вона супроводжується деградацією природного середовища, що ускладнює розвиток

інших галузей, зокрема сільського господарства та водокористування. Це створює постійну необхідність пошуку балансу між економічною вигодою та екологічною безпекою [10]. В таб.3.1 розглянуто вплив сучасних процесів на довкілля та господарську діяльність Криворізького гірничодобувного району.

Таблиця 3.1

Вплив сучасних процесів на довкілля та господарську діяльність
Криворізького гірничодобувного району

Процеси	Основні прояви	Вплив на довкілля	Вплив на господарство
Відкритий видобуток руди	Кар'єри великої глибини	Зміна рельєфу, мікроклімату	Основна промислова база
Відвалоутворення	Штучні насипи порід	Пил, ерозія, деградація земель	Обмеження землекористування
Хвостосховища	Намивні відстійники	Забруднення вод і повітря	Екологічні ризики виробництва
Водопониження	Відкачка підземних вод	Порушення гідрорежиму	Ускладнення водопостачання
Зміна русел річок	Регулювання Саксагані та Інгульця	Порушення природних процесів	Вплив на аграрні землі
Зсувні процеси	Дестабілізація схилів	Руйнування поверхні	Загроза інфраструктурі

Таким чином, сучасні процеси в межах Криворізького гірничодобувного району мають комплексний характер і одночасно впливають на природне середовище та господарську діяльність. Найбільш значущим чинником залишається гірничодобувна промисловість, яка визначає як економічний розвиток регіону, так і його екологічний стан. Подальший розвиток території потребує врахування цих наслідків та впровадження заходів для зменшення негативного впливу на довкілля.

3.2. Заходи стабілізації, рекультивації та раціонального використання територій

У межах інтенсивно змінених гірничодобувною діяльністю територій особливого значення набуває система заходів, спрямованих на стабілізацію порушених ландшафтів і відновлення їх екологічної рівноваги. У регіоні з багаторічним видобутком залізних руд природні процеси значною мірою заміщені техногенними, тому питання рекультивації та раціонального використання земель є не лише екологічним, а й соціально-економічним. Основна мета таких заходів полягає у зменшенні негативних наслідків гірничих робіт та поверненні частини територій до безпечного й функціонального стану.

Одним із першочергових напрямів є інженерна стабілізація техногенних форм рельєфу, насамперед відвалів і бортів кар'єрів. Такі об'єкти часто характеризуються нестійкими схилами, що створює ризик зсувів, осипів і ерозійного руйнування. Для зменшення цих процесів застосовується терасування схилів, формування більш пологих укосів та укріплення поверхні ґрунтово-рослинним шаром. Додатково використовуються дренажні системи, які знижують перезволоження і підвищують стійкість масивів порід.

Важливу роль відіграє рекультивація земель, порушених гірничими роботами. Вона передбачає комплекс заходів із відновлення ґрунтового покриву та створення умов для подальшого господарського використання територій. Технічний етап рекультивації включає планування поверхні, засипання провалів, вирівнювання відвалів та створення стійкого рельєфу. Біологічний етап передбачає нанесення родючого шару ґрунту, висівання трав'янистих рослин і поступове відновлення рослинного покриву. У результаті таких заходів частина техногенних територій може бути повернута до сільськогосподарського або рекреаційного використання.

Окремим напрямом є рекультивація кар'єрів, які після завершення видобутку часто перетворюються на техногенні водойми. У таких випадках можливе їх часткове природне або кероване затоплення з подальшим використанням як

водогосподарських або рекреаційних об'єктів. Водночас необхідно враховувати ризики забруднення води та нестабільності берегових схилів. Тому важливим є берегоукріплення, контроль рівня води та моніторинг гідрогеологічних умов.

Значну увагу приділяють також екологічній стабілізації хвостосховищ. Через їхню потенційну небезпеку для довкілля застосовуються заходи ізоляції поверхні, зменшення пиління та запобігання фільтрації забруднених вод. Одним із ефективних методів є створення рослинного покриву на поверхні хвостосховищ, що зменшує ерозію та стабілізує верхній шар відходів. Крім того, впроваджуються системи контролю за станом дамб і гідротехнічних споруд.

Важливим напрямом є також відновлення гідрологічного балансу територій. У районах, де відбувається інтенсивне водопониження, необхідно здійснювати контроль за рівнем підземних вод і поступово стабілізувати водний режим після завершення гірничих робіт. Це дозволяє зменшити ризики просідань, підтоплень і деградації ґрунтів. Особливо актуальним є відновлення малих річкових систем, які зазнали найбільшого антропогенного навантаження.

Раціональне використання порушених земель передбачає їх адаптацію до нових функцій. У багатьох випадках техногенні ландшафти можуть бути використані для промислових, транспортних або рекреаційних потреб. Наприклад, частина відвалів після стабілізації може використовуватися як території для розміщення інфраструктурних об'єктів або зелених зон. Кар'єрні водойми можуть виконувати функції водних об'єктів для відпочинку або рибного господарства за умови дотримання екологічних вимог.

Не менш важливим є створення системи екологічного моніторингу, яка дозволяє відстежувати стан порушених територій у динаміці. Такий моніторинг включає спостереження за станом ґрунтів, вод, повітря та геоморфологічних процесів. На основі отриманих даних можна своєчасно виявляти небезпечні тенденції та коригувати заходи стабілізації. Це є ключовим елементом довгострокового управління техногенно зміненими територіями. Заходи щодо стабілізації, рекультивації та раціонального використання територій наведено в таб.3.2.

Таблиця 3.2

Основні заходи стабілізації, рекультивації та раціонального використання
територій

Напрямок заходів	Зміст робіт	Очікуваний ефект
Інженерна стабілізація відвалів і кар'єрів	Терасування, укріплення схилів, дренаж	Зменшення зсувів і ерозії
Технічна рекультивація	Планування поверхні, засипання западин	Формування стійкого рельєфу
Біологічна рекультивація	Озеленення, відновлення ґрунтів	Відновлення рослинного покриву
Рекультивація кар'єрів	Створення водойм, берегоукріплення	Нові водогосподарські об'єкти
Стабілізація хвостосховищ	Ізоляція, озеленення поверхні	Зменшення забруднення
Відновлення гідрорежиму	Контроль рівня вод, регулювання стоку	Баланс водних ресурсів
Раціональне використання земель	Нові функції територій	Економічне повторне використання

Таким чином, система заходів стабілізації та рекультивації є необхідною умовою зменшення негативного впливу гірничодобувної діяльності. Вона дозволяє поступово відновлювати екологічну рівновагу, знижувати ризики небезпечних процесів і створювати умови для повторного використання порушених земель. У довгостроковій перспективі саме комплексний підхід до управління техногенно зміненими територіями може забезпечити більш збалансований розвиток регіону.

ВИСНОВКИ

У результаті виконаного дослідження вирішено поставлену наукову проблему, що полягала у комплексному аналізі сучасних геоморфологічних процесів та їх ролі у трансформації рельєфу в межах Криворізького гірничодобувного району. На основі опрацювання наукових джерел і узагальнення фактичного матеріалу встановлено, що сучасна морфодинаміка території формується під впливом поєднання природних і техногенних чинників, серед яких домінуюче значення мають процеси, пов'язані з гірничодобувною діяльністю.

У ході роботи уточнено сутність і класифікацію сучасних геоморфологічних процесів, які поділено на природні та техногенні. Визначено, що природні процеси (ерозія, вивітрювання, схиліві переміщення) зберігають свою дію, але їх інтенсивність і просторовий прояв значною мірою змінені антропогенним впливом. Техногенні процеси (кар'єроутворення, відвалоутворення, формування хвостосховищ, водопониження) є провідними у формуванні сучасного рельєфу та визначають основні напрями його розвитку.

Проаналізовано фізико-географічні та геологічні умови території, що створюють передумови для розвитку геоморфологічних процесів. Встановлено, що розчленований рельєф, наявність балкової мережі та тектонічна будова Українського щита сприяють активізації як природних, так і техногенних процесів. Водночас кліматичні умови степової зони визначають сезонний характер їх прояву, зокрема посилення ерозійних явищ у періоди інтенсивних опадів.

У процесі дослідження доведено, що техногенна трансформація території має значний масштаб і проявляється у формуванні великих кар'єрних западин, відвалів і хвостосховищ. Зокрема, глибина окремих кар'єрів сягає сотень метрів, а площі відвалів і хвостосховищ займають значні території, що свідчить про високий рівень

порушення природного рельєфу. Виявлено, що такі зміни супроводжуються активізацією небезпечних процесів – зсувів, обвалів, ерозії, а також порушенням гідрологічного режиму.

Оцінка впливу сучасних процесів на довкілля показала, що основними негативними наслідками є деградація земель, забруднення атмосферного повітря пилом, зміна якості водних ресурсів та порушення природних екосистем. Водночас встановлено, що господарська діяльність у регіоні має подвійний характер: з одного боку, вона забезпечує економічний розвиток, а з іншого – створює значне екологічне навантаження. Це підтверджує необхідність пошуку збалансованих підходів до використання природних ресурсів.

У роботі обґрунтовано комплекс заходів стабілізації, рекультивації та раціонального використання територій. Доведено, що ефективне відновлення порушених земель можливе лише за умови поєднання інженерних і біологічних методів рекультивації, контролю за станом гідрогеологічних умов та впровадження системи екологічного моніторингу. Запропоновані підходи дозволяють зменшити інтенсивність небезпечних процесів і забезпечити подальше використання територій у господарських цілях.

Самостійність отриманих результатів полягає у їх узагальненні та систематизації на основі комплексного аналізу сучасних геоморфологічних процесів, а також у виділенні ключових напрямів їх впливу на рельєф і довкілля. Теоретичне значення роботи полягає у поглибленні уявлень про взаємодію природних і техногенних процесів, тоді як практичне – у можливості використання результатів для планування природоохоронних заходів та управління порушеними територіями.

Достовірність отриманих результатів забезпечується використанням сучасних наукових підходів, аналізом перевірених джерел і застосуванням комплексу методів дослідження. Узгодженість отриманих висновків із відомими науковими даними підтверджує їх обґрунтованість.

Результати дослідження можуть бути використані у практиці екологічного планування, розробці програм рекультивації, а також у системі управління природними ресурсами регіону. Подальші дослідження доцільно спрямувати на

кількісну оцінку інтенсивності геоморфологічних процесів і розроблення більш ефективних методів відновлення техногенно змінених ландшафтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Байрак Г. Р. Виділення та аналіз оролінеаментів височини Опілля на основі 3D-моделі рельєфу. *Геодинаміка*. 2014. Вип. 2 (17). С. 86–97.
2. Байрак Г. Р. Відтворення розвитку останцевого рельєфу північного краю Поділля на основі геоінформаційного моделювання. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2024. Вип. 57. С. 3–17.
3. Бортник С. Ю., Ковтонюк Н. М., Погорільчук Н. М. Типізація картографічних матеріалів морфоструктурного змісту. *Часопис картографії*. 2014. Вип. 11. С. 10–32.
4. Гнатюк Р. М. Рельєф і геологічна будова Яворівський національний парк. До 10-річчя створення. за ред. Ю. Чорнобая, О. Кагала. Львів: ЗУКЦ, 2008. С. 20–34.
5. Ковальчук І. П., Онищенко В. Д. Методологічні проблеми геоморфологічної теорії. *Київський географічний щорічник*. 2004. Вип. 4. К.: КВ УГТ, 2005. С. 19–35.
6. Кравчук Я. Рельєф Українських Карпат: монографія. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2021. 576 с.
7. Мізерський В. Динамічна геологія (загальна геологія): навч. посіб. пер. з пол. Р. Смішка. 2-ге вид., випр. Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2011. 354 с.
8. Палієнко В. П. та ін. Морфоструктурно-неотектонічний аналіз території України: концептуальні засади, методи і реалізація: монографія. Київ: Наук. думка, 2013. 267 с.
9. Стецюк В. В., Ковальчук І. П. Основи геоморфології: навч. посіб. Київ, 2005. 495 с.
10. Тіхлівець С. Варіативність фізичних і хімічних властивостей магнетиту та кварцу північного району криворізького басейну. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*. № 1(92), 2025. С. 17-23.

11. Brocard G., Willebring J.K., Scatena F.N. Shaping of topography by topographical ly controlled vegetation in tropical montane rainforest. PLoS ONE. 2023. Vol. 18 (3). e0281835. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0281835>
12. Chorley R. J., Schumm S. A., Sugden D. E. Geomorphology. London: Routledge, 2020. 656 p.
13. Gallen S.F., Wegmann K.W. Exploring the origins of modern topographic relief in the southern Appalachians. Geological Society of America Field Guide. 2015. Vol. 39. P. 145–167. DOI: [https://doi.org/10.1130/2015.0039\(05\)](https://doi.org/10.1130/2015.0039(05))
14. Hack J.T. Interpretation of erosional topography in humid temperate regions. American Journal of Science. 1960. Vol. 258-A. P. 80–97.
15. Haken H. Synergetics: Introduction and Advanced Topics. Berlin: Springer, 2004. P. 389–758. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-10184-1_2
16. Huggett R., Shuttleworth E. Fundamentals of geomorphology. 5th ed. London: Routledge, 2022. 682 p.
17. Kobzar O. Principles of classification of geological processes. Motrol commission of motorization and energetics in agriculture: an intern. j. on operation of farm and agri-food industry machinery / Polish Acad. of sciences, Univ. of eng. and econ. in Rzeszow ; editor-in-chief E. Krasowski; Lublin; Rzeszow: Lira-K.; 2016. Vol. 18, № 10. P. 101 - 108
18. Kutas, V.V., Andrushchenko, Y. A., Omelchenko, V.D. Deep structure of the earth's crust in the area of the Krivoy Rog structure according to geological and geophysical data and the influence of the technogenic factor on the manifestation of local seismicity. Geofizicheskiy Zhurnal. № 35(3). 2013. P. 156–165.
19. Pigulevskyy, P. G., Svistun, V. K., Mechnikov, Y. P., Kyrylyuk, O. S., & Lisovoy, Y.V. Features of disjunctive tectonics of Krivoy Rog iron ore area. Geofizicheskiy Zhurnal. № 38(5). 2016. P. 154–163.
20. Scheidegger A. E. Morphotectonics. Berlin: Springer, 2004. 197 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-18745-2>
21. Yushchenko Y.S. Geohydromorphological patterns of river development: monograph. Chernivtsi: Ruta, 2005. 319 p.