

УДК 504.05:622:064.2.001.18

О.А. Улицький, Н.О. Д'яченко, О.М Савлучинський, О.В. Гайовий

**ОЦІНКА ПОТЕНЦІЙНОГО ВПЛИВУ ПРОМИСЛОВОГО
ВИДОБУТКУ ЗАЛІЗИСТИХ КВАРЦИТІВ
ГУЛЯЙПІЛЬСЬКОГО РОДОВИЩА НА ДОВКІЛЛЯ**

У роботі виконано оцінювання потенційного впливу промислового видобутку залізистих кварцитів Гуляйпільського родовища відкритим кар'єрним способом на довкілля. Запропонований у дослідженні алгоритм ґрунтується на знаннях базового стану умов НС (колекції базових даних) та вивчених та розрахованих показниках прогнозних змін НС, які важливі з двох причин: по-перше, щоб сформулювати основу для оцінки і по-друге, щоб забезпечити запис змін початкових умов, які будуть суттєвими як під час розробки, так і під час зняття проекту з експлуатації. В роботі ретельно вивчені, проаналізовані та розраховані необхідні показники, створені тривимірні моделі сучасного стану довкілля та прогнозні моделі ландшафтних змін, які утворюються під час видобутку корисних копалин Гуляйпільського родовища. Вперше встановлені показники потенційного впливу гірничодобувного комплексу Гуляйпільського кар'єру на земну поверхню і ландшафт, на водний басейн, на повітряний басейн, на рослинний і тваринний світ та вплив відходів видобутку на навколишнє природне середовище.

Ключові слова: екологічна безпека, залізисті кварцити, кар'єр, 3D моделювання, довкілля

Вступ

Оцінка потенційних впливів промислових розробок на навколишнє середовище (НС) з метою визначення доцільності і прийнятності планованої господарської діяльності (ПГД) є основним завданням сучасних оцінок впливу на довкілля (ОВД) та призначена для виявлення характеру, інтенсивності та ступеня небезпеки впливу будь-якого виду ПГД на стан довкілля та здоров'я населення.

Особливо це стосується родовищ корисних копалин (КК), розробка яких передбачається відкритим кар'єрним способом. Останній пов'язаний з великою глибиною кар'єрів, що підвищує ризики їх експлуатації, складнощами вирішення

питань рекультивації, зростанням кількості відходів та ускладненням екологічної обстановки в гірничодобувних регіонах у структурі урбанізованих і сільськогосподарських територій. Особливо гостро ця проблема проявляється при освоєнні рудних родовищ, представлених переважно потужними крутопадаючими покладами.

Саме тому, аналіз та визначення не тільки переліку можливих екологічно небезпечних впливів планованої діяльності, але й зон безпосередніх негативних змін НС можливої відкритої розробки залізистих кварцитів (ЗК) Гуляйпільського родовища, має важливе практичне значення та займає провідне місце у сучасних дослідженнях.

Метою роботи є оцінка потенційного впливу промислового видобутку ЗК Гуляйпільського родовища на довкілля, конкретизація та візуалізація територій та об'єктів, які схильні до впливу, що дозволить відстежувати екологічний стан і зміни окремих елементів екосистеми, як основу еколого-збалансованого функціонування гірничодобувного підприємства.

Об'єкт дослідження – процеси забруднення НС, необоротні площинні зміни рельєфу денної поверхні, яка залучена під будівництво кар'єру з видобутку ЗК, складування відходів, техногенні зміни складових довкілля (вода, повітря, ґрунти та ін.).

Предмет дослідження – вплив гірничотехнічних показників на геологічні, гідрогеологічні, тектонічні, геоморфологічні параметри Гуляйпільського родовища ЗК та параметри надходження, акумуляції та розповсюдження забруднювачів гірничодобувним підприємством під час ПГД з визначення найуразливіших компонентів НС.

Методи дослідження

В роботі використовувався комплекс науково-практичних методів, які базуються на аналітичних розрахунках даних екологічного моніторингу, аналізі науково-технічної літератури та інших інформаційних джерел, геоінформаційні методи прогнозування або відображення просторової інформації різної спрямованості, 3D моделювання; прийоми морфометричного та морфоструктурного аналізів сучасного рельєфу, використані підходи системного аналізу умов і особливостей формування техногенного впливу гірничодобувної галузі на довкілля та пошуку ефективних заходів для поліпшення екологічного стану; методи експертного оцінювання екологічного ризику, що сприяють розробці природоохоронних заходів, спрямованих на поліпшення екологічної обстановки в зоні впливу Гуляйпільського майбутнього кар'єру.

Результати досліджень

Визначення проблеми та гірничотехнічних факторів, що визначають стан та характер можливої зміни довкілля.

Україна є великою мінерально-сировинною базою залізної руди, яка представлена 80 родовищами, 30 з яких експлуатується (58% розвіданих запасів). На цій базі працюють багато гірничодобувних підприємств, збагачувальних та переробних підприємств [1]. Загальні запаси залізняку досягають понад 30 млрд. т, що становить близько 6% світових запасів. За останні роки ціни на залізну руду (ЗР) у світі зросли в кілька разів. Звичайно, вітчизняні виробники не відстають від цієї тенденції. Сучасність потребує нарощування видобутку та залучення великих площ земельного фонду до техногенного навантаження. В даний час ЗР в Україні видобувають 10 гірничодобувних підприємств, з них 6 розробляють ЗК та 4 багаті руди. На долю відкритого способу видобутку КК припадає понад 2/3 загального обсягу видобутих у світі копалин. У середньому, при видобутку 1 млн. т ЗР відкритим способом відчужується від 14 до 500 га землі [2]. Остання величина має тенденцію до зростання за умови сучасного збільшення глибини гірничих робіт. Основна доля порушених земель (до 90%) приходить на гірничі виробки, зовнішні породні відвали, хвосто- та шламосховища.

Саме тому, до негативних наслідків формування техногенних масивів слід віднести:

- незворотні зміни ландшафтних систем;
- зміну стану та властивостей гірських порід, що складають основи техногенних масивів;
- зміну стану гідрогеологічного та гідрологічного режимів району видобутку;
- виникнення гірничо-геологічних процесів, які мають іноді катастрофічний характер.
- погіршення стану атмосферного повітря;

Безумовно, під вплив потрапляють усі складові довкілля. Саме тому, дуже важливо та принципово розуміти, які зміни довкілля очкувати та як попередити незворотні перетворення довкілля.

З метою проведення аналізу потенційного впливу промислового видобутку ЗК Гуляйпільського родовища на довкілля, у роботі слід навести базові поняття та назви гірничо-технологічного комплексу – кар'єру (рис. 1). Зазначимо, що структура кар'єру зазвичай має ступінчасту форму, верхні шари складаються в основному із розкривної породи, а на нижніх здійснюється видобуток.

Розміри кар'єрів по вертикалі зазвичай визначаються рентабельністю виробничих процесів та морфологічними особливостями покладу. Глибина кар'єру залежить від конкретних геологічних та технічних умов та варіює в межах від сотень до півтисячі метрів. Проте є й рекордно глибокі розрізи —

наприклад, Бінгем-Каньйон (Юта, США) — понад 1 км. Кар'єр «Південний» (Україна) має довжину трохи більше 1 км, ширину – 700 м, глибина 160 м.

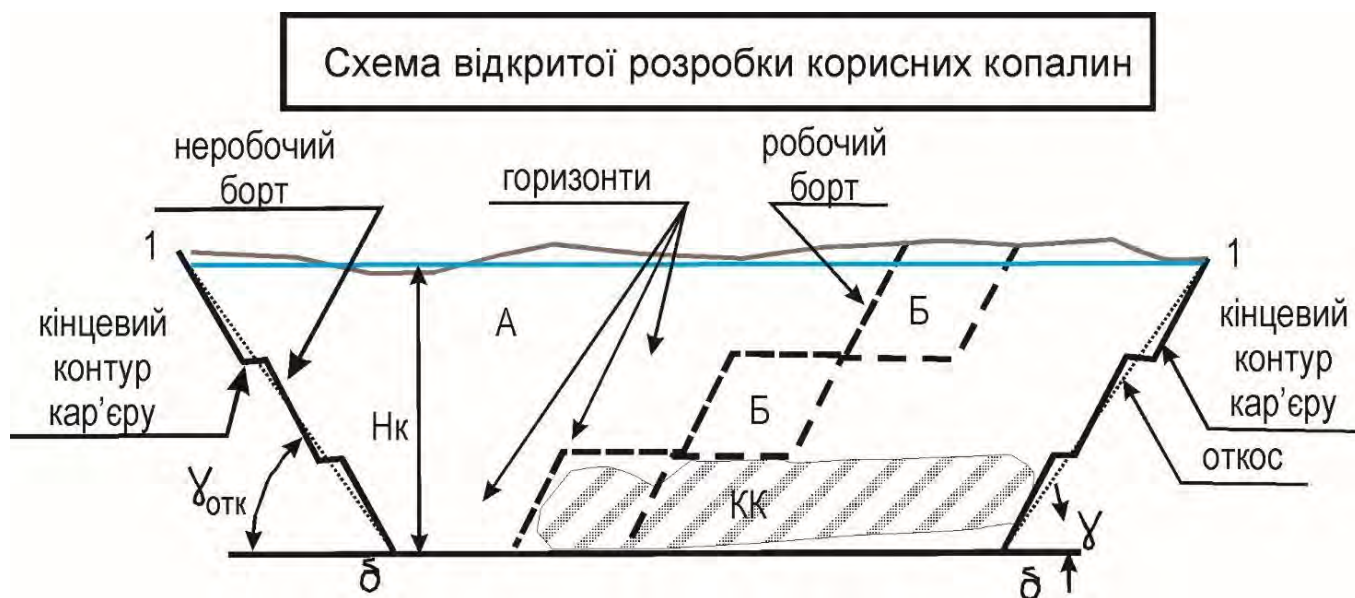


Рис. 1. Схема відкритої розробки КК

Існують різні види відкритої розробки родовищ залежно від низки її властивостей та застосованих технологій. Проте, різним типам освоєння покладів у кар'єрах притаманна ідентична загальна схема робіт:

- шари порожніх порід поділяються на уступи (рис. 1), які знімаються зверху вниз, причому верхні шари випереджають нижні (зона Б на рис.1);
- вироблений простір збільшується в міру переміщення робочих уступів (зона А, рис 1).

Виробничо-технологічні процеси, які власне й призводять до виникнення впливу промислового об'єкту на довкілля, поділяються на основні та допоміжні. У центр нашої уваги у цьому дослідженні потрапили основні технологічні процеси до яких відносяться:

- 1) підготовка порід (або КК) до виїмки (буріння, підривання);
- 2) виїмково-навантажувальні процеси;
- 3) переміщення (транспортування) порід або КК;
- 4) складування чи відвалоутворення.

Під час розробки родовища видобуток здійснюється в умовах природного геологічного масиву. Проте, з розвитком гірничих робіт, формується техногенне середовище. При відкритій розробці внаслідок видобутку формуються відвали пустих та розкривних порід, що є по суті техногенними масивами. Значні обсяги видобування корисних копалин призводять до постійного зростання кількості техногенних масивів рудних родовищ та їх ролі у загальній системі природокористування.

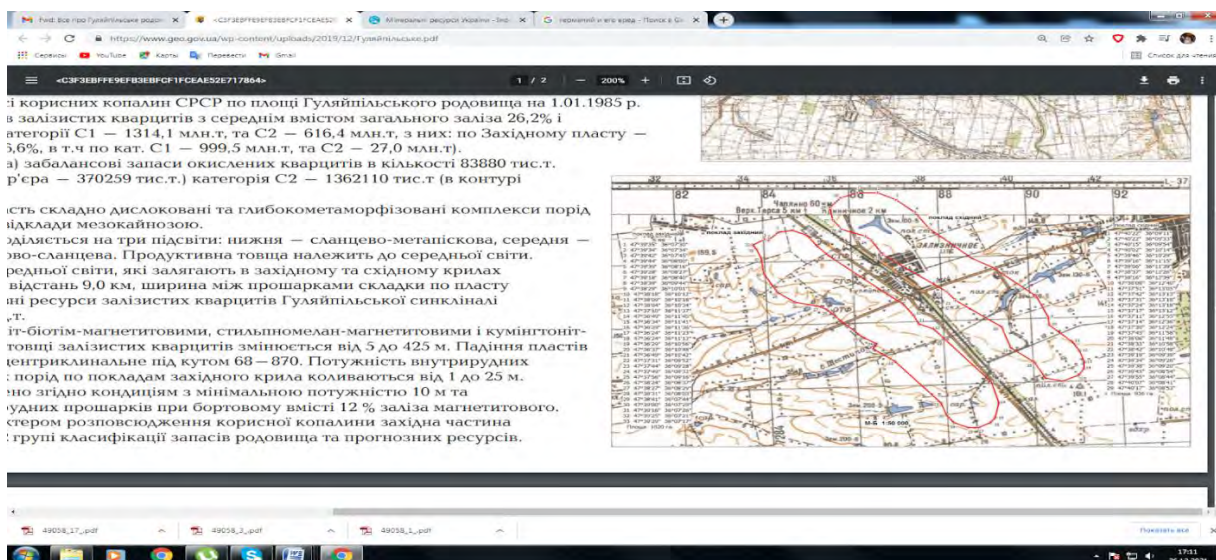
Умови можливої експлуатації залізорудного родовища.

Детальне вивчення умов можливої експлуатації Гуляйпільського залізорудного родовища та зроблений багатofакторний аналіз дозволяє констатувати, що питання необхідності прогнозування негативних явищ виникло не випадково. Гуляйпільська магнітна аномалія була виявлена ще в 1931 році. В період 1973–1981 років Белозерською геологорозвідувальною експедицією (ГРЕ) ВДО «Южгеологія» проведена розвідка на площі всієї Гуляйпільської структури. Детальна розвідка Західного крила родовища виконувалась в період 1981–1985 років Білоярською ГРЕ.

Місце розташування Гуляйпільського родовища ЗК: Запорізька область, Гуляйпільський район, 3 км на південний захід від м. Гуляй Поле. У районі родовища знаходиться залізнична станція «Гуляй Поле» (с. Залізничне). Родовище має форму еліпсу, що витягнутий у Пн-Зх напрямку (310-315°) на 9 км, завширшки до 3 км, площею 27,5 км² (рис.2). Площа розвіданого родовища – 936 га, має 2 контури (Західний та Східний).

Рельєф району є слабо горбистою рівниною з річними долинами, балками та ярами. Абсолютні відмітки поверхні в районі коливаються від 95 до 170 м, а безпосередньо на площі родовища – від 124,5 до 157 м (рис. 2, а).

Гідромережа відноситься до басейну річки Дніпро, представлена його лівою притокою р. Конка з власною правою притокою р. Жеребець і річки Верхня Терса і Гайчур, які є притоками річки Вовча. Безпосередньо в ореолі річні поклади відсутні. Долини рік пологі, глибиною до 30 м та шириною 1-2 км. Руслу замулені зі збереженням лише дрібних сезонних водотоків та плесів. Схили балок пологі, зайняті посівами, водотік спостерігається в паводковий сезон. Балки використовуються для накопичення води для зрошення. На площі родовища знаходяться балки: Гончарихі, Ризаної, Шестипол'є, Солона, Попова, Кучерявська. Схили балок завжди під пашнею.



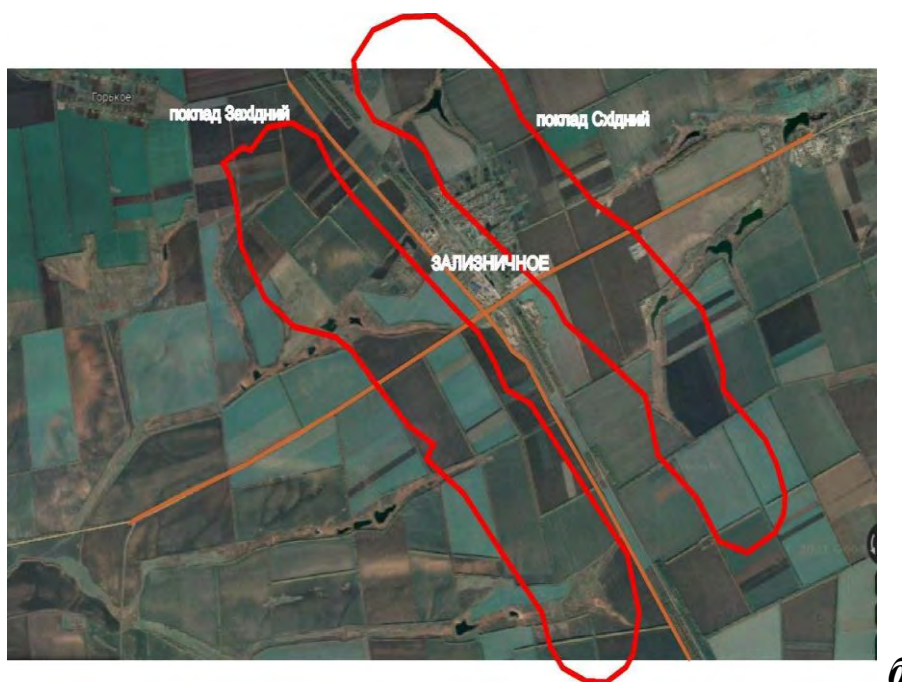


Рис. 2. Контури покладу з координатами та з прив'язкою до топографічної основи (а) з деталізацією контурів (червона лінія) на космоснімку (б)

Район родовища бідний на поверхневі води. Ресурси обмежені. Ґрунтовий шар представлений чорноземом, лучно-чорноземними та лучними, солонцюватими та засоленими, лучно-болотними та солончаковими ґрунтами.

В геологічній будові родовища беруть участь складно дислоковані та глибокометаморфізовані комплекси порід докембрію, кора вивітрювання і осадові відклади мезокайнозою.

Розкривні породи: четвертинні відклади – суглинки, глини, піски; полтавські, харківські – піски, пісковики, алевроліти, глини; бучацькі – дрібні піски, глини, мергелі; кора вивітрювання – глиноподібна пісковикоподібна «м'яка кора» та кристалічні породи (метаморфічні породи) – кварцити, сланці. Товща метаморфічних порід родовища поділяється на три підсвіти: нижня – сланцеве-пісковикова, середня – залістисте-кременієва, верхня пісковикове-сланцева.

Продуктивна товща належить до середньої світи. Пласти магнетит-силікатних кварцитів, які залягають в Західному та Східному крилах Гуляйпільської синкліналі. Прогнозні ресурси залістистих кварцитів оцінюються до глибини 600 м біля 3,5 млрд. т. Протяжність пласта залістистих кварцитів 17 км. Замикання складчастої структури передбачається на глибині до 3-3,5 км. (рис. 3). Осьова площина Гуляйпільської синкліналі залягає практично вертикально. Крила складки падають назустріч один одному під кутами 68-87°. Будова крил витримана за простяганням, але ускладнюється у Пд-Зх крилі дрібнішими складками та розривними порушеннями. Останні виявляються у

північній та, особливо, у південній частинах родовищ. Орієнтовані вони у субширотному, північно-східному, меншою мірою субмеридіальному напрямках. Найбільш тектонічно опрацьованою частиною структури є південно-західне крило. Тут виражені метасоматичні зміни, як у гранітах, так і метаморфічній товщі [3].

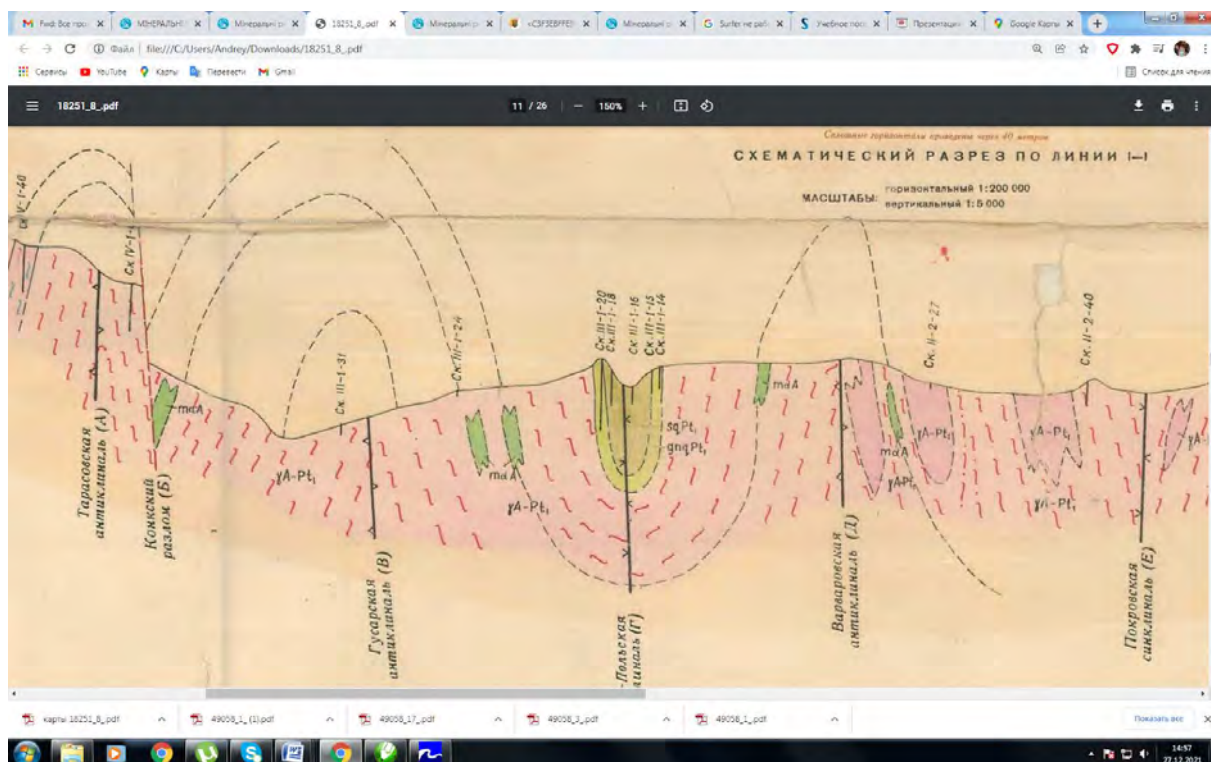


Рис. 3. Фрагмент геологічного розрізу в зоні рудоносної структури, св. 20-14 – рудоносне тіло.

У тектонічному відношенні Гуляйпільський район знаходиться у Приазовському кристалічному масиві, який є південно-східною частиною Українського щита. Кордоном Приазовського регіону служить Бердянська зона розломів на півдні, яка відокремлює його від Азово-Чорноморської западини. На півночі регіон межує з Південно-Донбаською зоною розломів із Дніпрово-Донецькою западиною та складчастим Донбасом. Східна його околиця проходить по Грузько-Єланчикській зоні розломів, пастка – по Оріхівській шовній зоні (Оріхово-Павлоградська складчаста зона). Характерною особливістю Гуляйпільського блоку є Пн-Зх простягання в ньому розломів, порід та шарнірів складчастих структур, що підкреслює незгоду його з сусідніми структурами – Корсакською та Оріхово-Павлоградською складчастими зонами [4]. У більш широкому тектонічному аспекті територія включена до Приазовської металогенічної області, до складу якої крім Гуляйпільського

рудного району так само входять Вовчанський, Західно-Приазовський та Східно-Приазовський.

У складі Гуляйпілько-Куйбишевської купольної структури виражено гранітоїдний комплекс за участю тоналітів, плагіогранітів, діоритів, роговообманкових та інших типів гранітів та мігматитів, зупинкових тіл ультрабазитів, базитів. Вік плагіогранітів 2800 млн. років, мікроклинових гранітів – 2010 млн. років [5].

В гідрогеологічному відношенні Гуляйпільське родовище ЗК розташовано на Пн-Зх окраїні Консько-Ялинського малого артезіанського басейну, який знаходиться в межах гідрогеологічної області тріщинних вод Українського кристалічного масиву. В межах родовища встановлено 7 водоносних горизонтів:

1. Четвертинний - водовмісні породи еолове-делювіальні суглинки та піщано-глинисті відклади. Потужність горизонту - 5-11 м, має вільну поверхню. Глибина залягання ґрунтових вод - 1.2-3.8 м. Багатоводність слабка.

2. Полтавсько-харківський (основний) горизонт, який обводнює родовище та залягає єдиним комплексом. Потужність у межах кар'єру 19-49 м (Західний 1) та 2-47м (Західний 2). Безнапірний. Статичний рівень +89 – +84 м (абс. позначки в межах Західний 1 та 2), в районі робіт +106 – +65 м. Падіння рівнів зі сходу на захід. Горизонт має гідравлічний зв'язок із нижче залягаючими горизонтами, водопроникність висока (34-249 м²/добу).

3. Харківський – обмежене поширення. Потужність 2-22,4 м. Водовмісні породи – глинисті, дрібнозернисті піски. Багатоводність слабка. Слабо напірний.

4. Бучацький – поширений на невеликих ділянках у межах родовища. Водовмісні породи – піщано-глинисті вуглисті відклади потужністю 2-3 м. Позначки рівня +81 - +82. Багатоводність слабка.

5. Верхнекрейдяний – суцільне поширення на південь від району робіт. У межах ділянки поширений лише на невеликій площі у північній частині родовища. Приурочений до тонкозернистих пісків. Багатоводність слабка. Напірні води з величиною напору 23 м.

6. Кори вивітрювання - має суцільне поширення з величиною напору від 27 до 35 м (напірний). Має гідравлічний зв'язок з нижчим горизонтом тріщинуватої зони порід докембрію та з вище залягаючим полтавсько-харківським горизонтом у місцях його залягання безпосередньо на корі. Багатоводність різна, дебети свердловин 0,006 – 1,94 м/добу.

7. Води тріщинних зон кристалічних порід докембрію – багатоводність залежить від ступеня вивітрюваності та тріщинуватості. Поширення по латералі та в розрізі нерівномірне. Найінтенсивніші зони простежуються по глибині від 100 до 200 м. Наступні, менш інтенсивні – 200 – 5300 м. Нижче – тріщинуватість рідкісна, закритого типу. Горизонт напірний (32 – 102 м).

Основні горизонти, які обводняють родовище, охоплюють територію в радіусі 8-10 км навколо родовища. Враховуючи складні гідрогеологічні та інженерно-геологічні умови родовища, залягання рудного покладу по розкритим нестійким породам потужністю до 100 та більш метрів, дислокації та водоносність рудного покладу, очікується загальний водоприплив в кар'єр до 1500 м³/год. Існує необхідність проведення великих за обсягом дренажних робіт.

З огляду оцінки запасів: кварцити залізисті магнетитові складають – В 284803 тис. т; С1 1182552 тис. т; В+С1 1467355 тис. т; С2 613817 тис. т; позабалансові 67632 тис. т.

Залізна продуктивна пачка залягає безпосередньо в середній і нижній підсвіті, потужність тіл не витримана як по простяганню так і падінню. Наприклад, потужність покладу Західний 1 змінюється від 23 до 405 м, при цьому запаси підраховані до горизонту -500 м, тому відмітка підосви кар'єру мінімально становитиме -650 м.

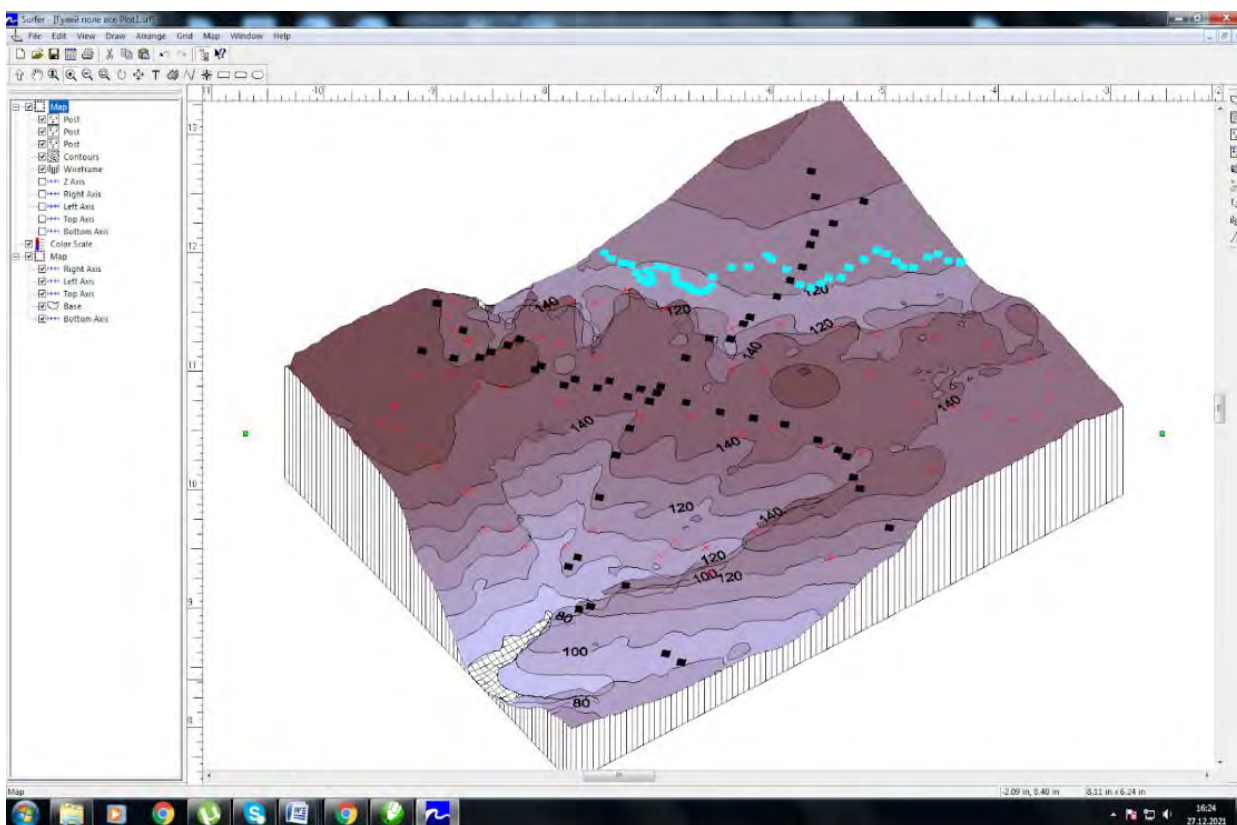
Слаборозвинена кора вивітрювання спостерігається на всіх породах, що складають Гуляйпільську синкліналь. Потужність кори вивітрювання становить 0-60 м. Слід врахувати, що кристалічний фундамент перекритий суцільним чохлам осадових відкладів, представлених верхньо-крейдяними, палеоген-неогеновими та четвертинними утвореннями. Потужність осадових відкладів варіює від 60 до 120м.

При детальній розвідці західного крила родовища паралельно оцінені породи скельних розкритих порід виробництва германію. Останній вельми поширений у докембрійських залізорудних родовищах УЩ і є елементом-супутником. Зміст германію в рудах Гуляйпільського родовища варіює від 1,5 до 13 г/т (Західний 16,8 г/т, Західний 2 – 7,8 г/т). В покладах родовища германій розповсюджений рівномірно, пов'язаний з магнетитом - до 60% та з нерудними мінералами (кумінтгоніт, біотит) – до 40%. Вміст його в магнетиті в середньому 10,6 г/т, в нерудних мінералах 4,62 г/т. Також виявлено 24 радіоактивні аномалії. Останні характеризуються низькою інтенсивністю та невисоким вмістом елемента у пробах (від 0,0104 до 0,0002). Аномалії не мають промислового значення, хоча підтверджують широко розвинене розсіяння. Загалом, на родовище, у межах кларкових значень виділено геохімічні аномалії золота, срібла, германію, ніобію, міді, свинцю, цинку, лантану та інших елементів, хоча самостійного значення вони не мають.

Виклад результатів дослідження. Останнім часом, 3Д-моделювання є обов'язковим етапом виробничого процесу, оскільки дозволяє в деталях оцінити образи, що проектуються. Для моделювання гіпотетичної (прогнозної) моделі розробки Гуляйпільського (середньостатистичного) кар'єру з видобутку ЗК для оцінки впливу на довкілля, у дослідженні обрано умовно максимальний кар'єр

(Західний та Східний), з найбільшим ареалом розробки. Створення 3D моделей відбувалося у спеціальному програмному пакеті Surfer 8 (демонстраційна версія). Параметри та вихідні данні для створення моделі використовувались з кількісних даних умов можливої експлуатації залізородного родовища та за розрахунками необхідних показників під час досліджень. Оскільки 3D моделі дозволяють візуалізувати певний об'єкт, зокрема ландшафт земної поверхні та його прогностні зміни у часі за умови видобутку КК, то вихідними даними для 3D моделювання з'явилися: картографічні матеріали; сучасні космознімки, схема розробки та показники можливої виробничої діяльності з відпрацювання корисних копалин (виробнича річна потужність, характеристика рудного тіла - потужність, глибина залягання, структурні, літологічні, гідрогеологічні кількісні та якісні показники).

Основою для вирішення поставлених завдань моделювання є цифрові моделі рельєфу (ЦМР), що дозволили «обчислювати» (відновлювати) об'єкт шляхом інтерполяції, апроксимації чи екстраполяції [6]. Як джерело до створення ЦМР використано фрагмент топографічної карти (рис. 4, а) Аналогічним шляхом визначаємо ореол рудного тіла, річкової мережі та інфраструктурних об'єктів. За допомогою статистичних розрахунків в дослідженні зроблене прогнозне 3D моделювання рельєфу в межах Гуляйпільського родовища після видобутку КК (рис. 4, б).



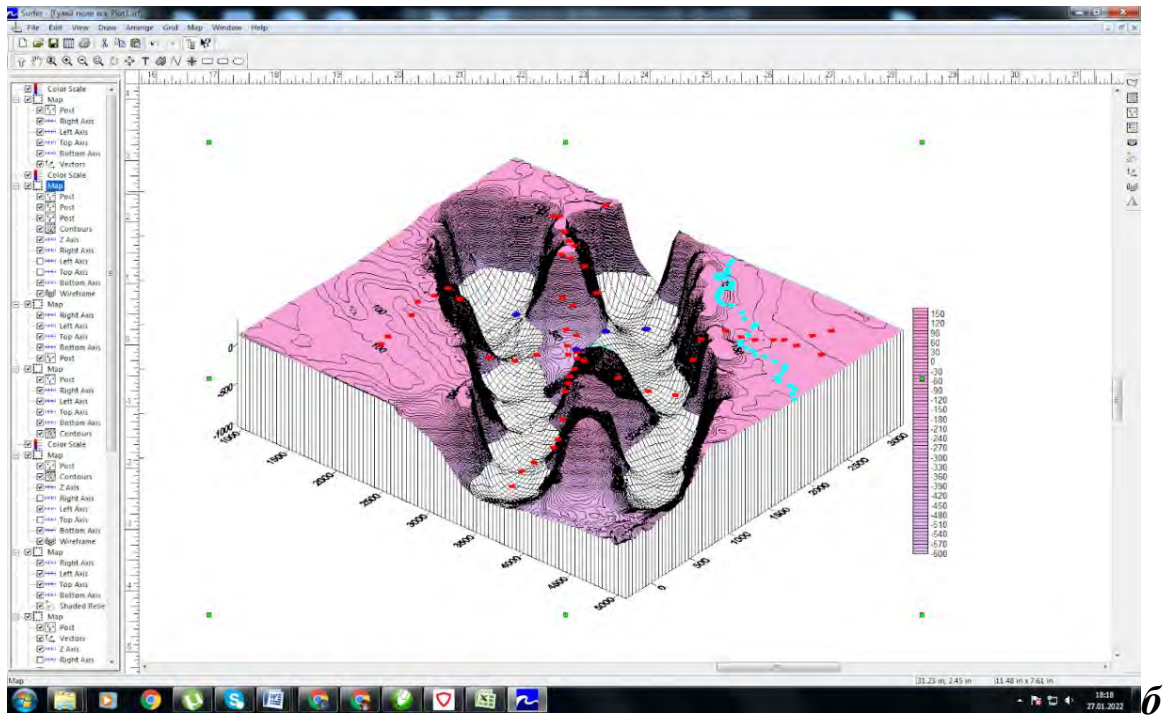
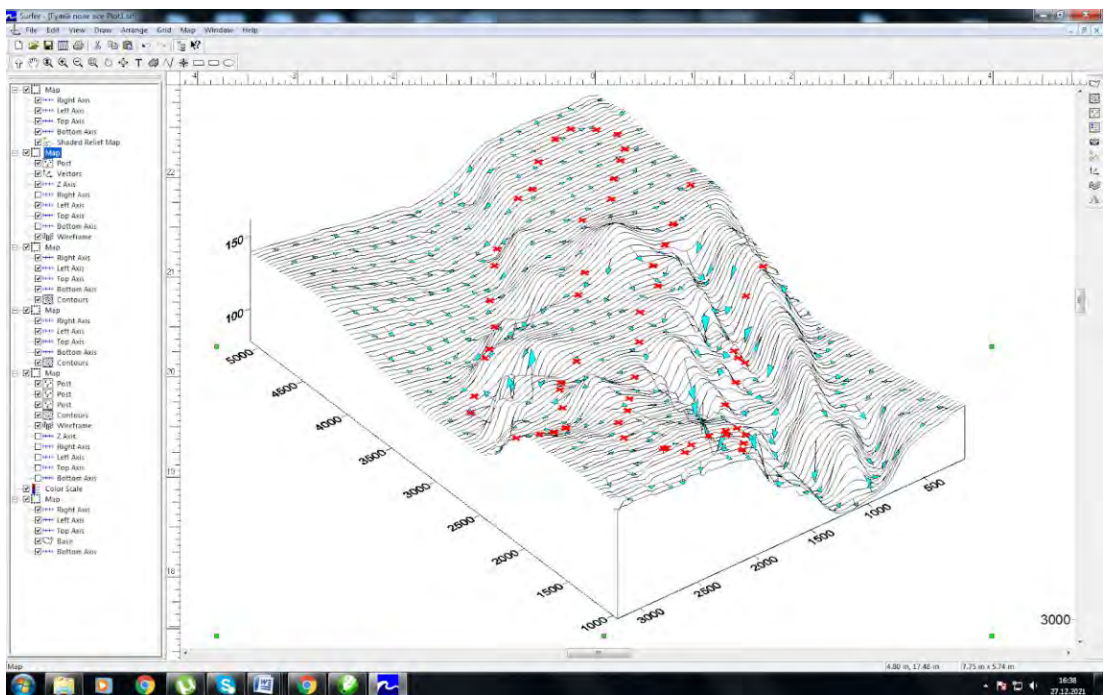


Рис. 4. Тривимірна ЦМР (сучасного) з визначенням ореолів рудного тіла (червоні хрести), річок (блакитні позначки) та доріг (чорні позначки) (а) та прогнозна ЦМР території досліджень під впливом гірничих робіт з деталізацією річкової мережі (блакитні точки), інфраструктурних об'єктів: дороги, н/п, з/д станція (червоні хрести, сині круги)

Оскільки при формуванні кар'єру змінюються гідрологічні показники, у дослідженні створено та проаналізовано тривимірні моделі сучасного природного та прогнозного (під час розробки КК) стоку поверхневих вод у зоні родовища (рис. 5, а, б).



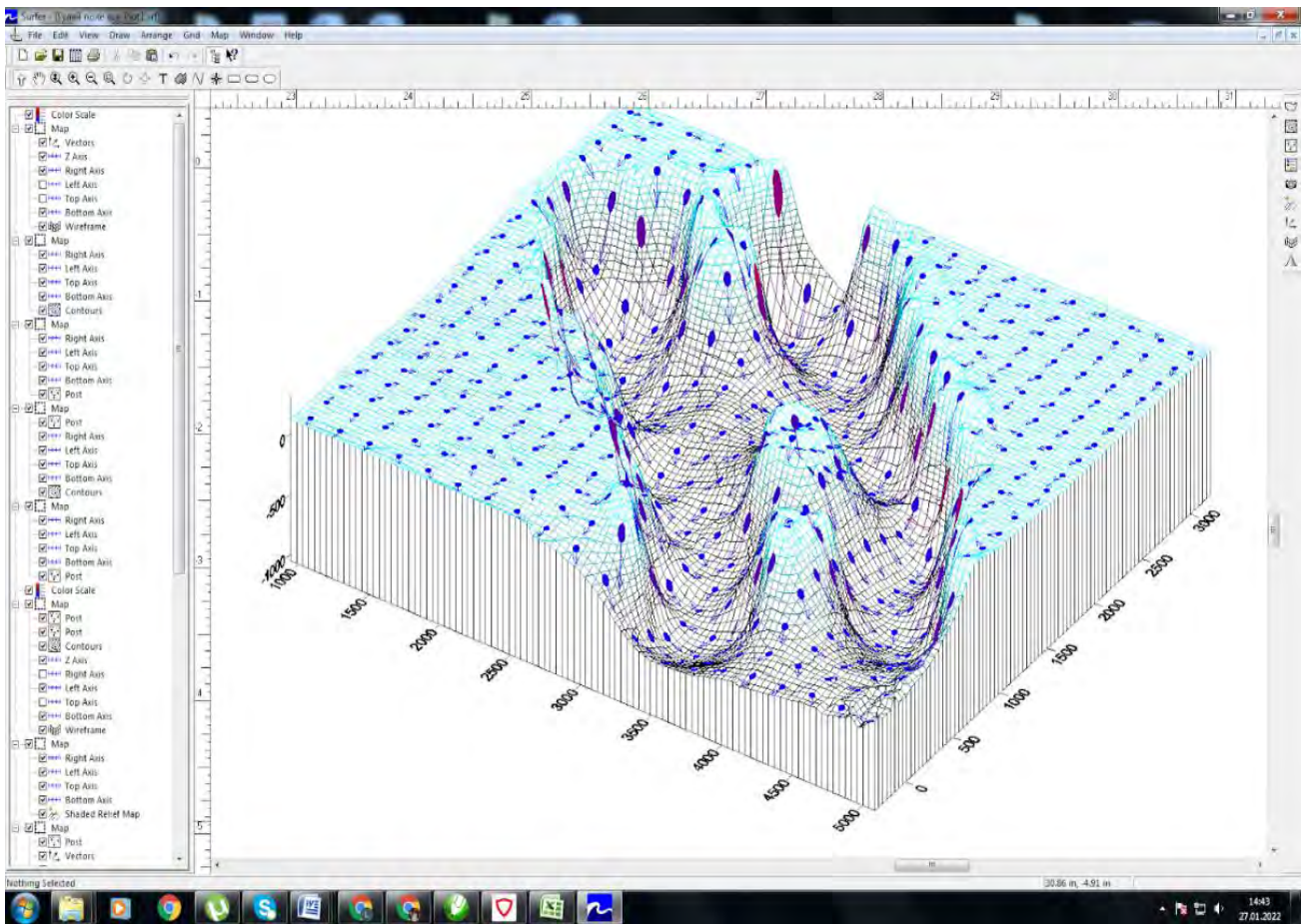
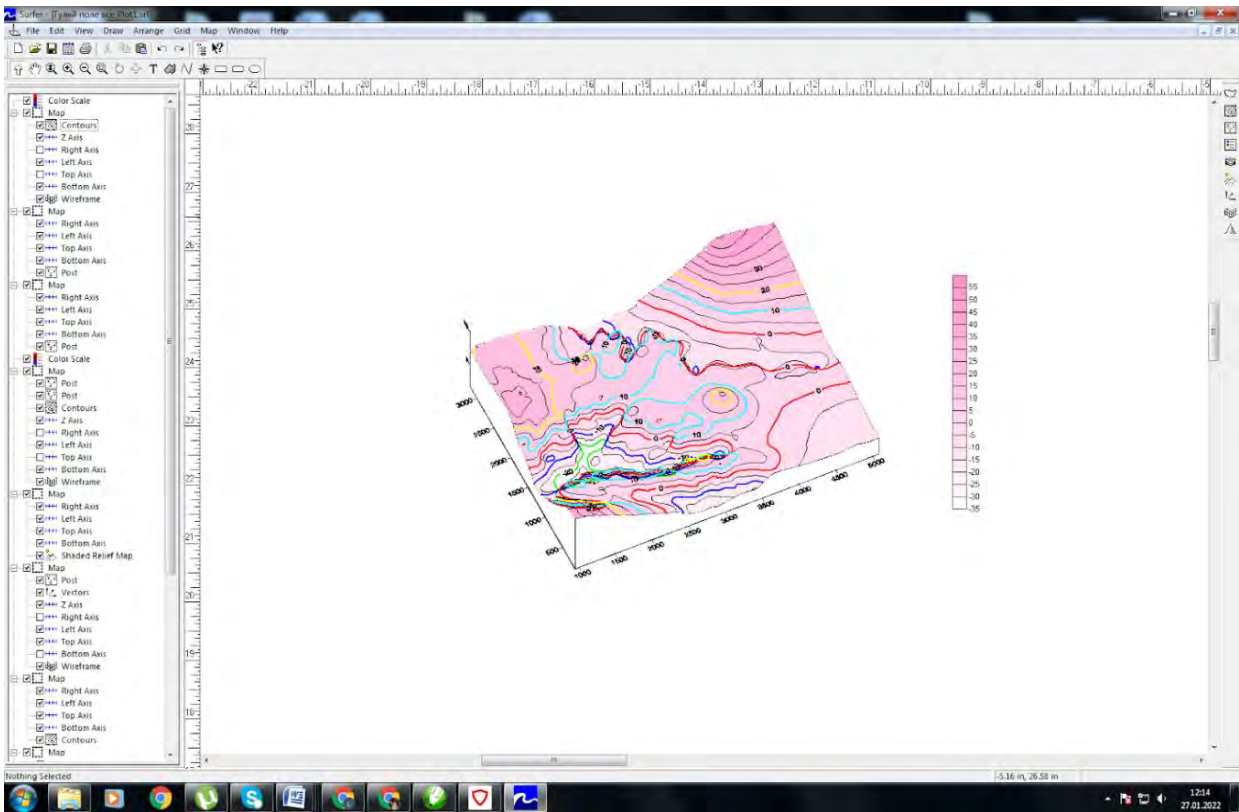
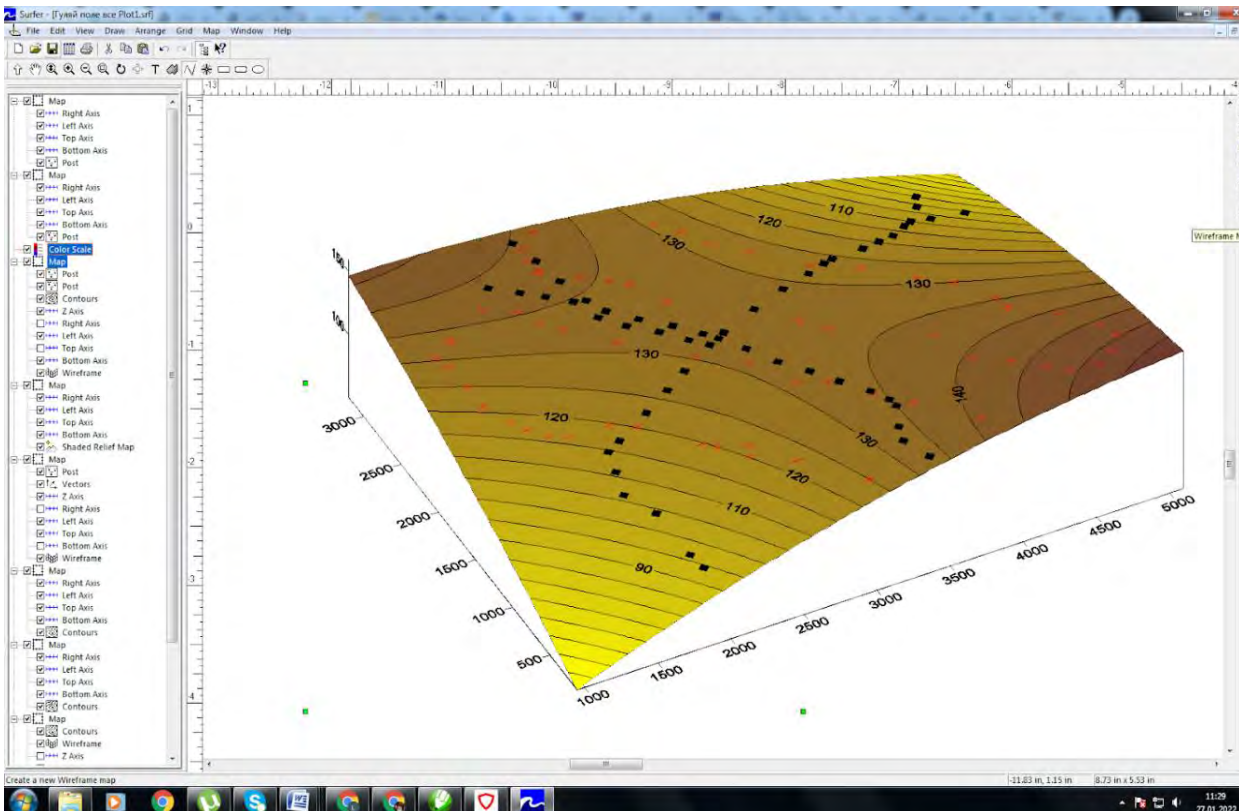


Рис. 5. Результати моделювання: а - 3D модель сучасного природного стоку поверхневих вод у зоні родовища, б - прогнозна модель напрямку стоку поверхневих вод за умови відпрацювання КК (напрямок та довжина блакитної стрілки - кількісні характеристики)

Враховуючи, що головне завдання прогносної оцінки впливу - визначення процесів, що пов'язані з видобуванням рудної сировини, які спричиняють найбільші порушення довкілля (екстенсивність впливу) та активують природні ендегенні та екзогенні процеси, наступний крок – створювання математичних трендової та залишкової модельних поверхонь (рис. 6, а, б) території досліджень. Для визначення «земель», що схильні до природних перетворювань у зоні впливу кар'єру з видобутку ЗК, застосовані прийоми морфометричного та морфоструктурного аналізів сучасного рельєфу з наступним використанням градієнтного аналізу поверхні залишку (рис. 7, а). Для оцінки ландшафтних та гідрологічних перетворювань (динамічного порівняння) створені тривимірні розрізи сучасного та прогнозного рельєфу земної поверхні (рис. 7, б).

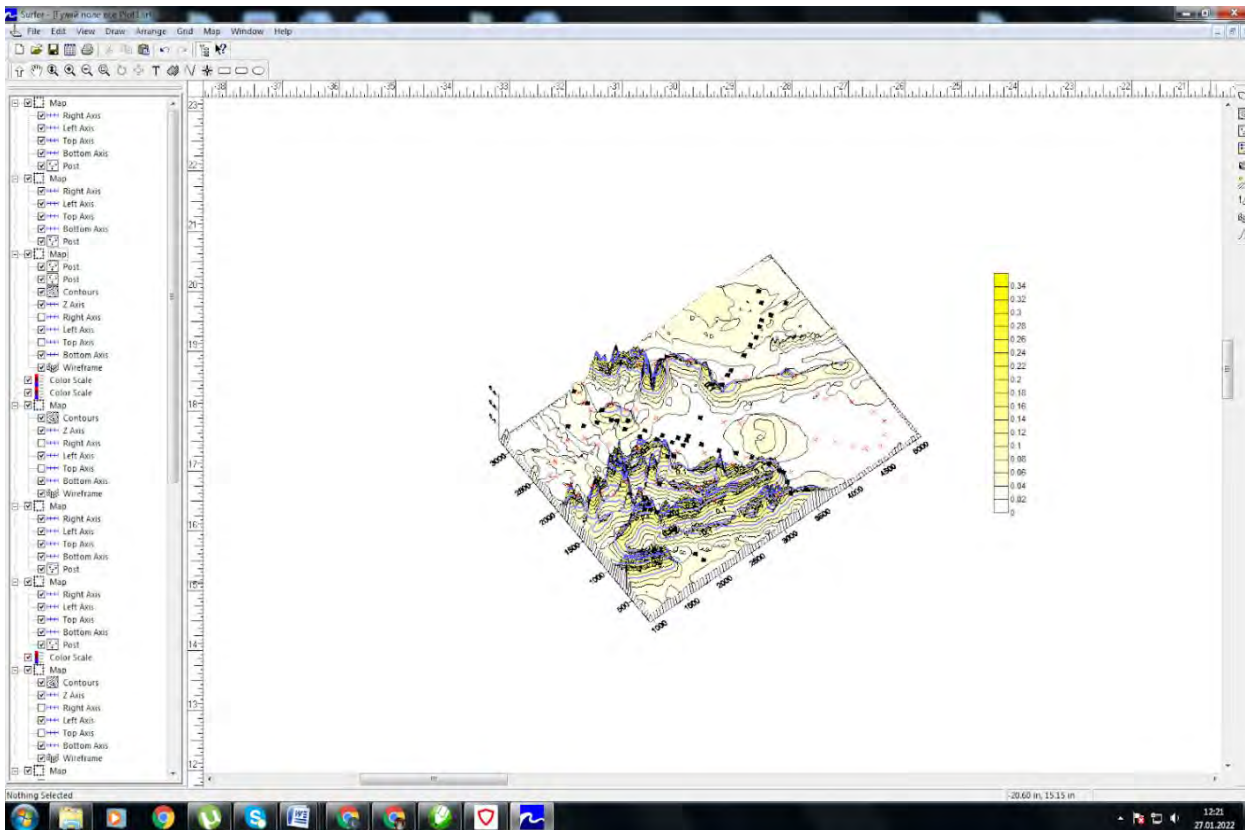


a

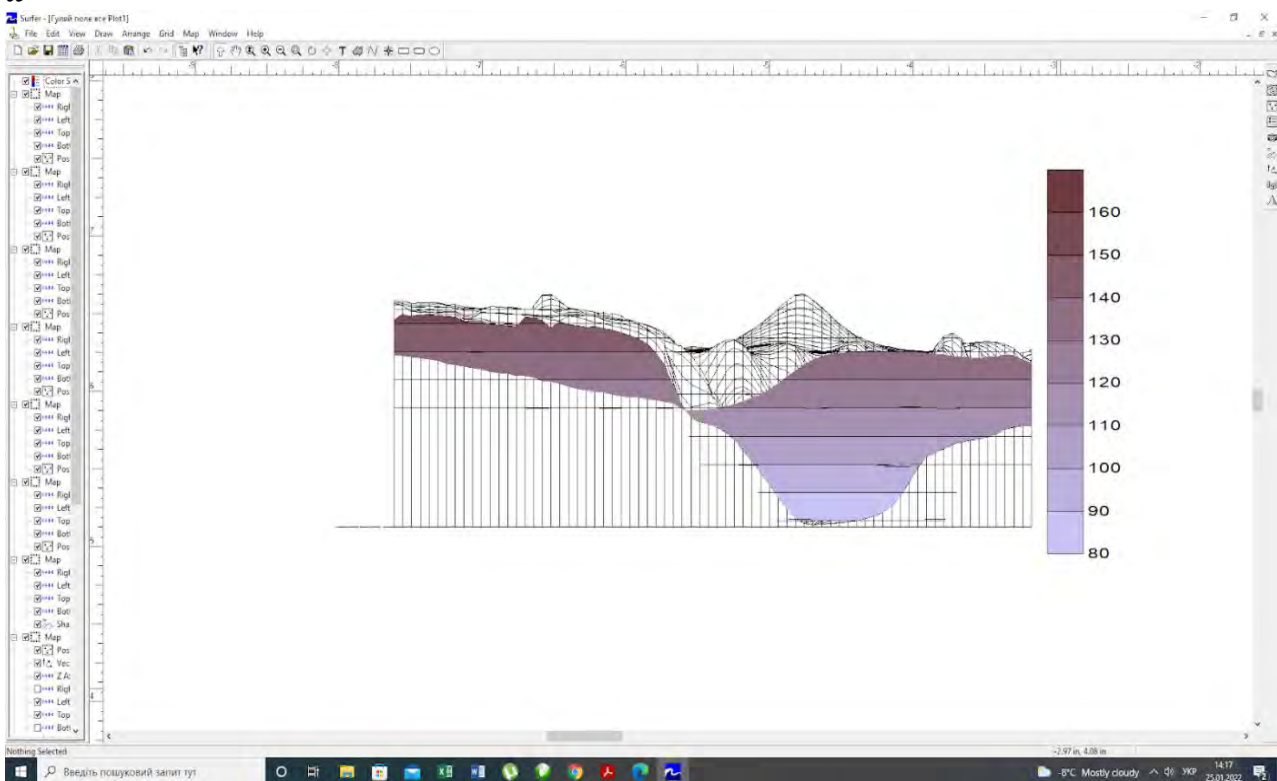


б

Рис.6. Тривимірні моделі поверхонь математичного тренду (а) та залишку (б) з деталізацією контуру рудного тіла (червоні позначки) та інфраструктури (чорні позначки)



a



б

Рис. 7. Тривимірна модель поверхні модулю gradient з деталізацією контуру рудного тіла та інфраструктури – (а) та приклад тривимірного розрізу сучасного рельєфу земної поверхні (Пд-Сх – Пн-Зх напрямом, західний кордон Західного покладу; од. виміру, м) – (б)

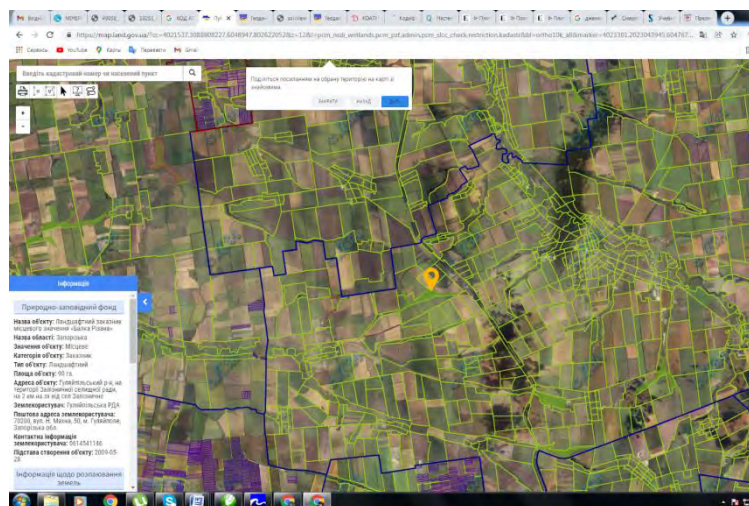
Ці прийоми дозволяють виділити раніше «непомічені» особливості тектонічних дислокацій. Тренд-аналіз здійснювався шляхом виключення регіонального фону (побудова апроксимуючої поверхні) і дозволив виявити локальні неоднорідності гіпсометрії поверхні рельєфу, тобто математичними способами виділити складки або ділянки підвищеної тріщинуватості, що ускладнюють загальні структури досліджуваної території. Поділ скалярного поля висот на закономірну складову (тренд) та випадкову (залишок) шляхом віднімання поверхні тренду від гіпсометричної реальної поверхні з подальшою інтерпретацією кожної з них, дозволяє візуалізувати локальні області відхилення, які в геологічному відношенні становлять інтерес як структурно-тектонічні неоднорідності [7, 8].

Для повноцінної оцінки впливу майбутнього Гуляйпільського кар'єру на довкілля, у дослідженні були проаналізовано цільове призначення земель, на яких розташовано родовище, та їх відношення до категорії земель з обмеженим використанням. Згідно з інформацією Державного класифікатору об'єктів адміністративно-територіального устрою України (ДКОАТУУ) [9], більша частина земель відноситься до сільськогосподарських за цільовим призначенням «для ведення товарного сільськогосподарського виробництва, для сінокосіння та випасання худоби». Але поклад Східний - у північній частині розташовано в ореолі Смарагдової мережі (український переклад назви the Emerald Network). Остання (рис. 8, а) – це мережа природоохоронних територій європейського значення, яка створюється на виконання положень Бернської конвенції про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі [10]. З іншого боку, в зону рудного тіла потрапляє ландшафтний заказник місцевого значення «Балка Різана» (жовта мітка на рис. 8, б) площею біля 90 га, та об'єкт природно-заповідного фонду - Ботанічний заказник місцевого значення «Цілинні при шляхові смуги» з площею 2 га (жовта мітка на рис. 8, в). Тобто, перелічені площі землі відносяться до категорії земель з обмеженим використанням.

а



б



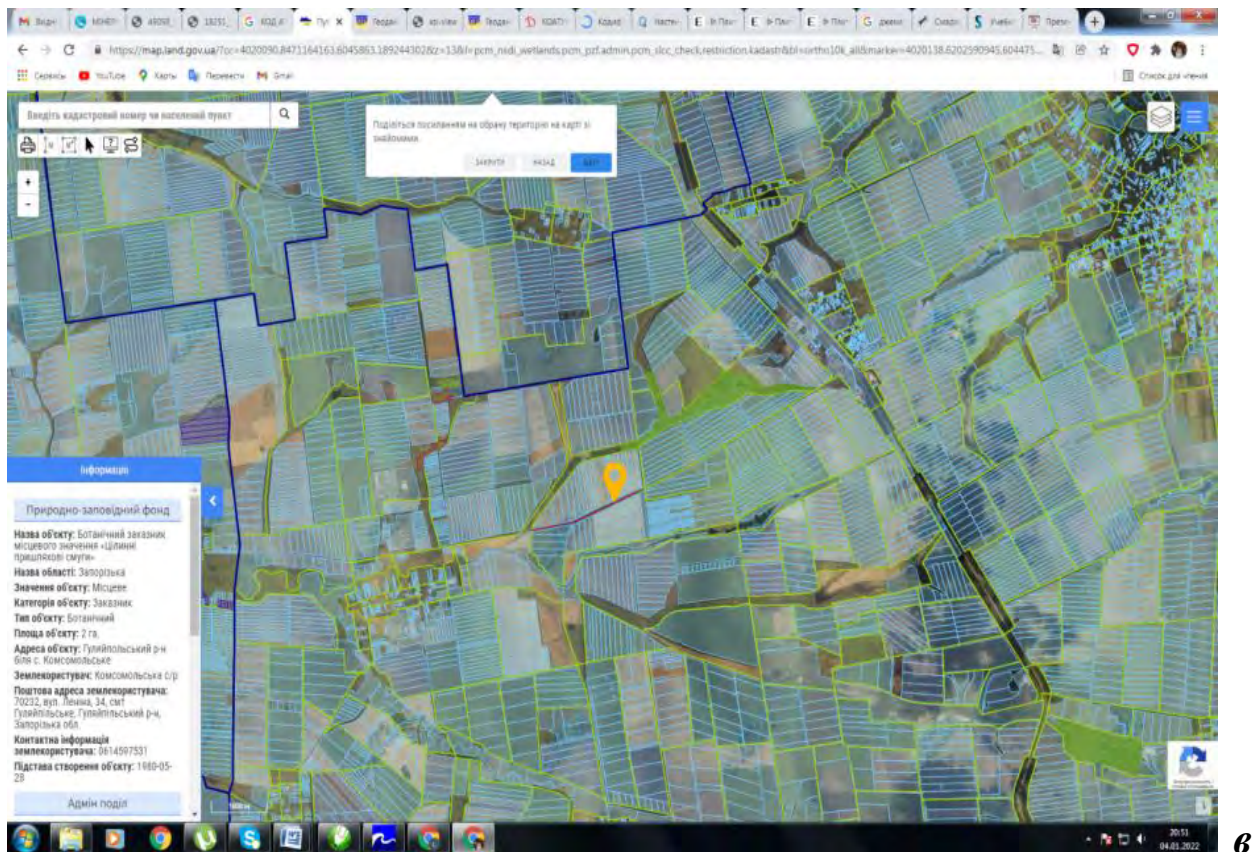


Рис. 8. Результати аналізу цільового призначення земель в районі ділянки можливої розробки руди (сmt. Залізничне):
 а) фрагмент мапи Смарагдової мережі, фрагменти інформаційної мапи з ДКОАТУУ; б) розташування Ландшафтного заказника «Балка Різана», в) розташування Ботанічного заказника «Цілинні пришляхові смуги» (з виносом в натуру контурів рудного тіла - червоний контур)

Додатково у дослідженні зроблена комплексна оцінка виробничих процесів, що характерні для технології видобувних робіт на кар'єрах та проведена оцінка їх впливу на компоненти навколишнього середовища.

Підсумок досліджень – показники можливого (прогнозного) впливу гірничодобувного комплексу Гуляйпільського кар'єру на окремі складові довкілля, а саме:

а) **Вплив гірничодобувного комплексу на земну поверхню, ландшафт та ґрунти.** Під час розробки буде залучені та вийняті з сільськогосподарського обігу 2773 га земель. Вплив від ПГД на землі буде мати довгостроковий характер та полягає у прямій втраті земельного фонду, що вилучається під розміщення кар'єру, проммайданчика, відвалів, хвостосховищ та під'їзної дороги. Внаслідок великого обсягу вилучених порід, відбудеться антропогенізація ландшафту - кар'єрно-відвальний (кар'єр, відвали та склади руд, хвостосховища) та дорожньо-комунікаційний. Найбільший антропогенний прес випробовуватиме ландшафт

навколо з/д, н/п (Петрівка, Староукраїнка, Залізничне) та схилів балки Різана, де розташований ландшафтний заказник «Балка Різана» (землі з обмеженим використанням). Порушення ґрунтового шару в зоні родовища та за його межами в радіусі охоронної зони 500м від кожного об'єкту ПГД (навколо кар'єрів, відвалів, пунктів збагачення та обгорткування). Ґрунти будуть непридатні для використання. В межах санітарної зони буде потрібно заборонити будівництво житлових будівель, посівних площ та забір води. Найбільш схильними до природних ерозійних та денудаційних процесів є окремі ділянки, які розташовані на схилах яр-балкової мережі - б. Різана (Західний поклад) та річкових терас р. Гайчур (Східний поклад). Ці зони, в умовах додаткового техногенного впливу гірничих розробок, можуть бути активовані та схильні до неконтрольованих зсувних процесів. Розробка покладів Західний та Східний окремими кар'єрами до глибини 650 м (абсолютна позначка -500 м) згодом створить умови латерального об'єднання цих кар'єрів на окремих ділянках.

б) Вплив гірничодобувного комплексу на водний басейн: Засолення поверхневих та підземних вод, внаслідок відкачування з кар'єру та дренажних систем великої кількості солоної води та їх інфільтрація суттєво вплине на гідрогеологічні умови регіону. Можливе зниження рівня підземних вод. Відкачування води з кар'єру приведе до падіння рівнів та за умови гідравлічного зв'язку із горизонтами, що залягають нижче, до його здренування. Великі обсяги розкритих порід (за двома кар'єрами 652,0 млн. м³), які формуватимуть відвали, можуть спричинити формування техногенного водоносного горизонту. Особливо це стосується територій, що прилягають до хвостосховища. Відбудеться порушення природного гідродинамічного режиму водоносних горизонтів – створення депресійної лійки та, як наслідок, погіршення умов водопостачання населених пунктів у радіусі 7-15 км навколо родовища. Після закінчення якогось часу депресійна лійка теоретично досягне р. Гайчур та сформує зовсім інші гідродинамічні умови (так звані умови режиму «підпертої фільтрації»). Розробка КК кар'єрним способом докорінно змінить гідрологічну ситуацію гідрорівноваги, що склалася на цей час. Розвантаження водних потоків змінить напрямок: від яр-балкової мережі до кар'єрних порожнеч. Великий вплив на довкілля нададуть як створення гідротехнічних споруд так й водогосподарських систем: водогонів, водозбірників, хвостосховищ, насосних станцій, ставків-накопичувачів, очисних споруд.

в) Вплив відходів гірничодобувного комплексу на навколишнє природне середовище. Велику небезпеку мають не тільки відвали покривних або корінних порід, але й мінерали - супутники ЗР (уранові аномалії). Ймовірно, що кварцитові жили з рідкісними та радіоактивними елементами в тілі Гуляйпільського родовища перспективні на рідкісні землі та уран. Низхідна та латеральна

міграція елементів з відвалів може формувати радіоактивні аномалії у підземній гідросфері на значні глибини. Елементи розпорошуватимуться в атмосферу, сорбуватимуться ґрунтами та водами. Вплив відходів гірничодобувного комплексу на НС буде відбуватися атмогенним та гідрогенним шляхами.

г) **Вплив гірничодобувного комплексу на повітряний басейн.** Вплив буде створений: викидами газів із збагачувальної фабрики та фабрики окомкування концентратів, вихлопними газами працюючої в кар'єрі техніки, пилом та газом від масових вибухів під час вибухових робіт, пилом сухих хвостів, що піднімається вітрами із заповнених хвостосховищ. Особливу роль у забрудненні гратимуть хвостосховища, заповнені сухими хвостами (з урахуванням степового клімату, присутності вітрів). Пил із руд і порід силікоzoneбезпечний (за вмістом вільного кремнезему «пустих» кварцитів). Найбільшу небезпеку становить загазованість сірчистим ангідридом, який з'єднуючись з атмосферною водою, перетворюється на сірчану кислоту і випадає у вигляді «кислого дощу». Площа загазованості цим газом буде вища за ГДК і дуже значна.

д) **Вплив гірничих розробок на рослинний і тваринний світ.** Осушення, пил та інші фактори впливу в результаті розробки родовищ КК призведуть до порушення екологічного балансу регіону. У зону розробки потрапляють ділянки Ландшафтного заказнику «Балка Різана», Ботанічного заказнику «Цілині пришляхові смуги» та території Смарагдової мережі, що зайняті чагарниковими і петрофітними степами. Можуть бути знищені рослини, що занесені до Червоної книги України: горицвіт волзький, карагана скіфська, гіацинтик Палласів, сон богемський, ковила українська, ковила Лессінга, тюльпан гранітний та інші. Тварини, що занесені до Червоної книги України: тушкан великий, хом'ячок сірий, журавель степовий, огар, дрохва, зміїд, орел-карлик, сапсан, сиворакша, сорокопуд сірий, шпак рожевий, вусач мускусний та інші – можуть змінити ореол проживання або бути знищені.

Висновки

Наукове пізнання, в результаті якого одержуються нові знання як для окремого об'єкта, так й для суспільства в цілому, мають велике практичне значення. Саме тому прогнозна оцінка потенційного впливу промислового видобутку ЗК Гуляйпільського родовища на довкілля, яка в сучасних вітчизняних дослідженнях виконана вперше, в сучасних обставинах є значимою не тільки для певного родовища, але й для життєдіяльності Гуляйпільського та Пологівського районів Запорізької області. Виконані дослідження являють собою комплексну систему відображення просторової та кількісної інформації прогнозного впливу ПГД Гуляйпільського родовища ЗК та дозволяють оцінити зміни, до яких призведе впровадження етапів виробничої діяльності об'єкта моделювання

(гірничо-видобувного комплексу). У дослідженні вперше встановлені показники потенційного впливу гірничодобувного комплексу Гуляйпільського кар'єру на земну поверхню і ландшафт, на водний басейн, на повітряний басейн, на рослинний і тваринний світ та вплив відходів видобутку на навколишнє природне середовище. Побудовані тривимірні моделі дозволять провести візуальний та розрахунковий контроль та оптимізувати проектні рішення з урахуванням рельєфу, тектонічних та гідрогеологічних особливостей місцевості дендроплану, наявної та проектованої інфраструктури.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Безручко К., Д'яченко Н., Уразка М. Вплив зсувної дислокаційної зони Західного Донбасу на формування газових скупчень у вугленосних відкладах. *Геодинаміка*. 2018. №1(24). С. 27-39. <https://doi.org/10.23939/jgd2018.01.027>
2. Гальперин А., Шеф Х., Ферстер В. Техногенные массивы и охрана природных ресурсов [учебное пособие для вузов в 2 т.]: Насыпные и намывные массивы. Том 1. М.: МГУ. 2006. 3914 с.
3. Д'яченко Н.О. Вплив зсувної тектоніки на деформації земної поверхні при підземній розробці вугільних родовищ: автореф. дис. канд. геол. наук: 04.00.16. Дніпропетровськ: Держ. ВНЗ «Нац. гірничий ун-т». 2011. 20 с.
4. Каталенец А.И., Пирогова В.В. О метасоматозе на Гуляйпольском месторождении. В кн. *Минералогия рудных месторождений Украины*. К.: Наук. думка, 1984. С. 149-159.
5. Каталенец А.И., Качанов Е.Н., Кривонос В.П., Могилевец И.И. Структуры железорудных полей и месторождений Приазовья. Изв. высш. учеб. заведений. *Геология и разведка*. 1986. №12. С. 28-39.
6. Каталенец А.И. К стратиграфии приазовской части Украинского щита. Гуляйпольская подзона. *Збірник наукових праць НГУ*. 2013. №42. С. 60-74.
7. Мусин О.Р. Цифровые модели для ГИС. *Информационный бюллетень*. ГИС-Ассоциация. 1998. №4 (16). С. 30.
9. Офіційний сайт Міністерства економічного розвитку і торгівлі України. Державна підтримка українського експорту / залізорудна промисловість України. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL <http://www.ukrexport.gov.ua/ukr/prom/ukr/24.html>.
10. Офіційний сайт «Мапа Смарагдової мережі» [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL <http://emerald.net.ua/>.
11. Офіційний сайт «Публічна кадастрова карта України». ДКОАТУУ [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL https://map.land.gov.ua/?cc=3461340.1719504707,6177585.367221659&z=6.5&l=kadastr&bl=ortho10k_all

REFERENCES

1. Bezruchko, K., Diachenko, N. Urazka, M. 2018. Influence of the western donbass share dislocation zone on the formation of gas accumulations in coal-bearing sediments. *Geodynamics*. 1 (24). P. 27-39.
2. Galperin A., Chef H., Forster V. 2006. *Man-made massifs and protection of natural resources* [textbook for universities in 2 volumes]: Bulk and alluvial massifs, Volume 1. Moscow: MSU. 3914 p. - in Russian.
3. D'yachenko N.A. 2011. *The influence of strike-slip tectonics on deformation of surface relief due to underground coal mining*. – Manuscript. Thesis for Candidate Science Degree (Geology) by speciality 04.00.16 – «Geology of hard fossil fuels». DNMU. 20 p.
4. Katalenets A.I., Pirogova V.V. 1984. *On metasomatism at the Gulyai-Pole deposit*. Mineralogy of ore deposits of Ukraine. Kyiv: Nauk. Dumka. P. 149-159. - in Russian.
5. Katalenets A.I., Kachanov E.N., Krivonos V.P., Mogilevets I.I. 1986. Structures of iron ore fields and deposits of the Sea of Azov. *Geology and exploration* (12). P. 28-39. - in Russian.
6. Katalenets A.I. 2013. On the stratigraphy of the Azov part of the Ukrainian Shield. Gulyai-Polye subzone. *Collection of scientific works of NSU* (42). P. 60-74. - in Russian.
7. Musin O.R. 1998. Digital models for GIS. *News bulletin. GIS Association*. 4 (16). P. 30. - in Russian.
8. Official Website of the Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine. State support of Ukrainian exports / iron ore industry of Ukraine. - [Electronic resource]. Access mode: URL <http://www.ukrexport.gov.ua/ukr/prom/ukr/24.html>.
9. Official Website «Public cadastral map of Ukraine». DKOATUU [Electronic resource]. Access mode: URL https://map.land.gov.ua/?cc=3461340.1719504707,6177585.367221659&z=6.5&l=kadastr&bl=ortho10k_all
10. Official Website «Interactive map of Emerald Network in Ukraine» [Electronic resource]. Access mode: URL <http://emerald.net.ua/>.

О.А. Улицкий, Н.А. Дьяченко, О.Н. Савлучинский, А.В. Гаевой

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ДОБЫЧИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ ГУЛЯЙПОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

В работе выполнена оценка потенциального влияния промышленной добычи железистых кварцитов Гуляйпольского месторождения открытым карьерным способом на окружающую среду. Предложенный в исследовании алгоритм основывается на знаниях базового состояния условий окружающей среды

(коллекции базовых данных) и изученных и рассчитанных показателей прогнозных изменений. Последние важны по двум причинам: во-первых, чтобы сформировать основу для оценки и, во-вторых, чтобы обеспечить запись изменений исходных условий, которые будут существенными как при разработке, так и при снятии проекта с эксплуатации. В работе тщательно изучены, проанализированы и рассчитаны необходимые показатели, созданы трехмерные модели современного состояния окружающей среды и прогнозные модели ландшафтных изменений, которые будут образованы при добыче полезных ископаемых Гуляйпольского месторождения. Впервые установлены показатели потенциального влияния горнодобывающего комплекса Гуляйпольского карьера на земную поверхность и ландшафт, водный бассейн, воздушный бассейн, растительный и животный мир и влияние отходов добычи на окружающую природную среду.

Ключевые слова: экологическая опасность, железистые кварциты, карьер, 3D моделирование, окружающая среда.

O.A. Ulytsky, N.O. Diachenko, O.M. Savluchynskyi, O.V. Gayovyy

ASSESSMENT OF THE POTENTIAL IMPACT OF INDUSTRIAL PRODUCTION OF FERROUS QUARTZITE OF THE GULIAIPILSKE DEPOSIT ON THE ENVIRONMENT

The paper assesses the potential impact of the industrial extraction of ferruginous quartzite from the Guliaipilske deposit by open pit mining on the environment. The algorithm proposed in the study is based on the knowledge of the basic state of environmental conditions (a collection of basic data) and the studied and calculated indicators of predictive changes. Forecast changes are important for two reasons: first, to form the basis for the assessment, and second, to provide a record of changes in the baseline. These changes will be significant during both development and decommissioning of the project. The work carefully studied, analyzed and calculated the necessary indicators, created three-dimensional models of the current state of the environment and predictive models of landscape changes that will be formed during the extraction of minerals from the Guliaipilske deposit. For the first time, indicators of the potential impact of the mining complex of the Guliaipilske quarry on the earth's surface and landscape, water basin, air basin, flora and fauna, and the impact of mining waste on the environment have been established.

Keywords: environmental hazard, ferruginous quartzite, quarry, 3D modeling, environment.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління м. Київ,
Україна
Олег Улицький
доктор геологічних наук

e-mail: olegulytsky@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0003-2674-2208>

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління м. Київ,
Україна

Державна установа «Науковий центр гірничої геології, геоекології та розвитку
інфраструктури НАН України» м. Київ, Україна

Наталя Д'яченко

кандидат геологічних наук

e-mail: natalidyachenko1969@gmail.com,
<https://orcid/0000-0002-4852-0203>,

ДНВП «Геоінформ України» м. Київ, Україна

Олег Савлучинський

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління м. Київ,
Україна

Олексій Гайовий

магістр групи 06 спеціальності 101 – екологія

Стаття надійшла: 01.12.2021