PA3ΔΕΛ Ι ΓΕΟΛΟΓИЯ. СЕЙСМИКА. ГИС [GEOLOGY. SEISMOLOGY. GIS]

УДК: 552.11

DOI: 10.24411/2658-4441-2020-10020

В.И. ЛЕБЕДЕВ 1 , В.В. ЯРМОЛЮК 2

¹ Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (Новосибирск, Россия) ² Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (Москва, Россия)

РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫЙ МАГМАТИЗМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Центрально-Азиатский складчатый пояс является одним из наиболее крупных планетарных структур, где проявлен металлоносный магматизм. В складчатом обрамлении южной окраины Сибирской платформы широко проявлен редкометалльный магматизм, охватывающий интервал времени более миллиарда лет от позднего рифея до триаса. К наиболее известным проявлениям редкометалльного магматизма, с которыми связано формирование крупных месторождений редких металлов, редких элементов и редких земель, относятся позднерифейские массивы щёлочно-ультраосновных с карбонатитами пород белозиминского комплекса, разновозрастные (ордовик-триас) массивы щелочных гранитов (Арысканский, Ермаковский и др.), а также многочисленные массивы литий-фтористых редкометалльных гранитов. В последние годы проведены металлогенические исследования, которые позволили определить геодинамические обстановки и возраст проявления металлоносных магматических процессов в геологическом развитии складчатого обрамления Сибирской платформы. Однако для ряда эпох редкометалльного магматизма вопрос о закономерностях его проявления в структурах этого региона пока ещё остаётся открытым.

Ключевые слова: магматизм, редкие металлы, металлогенические эпохи, месторождения, массивы, докембрий, палеозой, мезозой, кайнозой.

Рис. 5. Табл. 1. Библ. 21. назв. С. 7-14.

V.I. LEBEDEV¹, V.V. YARMOLYUK²

 V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia
 Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry RAS (Moscow, Russia)

RARE METAL MAGMATISM OF CENTRAL ASIA

The Central Asian folded belt is one of the largest planetary structures where metal-bearing magmatism is manifested. In the folded frame of the southern edge of the Siberian platform, rare-metal magmatism is widely manifested, covering a time interval of more than a billion years — from the late Riphean to the Triassic. The most well-known manifestations of rare-metal magmatism associated with the formation of large deposits of rare metals, rare elements and rare earths, are late Riphean massifs of alkaline-ultrabasic with carbonatites rocks of the Beloziminsky complex, uneven-aged (Ordovician—Triassic) massifs of alkaline granites (Aryskansky, Yermakovsky, etc.),

as well as numerous massifs of lithium fluoride of rare-metal granites. In recent years, metallogenic studies have been carried out to determine the geodynamic conditions and the age of manifestation of metal-bearing magmatic processes in the geological development of the folded frame of the Siberian platform. However, the question of the regularities of its manifestation in the structures of this region is still open for a number of epochs of rare-metal magmatism.

Keywords: magmatism, rare metals, metallogenic epochs, deposits, massifs, Precambrian, Paleozoic, Mesozoic, Cenozoic.

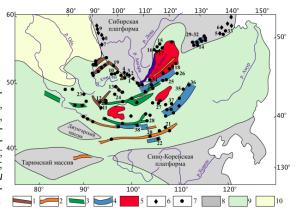
Figures 5. Table 1. References 21. P. 7-14.

Как известно (Коваленко и др., 2002), металлоносный магматизм в Центральной Азии проявился около двух миллиардов лет тому назад. Ранее В.И. Коваленко и В.В. Ярмолюком (Коваленко, 1977; Ярмолюк, Коваленко, 2003) были намечены эпохи проявления металлоносного магматизма: докембрийская (нерасчленённая, связанная с формированием и разрушением структур суперконтинента Родинии), а также ранне- и среднепалеозойские, позднепалеозойско-раннемезозойская, позднемезозойско-раннекайнозойская, которые синхронны с этапами формирования складчатого обрамления Южной Сибири.

На территории Центрально-Азиатского складчатого пояса (ЦАСП) металлоносный магматизм наряду с другими проявлениями внутриплитной активности имеет достаточно широкое распространение. Важнейшие редкометалльные месторождения региона сосредоточены в области развития фанерозойских батолитов — Ангаро-Витимского, Хангайского, Хентейского, Таннуольского (рис. 1).

Рисунок 1. Эндогенные месторождения и проявления Центрально-Азиатской благородноредкометалльной провинции (Коваленко и др., 2006)

1–5 — ареалы внутриплитного магматизма: 1 — ранне- среднепалеозойские, 2 — позднекарбоновые, 3 — пермские, 4 — мезозойские, 5 — батолиты; 6–7 — месторождения и проявления: 6 — докембрийские, 7 — фанерозойские; 40 8 — кратоны; 9 — складчатые обласи; 10 — молодая платформа. Цифрами отмечены месторождения и проявления (табл. 1) (Коромантийные..., 2012).



Показанные на схеме металлоносные интрузивы, а также тектонические структуры типа континентальных грабенов и рифтов образуют совокупность разновозрастных благородно-редкометалльных рудно-магматических систем. Размещение большинства рудных объектов контролируется внутриплитными тектоническими структурами — преимущественно грабенами и их складчатыми обрамлениями.

Докембрийские эпохи рудоносного магматизма. Одним из объектов редкометалльного магматизма в докембрийской истории Сибири является Катугинское месторождение (Та, Nb, Zr, Y, TR), связанное со щелочными гранитами одноимённого комплекса (2066 млн л.). Оно, как и другое суперкрупное месторождение Торлейк (2094 млн л. — Ларин и др., 2002), образовалось в период глобального раннепротерозойского геотектонического цикла (2000—2200 млн л.), который начался с широко проявленного рифтогенеза, приведшего к последующему континентальному расколу и формированию «предсвекофенских» океанских структур. Следующий — рифейский возрастной интервал проявления благородно-редкометалльного магматизма характеризуется становлением ультраосновных щелочных комплексов с карбонатитами вдоль позднерифейской тектонической границы Сибирской платформы.

Геохронологические данные свидетельствует о синхронности редкометалльных месторождений и рудопроявлений с внутриплитной активностью. В пределах центральной части Алданского щита формирование поясов даек и силлов происходило в интервале 700–620 млн л. (Коваленко и др., 2001), а образование Олокитского грабена с платобазальтовым и контрастным базальт-риолитовым магматизмом на границе платформы с Байкало-Муйской складчатой зоной — 700–670 млн л. В пределах Муйской глыбы обнаружены карбонатиты с возрастом 649 млн л. (Rb-Sr) и 625 млн л. (Аг-Аг) (Коваленко и др., 2006). Массивы щелочных пород с карбонатитами среднетатарского комплекса на Енисейском кряже датируются 670–620 млн л. (Гордиенко и др., 1978). Интервал 670–630 млн л. приходится на максимум внутриплитной активности, локализация проявлений которой вдоль края Сибирской платформы свидетельствует о произошедшем в это время крупном литосферном расколе рифтогенного типа, разделившем Сибирь и Лаврентию (Ярмолюк, Коваленко, 2003).

Фанерозойские эпохи рудоносного магматизма. Послерифейская геодинамическая история внутриплитной активности продолжалась практически непрерывно в течение всего фанерозоя вплоть до голоцена, хотя и со спадами и пиками (табл. 1; рис. 2).

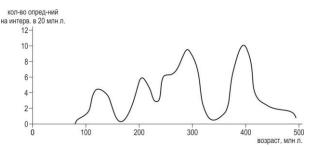
Таблица 1. Эпохи и области внутриплитного магматизма в фанерозое Центрально-Азиатского складчатого пояса и некоторые редкометалльные месторождения и рудопроявления (Коромантийные.... 2012)

2-200	Паатични об-20-и - и - 20-и - и - 20 - 20 - 20 - 20	
Эпохи ак- тивности	Провинции и области внутриплитной активности Центральной Азии, доминирующий рудоносный магматизм (в скобках — датировки пород, млн л.)	
PZ_{1-2}	Алтае-Саянская $(O-D_2)$ — щелочной магматизм (490, 460, 450–410, 390, 375): щелочные и Li-F граниты. Щелочные граниты (REE, Zr, Nb): 10 — Арыскан (454), 11 — Халдзан-Бурэгтэй (395), 12 — Улан-Толгой. Li-F граниты: Хоройский массив, дайки Бугульминского массива (404). Щёлочно-основные с карбонатитами: 13 — Белтси-Гол (360)	Вилюйская $(S-C_1)$ — базальтовый и щелочной магматизм. Карбонатиты (REE, Nb, Ta): Томторская группа, массивы Сетте-Дабана
PZ ₃ -MZ ₁	Баргузино-Витимская (C_3-P_1) — щелочной магматизм (330–290). Сыннырская рифтовая зона (310, 290). Щелочные граниты (REE, Zr, Nb): 15 — Сыннырский (293), 14 — Южно-Сакунский (288), 15 — Бурпала, 16 — Акитский. Удино-Витимская рифтовая зона. Карбонатиты: 18 — Сайженский, 24 — Улуг-Танзек Сибирская трапповая (P_2-T_1). Ультраосновные с карбонатитами (Nb, P). Гулинский комплекс (253), Чадобецкий массив Западно-Сибирская рифтовая ($T-J_1$) — бимодальный и трахибазальтовый магматизм (235—218) C сяно-Алтайская (T_2-J_1). Щелочные граниты (T (T (T (T (T)): T (T) — Симоазитовый (T): T (T): T — Симоновые пегматиты T (T): T — Симонова	Позднепалеозойская рифтовая система Центральной Азии. Гоби-Тяньшанская рифтовая зона (С— P_1) (310—285). Щелочные граниты (REE, Zr, Nb): 20 — Хан-Богдинский (290). Li-F граниты: 21 — Югодзырский (283). Карбонатиты: 22 — Лугингольский (250) Северо-Монгольская рифтовая зона (P_2) (265—250). Щелочные и Li-F граниты (Nb, Ta, REE): 19 — Зашихинский Раннемезозойская Монголо-Забайкальская ($T-J_1$). Западно-Забайкальская рифтовая зона ($T-J_1$) (230—190). Щелочные граниты (Be): 25 — Ермаковское (224), Орот, 26 — Ауник, Амандак Северо-Гобийская рифтовая зона (230—185). Li-F граниты: 27 — Жанчивланский (190). Щелочные граниты (REE, Zr, Nb): 28 — Дзарта-Худук
MZ ₂ –KZ	Центрально-Азиатская внутриконтинентальная— щёлочнобазальтоидный, щелочной, агпаитовый, плюмазитовый (Li-F) и щёлочнокарбонатитовый магматизм (160–90)	
	Южно-Хангайская область. Карбонатиты (TR, P, Sr): 38 — Мушугай-Худук (150), Улугей-Хид Западно-Забайкальская область. Карбонатиты (TR, P, Sr): 34 — Халютинский, Аршанский (120)	Восточно-Монгольская область. Li-F граниты: Соктуйский, 36 — Этыка, 35 — Арыбулак, 37 — Барун-Цогт (140, 143) Алданская область. Карбонатиты: 29 — Мурунский (140). Щёлочно-ультраосновные (Pt, Au): 30 — Инагли (145), 31 — Рябиновый, 32 — Билибинский, 33 —Кондер

Примечание. Порядковый номер месторождений и рудопроявлений соответствует номерам на рис. 1.

По максимумам активности она разделяется на ранне- и среднепалеозойскую, позднепалеозойскую-раннемезозойскую (с позднепалеозойским и раннемезозойским дополнительными пиками), позднемезозойскую-раннекайнозойскую эпохи (Лебедев, 2014). В *таблице 1* перечислены эпохи, провинции, области внутриплитного магматизма в фанерозое ЦАСП и некоторые рудопроявления и месторождения (Коваленко и др., 2006).

Рисунок 2. Распределение геохронологических датировок щелочных и Li-F гранитов, щелочных и нефелиновых сиенитов, а также карбонатитов Центрально-Азиатской редкометалльной провинции



Ранне- и среднепалеозойская эпоха. Магматизм и связанная с ним металлогения этого времени характерна для Алтае-Саянской внутриплитной провинции ЦАСП общей площадью 500×700 км, которая на юго-западном складчатом обрамлении Сибири охватывает территории Минусинской котловины, Тувы, Восточного и Западного Саяна и Северо-Западной Монголии (рис. 3). В её истории развития выделяются раннепалеозойский — ордовикско-силурийский и среднепалеозойский — девонский периоды проявления внутриплитного магматизма и сопутствующей металлогении.

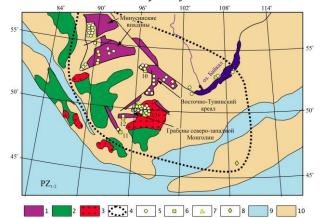


Рисунок 3. Схема проявления редкометалльного магматизма в ранне- и среднепалеозойской Алтае-Саянской внутриплитной провинции ЦАСП

1—3 — магматические ассоциации: 1 — бимодальные и щелочные рифтовых структур, 2 — известковощелочные краевых вулканических поясов, 3 — батолитов; 4 — контуры внутриплитных магматических областей; 5 — щелочные граниты; 6–8 — редкометалльные месторождения: 6 — связанные с щелочными гранитами, сиенитами и нефелиновыми сиенитами, 7 — карбонатиты, 8 — Li-F граниты; 9 — океанические бассейны; 10 — континентальные массивы (номера месторождений соответствуют номерам месторождений в таблице 1).

В раннепалеозойский период происходило становление преимущественно плутонических образований, среди которых преобладают массивы І-типа (кварцевые диориты, тоналиты, гранодиориты) и S-типа (высокоглинозёмистые граниты, лейкограниты, гранодиориты) коллизионных зон. Важные для редкометалльной специализации щелочные граниты, литий-фтористые (сподуменовые) граниты и пегматиты, субщелочные и щелочные габброиды также присутствуют, но они представлены отдельными массивами, рассредоточенными на большой площади. С ними связаны месторождения литиеносных сподуменовых пегматитов (Соль-Бельдырское, Тастыгское) и апогранитных тантало-ниобатов (Улуг-Танзекское) в Сангиленском нагорье, торий-иттриевых щелочных пегматоидов в Кандатской (Арысканское) и Билин-Шишхидской (Чумуртукское) зонам глубинных разломов.

Среднепалеозойский период характеризуется широко проявленным вулканоплутоническим магматизмом, синхронным с формированием прогибов и грабенов. Они выполнены ассоциациями пород нормального ряда, а также ряда повышенной щёлочности и щелочных: базальтового, базальт-андезитового, базальт-трахитового, бимодального базальт-трахидацит-трахириолитового и нефелинит-фонотефритового состава. В полях вулканических пород широко распространены их интрузивные эквиваленты: долериты, тешениты, тералиты, щелочные сиениты и граниты. С интрузивами девонского возраста ассоциируют редкометалльные месторождения Монгольско-Алтайской провинции Шартолгой (Zr, Nb, Y/Ta), Тсахир (Zr, Nb, Y/Ta), Халдзан-Бурэгтей (Zr, Nb, Y/Ta) и Эдельвейс (Nb).

Позднепалеозойская эпоха. Центральным геологическим событием этой эпохи было формирование огромной Центрально-Азиатской рифтовой системы (рис. 4), представленной субширотно вытянутыми поясами субпараллельных Гоби-Тяньшанской, Гоби-Алтайской и Северо-Монгольской рифтовых зон, выполненных бимодальными базальт-комендит-пантеллерит-щёлочногранитными ассоциациями, сопровождаемыми громадными поясами даек пород той же ассоциации. Эта система располагается преимущественно в Монголии, но захватывает также сопредельные территории Китая и Прибайкалья России. Она образовалась в интервале 310—250 млн л. (Добрецов, 1997). Наиболее ранние внутриплитные магматические ассоциации (С3-P1) тяготеют к Гоби-Тяньшанской рифтовой зоне, более молодые (Р1-2) — к Гоби-Алтайской и Северо-Монгольской зонам (см. рис. 4). Скольжение возраста рифтогенных ассоциаций с омоложением их к северу объяснялось ранее (Козаков и др., 2003) перекрытием Сибирской плитой плюмового источника в герцинском палеоокеане, который ныне выделяется как Монгольский плюм.

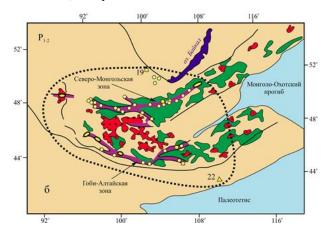
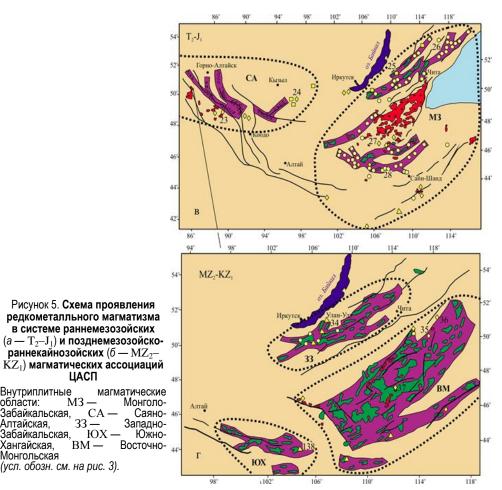


Рисунок 4. Схема проявления редкометалльного магматизма в системе позднекаменноугольных-раннепермских (C_3-P_1) и пермских (P_{1-2}) , магматических ассоциаций ЦАСП (усл. обозн. см. на рис. 3)

На завершающем этапе формирования рифтовой системы возник зональнопостроенный магматический ареал, ядро которого (см. рис. 4) представлено Хангайским батолитом (250 млн л.), а северная и южная периферия — рифтовыми зонами. В их составе широко развиты щелочные и редкометалльные литий-фтористые граниты, а также вулканиты бимодальных ассоциаций. В магматических породах Центрально-Азиатской рифтовой системы выявлены крупные редкометалльные объекты — Хан-Богдинский и Хархадский массивы редкометалльных щелочных гранитов (290 млн л.) в южной Монголии, несущие циркониевую, ниобиевую и редкоземельную минерализацию, а также Зашихинский массив с аналогичной минерализацией в северной части рифтовой системы. В Гоби-Тяньшанской рифтовой зоне детально изучены Лугингольский массив калиевых щелочных пород (250 млн л.) с редкоземельными карбонатитами и Югодзырский массив (284 млн л.) редкометалльных литий-фтористых гранитов (Коваленко, Костицын, Ярмолюк и др., 1999).

Раннемезозойская эпоха внутриплитного магматизма в пределах ЦАСП ознаменовалась формированием Монголо-Забайкальской и Саяно-Алтайской внутриплитных областей (рис. 5 а). Монголо-Забайкальская область обладает таким же зональным строением, как и рассмотренная выше позднепалеозойская рифтовая система Центральной Азии на завершающей стадии своего развития. К центру магматического ареала тяготеет Хентейский или Кыринский гранитоидный батолит (210-220 млн л.), с севера, запада и юга он окаймляется поясами щелочных и литийфтористых гранитов и полями вулканитов бимодальных базальт-комендитовых ассоциаций (220-200 млн л.), которые структурно связаны с Западно-Забайкальской и Северо-Гобийской рифтовыми зонами. В Северо-Гобийской рифтовой зоне зафиксировано Дзарта-Худукское проявление редкометалльных щелочных гранитов и пантеллеритов (200 млн л.), в центральной Монголии — Жанчивланский, Абдарский и Бага-Газрынский массивы редкометалльных литий-фтористых гранитов (Коваленко и др., 2002).



Позднемезозойско-раннекайнозойская эпоха внутриплитного магматизма начинается около 180 млн л. назад и завершается в конце олигоцена (~30–25 млн л.), хотя с границы мела и палеогена интенсивность внутриплитного магматизма проявлена слабо. Внутриплитная активность этой эпохи в основном проявлена на южной окраине Алданского щита, в Забайкалье, Центральной и Восточной Монголии. В результате были сформированы Западно-Забайкальская, Восточно-Монгольская, Южно-Хангайская и Алданская области (рис. 5 б; см. табл. 1). Редкометалльные месторождения этих областей связаны главным образом с двумя типами магматизма -

ЦАСП

33

BM -

ЮХ

Внутриплитные

Забайкальская,

области:

Алтайская, Забайкальская,

Хангайская. Монгольская кремнекислыми комплексами пород с поздними фазами Li-F гранитов и онгонитов, и карбонатитсодержащими комплексами пород, преимущественно основного и средне-

Для ранних фаз комплексов кремнекислых пород характерна W и Sn-W специфика месторождений различных генетических типов (Владыкин, 1983; Коваленко, вольфрам-оловянное (Алдакачанское), грейзеновое кварцево-жильногрейзеновое месторождения (Антоновогорское), вольфрамово-молибденовые месторождения жильного и штокверкового типов (Сундалинское), вольфрамовые рудопроявления вольфрамит-кварцевой формации (Спокойнинское). С Li-F гранитами и онгонитами связаны месторождения Ta, Li, Nb и Be (Коваленко, Ярмолюк, Будников и др., 1999): в восточном Забайкалье — Орловка, Этыка и Ары-Булак (140 млн л.); в восточной Монголии — Барун-Цогт, Югодзырь и Онгон-Хайерхан (150–120 млн л.); в Южно-Хангайской вулканической области — вулканические редкометалльные литий-фтористые онгониты с бериллиевой минерализацией — Тег-Ула (120 млн л.). Позднемезозойские карбонатитсодержащие комплексы известны в Южной Монголии (Мушугайский, Хотогорский, Улугейский и др.), в Западном Забайкалье (Халютинский, Ошурковский, Аршанский и др.), на Алдане (Маломурунский массив, Инагли, Томмот, Ыллымах, Билибинский и др.), в Центральной Туве (Карасугское, Улатай-Чозское, Чайлюхемское и др.) и на востоке Китая (Zijinshan, Laiwu-Zibo в Central Shandong Province). Формирование этих комплексов пород происходило в сравнительно узком интервале времени: в Южной Монголии (К-Аг датировки) около 145 млн л. (Никифоров и др., 2005; Эволюция..., 2013); Западного Забайкалья (Rb-Sr) — 120 млн л. (Никифоров и др., 2002; Рипп и др., 2000); Маломурунского массива (Rb-Sr) — ~140 млн л. (Конев и др., 1996), Инагли (129–137 млн л.), Томмота (146– 153 млн л.); карбонатиты Центральной Тувы (Rb-Sr) — 118 млн л. (Никифоров и др., 2006); Китай (U-Pb) — 110–135 млн л. (Никифоров, Лыхин, 2006).

Геохимическая специализация рассматриваемых комплексов как карбонатитов, так и силикатных магматических пород выражается высокими содержаниями в них Sr, Ba, LREE, P, S и низкими концентрациями Nb и Та. В карбонатитах уровень концентрации стронция, бария и редкоземельных элементов часто оказывается настолько высоким, что в породах не только появляются их собственные минералы, но и они уже выступают в роли породообразующих.

Позднекайнозойская эпоха внутриплитной активности сопровождается исключительно базитовым магматизмом повышенной щёлочности. Благородноредкометалльных проявлений этой эпохи пока не известно, но это не значит, что их нет.

ЛИТЕРАТУРА

- Владыкин Н.В. Минералого-геохимические особенности редкометалльных гранитоидов Монголии. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1983. 200 с.
- *Гордиенко И.В., Андреев Г.В., Кузнецов А.Н.* Магматические формации палеозоя Саяно-Байкальской горной области. М.: Наука, 1978. 220 с.
- Добрецов Н.Л. Пермо-триасовый магматизм и осадконакопление в Евразии как отражение суперплюма // Докл. РАН. 1977. Т. 354. № 2. С. 220–223.
- Коваленко В.И. Петрология и геохимия редкометалльных гранитоидов / Отв. ред. чл.-кор. АН СССР Л.В. Таусон. Новосибирск: Наука, 1977. 207 с.
- Коваленко В.И., Костицын Ю.А., Ярмолюк В.В., Будников С.В., Ковач В.П., Котов А.Б., Сальникова Е.Б., Антипин В.С. Источники магм и изотопная (Sr, Nd) эволюция редкометалльных Li-F гранитоидов // Петрология. 1999. Т. 7. № 4. С. 401–429.
- Коваленко В.И., Ярмолюк В.В., Будников С.В. и др. Гранитоиды Югодзырского рудного района (Юго-Восточная Монголия) и связь с ними W-Мо оруденения // Геология рудных месторождений. -1999. T.41. № 5. C.404–424.

- Коваленко В.И., Ярмолюк В.В., Козловский А.М., Иванов И.Г. Источники магм щелочных гранитоидов и связанных с ними пород внутриплитных магматических ассоциаций Центральной Азии // Докл. РАН. 2001. Т. 377. № 5. С. 672–676.
- Коваленко В.И., Ярмолюк В.В., Владыкин Н.В., Иванов В.Г., Ковач В.П., Козловский А.М., Костицын Ю.А., Котов А.Б., Сальникова Е.Б.. Эпохи формирования, геодинамическое положение и источники редкометалльного магматизма Центральной Азии // Петрология. 2002. Т. 10. № 3. С. 227—253.
- Коваленко В.И., Ярмолюк В.В., Андреева И.А., Ашихмина Н.А., Козловский А.М., Кудряшова Е.А., Кузнецов В.А., Листратова Е.Н., Лыхин Д.А., Никифоров А.В. Типы магм и их источники в истории Земли. Часть 2. Редкометалльный магматизм: ассоциации пород, состав и источники магм, геодинамические обстановки формирования / Гл. ред.: О.А. Богатиков и В.И. Коваленко. Монография посвящается 75-летию ИГЕМ РАН и 75-летию вицепрезидента РАН Н.П. Лаверова. М.: ИГЕМ РАН, 2006. 280 с.
- Козаков И.К., Ковач В.П., Ярмолюк В.В., Котов А.Б., Сальникова Е.Б., Загорная Н.Ю. Корообразующие процессы в геологическом развитии Тувино-Монгольского массива: изотопные и геохимические данные по гранитоидам // Петрология. 2003. Т. 11. № 5. С. 491—511.
- Конев А.А., Воробьёв Е.И., Лазебник К.А. Минералогия Мурунского щелочного массива. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1996. 222 с.
- Коромантийные рудно-магматические системы благородно-редкометалльной специализации в металлогении Тувино-Монгольского сегмента Центрально-Азиатского складчатого пояса: Результаты исследований по Базовому конкурсному проекту 7.5.2.8 / Науч. рук. и отв. ред. докт. геол.-мин. наук В.И. Лебедев; координаторы: чл.-к. РАН Г.В. Поляков, докт. геол.-мин. наук А.С. Борисенко, акад. РАН В.В. Ярмолюк. Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2012.—154 с.
- Ларин А.М., Котов А.Б., Сальникова Е.Б., Коваленко В.И., Ковач В.П., Яковлева С.З., Бережная Н.Г., Иванов В.Э. О возрасте Катугинского Та-Nb месторождения (Алдано-Становой щит): к проблеме выделения новой глобальной редкометалльной металлогенической эпохи // Докл. РАН. 2002. Т. 383. № 6. С. 807–811.
- *Лебедев В.И.* Фундаментальные и прикладные исследования ТувИКОПР СО РАН: межрегиональные и международные аспекты / Отв. ред. докт. геол.-мин. наук, акад. РАН В.В. Ярмолюк. Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2014. 100 с.: цв. ил.
- Никифоров А.В., Ярмолюк В.В., Коваленко В.И., Иванов В.Г., Андреева И.А., Журавлёв Д.З. Позднемезозойские карбонатиты Западного Забайкалья: изотопно-геохимические характеристики и источники // Петрология. -2002. Т. 10. № 2. С. 168-188.
- Никифоров А.В., Болонин А.В., Сугоракова А.М., Попов В.А., Лыхин Д.А. Карбонатиты Центральной Тувы: геологическое строение, минеральный и химический состав // Геология рудных месторождений. 2005. Т. 47. № 4. С. 360–382.
- *Никифоров А.В., Болонин А.В., Покровский Б.Г., Сугоракова А.М., Чугаев А.В., Лыхан Д.А.* Геохимия изотопов (O, C, S, Sr) и Rb-Sr возраст карбонатитов Центральной Тувы // Геология рудных месторождений. -2006. Т. 48. № 4. С. 296–319.
- Никифоров А.В., Лыхин Д.А. Геохимия изотопов Sr и Nd в породах щёлочно-ультраосновных массивах Восточно-Саянской провинции // Изотопное датирование процессов рудообразования, магматизма, осадконакопления и метаморфизма: Материалы III Рос. конф. по изотопной геохронологии (06–08.06.2006, Москва, ИГЕМ РАН). В 2 т. М.; ГЕОС, 2006. Т. 2. С. 60–63.
- *Рипп Г.С., Кобылкина О.В., Дорошкевич А.Г., Шаракшинов А.О.* Позднемезозойские карбонатиты Западного Забайкалья / Отв. ред. Г.В. Андреев. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2000. 224 с.
- Эволюция фанерозойского магматизма и сопутствующего оруденения: геохронологические, изотопно-геохимические исследования структур Тувы и сопредельных регионов Монголии (результаты фундаментальных исследований по Базовому конкурсному проекту СО РАН 58.2.2) / Отв. ред. докт. геол.-мин. наук В.И. Лебедев. Кызыл: ТувИКОПР СО РАН. 2013. 68 с.
- *Ярмолюк В.В., Коваленко В.И.* Геодинамические обстановки образования батолитов в Центрально-Азиатском складчатом поясе // Геология и геофизика. 2003. Т. 44. № 12. С. 1305–1320.