

УДК [550.8.05:553.494](477)

**С.П. Василенко, Т.В. Охоліна, О.О. Ремезова,  
О.В. Яременко**

*Інститут геологічних наук НАН України, вул. О. Гончара, 55-Б,  
м. Київ, 01030, Україна, e-mail: svetlyk@gmail.com, svilya@ukr.net,  
titania2305@i.ua, olya\_89@ukr.net*

## **АНАЛІЗ РОЗПОДІЛУ ІЛЬМЕНІТУ У ТИТАНОВИХ РОДОВИЩАХ ШЛЯХОМ GIS-МОДЕЛЮВАННЯ (НА ПРИКЛАДІ ТОРЧИНСЬКОГО АПАТИТ-ІЛЬМЕНІТОВОГО РОДОВИЩА)**

В результаті досліджень створено базу даних щодо родовища з дійсною прив'язкою до світової системи координат. Побудовано геолого-технологічну модель родовища засобами GIS. Проаналізовано розподіл ільменіту в межах родовища, виділено блоки першочергового освоєння. Запропоновано порядок розробки окремих блоків з подальшою рекультивацією, що зумовлює економічну стійкість добувного підприємства від початку розробки до повного освоєння запасів родовища.

**Ключові слова:** залишкове родовище, ільменіт, вертикальний запас, геолого-технологічна модель, інтегральний показник, елювій, каолін, жорстка, кора вивітрювання габро.

**Вступ.** Руди титану, як зазначено у “Загальнодержавній програмі розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року”, віднесено до стратегічних видів мінеральної сировини. Україна забезпечена розвіданими запасами титанових руд на багато років. Проблема полягає в дефіциті руд із “свіжим”, не лейкоксенованим ільменітом, який би задовольняв вимоги вітчизняного виробництва пігментного діоксиду титану сульфатним способом. На цей час розсіпні родовища, які традиційно розробляли в Україні з метою отримання титанової сировини для отримання пігменту, поступово вичерпуються: Міжрічне родовище наполовину відпрацьовано, завершився видобуток на Лемненському родовищі. Титанові руди найкращої якості зосереджені в родовищах залишкового та корінного генетичних типів. Для перших капітальні витрати на видобуток, будівництво збагачувальних фабрик потребують значно менших інвестицій та часу, ніж для других. Крім того, в Торчинському

родовищі супутнім компонентом є апатит – цінна сировина для отримання фосфатних добрив, яку підприємства України змушені закуповувати за кордоном. При цьому слід зазначити, що практичного досвіду освоєння титанових родовищ залишкового типу в Україні нема. Подібні об'єкти успішно розробляли в останні роки в Казахстані.

**Постановка проблеми та аналіз попередніх досліджень.** Торчинське родовище – це родовище залишкового типу, яке за геолого-технологічними параметрами є оптимальним для ефективної розробки. Досліджуване родовище розташоване в лівобережній частині середньої течії басейну р. Тетерів, на межі Радомишльського, Коростишівського і Черняхівського районів Житомирської обл. У геологічному відношенні воно розташоване в південно-східній частині Володарськ-Волинського масиву основних порід. Рудне тіло простежено за простяганням із півночі на південь на 11,6 км, за ширини 9 км.

Торчинське родовище, яке займає друге місце в Україні за запасами, досліджували у 1970–1980-ті роки Г.П. Проскурін і С.К. Швайберов [12]. Кора вивітрювання тут розвинута по габроїдах “крайового комплексу” [8] з бідним титановим зруденінням із вмістом  $TiO_2$  2–3 %. При цьому досліджуване родовище характеризується високим вмістом ільменіту (в середньому  $110 \text{ кг/м}^3$ ); найбагатші на титанове зруденіння блоки розташовані на заході. Збагачення продуктивної товщі на ільменіт, імовірно, пов'язане з особливостями палеорельєфу на час короутворення, геохімічними і гідрогеологічними умовами та тектонікою. В процесі проведення геологорозвідувальних робіт такі закономірності формування родовища не були досліджені. Водночас знання особливостей розподілу корисних компонентів у рудній товщі залежно від цих факторів дає змогу розробити найраціональнішу технологію освоєння подібних об'єктів.

Зв'язок титанового зруденіння в корах вивітрювання і в підстильних габроїдах, розподіл титанової мінералізації в продуктивній товщі та за площею родовищ раніше вивчали геологи в різних країнах у тому числі засобами GIS-моделювання з метою підготовки родовищ для подальшого освоєння [1, 15–17]. Однак у вітчизняній практиці ці питання не досліджували, оскільки залишкові родовища не розробляли. На сьогодні в Україні та за кордоном існує досвід створення геолого-технологічних моделей родовищ, зокрема корінних і розсипних родовищ титану. Для забезпечення потреб гірничої галузі успішно використовують геоінформаційну систему

K-MINE [2]. Прикладом геолого-технологічного цифрового моделювання є побудова моделі рудоносності титано-цирконієвого родовища Центральне в Росії [5]. Модель відображає структуру і мінеральний склад рудних тіл [5]. В ІГН НАН України розроблено структурно-літологічні моделі перспективних титан-цирконієвих розсипних родовищ, включаючи їх елювіальну частину (Злобицьке, Мотронівсько-Аннівське, Краснокутське). Моделювання титан-цирконієвих розсипів проводять багато років в ІГЕМ РАН (О.В. Лаломов, І.О. Чижова та ін.). Результати моделювання в рамках спільного проекту ІГН НАН України та ІГЕМ РАН висвітлено в монографії [11]. У Туреччині розроблено геолого-технологічну модель титан-цирконій-рідкісноземельного розсипного родовища Аксу-Діамас, в якій показано можливості комплексного вилучення цінних компонентів [18]. Однак у цих публікаціях недостатньо уваги приділено родовищам титану в елювії і тим більше таким крупним, як Торчинське.

Торчинське родовище при затвердженні запасів планували розробляти величезним кар'єром площею близько 10 км<sup>2</sup>. Рентабельність підприємства становила всього 8,3 % за цінами 1983 р. Термін окупності капітальних вкладів дорівнював 12,5 років, а термін розробки родовища – 21 рік [12]. За таких характеристик доцільність розробки цього об'єкта була сумнівною.

Метою дослідження є аналіз розподілу ільменіту в Торчинському родовищі та розробка на цій основі нового підходу до освоєння, який дає змогу підвищити його економічну ефективність та знизити техногенне навантаження на навколишнє середовище в процесі видобутку. Для досягнення мети було поставлено такі завдання:

- збір і аналіз первинних даних та узагальнення стану геологічних досліджень з визначенням подальших напрямів досліджень;
- створення бази даних щодо родовища з дійсною прив'язкою до світової системи координат для побудови геолого-технологічної моделі засобами GIS, елементами якої є карти розподілу вертикального запасу, потужності рудного пласта і розкриву та інтегрального показника;
- побудова і аналіз елементів створеної моделі родовища для виділення блоків з максимальною рентабельністю видобутку ільменітових руд.

**Геологічна будова і вивченість району.** Геологічну будову Торчинського родовища, а також району його розташування визначено за даними багаторічних досліджень: геологічних зніманих масштабу 1 : 50 000,

геофізичних та гідрогеологічних досліджень, попередньої та детальної розвідки – 1984 р. [12, 13]. Мережа опробування для запасів категорії В становила  $50 \times 50$ , категорії  $C_1$  –  $100 \times 100$ ,  $C_2$  –  $200 \times 200$  м.

Територіально площа родовища належить до Волинського титаносного району. Поблизу Торчинського родовища розміщуються розсипи Іршанської групи (Міжрічне, Тростяницьке, Поромівське, Федорівське та інші) і корінні фосфор-титанові родовища – Федорівське та Видибірське.

В геоструктурному відношенні, згідно з існуючим тектонічним районуванням, родовище розташоване в межах північно-західної частини Українського щита (Волинський мегаблок), у південно-східній частині Володарськ-Волинського масиву основних порід. Відповідно до систем розломів, виділених К.Ф. Тяпкіним і В.М. Гонтаренком, це родовище знаходиться в зоні Центрального розлому при перетині його з Рівненсько-Черняхівською зоною [10], що і зумовило розвиток потужних кір вивітрювання.

В геологічній будові Торчинського родовища беруть участь нижньо-протерозойські кристалічні породи фундаменту, представлені габроноритами середньозернистими, мезо-кайнозойська кора вивітрювання по них, де зосереджений рудний поклад, та осадові відклади кайнозою.

Рудне тіло представлено трьома літологічними різновидами каолінової кори вивітрювання: верхній шар – первинний каолін, середня потужність 7,0 м; середній шар – жорства, середня потужність 2,6 м; нижній шар – вивітрене габро, середня потужність 1,5 м. Рудне тіло простежено за простяганням з півночі на південь на 11,6 км за ширини 9 км. Середня продуктивна потужність кори вивітрювання (рудний поклад) – 11,1 м, середня потужність розкривних порід – 16,7 м [6].

Промислове рудне тіло розташоване в центрально-західній частині родовища. Середній вміст ільменіту становить 110, апатиту — 13 кг/м<sup>3</sup>. Ільменіт свіжий, не лейкоксенований, містить 51,2 %  $TiO_2$  і придатний для отримання вищих сортів пігментного  $TiO_2$ . Супутніми компонентами є ванадій (0,224 %) і скандій (60 г/т) в ільменіті. Частину глинистих відходів збагачення можна використовувати у виробництві грубої будівельної кераміки, цементу та іншої продукції. Тому передбачається комплексне вилучення корисних компонентів руди, що підвищує економічну цінність родовища [14].

У районі родовища і поблизу (у тому числі в його західній, найпродуктивнішій, частині), рудні габроїди не виявлені, незважаючи на доволі значні обсяги виконаних пошукових і розвідувальних робіт. Торчинське родовище унікальне в тому сенсі, що воно є виключно залишковим. Руди кори вивітрювання не успадковують рудні накопичення (які тут відсутні) в корінних кристалічних породах. Попередніми дослідженнями встановлено факти: а) існування виразної просторової рудної зональності в корі за відсутності такої в кристалічних породах; б) відсутність на території родовища багатих на ільменіт корінних порід, а всупереч цьому незвично високий вміст ільменіту в самій корі.

Таким чином, характерною рисою родовища є чітко виражена зональність у продуктивності кори вивітрювання, особливо виразно в її найбагатшій, каолінітовій, частині. Саме вміст ільменіту в західній частині родовища значно вищий, ніж у східній частині. В західній частині розвіданої площі зосереджені всі блоки запасів високих категорій, тоді як блоки із забалансовими запасами розміщуються у її східній частині.

**Методика та послідовність робіт.** Загальновідомо, що головні проблеми пов'язані з обробкою геологічної інформації, оскільки вона має просторовий розподіл і складну природу. Засоби GIS дають змогу обробляти просторово впорядковані дані з урахуванням і обчисленням відповідних параметрів (відстань, площа, взаємне розташування тощо). Разом з тим за допомогою GIS виконують процедури та обчислення, доступні у звичайних базах даних (статистичні обчислення, математичні операції над даними тощо). Для побудови моделі родовища було використано обидва прикладні аспекти геоінформаційних систем.

Методологія геолого-технологічного моделювання ґрунтується на принципах типізації літологічних (породношарових) асоціацій [7], системного підходу, а також математичного і комп'ютерного моделювання [3, 4]. Характеристика літологічних асоціацій та їх підрозділів складається з кількісного визначення породних компонентів у розрізах, за яким виділяють спільність, характер тіл різного ієрархічного статусу (шар, літосома, градація, асоціація), аналізу закономірностей зміни порід у певному розрізі та у суміжних розрізах, опису структур і текстур підрозділів асоціації. Форму тіла, виділеного як літологічну асоціацію, окреслюють, проаналізувавши будову конкретних розрізів, кількісно врахувавши розподіл в них різновидів порід та їх поєднань.

Асоціація кір вивітрювання представлена розрізами елювію. Кору вивітрювання слід розглядати як особливу геологічну формацію, яка має такі особливості: 1) регіональне поширення на великих площах та майже горизонтальне залягання; 2) вертикальна (або інколи горизонтальна) петрографо-мінералогічна зональність профілю вивітрювання; 3) специфічні фізичні властивості продуктів вивітрювання із зменшенням угору за розрізом щільності порід і відповідним збільшенням їх дисперсності, пористості і гіпергенних змін за майже повсюдного збереження текстурних і структурних особливостей материнських порід; 4) глинистий склад основної маси продуктів вивітрювання; 5) концентрація великих покладів корисних копалин. Залежно від комплексу умов (структурно-тектонічних, петрографічних, гідрогеологічних, палеогеографічних) утворюються різні типи профілю кір, в яких не завжди є всі зони [7].

Особливості створення бази даних для залишкового родовища базуються на виділенні в обсязі кір вивітрювання породних компонентів та аналізу характеру залягання геологічних тіл. Фіксують якісні та кількісні показники цих тіл. Для визначення просторового розподілу запасів застосували показник вертикального запасу та ввели інтегральний показник для оцінювання блоків запасів щодо черговості їх відпрацювання.

Послідовність робіт полягає у таких кроках:

1. Розробка ієрархічної структури об'єкта.
2. Літологічне наповнення виділених породних компонентів.
3. Створення бази даних для побудови комп'ютерної моделі; первинна обробка наявної інформації про Торчинське родовище. Для побудови моделі оброблено масив даних по 1922 свердловинах (рис. 1). По кожній свердловині внесено дані щодо абсолютної відмітки устя, потужності розкриття, а також потужності пласта та вмісту ільменіту і апатиту в продуктивному горизонті з розбивкою на шари каоліну, жорстви і вивітрілого габро. Свердловини прив'язані до дійсних координат. На рис. 2 показано карту з свердловинами минулих років та свердловинами, пройденими для завірки інформації та відбору технологічних проб.
4. На основі бази даних побудовано моделі, що дало змогу виявити основні закономірності розподілу компонентів продуктивного шару.
5. Верифікація моделі.

Геоінформаційний аналіз виконаний засобами ArcGIS та MS Excel.

The image shows a screenshot of the ArcMap interface with a data table displayed. The table is titled 'Table of Contents' and shows a list of layers with their respective attributes. The main table below has columns for 'ID', 'Area', 'Depth', 'Volume', 'Mass', 'Density', 'Porosity', 'Permeability', 'Porosity Index', 'Permeability Index', 'Porosity Index', 'Permeability Index', 'Porosity Index', 'Permeability Index', 'Porosity Index', 'Permeability Index', 'Porosity Index', 'Permeability Index'. The data is organized into groups for different geological layers, such as 'Торчинське родовище' and 'Торчинське родовище (1)'. The table contains numerical data for each attribute across multiple rows.

Рис. 1. Фрагмент бази даних в програмі ArcMap по Торчинському родовищу

**Основні результати досліджень.** Одним з елементів створеної моделі, як зазначено вище, є розподіл значень вертикального запасу ільменіту на родовищі (рис. 2). *Вертикальний запас* ільменіту показує його кількість, що припадає на 1 м<sup>2</sup> площі родовища. Цей параметр визначає просторовий розподіл запасів родовища [9]. Значення цього показника розподілені нерівномірно: максимальні значення (1621–3843 кг/м<sup>2</sup>) зафіксовано в межах північно-західної частини родовища, найменші (115–1182 кг/м<sup>2</sup>) – у південно-східній частині родовища. Такий розподіл пояснюється створенням уступів рельєфу за рахунок “клавішної” тектоніки ільменіт накопичувався залишковим шляхом з видаленням інших мінералів під час механічного винесення з товщі породи тонких глинистих часточок підземними водами (тобто внаслідок прояву суфозійних процесів). Ці процеси відбувалися на схилах підняття в жорсткій частині кори в епоху її формування і зумовили утворення багатшого покладу у західній частині родовища, де знаходяться блоки запасів категорії В. Саме цю частину родовища ми розглядали як першочергову для освоєння.

Іншим параметром, який суттєво впливає на економіку розробки, є потужність продуктивного пласта. Максимальні значення (18–37 м) потужності пласта зафіксовано на північному заході родовища, а також в його центральній частині.

Потужність розкриву є третім параметром, який визначає економіку робіт. У межах блоків категорії А+В вона змінюється в широких межах: від перших десятків сантиметрів до 38,7 м. На північному заході родовища потужність розкриву не перевищує 14 м за найбільших показників вертикального запасу та збільшеної потужності пласта, що є сприятливим фактором для відпрацювання цієї частини об'єкта.

Для виділення блоків з оптимальними економічними і геологічними параметрами обчислено інтегральний показник, який розрахований як різниця між умовною вартістю ільменитового концентрату і витратами на виконання розкривних робіт і переробки продуктивного пласта. Застосування цього показника дає змогу визначити розподіл блоків за черговістю відпрацювання. Найрентабельніші зони зафіксовано у північно-західній, західній та південно-західній частинах родовища. Першочерговими до розробки за геолого-економічними показниками рекомендуються блоки 325, 371, 367. Іншими словами, ділянки першочергового відпрацювання розташовані в західній частині родовища і утворюють своєрідний ланцюжок відповідно до структурно-геологічних умов (рис. 3).

Запропоновану схему виділення ділянок і технологія видобутку побудовано згідно із сучасними економічними реаліями та екологічними вимогами. Визначення середнього вмісту ільменіту в блоках свідчить про рентабельну розробку родовища в нинішніх економічних умовах. Контури блоків, запропоновані до кар'єрної розробки, мають відносно невелику

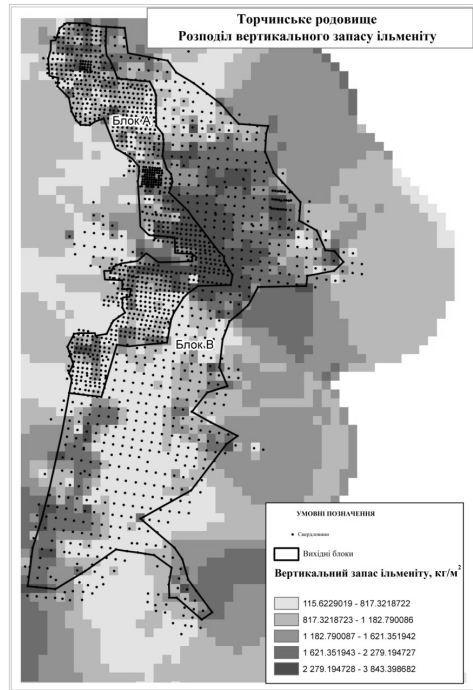


Рис. 2. Карта розподілу вертикального запасу ільменіту. Торчинське родовище



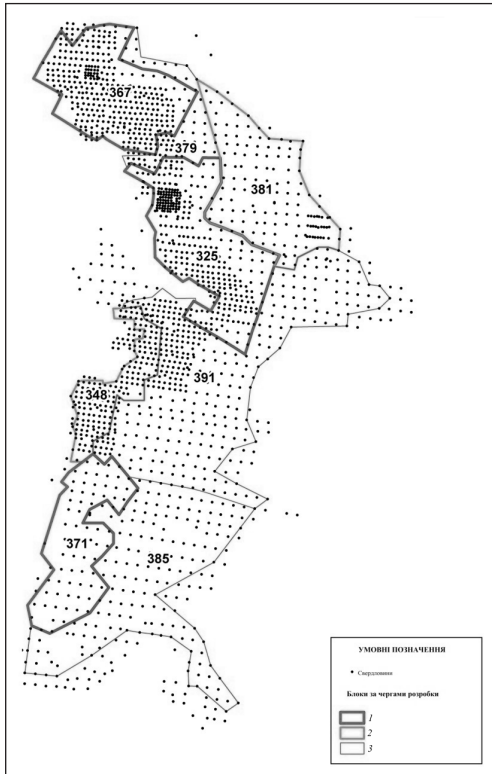


Рис. 3. Розподіл Торчинського родовища на блоки з першочергового освоєння: 1 – ділянки, які пропонуються розробляти в першу чергу, 2 – ділянки, які пропонуються розробляти в другу чергу, 3 – ділянки, які пропонуються розробляти в третю чергу

но його комп'ютерну геолого-технологічну модель. Елементами моделі є карти розподілу вертикального запасу, потужностей рудного пласта і розкритву, а також інтегрального показника. В результаті аналізу створеної моделі родовище розділено на блоки залежно від рентабельності видобутку. За геолого-економічними показниками виділено першочергові серед них. Ділянки першочергового відпрацювання розташовані в західній частині родовища. Вони мають вигляд своєрідного ланцюжка у відповідності до структурно-геологічних умов, тобто уступів рельєфу, де

площу (від 83 до 116 га), їх відпрацьовуватимуть один за одним по черзі. Рекультивацію кар'єрів, робочий об'єм яких мінімальний, виконуватимуть услід за видобутком. Депресійна лійка за такої технології має суттєво менші розміри (зменшується до 500 м) та існує на певній території 1–3 роки. Застосування так званої сухої технології збагачення унеможливує забруднення ґрунтових вод, які є джерелом водопостачання в регіоні.

**Висновки.** Відповідно до викладених результатів досліджень, уперше в Україні можна розпочати освоєння родовища титану залишкового типу. Роботи з виділення ділянок виконано камеральним шляхом без проведення вартісних польових робіт. Створено бази даних стосовно Торчинського родовища з дійсною прив'язкою до світової системи координат, побудова-

накопичувався ільменіт. Застосування такого підходу дає змогу зменшити негативний вплив гірничодобувного підприємства на навколишнє середовище, оскільки вслід за відпрацюванням певного блока розпочинається рекультивация. При цьому зменшується період окупності родовища з 12,1 до 3 років, а рентабельність підвищується з 8 до 15 %.

1. *Бурмин Ю.А.* Геохимия рудоносных кор выветривания / Ю.А. Бурмин. – М.: Недра, 1987. – 228 с.
2. *Геоінформаційні технології в надрокористуванні (на прикладі ГІС К-MINE) / за ред. Г.І. Рудька, М.В. Назаренка.* – К.: Академпредс, 2011. – 336 с.
3. *Гребенніков С.С.* Геолого-математичне моделювання і географічні інформаційні системи в задачі моніторингу седиментаційних басейнів / С.С. Гребенніков, О.П. Лобасов // Вісн. Київ. нац. ун-ту імені Тараса Шевченка. Геологія. – 2001. – Вип. 19. – С. 28–31.
4. *Гребенніков С.С.* Моделювання будови басейнів в середовищі ArcView / С.С. Гребенніков, О.П. Лобасов // Мінеральні ресурси України. – 2003. – № 4. – С. 25–31.
5. *Левченко Е.Н.* Геолого-технологическое картирование титано-циркониевых россыпей (на примере Восточного участка Центрального месторождения) / Е.Н. Левченко. – М.: ИМГРЭ, 2011. – 146 с.
6. *Мельник І.В.* Новий підхід до збільшення економічної привабливості рудних об'єктів (на прикладі Торчинського родовища апатит-ільменітових руд) / І.В. Мельник, Д.О. Нікулін, Т.В. Охоліна, О.О. Ремезова, О.В. Яременко // Третя наук.-практ. конф. “Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування”, Україна, м. Трускавець, 4–7 жовтня 2016 р. – К., 2016. – С. 129–133.
7. *Осадочные породы (состав, текстуры, типы разрезв) / Ю.П. Казанский, О.А. Бетехина, А.В. Ван и др.* – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1990. – 269 с.
8. *Полканов А.А.* Плутон габбро-лабрадоритов Вольны УССР / А.А. Полканов. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1948. – 80 с.
9. *Словарь по геологии россыпей / Н.А. Шило, Н.Н. Арманд, В.Д. Белоусов и др.* – М.: Недра, 1985. – 197 с.
10. *Тяпкин К.Ф.* Системы разломов Украинского щита / К.Ф. Тяпкин, В.Н. Гонтаренко. – К.: Наукова думка, 1990. – 184 с.
11. *Цифровое структурно-литологическое геолого-динамическое моделирование месторождений тяжелых минералов [монография] / Н.П. Лаверов, П.Ф. Гожик, Д.П. Хрущев и др.* – К.; М.: Интерсервис, 2014. – 40 с.
12. *Швайберов С.К.* Торчинское апатит-ильменитовое месторождение: Отчет о результатах детальной разведки, проведенной в 1970–1984 гг. в Житомирской обл. УССР (Подсчет запасов по состоянию на 1.08.1984 г.) Кн. 1 / С.К. Швайберов, Л.П. Фещенко, Г.Н. Глухова и др. – К.: Северо-Украинское производственное геологическое объединение “Севукргеология”, 1984. – 280 с.

13. Щербина М.П. Державна геологічна карта України. Масштаб 1 : 200 000. Центральноукраїнська серія, аркуш М-35-ХVII (Житомир). Пояснювальна записка / М.П. Щербина, М.М. Костенко, Б.В. Георгін. – К.: Мін-во екології та природних ресурсів України, Північне держ. регіональне геол. підприємство “Північгеологія”, 2004. – 125 с.
14. Яременко О.В. Комплексне освоєння Торчинського апатит-ильменітового родовища / О.В. Яременко // Третій міжнародний геологічний форум “Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука й виробництво” (ГЕОФОРУМ-2016) с. Коблеве, Миколаївська обл., Україна, 15–20 серп. 2016 р. – К.: УкрДГРІ. – С. 329–331.
15. Force E.R. Geology of titanium-mineral deposits // Special Paper. – 1991. – V. 259. – P. 1–112.
16. Herz N. Rutile and Ilmenite Placer Deposits Roseland District, Nelson and Amherst Counties, Virginia / N. Herz, L.E. Valentine, E.R. Iberall // Contributions to economic geology. Geological survey bulletin. – 1970. – P. 4–23.
17. Resource Estimation of the Goondicum Ilmenite Deposit, SE Queensland, Australia / S. Tear, G.Lee, Ch. Desoe. – H&S Consultants Pty. Ltd, 2014. – 121 p.
18. Sides E. Technical Report on the Aksu Diamas Rare Earth Element Project, Isparta district, Turkey. NI 43-101 Technical Report / E. Sides. – Vancouver, AMR Mineral Metal Inc., 2011. – 232 p.

*Надійшла до редакції 02.11.2016 р.*

**С.П. Василенко, Т.В. Охолина, Е.А. Ремезова, О.В. Яременко**

*Институт геологических наук НАН Украины, ул. О. Гончара, 55-Б, г. Киев, 01030, Украина, e-mail: svetlyk@gmail.com, svilya@ukr.net, titania2305@i.ua, olya\_89@ukr.net*

### **АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИЛЬМЕНИТА В ТИТАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПУТЕМ GIS-МОДЕЛИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ТОРЧИНСКОГО АПАТИТ-ИЛЬМЕНИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)**

В результате исследований создана база данных Торчинского апатит-ильменитового месторождения с действительной привязкой к мировой системе координат. Построена геолого-технологическая модель месторождения средствами GIS. На основе модели дан анализ распределения ильменита в пределах месторождения и выделены блоки первоочередного освоения. Предложен порядок разработки отдельных блоков с последующей рекультивацией, обуславливающий экономическую устойчивость добывающего предприятия от начала разработки до полного освоения запасов месторождения.

**Ключевые слова:** остаточное месторождение, ильменит, вертикальный запас, геолого-технологическая модель, интегральный показатель, элювий, каолин, дресва, кора выветривания габбро.

S.P. Vasylenko, T.V. Okholina, O.O. Remezova, O.V. Yaremenko

*Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, 55-B, O. Gonchar Str., Kyiv, 01030, Ukraine, e-mail: svetlyk@gmail.com, svilya@ukr.net, titania2305@i.ua, olya\_89@ukr.net*

### **THE ANALYSIS OF ILMENITE DISTRIBUTING IN TITANIUM DEPOSITS BY GIS-MODELING (ON THE EXAMPLE OF TORCHYN APATITE-ILMENITE DEPOSIT)**

A research purpose is an analysis of ilmenite distributing in Torchyn deposit and development on this basis of the new approach for mastering, which allows to promote its economic efficiency and reduce the technogenic loading on an environment in the process of mining. As a result of the conducted researches a database is created on a deposit with actual attachment to the world system of co-ordinates and the geologic-technological model of deposit by GIS- facilities is built, the elements of which are the maps of vertical reserve distributing, thickness of ore layer and overburden, integral index which is expected as a difference between the conditional cost of ilmenite concentrate and charges on implementation of stripping works and processing of productive layer. On the basis of the created computer model, distributing of ilmenite is analyzed in Torchyn deposit and the blocks of the primary mastering are selected. The offered order of separate blocks development with subsequent recultivation gives an extractive enterprise economic stability from the beginning of development to the complete mastering of deposit's reserves.

**Keywords:** residual deposit, ilmenite, vertical reserve, geologic-technological model, integral index, eluvium, kaolin, grus, mantle of weathering of gabro.