

Надійшла до редколегії 02.11.12

УДК 552.26

О. Шабатура, канд. геол. наук, наук. співроб.

ПЕТРОФІЗИЧНІ ОЗНАКИ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНІТОЇДІВ ПІЗНІХ СТАДІЙ ТЕКТОНОМАГМАТИЧНОЇ АКТИВІЗАЦІЇ

(Рекомендовано членом редакційної колегії *д-ром геол.-мінералог. наук, проф. М.І. Толстим*)

Гранітоїди пізніх етапів тектономагматичної активізації різної територіальної належності володіють рядом спільних фізичних характеристик обумовлених своєрідністю їх речовинного складу і будови. Насамперед в них проявляється спільна тенденція до зниження мінеральної густини, фактору Кенігсбергера і зміни природи радіоактивності. Водночас територіальні групи гранітоїдів відрізняються за величинами об'ємної густини, загальної радіоактивності, залишкової намагніченості і магнітної сприйнятливості, що свідчить про наявність відмінних петрофізичних асоціацій в областях активізації епіскладчастих та епіплатформних ділянок земної кори.

Late stage activation granitoids of the different territorial groups have some several mutual physical characteristics. These granitoids have tendency to reduce of mineral density, Q factor and change of nature of radioactivity. Territorial groups of activated granitoid complexes sharply differ from volume of bulk density, radioactivity, residual magnetization and magnetic susceptibility, that testify to the presence of different petrophysical associations in the regions of activation of epifolding and epiplatform areas of Earth crust.

Вступ. Наявність своєрідних геологічних формацій лужного, сублужного і кислого складу в різних частинах земної кори, повторюваність їх просторово-вікових закономірностей розміщення, дозволили сформулювати тезу про схожість механізмів їх утворення [2,7-9,17, 22-25]. Причому найбільш повно вона спостерігається в породах гранітоїдного ряду, які, є динамічними геологічними системами, чутливими до змін умов формування, тектонічного режиму, геодинамічних обстановок [11, 16, 18]. Варіативність складу і будови, геолого-структурних позицій, наявність широкого ряду фаціальних різновидів, геохімічна спеціалізація гранітоїдів є відображенням різноманітності умов їх становлення і робить їх придатними для геологічних реконструкцій, співставлень і кореляцій.

Розглядаються характерні риси стану, складу і фізичних властивостей ряду гранітоїдних комплексів Західного Забайкалля (ЗЗ), Сарису-Тенізьського підняття Центрального Казахстану (ЦК) і Українського щита (УЩ), які були сформовані в заключні стадії формування цих регіонів, в яких досліджувані об'єкти різняться за віком, будовою, умовами утворення. Оскільки фізичні властивості гранітоїдів є відображенням атомної, кристалічної або мінеральної будови речовини, то поділ окремих петрографічних груп або комплексів порід за петрофізичною характеристикою дозволяє доповнити їх геолого-генетичну характеристику з виходом на різноманітні прикладні задачі, у тому числі для виконання міжрегіональних співставлень і кореляцій. Співставлення речовинно-фізичних ознак порід цих комплексів дозволить виявити спільні

тренди обумовлені умовами утворення, а також виявити певні регіональні особливості.

Фактичним матеріалом дослідження слугували дані регіональних комплексних ПНДП геологічного факультету Київського національного університету під керівництвом проф. Толстого М.І. [15-18].

Геологічна позиція гранітоїдних комплексів. Утворення гранітоїдного типу областей протоплатформної ТМА мають свої виразні геологічні риси, що дозволяє їх виокремлювати від інших комплексів, зокрема від більш ранніх магматичних асоціацій. Це насамперед, фазовість укорінення, наявність чітких (тектонічних) контактів з гранітами додаткової фази і власного даєчного комплексу та низки геохімічних і петрографічних ознак.

Своєрідність гранітоїдних комплексів пізніх етапів ТМА полягає у розвитку широкого петрографічного ряду порід з помітним лужним нахилом. Активізовані утворення 33 представлені рядом від габро-діоритів до лейкократових гранітів; ЦК – від тоналітів, діоритів, гранодіоритів до гранітів і лейкократових гранітів; УЩ – від габро, габро-сієнітів через амфібол-біотитові граніти і лейкограніти до анортозит-рапаківігранітів та сублужних гранітів літій-фтористого типу.

Для всіх порід відзначається повсюдний прояв метасоматичних і постмагматичних процесів: калішпатизація, альбітизація, автометасоматоз, які, як правило, мають виражену просторову локалізацію: склепінно-купольні ділянки (Джидинський вузол 33), лінійні структури (Суцано-Пержанська зона розломів УЩ); відзначається активна роль калію (розвиток численних тіл грейзенів ЦК); наявність фаціальних відмін та фазовість укорінення інтрузивів (УЩ). Не менш широко варіюють також форми тіл (дрібні штоки, міжформаційні тіла, різноманітні сателіти, лаколіти, шаруваті тіла, різнорозмірні дайки) і розміри інтрузивів – крупність інтрузивів зростає з мірою наближення до центрів структурних зон.

Найбільш типовими – індикаторними – ознаками активізації ТМА протоплатформного типу є просторове положення в магматичному ареалі, тривалість і фазовість процесів, утворення анортозит-рапаківігранітів та сублужних гранітів літій-фтористого типу активізації.

Фізичні властивості порід гранітоїдних комплексів ТМА. Петрофізичний вигляд порід комплексів 33 характеризується насамперед зниженою пористістю, густиною і радіоактивністю, підвищеними пружними і теплофізичними параметрами (табл. 1). Знижена ЗР пояснюється нижчекларковими вмістами U і Ra для всіх порід (за виключенням гранітів гуджирського комплексу) обумовленого проявом лужного метасоматозу [17].

Фізична гетерогенність утворень обали-кумкудуцького комплексу СТП ЦК обумовлена значною внутрішньою неоднорідністю, пов'язаною із відмінними механізмами укорінення масивів, що можна від слідкувати в оцінках глибинності, ступеню диференціації, гібридизму і метасоматичних перетворень. Відповідно, за значеннями J_n , V_p і λ встановлюється близькість лейкократових гранітів різних комплексів однакової глибинності (Північний масив і породи куполу м. Жамантас, шильні граніти Обали-Кумкудуцького масиву). Зміна фізичних властивостей порід інтрузивів, в залежності від віку і структурного положення, в основному відповідає петрографічній класифікації (табл. 1). Так, густина гранітів змінюється у межах 2,50-2,72 г/см³ ($\bar{\sigma}_0 = 2,611$) із пониженням у лейкократових гранітах, граніт-порфірах (2,55-2,60 г/см³) і підвищується у біотит-роговообманкових різновидах гранітах (2,65-2,69 г/см³).

Гранітоїди УЩ неоднорідні за петрофізичними характеристиками, проявляючи різку відмінність між утвореннями ранньої та пізньої стадії ТМА.

Гранітоїди ранньої стадії (південнокальчицький, хлібодарівський, коростенський комплекси – УЩ (р)) мають переважно низьку мінеральну та об'ємну густини, помірну теплопровідність (табл. 1). Розподіл густини визначається насамперед особливостями їх речовинного складу: збільшенням вмісту КПШ і кварцу та зменшення темнобарвних мінералів супроводжується зменшенням густини. Відповідно простежується зменшення густини у петрографічному ряду сієніт-граносієніт-граніт (відповідно 2,64-2,71; 2,6-2,67 г/см³). Петромагнітний вигляд формується мінералами титаномагнетитової серії, що є типовим для інтрузивних гранітоїдів, а за величю магнітної сприйнятливості породи відносяться до слабомагнітних порід і сильно різняться в межах окремих петрографічних і вікових груп. Для сієнітів і граносієнітів південнокальчицького комплексу відзначаються зниження величини α і Q (до 0,064) у результаті вторинних процесів в групі магнітних і слабомагнітних різновидів. За радіоактивністю ранньостадійні утворення – нормально-радіоактивні ($138,75 \cdot 10^{-14}$ А/кг) із К-Th природою породи; вміст U і Th – кларковий.

Гранітоїди пізньої стадії ТМА УЩ (кам'яномогильський, пержанський, курсько-новомірогородський комплекси – УЩ (п)) володіють зниженими величинами майже по всьому спектру фізичних характеристик: густини, пружних і магнітних параметрів. Тільки пористість набуває високих величин, у свою чергу обумовлюючи низькі значення σ_0 і λ . Загальна радіоактивність порід висока, із Th-U природою радіоактивності; Th/U відношення різко знижене до значення 3,6 [1,15,17,19]. У гранітоїдах пізніх стадій ТМА дольова участь Th в ЗР знижується, а U і K – зростає.

Порівняльна характеристика фізичних властивостей гранітоїдних комплексів. Інтегральна петрофізична характеристика гранітоїдів 33 описується пониженими пружними, радіоактивними параметрами; порід ЦК – диференційованим розподілом об'ємної густини, магнітної сприйнятливості і високим Q; породи УЩ – різко зниженими величинами ефективної і загальної пористості, зростанням V_p , σ_0 , δ і зменшенням λ .

Дискримінаційна здатність кожної із фізичних ознак щодо розрізнення територіальних сукупностей порід отримана шляхом аналізу багатопараметричного масиву петрофізичних даних. Здатність ознаки щодо розрізнення, чисельно виражається через величину λ Вілса; зростання якої визначає збільшення дискримінаційної здатності. З аналізу (табл. 1-2) видно, що найкраще територіальне розрізнення виконують структурно-чутливі і петромагнітні ознаки: V_p , σ_0 , ЗР, I_n , α , які мають найвищі показники λ Вілса (табл. 2, рис. 1(а,б)). Найнижчими значеннями λ Вілса, тобто найменшою дискримінаційною здатністю щодо територіального розрізнення, володіє низка речовинно-чутливих фізичних характеристик: δ , вміст K, U, Th, дольова участь калію у ЗР та фактор Кенігсбергера (табл. 2), які насамперед виражають спільні фізичні особливості всіх активізованих утворень. Власне, це підтверджується відомостями [17], про помітну різницю в величині мінеральної густини і радіоактивності між утвореннями ТМА і більш ранніми породами орогенної і посторогенної стадії розвитку земної кори.

Контрастність у величинах дискримінантних структурно-чутливих і петромагнітних характеристик гранітоїдів різної територіальної належності є проявом між різними петрофізичними асоціаціями порід утворених в певні тектоно-магматичні цикли формування земної кори. Інтрузивні утворення активізації палеозойських і мезозойських складчастих областей (33, ЦК) характеризуються середньою густиною, підвищеною магнітною

сприйнятливості, слабкою намагніченістю і радіоактивністю; у той час як їх аналоги епіплатформної докембрійської активізації (УЩ) мають підвищену густину і радіоактивність, середню магнітну сприйнятливості і намагніченість. Зміна петрофізичних асоціацій в еволюційному ряду об'єктів ТМА (табл. 2) проявляється зниженням σ_0 і V_p , ростом магнітної сприйнятливості і зби-

льшенням теплопровідності в групах порід однакового мінерального складу і близької густини (табл. 1); різке зростання радіоактивності супроводжується зміною її природи (з калієвої на уран-торієву). І навіть в межах однієї територіальної групи гранітоїдів наявні відмінні петрофізичні тренди порід ранньої і пізньої стадій ТМА (рис. 1(а,б) в групах УЩ (р) та УЩ (п)).

Таблиця 1

Усередненні фізичні характеристики гранітоїдних комплексів пізніх етапів ТМА

Оцінка	σ_0	δ	m_0	η	α	ln	Q	V_p	V_p/σ	λ	$3P$	K	Th	U	Th/U	%U	%Th	%K
	кг/м ³	%	%	10 ²⁸ ат.О/м ³	10 ⁻³ , од.СІ	10 ⁻³ , А/м	б.р.	м/с	м ⁴ (кг·с)	Вт (м·К)	10 ⁻¹⁴ А/кг	%	10 ⁻⁴ %	б.р.	дол. од.			
обали-кумкудуцький*																		
сер.	2555				0,0537	1,8740	1,53	4280			143	3,48	29,3	4,6	8,4	0,17	0,63	0,20
мін.	2480				0,0000	0,0000	0,08	2590			12	0,7	12	1,1	2,23	0,05	0,24	0,01
макс.	2690				1,7100	10,200	14,70	5660			480	5	51	17	20,51	0,26	0,93	0,55
бічурський																		
сер.	2584				0,0744			3385			12,45	3,45						
мін.	2570				0,0251			2800			4,80	2,78						
макс.	2587				0,1885			4020			20,90	3,94						
куналійський																		
сер.	2637				0,1000			5049			12,22	3,23						
мін.	2561				0,0377			4189			5,80	2,75						
макс.	2695				0,1885			5680			46,00	4,00						
гуджирський																		
сер.	2608				0,0901			4850			65,20	3,40						
мін.	2542				0,0063			4092			19,10	2,33						
макс.	2622				0,1885			5515			150,9	4,06						
кам'янномогильський																		
сер.	2596	2657	2,36	4,83	0,0025	0,0020	0,51	4330	1,66	2,65	281,9	3,68	52,65	12,9	4,22	0,33	0,54	0,12
мін.	2559	2609	1,06	4,76	0,0001	0,0003	0,10	3720	1,41	2,25	223	3,12	34,85	7,95	3,06	0,22	0,47	0,08
макс.	2642	2705	4,29	4,86	0,0777	0,0120	2,01	5150	1,99	3,17	360	4,09	83,00	19,0	6,50	0,41	0,67	0,16
пержанський																		
сер.	2622	2688	2,96	4,75	0,0083	0,0189	0,31	5434	2,08	3,44	263,5	3,75	50,01	12,5	4,87	0,33	0,50	0,18
мін.	2515	2647	1,62	4,51	0,00001	0,0002	0,01	4425	1,71	3,12	81,40	2,83	9,00	1,00	0,36	0,09	0,10	0,02
макс.	2791	2750	5,41	4,94	0,5122	0,6840	10,08	6250	2,41	3,71	939,3	4,79	421,3	52,0	16,73	0,75	0,81	0,51
корсунь-новомиргородський																		
сер.	2646	2708	2,46	4,78	0,0609	0,0266	0,54	5723	2,16	2,70	173,5	4,31	24,80	5,81	4,30	0,28	0,43	0,30
мін.	2559	2647	0,52	4,67	0,0004	0,0005	0,05	5080	1,92	2,36	47,10	3,50	8,23	2,80	1,71	0,17	0,25	0,14
макс.	2750	2792	5,37	4,93	0,0710	0,1550	11,89	6690	2,50	3,24	519,1	5,31	70,00	16,0	8,82	0,40	0,58	0,46
хлібодарівський																		
сер.	2641	2721	3,02	4,79	0,0068	0,4319	1,08	5226	1,96	2,62	109,1	3,96	10,46	1,47	8,36	0,11	0,44	0,36
мін.	2497	2607	0,33	4,63	0,00001	0,0003	0,01	4140	1,54	1,85	42,30	1,50	5,00	0,40	4,17	0,06	0,23	0,09
макс.	2793	2826	6,44	4,92	0,0628	8,1650	19,63	6540	2,50	5,01	350,5	5,42	34,00	6,60	28,33	0,18	0,64	0,85
коростенський																		
сер.	2625	2663	1,77	4,73	0,0012	0,0601	0,72	5534	2,11	3,18	123	4,09	20,08	4,30	4,90	0,24	0,44	0,32
мін.	2559	2621	0,60	4,61	0,00001	0,0002	0,01	4257	1,66	2,61	23,20	3,21	7,00	0,75	1,25	0,06	0,20	0,18
макс.	2692	2747	5,36	4,84	0,0298	0,7510	23,00	6760	2,58	3,76	311,5	4,81	38,00	8,70	8,79	0,42	0,65	0,46
південнокальцицький																		
сер.	2690	2716	2,05	4,69	0,0080	0,1929	0,90	5927	2,19	2,46	153,1	4,16	15,75	0,43		0,28	0,34	0,34
мін.	2595	2681	0,59	4,64	0,0003	0,0003	0,01	5610	2,08	2,07	71,70	0,50	10,00	0,20		0,27	0,27	0,18
макс.	2843	2767	3,21	4,74	0,0393	1,0500	3,76	6180	2,28	2,96	272,5	5,00	27,00	0,80		0,30	0,43	0,60

Умовні позначки: σ_0 – об'ємна густина, δ – мінеральна густина, m_0 – загальна пористість; η – кристалохімічна щільність, α – магнітна сприйнятливості, J_n – намагніченість залишкова, Q – фактор Кенігсбергера, V_p – швидкість поширення повздовжніх хвиль, λ – теплопровідність, $3P$ – загальна радіоактивність, вмісти: K – калію-40, Th – торію-232, U – урану –235; дольова участь у $3P$: %U -урану, %Th – торію, %K – калію. Статистична оцінка параметру: сер. – середне, мін. – мінімальне, макс. – максимальне.

* – потужність дози інтегрального γ -випромінювання обрахована за вмістом окремих радіоактивних елементів (С) і коефіцієнтів концентраційної чутливості (γ_i): $I\gamma = \gamma_U C_U + \gamma_{Th} C_{Th} + \gamma_K C_K$

Таблиця 2

Дискримінанта здатність петрофізичних параметрів гранітоїдів різних територіальних груп за λ Вілкса

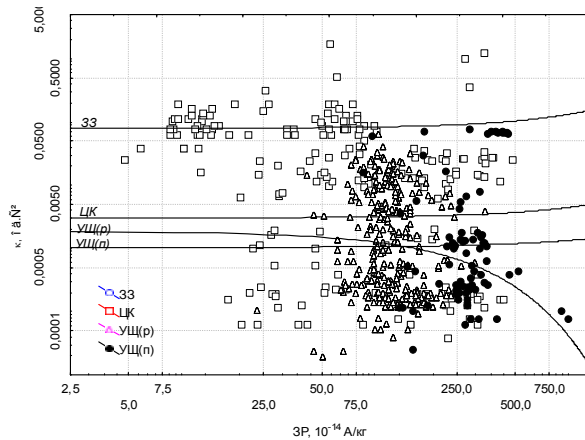
Параметр	λ -Вілкса	Параметр	λ -Вілкса	Параметр	λ -Вілкса	Параметр	λ -Вілкса
V_p	0,5250	V_p/σ	0,3446	K	0,3581	%K	0,3427
$3P$	0,3751	σ_0	0,3942	U	0,3420	Q	0,3450
α	0,3573	ln	0,3709	Th	0,3434	δ	0,3435

Судячи із вказаних варіацій і еволюції фізичних властивостей (табл. 3), можна вважати, що провідними факторами формування регіональних петрофізичних асоціацій було геотектонічне положення, термодинамічний режим і глибинність магмоутворення [19]. Петро-

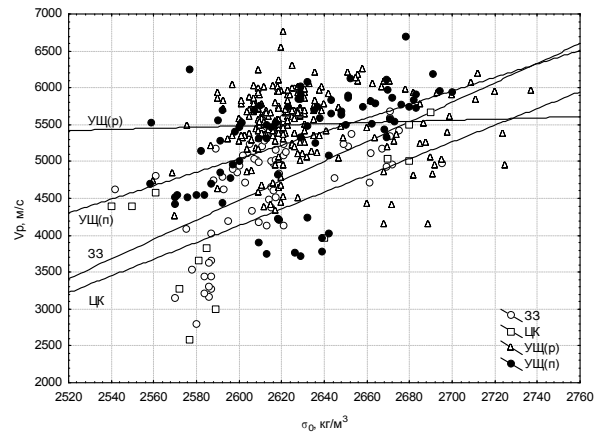
магнітні параметри порід (α , ln , Q) залежать як від хімічних властивостей магми, так і від термодинамічного режиму кристалізації магнітних мінералів. В стабільних і помірних pT -умовах, на доактивізаційній стадії розвитку земної кори, здійснювалося прогресивне скорочення

обсягу слабкомагнітних відмін гранітів. При активізації епіплатформних ділянок, внаслідок максимального розігріву кори, відбулася втрата магнітності більшістю гранітоїдних комплексів, що виразилося в утворенні

слабкомагнітних і немагнітних порід. Тому ми і спостерігаємо немонотонне зниження величини α , \ln з їх численними локальними і просторовими варіаціями.



33: $\alpha = 0,0792 \cdot \exp(0,0005 \cdot 3P)$
 ЦК: $\alpha = 0,003 \cdot \exp(0,0004 \cdot 3P)$
 УЩ (п): $\alpha = 0,001 \cdot \exp(0,0003 \cdot 3P)$
 УЩ (р): $\alpha = 0,0018 \cdot \exp(-0,004 \cdot 3P)$



33: $V_p = -30038,9076 + 13,2745 \cdot \sigma_0$
 ЦК: $V_p = -25386,1623 + 11,3526 \cdot \sigma_0$
 УЩ (п): $V_p = -18816,1899 + 9,1753 \cdot \sigma_0$
 УЩ (р): $V_p = 3431,2675 + 0,7888 \cdot \sigma_0$

Рис. 1: (а) Діаграма магнітної сприйнятливості (α) і загальної радіоактивності (3P) територіальних груп гранітоїдів пізніх етапів ТМА, 1; (б) Діаграма швидкості повздовжніх хвиль (V_p) і об'ємної густини (σ_0) територіальних груп гранітоїдів пізніх етапів ТМА

Таблиця 3

Гістограмний розподіл фізичних характеристик територіальних груп гранітоїдів пізніх етапів ТМА

σ_0	2540	2550	2560	2570	2580	2590	2600	2610	2620	2630	2640	Q	TMA								
V_p	4500	4600	4700	4800	4900	5000	5100	5200	5300	5400	5500	In	0	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,50	1,75	2,0
α	0,1	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0	3P	200	175	150	125	100	75	50	25	0
33	[Histogram bars]											Th-U	[Histogram bars]								
ЦК	[Histogram bars]											Th-U	[Histogram bars]								
УЩ (п)	[Histogram bars]											Th-U	[Histogram bars]								
УЩ (р)	[Histogram bars]											Th-K	[Histogram bars]								

Зміна природи радіоактивності на фоні зниження її інтегральної величини, наявність низхідного тренду σ_0 - V_p , пояснюється насамперед відмінностями складу і еволюції гранітоїдного магматизму, а також впливом середньо- і високофаціального регіонального метаморфізму (УЩ) і метасоматичних змін (ЦК, 33). Показовим є більш вузькі діапазони зміни фізичних параметрів гранітоїдів епіскладчастих областей і ширші діапазони для гранітоїдів кратонізованих областей, що пов'язується із тривалістю етапу активізації – відносно короткі вікові відрізки пізньопалеозойської структурно-тектонічної перебудови [3-7,16,17] і триваліші епізоди докембрійської ТМА в УЩ (наприклад, ~60 млн р. для корстенського комплексу [25]).

Висновки. Підвищити ефективність виокремлення територіального активізаційного магматизму можливо при залученні ряду фізичних характеристик (об'ємна густина, швидкості пружних хвиль, магнітна сприйнятливості, загальна радіоактивність) до існуючих традиційних геологічних, петрохімічних, геохімічних методів. Зазначені ознаки є типовими для порід. В областях розвитку епіскладчастої активізації більшим розповсюдженням користуються слабощільні, з гетерогенним типом магнетизму (феро- і парамагнітної природи) і радіоактивності (торієва і торій-уранова) утворення, часто з проявом петрофізичної зональності. Области ТМА епіплатформних ділянок земної кори (УЩ) характеризуються підвищеною густиною і феромагнітними властивостями, сильно диференційованими за намагні-

ченістю породами. Водночас, різноманітні процеси гранітоїдного активізаційного магматизму, що відбувалися в територіально різних геологічних структурах, призводили до своєрідної речовинно-фізичної уніфікації новоутворених порід з набуттям характерних властивостей і фізичних полів.

- Афанасьев Н.А., Кривенцов И.И. Петрофизика, эволюция и металлогения земной коры и верхов мантии Воронежского кристаллического массива (ВКМ) // Вестн. Воронеж. ун-та. Геология. – 2002. – № 1. – С. 210-221.
- Белевцев Я.Н., Каляев Г.И., Галецкий Л.С. Эпохи и зоны активизации Украинского щита и связь с ними оруденения // Закономерности размещения полезных ископаемых. – М., 1975. – Т. 2. – С. 230-236.
- Дворкин-Самарский В.А. Формации гранитоидов Саяно-Байкальской горной области. – Улан-Удэ, 1965.
- Коваленко В.И., Зайцев Н.С., Ярмолюк В.В. и др. Геодинамические обстановки основных геологических эпох Монголии и их металлогеническая специфика // Эндеогенные рудные формации Монголии. – М., 1984.
- Козлов В.Д. Геохимия и рудоносность гранитоидов редкометалльных провинций. – М., 1985.
- Комаров Ю.В. Мезозойский внегосинклиальный магматизм Западного Забайкалья. – Новосибирск, 1978.
- Магматические горные породы. Т.6: Эволюция магматизма в истории Земли / Отв. ред. В.И.Коваленко. – М., 1987.
- Нагибина М.С., Хаин В.Е., Яншин А.Л. Типы структур тектономагматической активизации и закономерности их развития // Закономерности размещения полезных ископаемых. Т. XI. – М., 1975. – С. 41-55.
- Науменко В.В. Эндеогенное оруденение в эпохи тектономагматической активизации Европы. – К., 1981.
- Перчук Л.Л., Лепников Ф.А., Удовина Н.Г., Ленных В.И., Мудров И.А. Генезис эколитов Кочетавской глыбы // Докл. АН СССР. – 1969. – Т. 186, № 2.
- Петрология, геохимия и рудоносность интрузивных гранитоидов Украинского щита / К.Е.Есипчук, Е.М.Шеремет, О.В.Зинченко и др. / Под ред. И.Б.Щербаква. – К., 1990.
- Свешников К.И., Сиворонев А.О. Области докембрійської тектономагматичної активізації фундаменту Східноєвропейської платформи // Вісник Київ. ун-ту. Геологія. – 2004. – Вип. 31-32. – С. 18-22.
- Таусон Л.В. Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитоидов. – М., 1977.
- Таусон Л.В., Козлов В.Д. Магматические источники рудного вещества областей вторичной активизации // Закономерности размеще-

ния полезных ископаемых. Т. XI. – М., 1975. – С. 108-114. 15. Толстой М.И. Визначення аномальних значень результатів геохімічних досліджень засобами варіаційної статистики // Вісник Київ. ун-ту. Геологія і географія. – К., 1964. – № 6. – С. 38-42. 16. Толстой М.И. Некоторые теоретические посылки геологического моделирования раннедокембрийского гранитообразования // Вестн. Киев. ун-та. Прикл. геохимия и петрофизика. – 1991. – Вып. 17. – С. 3-14. 17. Толстой М.И. Особенности количественного распределения химических элементов и физических характеристик в гранитоидах и их петрогенетическое значение: Автореф. дис. доктора геол.-мин. наук. – К., 1970. 18. Толстой М.И., Гасанов Ю.Л., Костенко Н.В. Гожик А.П. Шабатура О.В. Петрогеохимия і петрофізика гранітоїдів Українського щита та деякі аспекти їх практичного використання: Довідник – навчальний посібник // К., 2003. 19. Физические свойства горных пород и

полезных ископаемых (Петрофизика). Справочник геофизика / Под ред. Н.Б.Дортман. – М., 1984. 20. Шевчук В.В. О происхождении порфировых и рапакивидных гранитов // Мин. сб. – 1990. – Вып. 2, № 44. – С. 104-111. 21. Шевчук В.В., Смирнов В.И. Особенности генезиса мезозойских гранитов Восточного Забайкалья и их отражение в химизме пород // ДАН СССР. – 1981. – Т. 256, № 3. – С. 669-673. 22. Шейнманн Ю.М. Платформы, складчатые пояса и развитие структур Земли // Тр. Всесоюз. ин-та золота и редких металлов. – 1959. – № 14. 23. Щеглов А.Д. Металлогения областей автономной активизации. – М., 1968. 24. Щеглов А.Д., Говоров И.Н. Нелинейная металлогения и глубины Земли. – М., 1985. 25. Щербаков И.Б. Петрология Украинского щита. – Львів, 2005.

Надійшла до редколегії 17.10.12