

УДК 552.321.1:549.621.9

**ГЕНЕЗИС ГРАНАТОВ ГРАНИТОИДОВ УСПЕНСКОГО МАССИВА  
(ЮЖНОЕ ПРИМОРЬЕ)****Москаленко Е.Ю.***Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток, e-mail: emoskalen@mail.ru*

Приведены результаты петрографических исследований и первые данные по химическому составу гранатов из гранитоидов Успенского массива (Приморье). Было установлено, что гранат в гранитах-лейкогранитах ранней ассоциации имеет магматический генезис, а гранат в гранодиоритах и мелагранитах поздней ассоциации – ксеногенный. Морфология зерен граната и их парагенетические взаимоотношения с минералами биотитовых и двуслюдяных гранитов и лейкогранитов указывают на кристаллизацию из расплава. Гранаты ранней ассоциации представлены зональными спессартин-альмандинами с низким содержанием пиропового и гроссулярового миналов, которые типичны для низкотемпературных гранитов, образованных из водонасыщенных высокоглиноземистых расплавов, а наиболее марганцовистые разности внешних зон зерен – из постмагматического водного флюида при P–T-условиях, близких к обстановке кристаллизации гранитных пегматитов ( $T = 750\text{--}400^\circ\text{C}$ ,  $P < 3$  кбар). Гранаты в гранитоидах поздней ассоциации встречаются только в эндоконтактных фациях, где представлены зернами, подобными таковым из раннемеловых слюдяных динамосланцев шайгинского комплекса. Ассимиляция гранитоидным расплавом проявлена в замещении граната агрегатом мелкочешуйчатого биотита и пиррофанита. Гранаты из мелагранитов также соответствуют гранатам спессартин-альмандинового ряда с низким содержанием пироповой и гроссуляровой компонент, но отличаются высоким содержанием MnO (более 13%) и повышенной кальциевостью (более 5% CaO) краевых зон. Их повышенная марганцовистость наследуется от гранатов слюдяных сланцев, которые соответствуют альмандин-спессартинам с низкими содержаниями пиропового и гроссулярового миналов. Метаморфогенный характер гранатов из пород поздней ассоциации Успенского массива не позволяет использовать их как минералогический критерий отличия от альб-сеноманских гранодиорит-гранитов татибинского комплекса Сихотэ-Алинского орогенного пояса.

**Ключевые слова:** Успенский массив, синорогенный магматизм, альб-сеноман, гранитоиды, гранат**THE GENESIS OF GARNETS FROM GRANITOIDS OF THE USPENSKY MASSIF  
(SOUTHERN PRIMORYE)****Moskalenko E. Yu.***Far Eastern Geological Institute, Vladivostok, e-mail: emoskalen@mail.ru*

New petrographic research results and the first data on the chemical composition of garnets from the Uspensky granitoid massif in Southern Primorye are presented. It was found that garnet in granite-leucogranites of early association ( $103 \pm 2$  Ma) has a magmatic origin and garnet in granodiorites and melanogranites of late association ( $99 \pm 2$  Ma) is xenogenic. The morphology of garnet grains and their paragenetic relationship with the minerals of biotite and muscovite-biotite granites and leucogranites indicate melt crystallization. Garnets of the early association are represented by zonal spessartine-almandines with a low content of pyrope and grossular minerals. They are typical of low-temperature granites formed from water-saturated peraluminous melts, while the most manganese outer zones of grains formed from postmagmatic water fluid under P-T conditions resembling those of granite pegmatite crystallization ( $T = 750 - 400^\circ\text{C}$ ,  $P < 3$  kbar). Garnets in the late association granitoids are found only in endocontact facies, where they are represented by grains similar to those of the early Cretaceous mica dynamoslates of the Shaiginsky complex. The granitoid melt assimilates garnet and is replaced by an aggregate of small-scaled biotite and pyrophanite. Garnets in melagranites also correspond to the spessartine-almandine series with a low content of pyrope and grossular components but are characterized by a high content of MnO (more than 13%) in general and CaO (more than 5%) in the outer zones. Their increased manganese content is inherited from garnets in mica schists, which correspond to almandine-spessartines with low contents of pyrope and grossular minerals. The metamorphic genesis of garnets from rocks of the late association of the Uspensky granitoid massif does not allow using them as a mineralogical criterion for distinguishing them from the Albion-Cenomanian Tatibinsky granodiorite-granite complex of the Sikhote-Alin orogenic belt.

**Keywords:** Uspensky massif, synorogenic magmatism, Alb-Cenoman, granitoids, garnet

Изучение образования континентальной литосферы остается одной из важнейших задач современной геологии. Пример данного явления – развитие Сихотэ-Алинского орогенного пояса восточной окраины Азии, синорогенный гранитоидный магматизм которого характеризуется этапами активности в готерив-барреме (130–123 млн лет) и альб-сеномане (110–98 млн лет). Гранитоиды раннего этапа представлены породами

высокоглиноземистого типа хунгарийского комплекса, расположенного локально на севере пояса, а позднего – известково-щелочного татибинского комплекса, массивы которого распространены по всему Сихотэ-Алинию [1–3]. Успенский массив располагается на самом юге орогенного пояса, а время его внедрения соответствует позднему этапу. Гранитоиды массива выделены в успенский комплекс, характеризующийся наличием

в главной интрузивной фазе гранатовых гранитов и лейкогранитов, которые связаны фациальными переходами с гранодиоритами и меланогранитами [4]. Контактные взаимоотношения этих пород не установлены в силу пространственного разобщения и плохой обнаженности района работ.

Гранат – аксессуарный минерал многих магматических пород, где может быть магматогенным либо реликтовым. Собственный гранат образуется из низкотемпературной водонасыщенной кислой магмы в биотитовых и двуслюдяных гранитах, а в более высокотемпературных расплавах, как гранодиоритовый, кристаллизуется из остаточного расплава либо является постмагматическим образованием [5].

Цель данной публикации: показать особенности химического состава гранатов из пород Успенского массива и определить их генетическую принадлежность.

#### **Материалы и методы исследования**

Основой исследования являются полевые наблюдения и микрозондовые исследования гранатов из отобранных в морских береговых обнажениях Успенского массива образцов. Породы, содержащие гранат, были выделены петрографическими методами. Особенности химического состава гранатов были изучены на микрозондовых анализаторах «Сamebaх» в ИГМ СО РАН (аналитик Е.Н. Нигматулина) и «JXA-8100» в ДВГИ ДВО РАН (аналитик Н.И. Екимова). Железо анализировалось в виде суммарного FeO. Расчеты химического состава на формулы минералов произведены с помощью программы PetroExplorer v.3.2.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Успенский массив находится в южной части Приморского края в зоне выхода Центрально-Сихотэ-Алинского разлома (ЦСАР) на побережье Японского моря (рис. 1). Гранитоиды массива прорывают либо имеют тектонические контакты со средне-позднеюрскими турбидитами и олистостромами, слагающими матрикс юрской аккреционной призмы Самаркинского и тектонических пластин раннемеловой аккреционной призмы Таухинского террейнов, а также с развитыми по ним в Самаркинском террейне динамометаморфитами раннемелового шайгинского комплекса. Последние образуют многочисленные провесы кровли совместно с метагабброидами сергеевского комплекса – наиболее распространенными

породами аллохтонной платины фрагмента раннепалеозойской континентальной окраины, залегающей к северу от массива и включенной в состав Самаркинского террейна [4–7].

Существенное различие в петрохимическом, редкоэлементном и изотопном составе гранитоидов массива позволило выделить две магматические ассоциации, внедрившиеся без существенного разрыва во времени. Ранняя ( $103 \pm 2$  млн лет) объединяет гранатовые биотитовые и двуслюдяные гранит-лейкограниты и их постгранитную жильную серию, поздняя ( $99 \pm 2$  млн лет) – биотитовые ( $\pm$  амфибол) гранодиориты, меланограниты и граниты, их аплиты и пегматиты, а также наиболее поздние дайковые породы спессартитового ряда. Гранитоиды ранней ассоциации соответствуют гранитоидам S-типа, а характеристики пород поздней ассоциации – переходному S-I типу гранитоидов. Гранитоиды обеих ассоциаций сформированы за счет частичного плавления субстратов верхней континентальной коры (вероятнее всего метаморфических аналогов осадков Самаркинской аккреционной призмы). Их различие обусловлено неоднородностью источников магмогенерации и взаимодействием анатектических выплавов с более щелочными и обогащенными несовместимыми элементами базитовыми расплавами мантийного генезиса [6].

Нерешенным оставался вопрос о широком распространении [4] граната в гранитоидах обеих ассоциаций. Гранат устойчив при выветривании, что сделало его индикаторным признаком при картировании. Полевыми наблюдениями и петрографическими исследованиями установлено, что собственный гранат содержится только в гранатовых гранитах и лейкогранитах, а в породах гранодиорит-гранитной ассоциации (точнее, в их эндоконтактных фациях) – ксеногенный, захваченный из динамосланцев шайгинского комплекса.

Гранатовые граниты и лейкограниты имеют незначительные по протяженности (около 5 км) выходы в береговых обнажениях юго-западной части массива (рис. 1). Это массивные равномерно крупно- либо среднезернистые породы с гипидиоморфнозернистой структурой. В зонах тектонических дислокаций имеются признаки хрупкопластических деформаций. По минеральному составу выделяются фациальные разновидности преобладающих биотитовых, реже двуслюдяных и наименее распространенных мусковитовых гранитов.

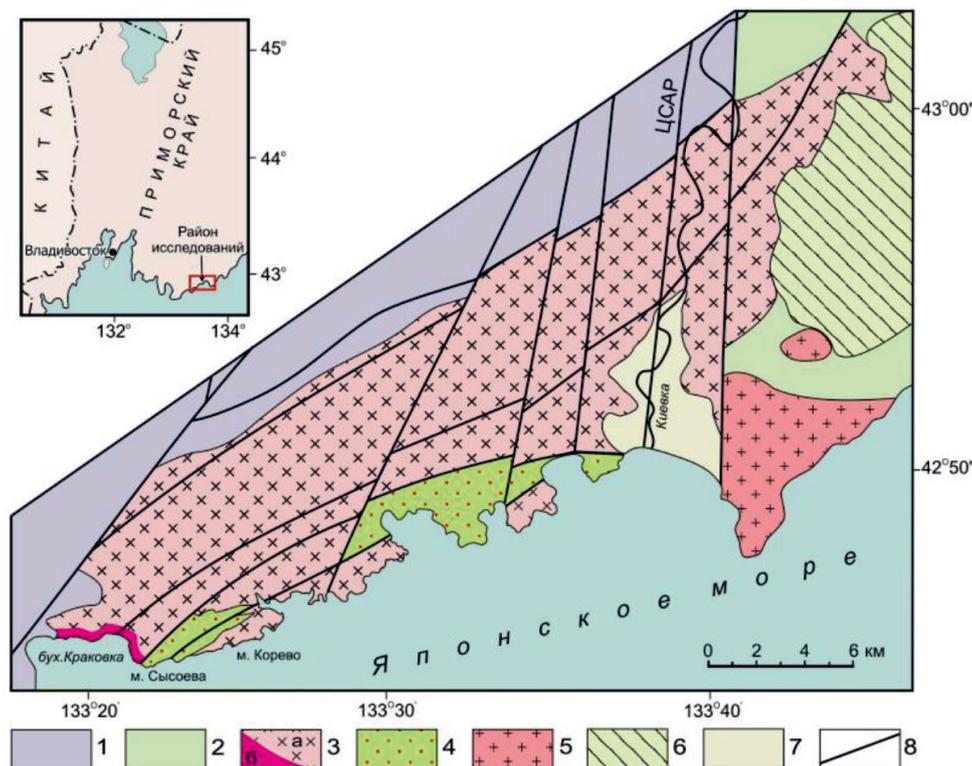


Рис. 1. Схематическая карта Успенского массива и прилегающей территории:

1 – Самаркинский террейн ( $J_{2,3}$ ); 2 – Таухинский террейн ( $K_1$ ); 3 – гранитоиды успешного комплекса ( $K_2$ ) (а – гранодиориты и граниты, б – ареал распространения гранатовых гранит-лейкогранитов); 4 – динамометаморфиты шайгинского комплекса ( $K_3$ ); 5 – гранитоиды ольгинского комплекса ( $K_4$ ) Восточно-Сихотэ-Алинского вулcano-плутонического пояса (ВСАВП); 6 – вулканогенно-осадочные породы ВСАВП ( $K_5-P$ ); 7 – четвертичные отложения; 8 – разломы

Породы сложены решетчатым микроклином (около 50%), плагиоклазом и кварцем, находящимися в равных соотношениях, а также слюдами (менее 10%). Аксессуары представлены апатитом, цирконом, монацитом и магнетитом. Гранат содержится в количествах, близких к аксессуарным и редко до 7–10%. Гранат имеет бледную красно-розовую окраску, в шлифах – бесцветный, представлен идиоморфными кристаллами (0,3–0,5 мм, реже крупнее). Гранат в виде единичных зерен или их скоплений располагается между зернами кварца и микроклина либо включен в последний, также находится в жилноподобных агрегатах ксеноморфного кварца отдельно или совместно со слюдой, что указывает на совместную кристаллизацию из расплава. Гранат также входит в состав пород постгранитной жильной серии.

Иной характер имеют выделения граната в породах гранодиорит-гранитной ассоци-

ции, фациальные разновидности которой встречаются к востоку от мыса Корево. Породы гранодиорит-гранитной ассоциации характеризуются широким разнообразием, что связано с колебаниями соотношений породообразующих минералов (К-Na полевого шпата, плагиоклаза, кварца, биотита и роговой обманки) и текстурно-структурных особенностей, обусловленными кристаллизацией пород в апикальной части интрузива, взаимодействием с вмещающими породами (гибридизацией при ассимиляции шайгинских динамосланцев и сергеевских метагабброидов), воздействием стрессовых напряжений во время и после завершения кристаллизации пород, приведшим к развитию пластических, хрупко-пластических и хрупких деформаций, а также преобразованию в порфиробластовые динамогнейсы гранитоидов северо-восточной части массива. Наиболее распространены гранодиориты и меланограниты. Их акцессорные

минералы – титанит, апатит, ильменит, циркон, ортит. Гранат присутствует только в порфириновых и резкопорфировидных разностях меланогранитов на контакте с содержащими гранат слюдяными сланцами, при удалении от которого на первые метры количество зерен граната уменьшается, вплоть до полного исчезновения. Гранат представлен мелкими (до 0,1 мм) неправильной формы зернами или их скоплениями, такими же, как в сланцах. Взаимодействие с гранитоидным расплавом выражено в замещении граната по периферии и трещинам мелкочешуйчатым биотитом и зернами пиррофанита ( $MnTiO_3$ ). В шлифах из образцов, взятых непосредственно на контакте, в резкопорфировидных меланогранитах отмечены участки, обладающие составом и бластовой структурой, аналогичным таковым основной ткани сланцев, которые дезинтегрированы и подвергаются перекристаллизации.

Источником ксеногенного граната являются динамосланцы шайгинского комплекса, слагающие экзотактовые зоны массива и многочисленные различного размера останцы кровли на площади выходов пород гранодиорит-гранитной ассоциации, а также повсеместно распространенные в них ксенолиты (преимущественно 0,1–0,5 м в поперечнике). Преобразования терригенных пород под воздействием стрессового метаморфизма произошли на пике тектонических дислокаций на рубеже раннего и позднего мела [4] одновременно с внедрением пород гранодиорит-гранитной ассоциации [6], оказавшими, несомненно, температурно-химическое контактное воздействие. Среди пород шайгинского комплекса преобладают разнообразные метapelиты (кварц-серицитовые, кварц-альбит-эпидотовые, гранат-мусковит-альбитовые, гранат-мусковит-биотитовые, гранат-мусковит-биотит-кордиеритовые) и кварциты. Значительно реже встречаются зеленые сланцы (альбит-хлорит-эпидот-амфиболовые, глаукофан-хлоритовые, хлорит-магнетитовые), первичными для которых являются вулканы основного состава.

Гранаты изучены в тонкозернистых слюдяных сланцах, сложенных кварцем (30–40%), мусковитом (20–25%), гранатом (20–25%), биотитом (5–15%) и олигоклазом (до 5%). Гранат в виде мелких (менее 0,1 мм) неправильных зерен содержится в основной ткани, образует скопления в виде параллельных сланцеватости слой-

ков, а также секущие сланцеватость «прожилки». Макроскопически агрегаты зерен граната имеют красноватый оттенок, в шлифах бесцветны.

Особенности химического состава изученных гранатов демонстрируются на рис. 2. Гранаты из биотитовых гранитов и двуслюдяных лейкогранитов представлены спессартин-альмандинами с низкими содержаниями гроссулярового и пирропового минералов. Содержание MnO в гранатах из биотитовых гранитов колеблется в пределах 9,23–12,64%, а из двуслюдяных лейкогранитов – 10,01–12,67%, FeO – 25,90–30,53% и 28,36–30,35%, CaO – 0,88–3,76% и 0,69–2,27%, и MgO – 0,14–1,17% и 0,04–1,07% соответственно. При этом центральные зоны кристаллов имеют более высокие содержания FeO и MgO и низкие MnO и CaO. Гранаты гранит-лейкогранитов полностью соответствуют низкокальциевым гранатам спессартин-альмандинового ряда из низкотемпературных высокоглиноземистых гранитов, в которых гранат кристаллизуется из водонасыщенного гранитного расплава, а наиболее марганцовистые разности внешних зон зерен – из постмагматического водного флюида при P–T-условиях, близких к обстановке кристаллизации гранитных пегматитов ( $T = 750\text{--}400^\circ\text{C}$ ,  $P < 3$  кбар). Точки составов изученных гранатов лежат в поле мусковитовых пегматитов. В составе гранатов не обнаружено наличие примесей La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd и Th, что подтверждает отсутствие родства с редкометалльными гранитами и пегматитами [5]. Состав и форма выделений граната – идиоморфные хорошо ограненные кристаллы без признаков коррозии расплавом указывают на принадлежность изучаемого граната к субсолидусным фазам, а его наличие в аплитах и пегматитах гранит-лейкогранитной ассоциации подтверждает его формирование в постмагматический этап.

Гранаты из слюдяных сланцев представлены альмандин-спессартинами с низкими содержаниями гроссуляровой и пирроповой компонент. Гранат из сланца содержит MnO 18,50–23,30%, FeO 17,91–20,77%, CaO 1,06–2,55% и MgO 1,33–2,30%. Установлена зональность в распределении этих элементов, аналогичная таковой в гранатах из высокоглиноземистых гранитов. В условиях зеленосланцевой фации образуются гранаты с высокими содержаниями Mn и Ca [5]. Гранаты из шайгинских сланцев отличаются значительно более высокими содержаниями Mn и более низкими –

CaO. Последнее обусловлено спецификой химического состава родоначальных пород – низкокальциевых и относительно высококремнекислых терригенных осадков Самаркинского террейна [2].

Ксеногенные гранаты из меланогранитов характеризуются промежуточными составами ряда альмандин-спессартин. Содержание MnO в этих гранатах изменяется от 13,67% до 24,13%, FeO (15,08–28,44%), MgO (0,45–2,04%) и CaO (0–5,76%) (рис. 2). Наблюдающаяся зональность в распределении этих оксидов аналогична таковой в гранатах из гранит-лейкогранитов и сланцев и отличается максимальными среди определенных содержаниями CaO на краях зерен.

Таким образом, все три изученных группы гранатов относятся к спессартин-альмандиновому ряду с низкими содержаниями гроссуляровой и пироповой компонент. Гранаты из биотитовых гранитов и двуслюдяных лейкогранитов характеризуются преобладанием альмандинового минала при содержании MnO ниже 13%. В гранатах из сланцев преобладает спессартиновый,

при этом содержания MnO находятся в пределах 19–23%. В гранитоидах эндоконтактовой фации гранодиорит-гранитной ассоциации при ассимиляции сланцев в гранатах происходит снижение концентраций MnO, которые остаются превышающими рубеж в 13%. Полученные результаты исследования химического состав гранатов подтвердили, что собственные магматические гранаты присутствуют только в гранитоидах гранит-лейкогранитной ассоциации. В породах гранодиорит-гранитной ассоциации встречаются ксеногенные гранаты из вмещающих сланцев и считать эти гранитоиды гранатовыми неправомерно.

### Заключение

Для выяснения генезиса гранатов из пород Успенского массива и его обрамления были проведены петрографические исследования и изучен химический состав этих минералов из пород гранит-лейкогранитной и гранодиорит-гранитной ассоциаций, а также из метapelитов шайгинского динамометаморфического комплекса.

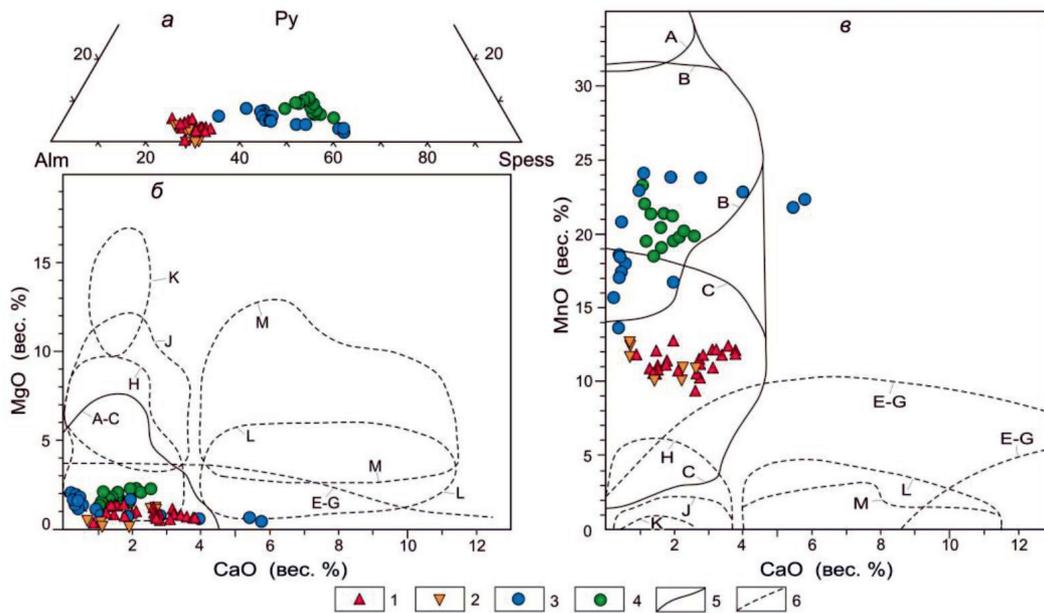


Рис. 2. Составы гранатов из пород Успенского массива и его обрамления: а – минальный состав; б, в – соотношения между содержаниями CaO, MgO и MnO [5]. 1–6 – гранаты из: 1–2 – гранитоидов гранит-лейкогранитной ассоциации (1 – биотитовых гранитов, 2 – двуслюдяных лейкогранитов); 3 – меланогранитов гранодиорит-гранитной ассоциации; 4 – слюдяных сланцев шайгинского комплекса; 5 – гранитных пегматитов (А – редкометалльных, В – редкометалльных-мусковитовых, С – мусковитовых); 6 – метаморфических пород (Е-Г – зеленых, хлоритовых, слюдяных сланцев и тавролитсодержащих пород, Н – биотитовых, биотит-силлиманитовых гнейсов и сланцев, J – гиперстеновых, биотит-гиперстеновых, полевошпатовых гранулитов, К – глубинных гранулитов, L – амфиболитов, амфиболовых гнейсов, альмандиновых эклогитов, М – двупироксеновых, гиперстен-амфиболовых гранулитов, диопсид-плагноклазовых пород)

Во всех породах гранат представлен разностями спессартин-альмандинового ряда с низкими долями гроссулярового и пиропового миналов. Отличием является содержание MnO и соответствующей ей доли спессартиновой компоненты. Собственные магматические гранаты альмандинового состава, кристаллизация которых происходила из гранитного расплава, свойственны только гранитоидам гранит-лейкогранитной ассоциации. В гранитоидах гранодиорит-гранитной ассоциации присутствуют метаморфогенные гранаты, соответствующие спессартинам из слюдяных сланцев, и их наличие не является отличительной чертой от гранодиоритов и гранитов татибинского комплекса. Выявленные особенности химического состава граната могут использоваться при картировании для уточнения распространения разновидностей гранитоидов Успенского массива.

#### Список литературы / References

1. Ханчук А.И., Гребенников А.В., Иванов В.В. Альбано-сенноманские окраинно-континентальный орогенный пояс и магматическая провинция Тихоокеанской Азии // Тихоокеанская геология. 2019. Т. 38. № 3. С. 4–29. DOI: 10.30911/0207-4028-2019-38-3-4-29.
2. Kruk N.N., Grebennikov A.V., Ivanov V.V. Albian–Cenomanian orogenic belt and igneous province of Pacific Asia. *Russian Journal of Pacific Geology*. 2019. V. 38. № 3. P. 187–219. DOI: 10.1134/S1819714019030035.
3. Крук Н.Н., Симаненко В.П., Гвоздев В.И., Голозубов В.В., Ковач В.П., Серов П.А., Холоднов В.В., Москаленко Е.Ю., Куйбида М.Л. Геохимические особенности и источники расплавы раннемеловых гранитоидов Самаркинского террейна (Сихотэ-Алинь) // Геология и геофизика. 2014. Т. 55. № 2. С. 276–302. DOI: 10.15372/GiG201400206.
4. Kruk N.N., Simanenkov V.P., Gvozdev V.I., Golozubov V.V., Kovach V.P., Serov P.A., Kholodnov V.V., Moskalenko E.Yu., Kuibida M.L. Early Cretaceous granitoids of the Samarka Terrane (Sikhote-Alin’): geochemistry and sources of melts. *Russian Geology and Geophysics*. 2014. V. 55. № 2. P. 216–236. DOI: 10.1016/j.rgg.2014.01.007.
5. Крук Н.Н., Гвоздев В.И., Орехов А.А., Крук Е.А., Касаткин С.А., Голозубов В.В., Руднев С.Н., Шого Аоки, Цуйоши Комия, Ковач В.П., Серов П.А. Раннемеловые гранитоиды и монзонитоиды южной части Журавлевского террейна (Сихотэ-Алинь): геохимические особенности и источники расплавы // Тихоокеанская геология. 2019. Т. 38. № 3. С. 30–49. DOI: 10.30911/0207-4028-2019-38-3-30-49.
6. Kruk N.N., Kruk E.A., Rudnev S.N., Gvozdev V.I., Orekhov A.A., Kasatkin S.A., Golozubov V.V., Aoki S., Komiya T.I., Kovach V.P., Serov P.A. Early Cretaceous granitic and monzonitic rocks of the southern part of the Zhuravlevka terrane (Sikhote-Alin): geochemical composition and melt sources. *Russian Journal of Pacific Geology*. 2019. V. 13. № 3. P. 220–238. DOI: 10.1134/S1819714019030047.
7. Неволин П.Л., Уткин В.П., Митрохин А.Н., Коваленко С.В., Кутуб-Заде Т.К. Меловые интрузивы Южного Приморья: тектоническая позиция и динамические условия формирования их структуры // Тихоокеанская геология. 2003. Т. 22. № 5. С. 73–86.
8. Nevolin P.L., Utkin V.P., Mitrokhin A.N., Kovalenko S.V., Kutub-Zade T.K. The Cretaceous intrusions of Southern Primorye: the tectonic position and dynamic conditions of their structure formation // *Tikhookeanskaya Geologiya*. 2003. V. 22. № 5. P. 73–86 (in Russian).
9. Попов В.С. Состав граната как показатель генезиса известково-щелочных изверженных пород // Известия АН СССР. Серия геологическая. 1982. № 3. С. 36–48.
10. Popov V.S. Garnet composition as an indicator of the Genesis of calcareous-alkaline igneous rocks // *Proceedings of the USSR Academy of Sciences. Geological series*. 1982. № 3. P. 36–48 (in Russian).
11. Москаленко Е.Ю., Крук Н.Н., Валуи Г.А. Новые данные по геологии и геохимии гранитоидов Успенского массива (Южное Приморье) // Тихоокеанская геология. 2011. Т. 30. № 5. С. 80–92.
12. Moskalenko E.Yu., Valui G.A., Kruk N.N. New geological and geochemical data on the granitoids of the Uspensky massif in Southern Primorye Russian // *Russian Journal of Pacific Geology*. 2011. V. 5. № 5. P. 446–457. DOI: 10.1134/S181971401105006X.
13. Крук Н.Н., Голозубов В.В., Ханчук А.И., Александров И.А., Чашчин А.А., Склярёв Е.В. Интрузивные комплексы Сергеевского террейна – древнейшего блока Южного Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2018. 56 с.
14. Kruk N.N., Golozubov V.V., Khanchuk A.I., Aleksandrov I.A., Chashchin A.A., Sklyarov E.V. Intrusive complexes of Sergeevsky terrane – the oldest block of Southern Primorye. Vladivostok. Dalnauka. 2018. 56 p.