

Л. С. Галецький, О. О. Ремезова

**СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ ТИТАНУ УКРАЇНИ**

В Україні створена потужна мінерально-ресурсна база титану. Виявлені 40 местороджень, среди которых два унікальних, 12 великих і 10 середніх; 12 местороджень детально розвідано і передано промисловості, вісім местороджень розробляється. Перевага вітчизняних местороджень заключається в їх комплексності. Для України, в отличие от других титандобывающих стран, характерно медленное наращивание производства концентратов титановых минералов. В статье обозначены проблемы освоения титановых месторождений и выделены первоочередные объекты. На основании анализа месторождений титана разных генетических типов предлагаются пути реализации программы развития титановой отрасли Украины.

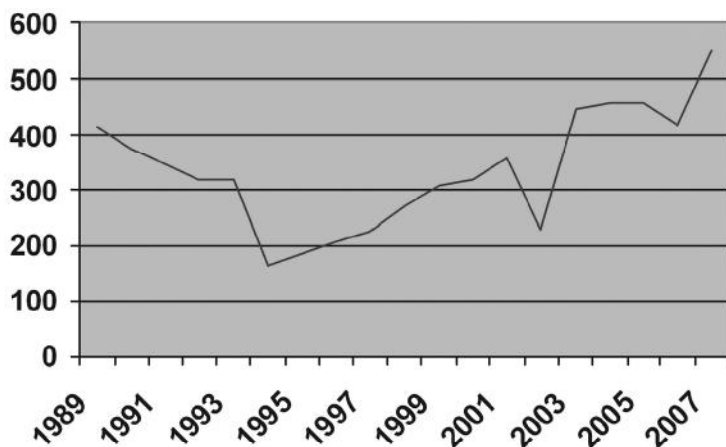
In the Ukraine the powerful mineral-resource base of titan was created. There are 40 deposits of titanium ores among which 2 unique, 12 large and 10 middle deposits are known; 12 deposits are prospected detailed and passed to industry, 8 deposits are mined. Advantage of deposits of our country is in their complexity. For Ukraine, unlike other countries which mine the titanium ores, it is tendency of slow increase of titanic minerals production. In the article the problems of the titanic deposits mastering are marked and first-priority objects are selected. On the basis of analysis of different genetic types deposits the ways of program realization of Ukrainian titanic industry development are offered.

Титан є одним із стратегічних металів для України. Він широко застосовується в промисловості: авіакосмічній, суднобудівній, автомобілебудівній, хімічній та ін. Ймовірний ріст до 2015 р. глобального попиту на титановий прокат становитиме 7% щорічно, а на діоксид титану – 3–4%. Сьогодні титан видобувається переважно з розсипів, які поступово вичерпуються [3]. В ряді робіт детально проаналізовано мінерально-сировинну базу титану Росії, де зроблені рекомендації щодо її подальшого освоєння [6, 10, 12]. В роботі [7] дана характеристика основних рудних об'єктів України, однак не виділені переваги і недоліки вітчизняної мінерально-сировинної бази, не проаналізовані детально питання металогенії титану, не окреслені напрями освоєння титанових родовищ у майбутньому. Слід зазначити, що титан належить до стратегічних металів, і тому важливим аспектом проблеми розвитку титанової галузі України є забезпечення раціонального використання наявної мінерально-сировинної бази титану. В статті [5] охарактеризовано титанову галузь України та проблеми її розвитку, висвітлено вітчизняний ринок титану. Крім того, в цій роботі вказано на небезпеку створення монопольних обмежень для української титанової галузі на світовому ринку з боку російських

компаній, однак при цьому поставлено під сумнів доцільність створення Державного холдингу "Титан України", який має об'єднати окремі ланки титанового виробництва в державі. З огляду на це нами в статті розроблені стратегічні завдання подальшого розвитку мінерально-сировинної бази титану України.

В Україні створена потужна мінерально-ресурсна база титану. Виявлено 40 родовищ, серед яких два унікальних, 12 великих і 10 середніх; 12 родовищ детально розвідано і передано промисловості, вісім родовищ розробляється. Запаси титану в Україні становлять 40,2% всіх запасів країн СНД. Рівень потенційних ресурсів титану і потужностей виробництва ільменітових концентратів України оцінюється в 20% від світового балансу.

У колишньому Союзі частка України у виробництві ільменітових концентратів сягала 90%. В 2005–2006 рр. 96% обсягів виробництва ільменітового концентрату було зосереджено в 10 країнах, три з яких забезпечили близько 70% світового виробництва: це Австралія (46%), Норвегія (13%) та Україна (12%). Виробництво рутилового концентрату у ці роки велося в шести країнах, близько 90% його зроблено в трьох з них: Австралії (44%), ПАР (30%) та Україні (15%). Основними виробниками титанових концентратів (ільменітових, лейкоксенових і рутилових) є



Динаміка видобутку титану за період 1989–2007 рр., тис. т

Австралія, ПАР, Канада й Норвегія. На їхню частку припадає 74–78% світового виробництва. У країнах СНД монопольне положення по виробництву концентратів займає Україна. При цьому відбувається перекош у бік постачання на експорт саме концентратів, а не готових виробів. Багато підприємств в Україні в той же час потерпають від нестачі сировини. Внаслідок невизначеності цілої низки питань освоєння родовищ (земельні, правові, технологічні тощо) гірничовидобувні підприємства титанової галузі не мають можливостей для нарощування рудної бази.

Згідно з даними графіку (див. рисунок), видобуток титану зменшувався в 1994, 2002 та 2006 рр. Перший мінімум пов'язаний з кризовими явищами в економіці України. В цей же час фактично були заморожені і про-

екти на геологорозвідувальні роботи на титан, в результаті чого розвідка великих об'єктів – Валки-Гацківського, Тростяницького розсіпних родовищ завершилась лише в 1998–1999 рр. Мінімуми 2002 та 2006 рр. пов'язані зі списанням запасів по ряду ділянок в зв'язку із зменшенням потужності пласта та вмісту  $TiO_2$ , а також із залишенням в цілику частини запасів під автодорогами, населеними пунктами, водоймами тощо.

Виробництво концентратів титанових мінералів в Україні в 2010 р. досягло 607,1 тис. т (546,4 тис. т ільменітового і 60,7 тис. т рутилового концентратів).

Для України, на відміну від інших країн-видобувників титану, характерне повільне нарощування виробництва концентратів титанових мінералів. Зростання виробництва концентратів у країнах Азії та Африки пов'язане зі здійсненням нових проектів у цих країнах. Поступово розширюється експлуатація родовищ в Австралії – традиційному виробнику титанових концентратів.

Обсяги та динаміка виробництва концентратів титанових мінералів в різних країнах світу наведені в табл. 1 та 2.

Відповідно до проведеного аналізу в Україні найнижча інтенсивність використання рудної бази, але практично найвища база запасів ільменіту. Якщо в середньому наявні

Таблиця 1. Динаміка виробництва рутилових концентратів, тис. т [1]

Країни, материки	2002	2003	2004	2005	2006	2007	07/06, %
<b>Україна</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>111,1</b>
<b>Азія, в тому числі:</b>	<b>19</b>	<b>25,56</b>	<b>36,97</b>	<b>49,61</b>	<b>34,47</b>	<b>39,7</b>	<b>115,2</b>
В'єтнам	Нема від.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	100
Індія	19	18	18	19	20,3	20	98,5
Малайзія	Нема від.	7,06	18,47	27,31	5,51	16,92	307,2
Шрі-Ланка	0	0	0	2,8	8,16	2,28	27,9
<b>Африка, в тому числі:</b>	<b>134</b>	<b>138</b>	<b>108</b>	<b>110</b>	<b>130</b>	<b>194,6</b>	<b>149,7</b>
Сьєра-Леоне	0	0	0	0	0	73,6	Нема від.
ПАР	134	138	108	110	130	121	93,1
<b>Америка</b>	<b>2,27</b>	<b>1,88</b>	<b>2,34</b>	<b>3</b>	<b>2,78</b>	<b>3</b>	<b>107,8</b>
<b>Океанія та Австралія</b>	<b>206</b>	<b>219</b>	<b>173</b>	<b>162</b>	<b>177</b>	<b>232</b>	<b>131,1</b>
<b>Всього</b>	<b>421,27</b>	<b>454,44</b>	<b>380,31</b>	<b>384,61</b>	<b>434,25</b>	<b>569,3</b>	<b>131,1</b>

Таблиця 2. Динаміка виробництва ільменітових, лейкоксенових концентратів, тис. т [1]

Країни, частини світу	2002	2003	2004	2005	2006	2007	07/06, %
<b>Європа, в тому числі:</b>	<b>1235</b>	<b>1262</b>	<b>1261</b>	<b>1230</b>	<b>1356,8</b>	<b>1450</b>	<b>106,9</b>
Норвегія	750	750	840	860	806,8	850	105,4
Україна	485	512	421	370	550	600	109,1
<b>Азія, в тому числі:</b>	<b>1201,74</b>	<b>1638,92</b>	<b>1719,11</b>	<b>1785,22</b>	<b>2321,17</b>	<b>2657,67</b>	<b>114,5</b>
В'єтнам	180	180	200	200	360	360	100
Індія	430	460	500	520	704,24	690	98
Казахстан	0	0	9,3	11,67	10	25	250
Китай	300	750	800	840	1015	1300	128,1
Південна Корея	161,99	142,73	114,66	150,74	157,43	179,98	114,3
Малайзія	129,75	106,2	95,15	61,47	38,2	45,65	119,5
Шрі-Ланка	0	0	0	1,34	36,3	57,03	157,1
<b>Африка, в тому числі:</b>	<b>1876</b>	<b>1774</b>	<b>1706</b>	<b>1855</b>	<b>2029</b>	<b>2138,82</b>	<b>105,4</b>
Єгипет	125	125	125	125	125	125	100
Сьєра-Леоне	0	0	0	0	0	13,82	Нема від.
ПАР	1751	1649	1581	1730	1904	2000	105
<b>Південна та Північна Америка</b>	<b>2944,64</b>	<b>2677,03</b>	<b>2520,16</b>	<b>2733</b>	<b>2727,14</b>	<b>3030</b>	<b>111,1</b>
Бразилія	144,64	177,03	120,16	133	127,14	130	102,2
Канада	2300	2100	1900	2100	2100	2400	114,3
США	500	400	500	500	500	500	100
<b>Океанія та Австралія</b>	<b>2017</b>	<b>1917</b>	<b>2006</b>	<b>1921</b>	<b>2034</b>	<b>2378</b>	<b>116,9</b>
<b>Всього</b>	<b>9274,38</b>	<b>9268,95</b>	<b>9212,27</b>	<b>9524,22</b>	<b>10468,12</b>	<b>11654,48</b>	<b>111,3</b>

світові запаси були б погашені за 132 роки, то в Україні їх вистачить майже на пів тисячоліття [4]. Такий низький рівень використання мінерально-сировинної бази титану є незадовільним, оскільки при розвитку сучасного високотехнологічного машинобудування і металообробки необхідність у зростанні поставок концентратів вітчизняним підприємствам зростатиме. Тому потрібно розв'язати завдання визначення раціональних темпів освоєння і відпрацювання родовищ.

При цьому запаси титану в Україні зосереджені в різних за генезисом родовищах: магматогенних, залишкових та розсипних. Основою мінерально-сировинної бази титану є розсипи.

На 01.01.2011 р. запаси корінних родовищ становили 59% всіх запасів, прибережно-морських циркон-рутил-ільменітових розсипів, ільменітових алювіальних розсипів і кори вивітрювання – 41%. Вміст  $TiO_2$  у корінних рудах родовищ України різний: від 4–5% у бідних різновидах руд до 34,2% у масивних рудах. Ільменіт у цих рудах

незмінений; це високоякісна сировина як для виробництва пігментів, так і для металургії. Для потреб металургії може застосовуватися також титаномагнетитовий концентрат, що, імовірно, буде добуватися з деяких родовищ (Кропивенківське, Давидківське, Володарське). Руди магматичних родовищ є комплексними і містять апатит, скандій,  $V_2O_5$  – до 0,042% (Федорівське родовище). По вмісту цього компонента руди перевершують аналогічні з масиву Бьоркрейм-Согндал (Норвегія) і навіть Бушвельдського масиву.  $V_2O_5$  присутній також у рудах Стремигородського, Кропивенківського, Торчинського залишкового та інших родовищ. Цей компонент присутній також у розсипах. У Злобицькому родовищі його вміст 0,28% в ільменіті. Також відзначений вміст скандію в ільменіті – в середньому 66,6–79,85 г/т.

У корінних родовищах титану також підраховані запаси апатиту і сировини для виробництва будівельних матеріалів. Тобто українські родовища є висококомплексними.

Сьогодні готується до освоєння Носачівське корінне родовище. ТОВ "ТіоФаб, ЛТД" в 2002–2008 рр. на підставі спеціальних дозволів на користування надрами (ліцензій) виконало весь необхідний комплекс робіт по підготовці родовища до промислової експлуатації. За результатами досліджень фірмою "Metso Minerals" розроблена схема збагачення, яка передбачає виділення апатиту по магнітно-флотаційній схемі та ільменіту – по магнітно-електричній схемі. Вилучення  $TiO_2$  в ільменітовий концентрат становило 82,3%, а вилучення  $P_2O_5$  в апатитовий концентрат – 79,5%. Вилучення діоксиду титану в ільменітовий концентрат практично не залежить від масової частки діоксиду титану у висхідній руді.

Аналогом руд Носачівського родовища за технологічними параметрами є руди, які переробляються на збагачувальній фабриці "Титанія" (Норвегія) – єдиній в Західній Європі і четвертій по обсягах виробництва титанових концентратів. Руди Носачівського родовища більш сприятливі для збагачення, і тому лише магнітною і електростатичною сепарацією досягаються більш високі технологічні показники, ніж на родовищі-аналогу. Крім того, ільменіт Носачівського родовища має більшу масову частку  $TiO_2$ , ніж норвезький, і за рахунок цього отримувані концентрати матимуть більшу масову частку  $TiO_2$  при однаковому ступені змінності ільменіту (відношення  $FeO/Fe_2O_3$ ) [8].

Українські алювіальні розсипи мають вміст ільменіту в середньому 35–100 кг/м<sup>3</sup> залежно від літологічних різновидів, наявності палеогеоморфологічних пасток, віку та ін. У деяких шарах вміст ільменіту може зростати до 200–500 кг/м<sup>3</sup>. Потужність шару в них 4,5–15 м.

Давні поховані розсипи характеризуються високим ступенем лейкоксенізації (змінності) ільменіту (25–65%, рідко понад 70% вмісту  $TiO_2$ ), у четвертинних розсипах він лейкоксенізований слабкіше (5–50%). У сучасних розсипах ільменіт практично свіжий. Ступінь лейкоксенізації ільменітів залежить від вмісту в них  $TiO_2$ . Ільменіти корінних родовищ містять його 44,0–52,7%, частіше – 48–50%; практично дуже слабо лейкоксенізований ільменіт кор вивітрювання (50–53%), у розсипах Волинського району лейкоксенізація ільменіту підсилюється

(54–62%), причому вона виявлена сильніше в більш давніх мезозойських розсипах. Більшість розсипів має вміст двоокису титану в ільменіті на рівні 50–57% і тому є джерелом для одержання пігментної сировини.

Типовою рисою розсипів північного заходу України є низький вміст хрому в ільменіті ( $Cr_2O_3 < 0,05\%$ ), що є позитивною характеристикою і забезпечує використання його концентратів для виробництва пігментного двооксиду титану. Разом з тим ільменіти алювіальних і елювіальних розсипів Коростенського рудного району (Злобицьке, Валки-Гацківське, Правобережне, Красноріченське та інші родовища) містять  $V_2O_5$  – 0,23%, Sc – 0,01%, що успадковано від корінних джерел. Ільменіти розсипів Іршанської групи родовищ містять (г/т): Sc – 88,8–91,7; V – 453,6–485,5; Co – 74,6–98,4; Nb – 194,6–196,0; Ta – 13,7–14,4; Hf – 12,4–15,1; а в ільменітах Торчинського родовища (г/т): Sc – 74; V – 1800; Nb – 220; Ta – 8,7; Zr – 455; Hf – 15; Co – 88 [7]. Дослідження вмісту і розробка технологій витягу рідкісних металів є важливим для наступного комплексного відпрацювання цих родовищ. З розсипами цього району пов'язані родовища Лемненське, Красноріченське, Шершнівське, Злобицьке, Міжрічне та ін. При розробці цих розсипів добувають ільменітовий концентрат.

Висококомплексними є розсипи прибережно-морські. Ільменіт цих розсипів завжди тією або іншою мірою лейкоксенізований, іноді практично суцільно, що виражається, зокрема, у вмісті в ньому  $TiO_2$  – 62–98%, у той час як незмінений ільменіт звичайно несе 48–50%  $TiO_2$ . Вміст промислово важливих мінералів – п.10 кг/м<sup>3</sup>. Рудні піски добре збагачуються з виробництвом концентратів всіх корисних мінералів. Крім ільменіту, тут видобувається рутил, лейкоксен, циркон, дистен-силіманіт, ставроліт.

Весною 2011 р. ТОВ "Велта" завершило проектні роботи на Бризулівському розсипному родовищі, починається будівництво гірничо-збагачувального комбінату потужністю 185 тис. т ільменітового концентрату, який буде перероблятися для отримання пігментного двооксиду титану. В перспективі планується створити виробництво титанових шлаків [13].

Ільменітовий концентрат з прибережно-морських розсипів використовується для

одержання переважно титанової губки. Рутитовий концентрат застосовується для покриття електродів. Для деяких із цих розсіпів проблемою є очищення концентратів від домішок хрому.

У наш час, коли у світовій титановій промисловості знову намітився ріст цін на титанові концентрати, виникла необхідність подальшого розвитку власної сировинної бази титану України з метою забезпечення введення нових об'єктів, переважно за рахунок розсіпних геолого-промислових типів, для заміни родовищ, що вибувають, а також розробки корінних і залишкових родовищ.

З цією метою нами проведені роботи з обґрунтування створення замкнутого циклу титанового виробництва "від руди до кінцевих виробів" і відповідно створення інтегрованого холдингу "Титан України", а також розробляється програма розвитку титанової промисловості. Головною метою створення холдингу є зміна концептуальних принципів виробничої і маркетингової діяль-

ності підприємств галузі, інтеграція вітчизняного титанового комплексу в систему світового розподілу праці, що відкріє доступ йому до світових джерел технологічних і фінансових ресурсів і ринків збуту продукції [11]. У наш час отримана підтримка більшості великих титановидобувних компаній, підприємств по переробці титанової сировини, що забезпечить у майбутньому розгортання науково-дослідних робіт з переоцінки мінерально-ресурсного потенціалу титану України. У результаті вивчення мінерально-ресурсної бази титану розроблено стратегію її розвитку, виділені найбільш перспективні об'єкти та запропоновано черговість їхнього освоєння (табл. 3).

### Висновки

Намічено шляхи реалізації програми розвитку титанової галузі України. З метою підвищення ефективності вивчення й освоєння титанових родовищ рекомендується таке:

Т а б л и ц я 3. **Мінерально-сировинна база титану України**

Відпрацьовані родовища	Родовища, що розробляються	Готуються до розробки	Перспективні родовища	
			Розсіпні	Корінні і залишкові
Іршанське	Міжрічне	Тарасівське	Тростяницьке	Торчинське
Лемненське	Валки-Гацківське	Злобицьке	Воскресенівське	Стремигородське
Верхньоіршанське	Східна ділянка Малишівського родовища	Мотронівсько-Ганнівська ділянка Малишівського родовища	Паромівське	Федорівське
	Вовчанське	Лівобережне	Селищанське	Носачівське
		Бирзулівське	Іванівське	
		Кропивенківське (залишкове і корінне)	Правобережне	
		Тростяницьке	Ставищанське	
		Воскресенівське	Краснокутське	

– Використання й удосконалювання ГІС-технологій для ефективного рішення завдань об'ємного багатфакторного просторово-часового моделювання розсипних об'єктів у контролюючих зруденнях структурно-геодинамічних і літолого-фаціальних обстановках. У цьому зв'язку здійснюється створення геолого-генетичних, геолого-палеогеоморфологічних, структурно-літологічних і геолого-економічних моделей. Одним із вдалих прикладів реалізації цього підходу є створення структурно-літологічної моделі Злобицького розсипного родовища [14] та геолого-геохімічної моделі Федорівського корінного родовища [2]. Створення таких моделей спростить прийняття правильних рішень по освоєнню цих об'єктів, контролю якості сировини, що видобувається, виділення ділянок першочергового відпрацювання і зонування родовищ за якістю сировини.

– Застосування результатів моделювання в прогнозах цілях (на ранніх стадіях геологорозвідувальних робіт) і проведення геолого-технологічного картування при розвідці об'єктів. Цей підхід є найбільш прийнятним рішенням для оцінки запасів родовищ складної геологічної будови, у тому числі тих, у яких шар представлений дрібнозернистими й глинистими відмінами порід, як, наприклад, у Тростяницькому родовищі.

– Дослідження типоморфно-геохімічних властивостей розсипоутворюючих мінералів на мікро- і нанорівні для аналізу факторів літолого-мінералогічного і фаціального контролю технологічних властивостей рудних пісків розсипів.

– Оцінка можливості застосування свердловинних способів видобування при розробці розсипних і залишкових родовищ.

– Розробка нових технологічних підходів до освоєння родовищ, особливо складної геологічної будови і нових генетичних типів (технології комплексного освоєння родовищ, переробки титаномагнетитових концентратів, розробки технологій збагачення стосовно нових геолого-промислових типів родовищ, переробка відходів видобування і збагачення титанових руд та ін.).

– Розробка технологічних підходів щодо забезпечення якості концентратів титанових мінералів. Ці заходи повинні включати також

введення в дію нових родовищ з ільменітом заданої якості.

В 2007 р. ПДРГП "Північгеологія" проведені роботи по оцінці перспектив титан-цирконієвих розсипів північно-східного схилу Українського щита (Житомирська, Київська, Вінницька, Черкаська області) [9]. Останні зведені роботи з оцінки мінерально-сировинної бази титану, які охоплювали всю територію України, проводилися ще в 1983 р. Л. М. Базалійською. Великі складності викликає визначення бази запасів, оскільки інформація про забалансові запаси і прогнозні ресурси міститься лише в матеріалах Державної комісії України по запасах корисних копалин та інформаційній базі Державного фонду родовищ корисних копалин України [11]. У зв'язку з цим необхідно здійснити переоцінку родовищ за новими критеріями з урахуванням вимог Міжнародної рамкової класифікації запасів ООН. Це вимагає глибокого аналізу всіх геологічних матеріалів за останні 25–30 років.

У результаті реалізації цих завдань Україна зможе вийти на передові позиції як потужна титанова держава.

1. Все о минерально-сырьевом комплексе России и мира. Титан – <http://www.mineral.ru>
2. Галецький Л. С., Комський Н. М., Маринювич Б. А., Ремезова О. О. Геолого-генетична модель Федорівського титаноносного інтрузиву // Геохімія та рудоутворення. – 2009. – № 27. – С. 15–20.
3. Галецький Л. С., Ремезова О. О. Титанові руди України // Геолог України. – 2007. – № 3. – С. 51–61.
4. Дослідження українського ринку ільменітового концентрату – <http://www.saleprice.com.ua/ua/pub/594.html>.
5. Металиди В. С., Гурський Д. С. Титан України // Мінер. ресурси України. – 2009. – № 3. – С. 11–17.
6. Металиди В.С. Титан России // Там же. – 2008. – № 3. – С. 42–45.
7. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Т. 1. Металлические полезные ископаемые / Гурський Д.С., Есипчук К.Е., Калинин В.И. и др. – Киев, 2005. – 785 с.
8. Носачёвское месторождение апатит-ильменитовых руд – [http://www.tiofab.com.ua/products\\_rus.html](http://www.tiofab.com.ua/products_rus.html).

9. Павлюк В. М. Проблеми до вивчення титаноцирконієвих родовищ північно-східного схилу Українського щита (в межах території діяльності ПДРГП "Північгеологія") // Зб. наук. пр. УкрДГРІ. – 2005. – № 1. – С. 110–115.
10. Пахомов Ф. П., Тигунов Л. П., Быховский Л. З. Титаномагнетитовые месторождения России: минерально-сырьевая база, перспективы освоения и комплексного использования. – М.: Изд-во ВИМС, 2010. – 138 с.
11. Сырьевая база титановой промышленности Украины – <http://h.ua/story/265095/#photo>.
12. Тигунов Л. П., Быховский Л. З., Зубков Л. Б. Титановые руды России: состояние и перспективы освоения // Минеральное сырье. Сер. геол.-эконом.; № 17. – М.: Изд-во ВИМС, 2005. – 104 с.
13. Титан для Золушки – <http://dp.ric.ua/index.php?newsid=485527>.
14. Хрущов Д. П., Лобасов А. П., Гейченко М. В. и др. Структурно-литологические модели перспективных осадочных формаций // Мінер. ресурси України. – 2010. – № 4. – С. 39–44.

Ін-т геол. наук НАН України,  
Київ

Стаття надійшла  
08.04.11

e-mail: geos@golog.kiev.ua; remezova-e@mail.ru