

УДК 553.495(477.5)

В. Харитонов, канд. геол. наук,  
Т. Олійник, д-р техн. наук

## КАТЕГОРИЗАЦІЯ РОДОВИЩ ТИТАНУ ЗА ЗАГАЛЬНИМИ ЗАПАСАМИ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. В.А. Михайловим)

Проаналізовані дані декількох інформаційних джерел про запаси металевих корисних копалин унікальних, крупних, середніх і дрібних родовищ. Для більшості металів різниця в запасах між категоріями родовищ становить десять разів. Висунуто пропозицію про прийняття єдиної градації родовищ титану за загальними запасами: унікальні родовища – понад 50,0 млн т, крупні – 50,0–5,0, середні – 5,0–0,5, дрібні – 0,5–0,05.

The data on reserves of metallic minerals from unique, large, medium and small deposits have been analyzed. There is ten times difference between reserves categories for most of metals. Proposals to adopt a universal gradation for titanium deposits of total reserves: unique deposits having more than 50.0 million tons, large ones 50.0–5.0, medium ones 5.0–0.5, small ones 0.5–0.05 have been suggested.

Категоризація родовищ будь-якої корисної копалини за загальними запасами є важливим геолого-економічним показником. Зазвичай прийнято поділяти родовища на: унікальні, крупні, середні та дрібні. В залежності від категорії родовища нараховується податки на екологію, за користування надр, ставка за державну геолого-економічну експертизу, розмір грошової винагороди за відкриття нових родовищ і ін. [1–4]. Крім того, презентація родовищ в зазначених категоріях особливо "унікальних" та "крупних" є однією з умов сприятливого інвестиційного клімату кожної країни – продуцента мінеральної сировини.

Для титанових руд загальна кількість запасів для однакових категорій відрізняється в залежності від геолого-промислового типу родовищ – магматичний (корінний) чи розсипний. Для останнього також враховується мінеральна форма титану (рутіл чи ільменіт). В інформаційних джерелах міститься неоднозначна інформація про поділ на категорії родовищ титану за запасами (табл. 1). З метою розробки єдиної принципу виділення меж категорій для родовищ титану автори проаналізували категоризації родовищ за запасами більшості металевих корисних копалин. Була оцінена

різниця в запасах між категоріями родовищ металевої сировини, для чого використовувались дані, які містяться в інформаційних джерелах [1–3]. Для категоризації, в яких відсутні унікальні родовища, нижня межа кількості корисної копалини, що відповідає цій категорії, визначалась з врахуванням різниці в запасах між категоріями крупні, середні і дрібні. Також було проведено співставлення співвідношення світові запаси/запаси унікальних родовищ ( $C_{\text{св}}/C_{\text{ун}}$ ) зі значеннями коефіцієнтів концентрації (К.к.) і кларків металів. Так як значення цих

показників коливаються у великих межах, то для порівняння були взяті порядки чисел (рис. 1–5).

За даними В.І. Смірнова та ін. [1], для чорних металів і алюмінію різниця між запасами унікальних, крупних і дрібних родовищ становить один порядок. Виключення існує для ванадію – різниця між крупними і дрібними родовищами складає два порядки. Відмінність між загальними світовими запасами заліза та алюмінію і запасами їх унікальних родовищ становить два порядки, для інших – один порядок.

Таблиця 1

Категоризація родовищ титанових руд за загальними запасами  $\text{TiO}_2$ 

| Інформаційний ресурс   | Категорії родовищ                |                |              |                 |
|--|----------------------------------|----------------|--------------|-----------------|
|  | унікальні                        | крупні         | середні      | дрібні          |
| В.І. Смірнов,<br>А.І. Гінзбург,<br>В.М. Григор'єв,<br>Г.Ф. Яковлев [1] | для корінних родовищ             |                |              |                 |
|  | понад 10 млн т                   | одиниці млн т  | –            | сотні тис. т    |
|  | понад 100 тис.т                  | сотні тис. т   | –            | одиниці тис. т  |
| М. Фрадков [2]   | для корінних родовищ             |                |              |                 |
|  | –                                | понад 10 млн т | 10–3 млн т   | менше 3 млн т   |
|  | для розсипних родовищ (рутіл)    |                |              |                 |
|  | –                                | понад 1 млн т  | 1–0,1 млн т  | менше 0,1 млн т |
| С.В. Гошовський [3]  | для розсипних родовищ (ільменіт) |                |              |                 |
|  | –                                | понад 5 млн т  | 5–0,5 млн т  | менше 0,5 млн т |
|  | для корінних родовищ             |                |              |                 |
|  | –                                | 30 млн т       | 20 млн т     | 10 млн т        |
| Е.А. Висоцький [4]   | для розсипних родовищ (рутіл)    |                |              |                 |
|  | –                                | 1 млн т        | 0,5 млн т    | 0,1 млн т       |
|  | для розсипних родовищ (ільменіт) |                |              |                 |
|  | –                                | 5 млн т        | 2 млн т      | 0,5 млн т       |
| Е.А. Висоцький [4]   | понад 10,0 млн т                 | 1–10 млн т.    | 0,1–1 млн т. | 50–100 тис. т.  |

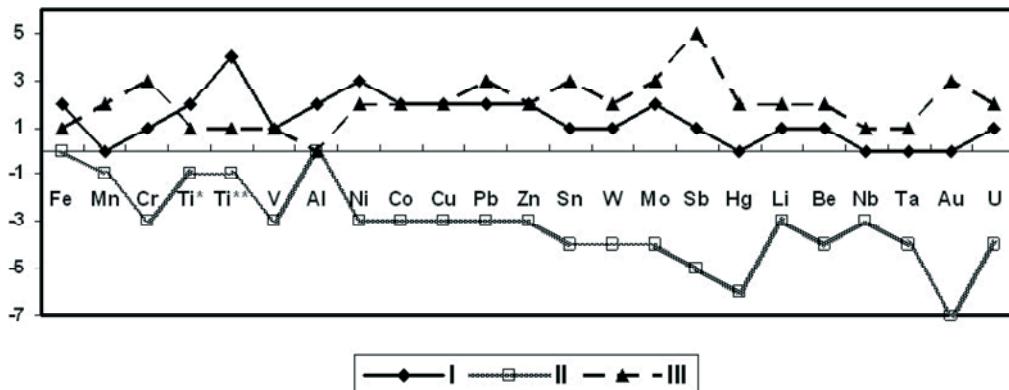


Рис. 1. Діаграма співставлення порядків співвідношень  $C_{\text{св}}/C_{\text{ун}}$  (I), значень кларків металів (II) і коефіцієнтів концентрації (III), за даними В.І. Смірнова та ін. [1].  $\text{Ti}^*$  – корінні родовища титану; \*\* – розсипні родовища титану

Для кольорових металів (крім алюмінію) різниця в запасах між категоріями родовищ складає менше ніж один порядок і коливається від 2 до 7 разів. Різниця між світовими запасами та кількістю компоненту в унікальних родовищах для більшості кольорових металів становить два порядки. Виключення складають нікель (три порядки), олово, вольфрам і сурма (один порядок).

Для більшості рідкісних, дорогоцінних і радіоактивних металів інформація про поділ родовищ за категоріями відсутня. Для берилію, танталу, ніобію різниця в запасах родовищ, аналогічно до кольорових металів, не перевищує одного порядку і коливається в межах 2,5–7,5 разів. Унікальні родовища порівняно зі світовими запасами металів поступаються на один порядок (літій, берилій, уран) і менше ніж в десять разів (ніобій, тантал, золото).

Відповідно до постанови "Про внесення змін у положення про державну експертизу запасів родовищ корисних копалин, геологічної, економічної і екологічної інформації..." [2], серед категорій родовищ за запасами відсутня категорія "унікальні". А межа між категоріями крупні, середні та дрібні корінних родовищ становить:

- для чорних металів – один порядок; для заліза – шість разів;

для більшості кольорових металів – також один порядок, виключення складають нікель (6,7 рази), кобальт (7,5 рази), вісмут (15 разів) і ртуть (21,4 рази);

- для рідкісних, дорогоцінних і радіоактивних металів – один порядок (Ta, Cs, Pt, Au), 3–6 разів (Li, Nb, Zr, Ag, Ge, Sr, U), 20 разів (Be).

Для розсипних родовищ металів у більшості випадків різниця в запасах між категоріями становить один порядок (олово, тантал, титан); 6 разів встановлено для золота і платини і 15 разів для вольфраму.

Враховуючи інтервали між зазначеними категоріями родовищ різноманітних металевих корисних копалин автори визначили нижню межу для категорії "унікальні" родовища. Для корінних титанових родовищ цей показник становив понад 30,0 млн т, для розсипних рутілових – понад 10,0 млн т, розсипних ільменітових – понад 50,0 млн т.

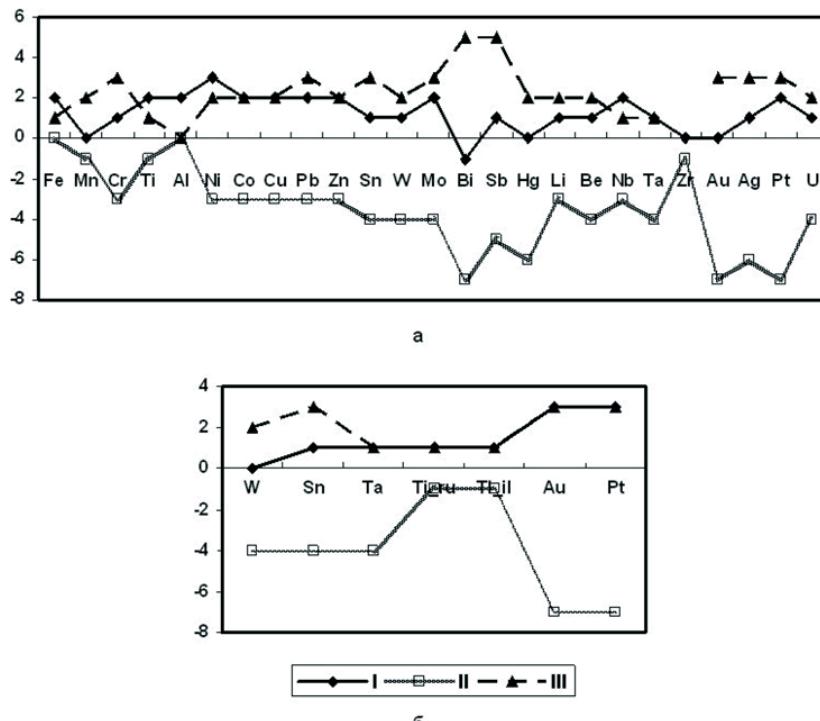


Рис. 2. Діаграма співставлення порядків співвідношень  $C_{cb}/C_{un}$  (I), значень кларків металів (II) і коефіцієнтів концентрації (III), корінних (а) і розипних (б) родовищ, за даними М. Фрадкова [2]

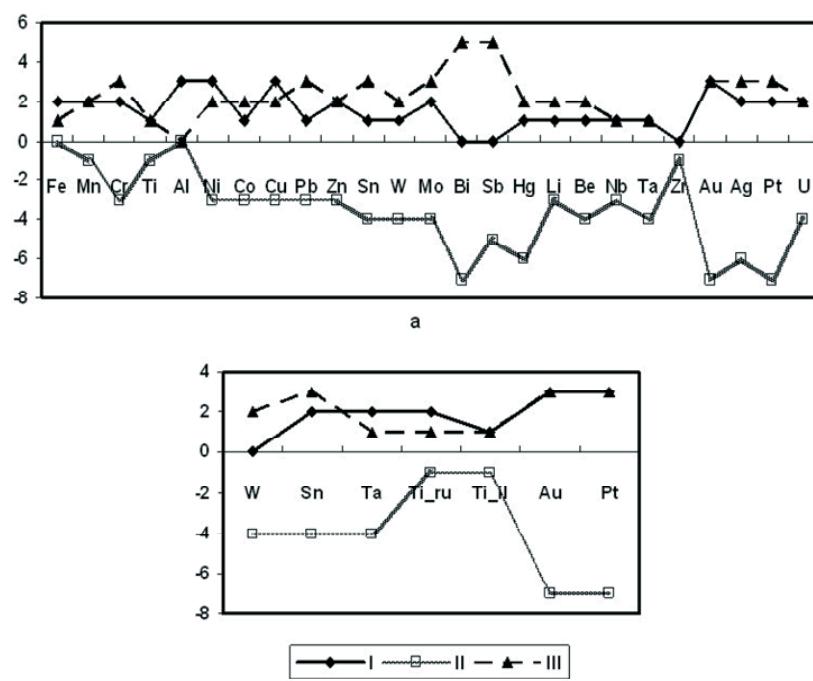


Рис. 3. Діаграма співставлення порядків співвідношень  $C_{cb}/C_{un}$  (I), значень кларків металів (II) і коефіцієнтів концентрації (III) корінних (а) і розипних (б) родовищ, за даними С.В. Гошовського [3]

В результаті порівняння загальних світових запасів чорних, кольорових, рідкісних, дорогоцінних і радіоактивних металів з їх кількістю в унікальних родовищах виявлено, що для корінних родовищ більшості металів різниця не перевищує двох порядків і становить десятки (Mn, Cr, Ti, Al, Ni, Cu, Pb, Zn, Sn, Mo, Li, Nb, Ag, U) та одиниці (Co, W, Sb, Be, Ta, Zr) разів. Виключенням є залізо (194,4 рази), золото (140,0 разів) і платина (133,3 рази). Аномальна різниця встановлена для вісмуту (0,7 рази).

Для розипних родовищ металів виявлена закономірність зберігається окрім золота і платини, для яких

різниця між світовими запасами і запасами унікальних родовищ становить тисячі разів.

Згідно "Інструкції про грошові винагороди за відкриття нових родовищ корисних копалин, що мають промислове значення" [3] всі родовища поділяються не на категорії, а на групи. Всього їх виділяють три, друга група поділена на дві підгрупи.

I – крупні родовища корисних копалин загальнодержавного значення з високою якістю або високим вмістом корисних компонентів в рудах і сприятливими для промислового освоєння гірничотехнічними та еколого-

економічними умовами, розташовані в районах, найбільш важливих для розвитку відповідної галузі промисловості.

II-а – крупні родовища корисних копалин загальнодержавного значення з високою якістю або високим вмістом корисних компонентів у рудах, які мають відносно складні гірничотехнічні чи економічні умови промислового освоєння або знаходяться в районах, де розвиток відповідної галузі промисловості не практикувався.

II-б – середні за запасами родовища корисних копалин загальнодержавного значення з високою якістю або високим вмістом корисних компонентів в рудах і сприятливими для промислового освоєння гірничотехнічними та екологічно-економічними умовами, або крупні родовища корисних копалин місцевого значення зі сприятливими гірничотехнічними та екологічно-економічними умовами промислового освоєння у районах дефіциту відповідної сировини.

III – невеликі за запасами корисних копалин родовища загальнодержавного значення зі сприятливими гірничотехнічними та екологічно-економічними умовами промислового освоєння, що знаходяться поряд з гірничо-видобувними підприємствами.

Кількість загальних запасів родовищ I групи і підгрупи II-а співпадає, для підгрупи II-б зменшена в декілька разів, для групи III вона ще менша. З метою адаптації групування родовищ, що розглядається, до зазначеного вище категоризації (унікальні, крупні, середні і дрібні родовища) група I і підгрупа II-а були прирівняні до категорії "крупні", підгрупа II-б – до категорії "середні" і група III – до категорії "дрібні". Тоді, загалом, різниця між категоріями складає 1,5–6 разів; між середніми і дрібними родовищами вона суттєвіша (2–6 разів), ніж між крупними і середніми (1,5–4 рази).

Нижній рівень запасів родовищ металевих корисних копалин, що відносяться до унікальних було розраховано

важко як середньоарифметичне між різницями в запасах категорій крупні, середні і дрібні. Для корінних титанових родовищ цей показник становив 52,5 млн т, для розсипних рутилових – 3,5 млн т, розсипних ільменітових – 16,3 млн т. Виявлено, що унікальні корінні родовища містять корисного компоненту порівняно з планетарними запасами в десятки (Ti, Co, Pb, Sn, W, Hg, Li, Be, Nb, Ta, Zr, U) та сотні (Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, Mo, Ag, Pt) разів менше. Виключення складають алюміній, золото (тисячі разів) та вісмут і сурма (одиниці разів). Для розсипних родовищ металів ця різниця збільшується на порядок – для олова, танталу вона збільшується до сотень разів, платини – до тисяч разів; для вольфраму та золота різниця збільшується приблизно в 2 рази, але не переходить до більшого розряду і становить, відповідно десятки та тисячі разів. Для титану картина змін співвідношення носить складний характер. Унікальні розсипні родовища рутилу містять в сотні разів менше двооксиду титану порівняно зі світовими запасами цього корисного компоненту; для ільменітових родовищ різниця складає десятки разів.

Враховуюче вище викладене, можна зробити декілька висновків.

1. Серед розглянутих даних (сумарна кількість становить 87) одне значення різниці між світовими запасами і запасами унікальних родовищ становить чотири порядки, вісім значень – три порядки, вісімнадцять – два порядки, сорок – один порядок, дев'ятнадцять – менше ніж порядок (одиниці разів).

2. Для родовищ титану – одне значення в чотири порядки, три значення – в два порядки, чотири – в один порядок.

3. Різниця в запасах між категоріями "унікальні", "крупні", "середні", "дрібні" для більшості металів складає 10 разів (рис. 4).

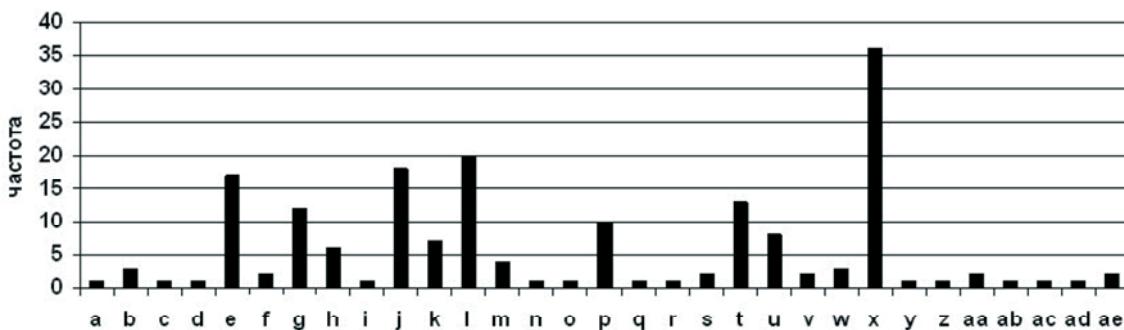


Рис. 4. Діаграма співставлення частот зустрічаємості значень різниці в запасах між категоріями "унікальні", "крупні", "середні" і "дрібні".

а – 1,4; б – 1,5; в – 1,7; г – 1,9; д – 2,0; е – 2,3; ж – 2,5; і – 2,7; к – 3,0; л – 3,2; м – 3,3; н – 3,5; о – 3,7; р – 4,0; с – 4,2; т – 4,5; є – 4,7; є – 5,0; є – 6,0; є – 6,7; є – 7,5; є – 10; є – 11,3; є – 13,0; є – 15,0; є – 20,0; є – 21,4; є – 25,0; є – 100,0 разів.

4. В результаті порівняння порядків значень кларків металів і співвідношення світові запаси/запаси унікальних родовищ виявлено, що зі збільшенням від'ємного порядку значення кларку зменшується порядок різниці між глобальною кількістю металу і його унікальними запасами в межах окремої ділянки. Зазначена тенденція є властивою для всіх розглянутих категоризацій (див. рис. 1–3).

5. Порівняння порядків значень  $C_{\text{cb}}/C_{\text{ун}}$  і К.к. виявило складний характер взаємозв'язку цих показників. Для більшості металів порядок значення коефіцієнту концентрації переважає над порядком значення  $C_{\text{cb}}/C_{\text{ун}}$  (понад половини розглянутих даних) і складає, в основному, один порядок. Одна шоста проаналізованих даних показує перевагу співвідношення світові запаси/запаси унікальних родовищ над значенням К.к. Частина даних, яка залишилась, виявила збіг у порядках значень показників, що описуються.

6. Для титанових родовищ авторами пропонується прийняти єдину категоризацію: унікальні родовища нараховують понад 50,0, крупні – 50,0–5,0, середні – 5,0–0,5, дрібні – 0,5–0,05 млн т.

1. Смирнов В.И., Гинзбург А.И., Григорьев В.М., Яковлев Г.Ф. Курсрудных месторождений. – М.: Недра, 1986. – 360 с. 2. Фрадков М. О внесении изменений в положение о государственной экспертизе засов полезных ископаемых, геологической, экономической и экологической информации о предоставляемых в пользование участках недр, об определении размера и порядка взимания платы за ее проведение / Постановление правительства РФ N 37 от 22.01.2007.– <http://www.gkz-rf.ru>. 3. Гошовський С.В. Про затвердження Інструкції про грошові винагороди за відкриття нових родовищ корисних копалин, що мають промислове значення / Наказ N 135 від 26.11.97.– <http://uazakon.com>. 4. Высоцкий Э.А. Месторождения металлических полезных ископаемых. – Ч. I. Черные и цветные металлы. – Минск: изд-во БГУ, 2005. – 179 с.