ОРИГИНАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / FULL ARTICLE

https://doi.org/10.32454/0016-7762-2022-64-1-17-29
УДК 552.33+553.078

Check for updates

CC BY 4.0

ЗАПАДНЫЕ ФЛАНГИ ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКОЙ КОНТИНЕНТАЛЬНО-РИФТОГЕННОЙ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ И УРАНОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ

С.А. МАЛЮТИН

ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»
23, ул. Миклухо-Маклая, г. Москва 117997, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Обобщены материалы по ареалам магматических пород повышенной щелочности, фиксирующим положение западных флангов южных ветвей (Гоби-Алтайской и Гоби-Тянь-Шаньской) позднепалеозойской континентально-рифтогенной системы Центральной Азии на территории С-З Чингиза (восточная часть Центрального Казахстана), Кендыктас-Чу-Или-Бетпакдалинской ураноносной провинции Южного Казахстана и Чаткало-Нарынской зоны Тянь-Шаня (Узбекистан).

Приведены данные о приуроченности урановой минерализации к этим ареалам и ее парагенетической связи с позднепалеозойской щелочной вулкано-плутонической ассоциацией.

Цель. Изучение ураноносности позднепалеозойского щелочного магматизма для корректировки металлогенических представлений и обоснования перспектив рудоносности западных флангов южных ветвей континентально-рифтогенной системы Центральной Азии.

Материалы и методы. Основной объем материалов получен в процессе проведения с участием автора специализированных геолого-съемочных и поисковых работ различного масштаба в районах Центрального Казахстана в период 1965—1985 годов. Использованы также опубликованные материалы, касающиеся расчленения магматических образований в урановорудных полях Южного Казахстана и Чаткало-Нарынской зоны.

Результаты. На площади урановых рудопроявлений С-З Чингиза и некоторых месторождений Южного Казахстана, приуроченных к девонским вулканическим сооружениям, выявлены субвулканические тела комендитов и небольшие массивы щелочных гранитов позднепалеозойского возраста, что свидетельствует об их связи с южными ветвями Центрально-Азиатской континентально-рифтогенной системы.

К щелочным породам приурочены проявления редкометалльно-альбититовой, уран-фосфорной и уран-молибденовой формаций. Редкометалльное оруденение тесно ассоциирует с щелочными породами, а урановая минерализация возникла после внедрения наиболее поздних даек микрогаббродиоритов и лампрофиров.

Аналогичные соотношения редкометалльной и урановой минерализации со щелочными гранитами и дайками микрогаббродиоритов и лампрофиров отмечаются на урановых месторождениях Чаткало-Нарынской зоны, расположенных среди раннепермской бимодальной трахибазальт-трахириолитовой формации.

Заключение. Установление рудоносности западных флангов Гоби-Алтайской и Гоби-Тянь-Шаньской ветвей на территории Южного и Центрального Казахстана позволяет выделять их как металлогенические зоны, перспективные на редкометалльное и урановое оруденение.

Ключевые слова: ареал, магматический комплекс, комендит, щелочной гранит, континентальный рифтогенез, редкометалльное и урановое оруденение

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Малютин С.А. Западные фланги позднепалеозойской континентально-рифтогенной системы Центральной Азии и урановое оруденение. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 2022;64(1):17—29. https://doi.org/10.32454/0016-7762-2022-64-1-17-29

Статья поступила в редакцию 10.03.2020
Принята к публикации 13.01.2022
Опубликована 22.06.2022

WESTERN FLANKS OF THE CENTRAL ASIAN LATE PALEOZOIC CONTINENTAL RIFT SYSTEM AND URANIUM MINERALIZATION

SERGEY A. MALIUTIN

Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia

ABSTRACT

Introduction. Available information on the occurrences of high alkaline magmatic rocks fixing the position of the western flanks of the southern branches (Gobi Altai and Gobi Tien-Shan) of the Central Asian Late Paleozoic continental rift system in the territory of the North-West of Chingiz (the eastern part of Central Kazakhstan), the Kendyktas-Chu-Ili-Bet-Pak-Dal uranium-bearing province of the Southern Kazakhstan and the Chatkal-Naryn zone of Tien-Shan (Uzbekistan) is reviewed. Data on the confinement of uranium mineralization to these occurrences and its paragenetic relationship with the Late Paleozoic alkaline volcanic-plutonic association is provided.

Aim. To study the uranium mineralization of Late Paleozoic alkaline magmatism to clarify metallogenic representations and justify prospects for the ore-bearingness of the western flanks of the southern branches of the Central Asian continental rift system.

Materials and methods. The largest part of materials was obtained in the process of geological surveys and prospecting works of various scales in the regions of Central Kazakhstan in the period 1965–1985 with the participation of the author. Published materials concerning the subdivision of magmatic formations in the uranium ore fields of Southern Kazakhstan and the Chatkal-Naryn zone were also used.

Results. Subvolcanic bodies of comendites and small masses of alkaline granites of the Late Paleozoic were identified across the area of uranium ore occurrences in the South-Western Chingiz and some deposits of South Kazakhstan confined to Devonian volcanic structures, which indicates their relationship with the southern branches of the Central Asian continental rift system. Rare-metal-albite, uranium-phosphorus and uranium-molybdenum formations are confined to alkaline rocks. Rare-metal mineralization is closely associated with alkaline rocks, while uranium mineralization occurred after the introduction of the most recent microgabbrodiorite and lamprophyre dikes. Similar correlations of rare-metal and uranium mineralization with alkaline granites and of microgabbrodiorite and lamprophyre dikes are observed in the uranium deposits of the Chatkal-Naryn zone located among the early Permian bimodal trachybasalt-trachyolite formation.

Conclusion. The establishment of ore mineralization on the western flanks of the Gobi Altai and Gobi Tien-Shan branches in the territory of Southern and Central Kazakhstan allows these areas to be distinguished as metallogenic zones, promising in terms of rare-metal and uranium mineralization.

Keywords: area, magmatic complex, comendite, alkaline granite, continental rift, rare-metal and uranium mineralization

Conflict of interest: the author declares no conflict of interest.

Financial disclosure: no financial support was provided for this study.

For citation: Maliutin S.A. Western flanks of the central Asian late paleozoic continental rift system and uranium mineralization. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration.* 2022;64(1):17—29. https://doi.org/10.32454/0016-7762-2022-64-1-17-29

Manuscript received 10 March 2020
Accepted 13 January 2022
Published 22 June 2022

Позднепалеозойская континентально-рифтогенная система Центральной Азии, выделенная на территории Монголии и Казахстана (рис. 1), представлена тремя последовательно сформировавшимися субпараллельными рифтогенными структурами (ветвями) широтного простирания, выполненными вулканитами бимодальной трахибазальт-комендитовой формации и сопровождающими ее массивами сиенитов, щелочных гранитов и поясами даек (с юга на север): Гоби-Тянь-Шаньской (C_3-P_1), Гоби-Алтайской (P_{1-2}) и Северо-Монгольской (P_2-T_1). Образование ее объясняется продвижением океанической спрединговой зоны Палеотетиса с развивающимся мантийным диапиром под Северо-Азиатский позднепалеозойский континент, происходящим при сближении его с Таримским и Китайско-Корейским материками. Растягивающие напряжения в перекрытом диапире приводили к расколу континентальной коры в ослабленных зонах, возникновению континентально-рифтогенных структур осевого типа, массивов щелочных пород

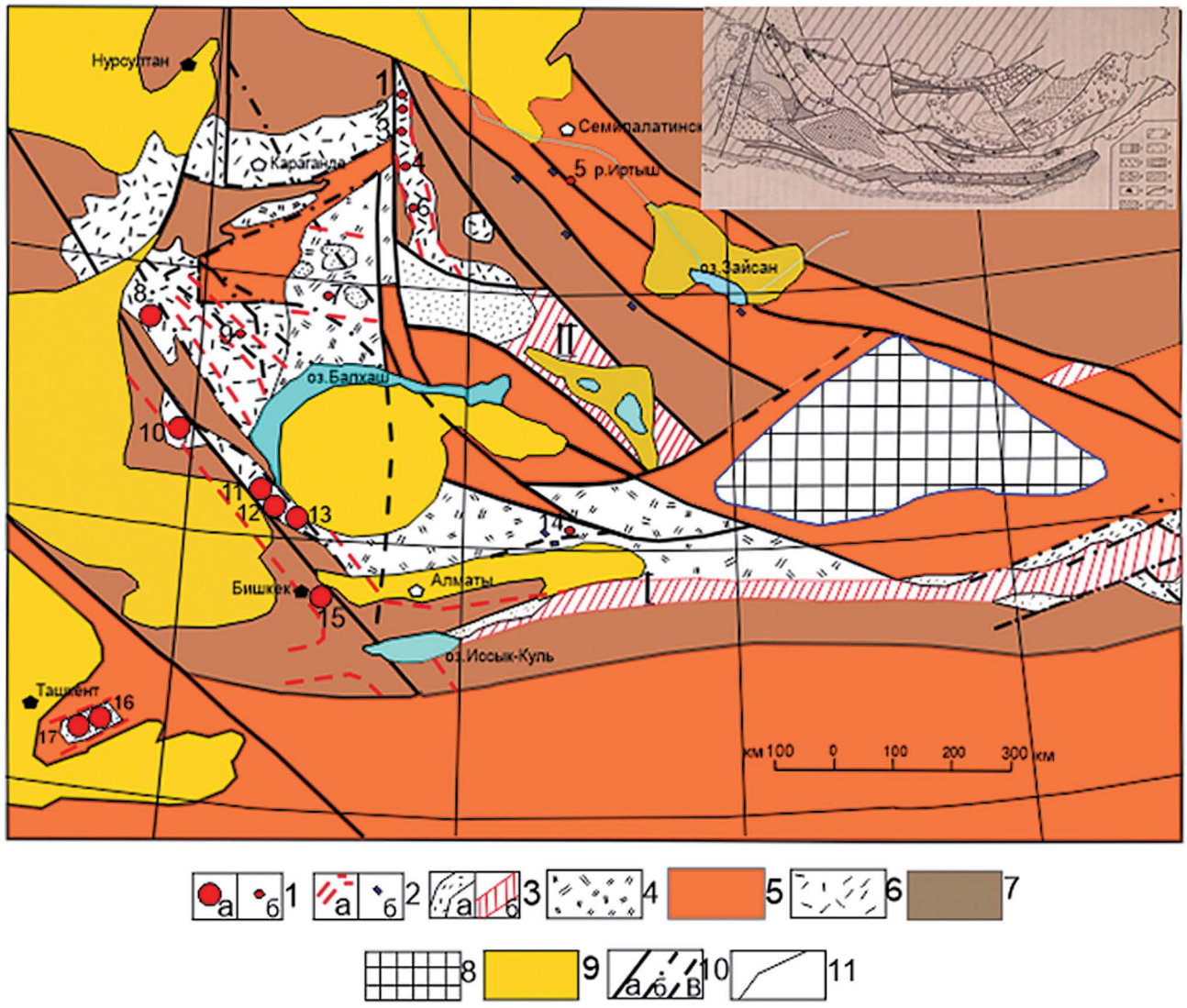

Рис. 1. *Схематическая карта размещения западных флангов позднепалеозойской рифтогенной системы Центральной Азии, ареалов щелочных гранитоидов, месторождений и рудопроявлений урана.*

Условные обозначения: 1 — месторождения (а) и рудопроявления (б) урана; 2 — ареалы распространения массивов щелочных гранитоидов позднего палеозоя (а) и отдельные массивы щелочных гранитов (б); 3 — реальные выходы пород бимодальной трахибазальт-трахириолит-комендитовой формации (а) и предполагаемые первоначальные поля (б) западных флангов Гоби-Тянь-Шаньской (I) и Гоби-Алтайской (II) ветвей позднепалеозойской рифтогенной системы Центральной Азии по В.В. Ярмолюку [19]); 4 — вулканогенные образования позднего палеозоя; 5 — герциниды; 6 — породы девонского вулканического пояса; 7 — каледониды; 8 — Джунгарский массив древней консолидации; 9 — площади развития четвертичных отложений; 10 — разрывные нарушения: первого порядка (а), второго порядка (б) и предполагаемые (в); 11 — геологические границы.
Месторождения и рудопроявления урана: 1 — Алкамергенское, 2 — Улькентузское, 3 — Ушкаринское, 4 — Достарское, 6 — Кайнарское (Северо-Западный Чингиз); 5 — Улькен-Акжал (Жарма-Саурская зона); 7 — Кызыл (Токрауский синклинорий); 8 — Джидели, 9 — Шунакское, 10 — Каратал, 11 — Кызылсай, 12 — Бота-Бурумское, 13 — Джусандалинское, 14 — Панфиловское, 15 — Курдай (Кендыктас-Чу-Или-Бетпакдалинская провинция); 16 — Алатаньга, 17 — Чаули (Чаткало-Нарынская зона).
На врезке представлена карта пермских континентальных вулканических образований Центральной Азии по В.В. Ярмолюку [19]

Fig. 1. *Schematic map of the location of the western flanks of the Late Paleozoic rift system of Central Asia, areas of alkaline granitoids, deposits and ore occurrences of uranium.*
Conventions: 1 — deposits (a) and ore occurrences (b) of uranium; 2 — distribution areas of Late Paleozoic alkaline granitoids (a) and separate alkaline granite massifs (b); 3 — real outcrops of rocks of the bimodal trachybasalt-trachyrhyolite-comendite formation (a) and the supposed initial fields (b) of the western flanks of the Gobi-Tienshan (I) and Gobi-Altai (II) branches of the Late Paleozoic riftogenic system of Central Asia according to V.V. Yarmolyuk [19]); 4 — volcanogenic formations of the Late Paleozoic; 5 — hercynides; 6 — rocks of the Devonian volcanic belt; 7 — Caledonides; 8 — Dzungarian massif of ancient consolidation; 9 — areas of development of Quaternary deposits; 10 — discontinuous violations: first order (a), second order (b) and alleged (c); 11 — geological boundaries.
Deposits and ore occurrences of uranium: 1 — Alkamergenskoye, 2 — Ulkentuzskoye, 3 — Ushkarinskoye, 4 — Dostarskoye, 6 — Kainarskoye (North-Western Chingiz); 5 — Ulken-Akzhal (Zharma-Saur zone); 7 — Kyzyl (Tokrau synclinorium); 8 — Jideli, 9 — Shunak, 10 — Karatal, 11 — Kyzylsay, 12 — Bota-Burum, 13 — Dzhusandala, 14 — Panfilov, 15 — Kurdai (Kendyktas-Chu-Ili-Betpakdala province); 16 — Alatanga, 17 — Chauli (Chatkal-Naryn zone).
The inset shows a map of Permian continental volcanic formations in Central Asia according to V.V. Yarmolyuk [19]

и поступлению мощных потоков мантийных флюидов [19, 20].

Щелочной магматизм континентально-рифтогенных структур осевого типа Монголии характеризуется ярко выраженной металлогенической специализацией на Zr, Nb, Ta, Sn, TR, Th и U [20]. Здесь известны U-редкометалльные рудопроявления в высокотемпературных альбититах, однако промышленное U-Mo оруденение позднепалеозойского возраста до настоящего времени не выявлено.

Вместе с тем на территории Узбекистана и Казахстана, где могут располагаться западные фланги южных ветвей континентально-рифтогенной системы Центральной Азии, известен целый ряд урановых месторождений и рудопроявлений, имеющих признаки связи с позднепалеозойским континентальным рифтогенезом.

В Узбекистане такими месторождениями являются Чаули, Алатаньга, Разведучасток, Каттасай и другие, расположенные в пределах позднепалеозойских континентально-рифтогенных вулкано-тектонических депрессий [4, 5, 15].

В Казахстане признаки связи с позднепалеозойским континентальным рифтогенезом имеют некоторые месторождения и проявления Кендыктас-Чу-Или-Бетпакдалинской урановорудной провинции и рудопроявления С-З Чингиза, расположенные, соответственно, в юго-западном и юго-восточном секторах девонского вулканического пояса. Они приурочены к вулканическим постройкам, сложенным девонскими породами известково-щелочной серии, прорванными субвулканическими и гипабиссальными телами щелочного состава.

Возраст щелочных пород до настоящего времени точно не определен. Большинством исследователей он принимается позднедевонским. Появление щелочных пород в тыловых зонах вулканического пояса связывается с продвижением в среднем палеозое под Казахстанский микроконтинент зоны Беньофа Джунгарского океанического бассейна, в результате которого происходила смена известково-щелочного магматизма на щелочной [10]. Возраст уранового оруденения, возникшего после внедрения щелочных пород, считается позднедевонско-раннекаменноугольным.

Согласно другой точке зрения, возраст щелочных пород является позднепалеозойским [2, 3, 12, 13, 19].

Существует и третья точка зрения, согласно которой в рудных районах распространены

щелочные породы как позднедевонского, так и позднепалеозойского возраста. В результате воздействия позднепалеозойского щелочного магматизма девонские урановые руды могли быть подвержены частичной регенерации, что подтверждается результатами их геохронологических исследований, которые для месторождений Кендыктас-Чу-Или-Бетпакдалинской ураноносной провинции распределяются в трех возрастных диапазонах: 340—360, 250—270 и 70—90 млн лет [3, 14]. Связь оруденения с конкретным магматическим комплексом не установлена, выделение на местности урановой минерализации разных этапов не представляется возможным.

По мнению автора, роль позднепалеозойского континентально-рифтогенного магматизма в образовании урановых руд значительно недооценена и существует необходимость ее конкретизировать на примере месторождений и рудопроявлений Кендыктас-Чу-Или-Бетпакдалинской ураноносной провинции и С-З Чингиза, расположенных в непосредственной близости от западных флангов южных ветвей позднепалеозойской континентально-рифтогенной системы Центральной Азии.

Щелочной магматизм и урановое оруденение западного фланга Гоби–Тянь–Шаньской ветви

Западный фланг Гоби-Тянь-Шаньской ветви позднепалеозойской континентально-рифтогенной системы Центральной Азии, который реконструирован В.В. Ярмолюком от Джунгарского массива древней консолидации на востоке до Киргизского хребта на западе, включает площадь развития бимодальной трахибазальт-комендитовой формации южного склона хребта Кетмень (базмойнакская свита P_1) и Заилийский ареал позднепалеозойских граносиенитов и щелочных гранитов [19]. Далее на юго-запад континентально-рифтогенная структура не прослеживается, здесь известны лишь отдельные массивы щелочных пород. И только к юго-востоку от Ташкента, в пределах герцинской Чаткало-Нарынской зоны, имеется протяженный участок, который может являться продолжением западного фланга Гоби-Тянь-Шаньской ветви. Здесь располагается пояс гранитоидных массивов повышенной щелочности и ряд крупных вулкано-тектонических депрессий кальдерного типа (Карабашская, Кызылнуринская, Бабайтоудорская, Чилтенская, Самгарская и др.), в строении которых принимают участие породы бимодальной трахибазальт-трахириолитовой формации кызылнуринской свиты P_1 с абсолютным возрастом в 286—290 млн лет [1, 15].

Комагматами трахириолитов покровной и субвулканической фаций указанных депрессий считаются ультракислые и субщелочные граниты арашанского комплекса (Шайданский, Арашанский, Чаркасарский и Беданалисайский массивы), характеризующиеся редкометалльной (Rb, Nb, Be, W, Sn, F, U, Th) специализацией. В Арашанском массиве известно Келенчек-Ташсайское проявление редкометальных (Th, Nb, Zr, TR, U) альбититов. По химическому составу трахириолиты близки к комендитам, а среди гранитов отмечаются щелочные разности [15].

Контрастность кызылнуринской свиты, повышенная щелочность и редкометалльная специализация вулканитов и гранитов объясняются существованием развивающегося мантийного диапира спрединговой зоны Палеотетиса, оказавшейся под Казахско-Киргизской частью Северо-Азиатского материка незадолго до его столкновения с Алай-Таримским микроконтинентом в результате субдукции [1, 4, 5, 19]. Продвижение этого отрезка западного фланга спрединговой зоны после столкновения должно было прекратиться. От продолжавшей движение восточной части спрединговой зоны он мог быть отделен протяженным трансформным разломом меридионального направления, установленным под четвертичными отложениями по геофизическим данным. Этот разлом позднее был частично унаследован Центрально-Казахстанским сдвигом.

Большинство месторождений и рудопроявлений U-Mo формации (Алатаньга, Разведучасток, Чаули, Каттасай и др.) находятся в вулканогенных породах указанных депрессий, однако есть месторождения, расположенные в комагматичных вулканитам гранитных массивах (Чаркасар). Процесс развития гидротермальной минерализации был не менее чем трехэтапным. В ранний этап возникли зоны осветления, серицитизации, окварцевания и каолинизации, связанные с фумарольно-сольфатарной деятельностью. В средний этап произошло формирование зон редкометалльных альбититов, наложенных на граниты. Урановая минерализация возникла после еще более поздних даек лампрофиров и микрогаббродиоритов регионального распространения, близких по абсолютному возрасту к трахириолитам кызылнуринской свиты и лейкогранитам (270—280 млн лет). Абсолютный возраст урановой минерализации также находится в этих пределах [11].

Таким образом, связь вулканитов кызылнуринской свиты, аляскитовых и щелочных гранитов, даек и оруденения с позднепалеозойским

континентальным рифтогенезом представляется очевидной.

В Казахстане в пределах Прибалхашско-Илийского карбон-пермского вулканического пояса также имеются урановые рудопроявления. Одно из них находится вблизи г. Панфилов Алма-Атинской области, в 120 км севернее южного склона хребта Кетмень.

Рудопроявление Панфиловское (рис. 1) расположено в субширотной полосе карбон-пермских вулканогенных пород, прорванных экструзивными телами риолитов и небольшими массивами граносиенитов и щелочных гранитов ранней перми. Штокверковая урановая минерализация приурочена к крутопадающим близмеридиональным дайкам микрогаббродиоритов, секущим экструзивный массив риолитов [17]. Связь щелочного магматизма, даек микрогаббродиоритов и оруденения с продолжавшей продвижение под континент восточной частью спрединговой зоны Палеотетиса также вполне вероятна.

В строении территории Кендыктас-Чу-Или-Бетпакдалинской ураноносной провинции участвуют блоки докембрийской континентальной коры, осадочные и вулканогенно-осадочные толщи нижнего палеозоя, девонские известково-щелочные вулканиты и сопровождающие их гранитоиды, осадочные отложения D_3-C_1 квазиплатформенного этапа и массивы позднепалеозойских гранитоидов.

В пределах провинции известно более 25 небольших массивов и дайкообразных тел щелочных пород, расположенных на площади распространения девонских вулканических полей. Они объединены в несколько ареалов северо-западного (Чуйский, Кендыктасский, Чу-Илийский и Западно-Балхашский) и субширотного (Заилийский) простирания, вытягивающихся вдоль глубинных разломов [13].

В районе оз. Иссык-Куль объединенные Кендыктасский и Чу-Илийский ареалы щелочных пород сопрягаются с субширотным Заилийским ареалом, образуя косое крестообразное сочленение (рис. 1), возникшее при пересечении субширотной Гоби-Тянь-Шаньской ветви рифтогенной системы северо-западных структур Бетпак-Далинского антиклинория.

В последние годы наметился новый подход к расчленению интрузивных образований этой провинции, основанный на ее сопоставлении с Центрально-Казахстанской вулканической областью. Массивы девонских гранитоидов (Жельтауский, Каракамысский, Жангызский и другие) были признаны полихронными, абсолютные датировки большинства интрузивных массивов были пересмотрены и впервые для этой территории представлена принципиально новая схема развития магматизма, в которой показано более 20 новых позднепалеозойских и мезозойских интрузивных комплексов [2]. Каменноугольные комплексы не выделяются, а среди раннепермских наибольшее развитие получили следующие комплексы (от ранних к поздним): каракамысский диорит-гранодиоритовый, жалгызский биотитовых лейкогранитов, сарыбулакский субщелочных биотитовых лейкогранитов, континентально-рифтогенный даек гранит-порфиров, диоритовых и диабазовых порфиритов регионального распространения, кокдомбакский монцогаббро-монцодиорит-гранодиоритовый и трангылыкский сиенит-субщелочно-гранитный.

Массивы щелочных гранитов Чу-Илийского, Западно-Балхашского и Заилийского ареалов объединены в алатагылский щелочной комплекс. Щелочные граниты и дайки щелочных гранит-порфиров комплекса прорывают гранитоиды жельтауского, каракамысского, жалгызского и монцодиориты кокдомбакского комплексов. Возраст его, предположительно, считается позднетриасовым, однако конкретных доказательств не приводится.

По мнению автора, все щелочные породы выделенных ареалов могут принадлежать единому раннепермскому алатагылскому вулканогенно-интрузивному комплексу. В него могут быть включены экструзивные и субвулканические тела комендитов Чуйского ареала, а также граносиениты и субщелочные граниты трангылыкского комплекса, содержащие, по данным Е.А. Виноградовой, щелочные амфиболы.

Подвергается сомнению также более раннее возрастное положение раннепермского комплекса даек регионального распространения по отношению к трангылыкскому и алатагылскому комплексам. Эти дайки возникли позже, пересечение ими массивов щелочных гранитов отмечалось ранее [8, 9].

Для более убедительного обоснования выделения алатагылского комплекса и его возрастных соотношений с породами других комплексов необходимо проведение дополнительных исследований.

В целом для всех щелочных пород характерен специфический минеральный состав (наличие щелочных пироксенов и амфиболов), близкие петрохимические характеристики, ярко выраженная редкометалльная специализация (Nb, Zr, TR, Th, U).

Сравнение некоторых петрохимических характеристик щелочных гранитов Чу-Илийского, Западно-Балхашского, Заилийского ареалов и раннепермских щелочных гранитоидов Гоби-Тянь-Шаньской ветви рифтогенной системы также показало их значительное сходство [13].

На территории Кендыктас-Чу-Или-Бетпакдалинской провинции известно более 25 урановых месторождений и множество проявлений. Наиболее крупными являются Бота-Бурумское, Джусандалинское, Кызылсайское и Джиделинское месторождения. Все месторождения к настоящему времени отработаны или законсервированы.

Урановое оруденение большей частью локализуется в девонских вулканогенных породах некков, экструзивной и субвулканической фаций. Большинство месторождений и рудопроявлений относятся к U-Mo типу в березитизированных породах, реже встречаются U-P проявления, сопровождаемые эйситами.

На некоторых месторождениях отмечается приуроченность оруденения к щелочным породам. Так, U-Mo месторождение Каратал (Курманшитинское сооружение на Чуйской глыбе) находится среди комендитов и щелочных кварцевых порфиров экструзивной и субвулканической фации. В С-З Прибалхашье известно Шунакское U-Mo рудопроявление, приуроченное к одноименному массиву щелочных гранитов, а в Кызылсайском рудном поле зоны с урановой минерализацией пересекают кольцевое тело щелочных гранитов в позднедевонском Карасайском массиве, а также располагаются в непосредственной близости от Алатагыльского массива щелочных гранитов.

Гидротермальная минерализация таких проявлений формировалась в два этапа.

Со щелочными породами связано редкометалльное оруденение раннего этапа. В экструзивно-субвулканических телах комендитов и щелочных кварцевых порфиров на Чуйской глыбе отмечаются зоны калиевошпатизации, альбитизации и своеобразных магнетит-гематит-биотитовых метасоматитов с аномальными геохимическими ореолами Nb, Zr, TR, Th и U. Аналогичные геохимические ореолы, как и многочисленные радиоактивные аномалии U-Th природы, известны вблизи кольцевого тела щелочных гранитов в Карасайском массиве, на площади Алатагыльского и Шунакского массивов [2].

Урановая минерализация возникла в поздний этап, проявившийся после внедрения даек гранит-порфиров, микрогаббродиоритов и микродиоритов, секущих щелочные гранитоиды.

Такие дайки распространены на площади практически всех месторождений провинции [17]. Когда большинство гранитных массивов относилось к позднему девону, эти дайки, также, считались позднедевонскими, возникшими вслед за внедрением гранитоидов жельтауского комплекса.

В схеме развития магматизма, предложенной Е.А. Виноградовой, дайки гранит-порфиров, микрогаббродиоритов и микродиоритов отнесены к ранней перми [2]. Случаи пересечения урановорудных тел какими-либо дайками неизвестны.

Следует отметить, что, несмотря на многолетние исследования, дайковые комплексы Кендыктас-Чу-Или-Бетпакдалинской провинции все же изучены недостаточно. Возрастные соотношения между упомянутым комплексом даек и малых интрузий регионального распространения и гранитными комплексами разного возраста окончательно не выяснены.

Если принять точку зрения Е.А. Виноградовой [2, 3], то подавляющее большинство месторождений Кендыктас-Чу-Или-Бетпакдалинской провинции, если не все, должны считаться раннепермскими и могут быть связаны с позднепалеозойским континентальным рифтогенезом. Однако этот вывод вступает в противоречие с данными геохронологических исследований руд. По мнению автора, в настоящее время к раннепермским можно отнести только те месторождения и рудопроявления, на площади которых распространены породы раннепермского щелочного комплекса и секущие их дорудные дайки микрогаббродиоритов и микродиоритов. Такими примерами могут служить некоторые месторождения Кызылсайского рудного поля, месторождение Каратал, рудопроявление Шунак. Не исключен раннепермский возраст Бота-Бурумского месторождения, на площади которого распространены граносиениты, вероятно, связанные с Аксуекским граносиенитовым массивом, и месторождения Курдай, где известны тела кварцевых диоритов карасуйского комплекса C_{1-2} и более молодых граносиенитов, а также дорудные позднепалеозойские дайки микрогаббродиоритов и микродиоритов [17].

Развитие диапира спрединговой зоны западного фланга Гоби-Тянь-Шаньской ветви, возможно, продолжалось до мезозоя включительно. Кроме щелочных массивов раннепермского возраста здесь известны тела субщелочных редкометалльных гранитов P_2—T_1 (Актюзское Pb-Zn-TR рудное поле), дайки и диатремы щелочных калиевых мафитов и ультрамафитов (диатрема

Шет-Ботаборум) мезозойского возраста рифтогенного происхождения [2].

Щелочной магматизм и урановое оруденение западного фланга Гоби-Алтайской ветви

Западный фланг Гоби-Алтайской ветви позднепалеозойской рифтогенной системы, реконструированный В.В. Ярмолюком от Джунгарского массива древней консолидации на востоке до Центрально-Казахстанского разлома на западе, охватывает контуры Баканасского синклинория (Восточно-Прибалхашская зона) [19]. Этот фланг выделен на основании распространения известково-щелочных пород кызылкиинской серии P_1, облик которой определяют туфы и игнимбриты трахириолитов, местами контрастно переслаивающихся с базальтами, и эффузивов бимодальной трахибазальт-комендитовой формации курайлинской серии P_2.

Наиболее крупным элементом западного фланга Гоби-Алтайской ветви является Баканасская вулканоплутоническая структура центрального типа. В ее строении принимают участие трахибазальты и комендиты покровной фации, субвулканические тела щелочных гранит-порфиров, интрузии граносиенитов, щелочных и аляскитовых гранитов. Здесь выделяются три магматических комплекса: ранний вулканогенно-интрузивный комендит-щелочно-гранитный (кукентайский), средний граносиенит-щелочно-гранитный (кызылтасский) и поздний баканасский аляскитовый [7]. Некоторые исследователи интрузивные породы раннего и среднего комплексов объединяют в единый комплекс в составе нордмаркит-щелочно-гранитной формации позднепермского возраста [6].

Восточнее, в Токрауском синклинории, кызылкиинская серия сложена разнообразными вулканитами, однако базальты и риолиты преобладают. На некоторых участках наблюдаются контрастные толщи, для которых характерно переслаивание андезито-базальтов и базальтов с вулканитами трахидацит-трахириолитовой группы [19]. Курайлинская серия здесь не выделяется, однако некоторые исследователи отмечают наличие пород близких к комендитам. В периферической части массива Майтас встречаются граниты с рибекитом и эгирином. Все это дало основание условно выделить ареал распространения щелочных пород, который продолжает на запад Гоби-Алтайскую ветвь.

Широким распространением на площади обоих синклинориев пользуются дайки гранит-порфиров, сиенит-порфиров, микрогаббро-диоритов, микродиоритов и лампрофиров, образующие разнонаправленные пояса. В Баканасской вулкано-плутонической структуре они секут Кукентайский и Кызылтасский массивы и срезаются аляскитовыми гранитами баканасского комплекса.

В Токрауском синклинории находится U-Mo рудопроявление Кызыл [17], расположенное вблизи массива Майтас. Оно приурочено к позднепалеозойскому экструзиву трахириолитов, прорванному дорудными дайками гранит-порфиров, сиенит-порфиров, микрогаббродиоритов и микродиоритов. Дайки образуют пояс С-З простирания. Связь рудопроявления Кызыл с континентальным рифтогенезом вполне вероятна.

Более широко щелочные гранитоиды распространены на территории каледонского Чингиз-Тарбагатайского мегантиклинория и Жарма-Саурской зоны, считающейся переходной между антиклинорием и Зайсанской складчатой системой герцинид. Они объединены в Тлеумбет-Саурский пояс, протягивающийся от оз. Зайсан до С-З Чингиза и входящий в состав Казахстано-Монгольской щелочной провинции. Возникновение щелочных гранитоидов связывается с позднепалеозойским континентальным рифтогенезом Центральной Азии [19].

В С-З Чингизе расположен ареал развития щелочного магматизма, протягивающийся в субмеридиональном направлении от Восточно-Прибалхашской до Жарма-Саурской зоны на расстояние не менее 400 км. Этот ареал находится в непосредственной близости от Центрально-Казахстанского разлома, параллелен ему и, возможно, связан с трансформным разломом спрединговой зоны, заложенным ранее (рис. 1).

Субвулканические тела трахириодацитов, трахириолитов и комендитов, а также массивы щелочных гранитов, сиенитов и граносиенитов, приурочены к девонским вулканическим сооружениям, вмещающим рудопроявления урана и многочисленные радиоактивные аномалии. Промышленные месторождения урана здесь не выявлены.

Рудоносными являются следующие сооружения (с севера на юг): Алкамергенское, Улькентузское с расположенным в 6 км массивом кварцевых сиенитов и щелочных гранитов Тлеумбет, Ушкаринское с массивом граносиенитов и субвулканическим телом трахириодацитовых порфиров (гора Ушкара), Достарское с граносиенитовым массивом Каратас и щелочно-гранитным Куйректыколь и Кайнарское с Абралинским массивом щелочных гранитов. Внутри сооружений щелочные субвулканические тела прорывают не только свежие вулканогенные

породы девона, но и вторичные кварциты по ним, образовавшиеся в результате фумарольно-сольфатарной деятельности.

Вулканогенные и интрузивные породы ареала объединены в единый многофазный комплекс пермского возраста. Субвулканическая фация комплекса представлена телами трахириодацитовых порфиров и комендитов, а гипабиссальная — массивами сиенитов и щелочных гранитов. Выделяются следующие основные фазы внедрения: 1 — трахириодацитовые порфиры, 2 — граносиениты, 3 — трахириолиты и комендиты, 4 — щелочные граниты, 5 — дайки грорудитов. Комплекс характеризуется ярко выраженной редкометалльной специализацией (Nb, Zr, TR, Th, U).

Позднепалеозойский возраст щелочного комплекса был принят на основании фактов прорывания субвулканическими телами трахириодацитовых порфиров, трахириолитов и комендитов терригенных и карбонатных отложений D_{2-3} и D_3—C_1 (Улькентузское, Ушкаринское и Достарское сооружения) и сходства его состава, петрохимических и геохимических характеристик с аналогичными породами южных ветвей позднепалеозойской рифтогенной системы Центральной Азии [12]. В настоящей статье приводятся дополнительные данные, иллюстрирующие близость петрохимических характеристик щелочных пород С-З Чингиза и Баканасской вулкано-плутонической структуры (рис. 2) и сходство в распределение редких элементов в щелочных породах С-З Чингиза и Южной Монголии (рис. 3).

Урановое оруденение в вулканических постройках локализуется как в девонских вулканогенных породах, так и в субвулканических телах щелочного состава. Так, U-P проявление Ушкара приурочено к рвущему контакту трахириодацитов с известняками D_3—C_1, а U-Mo проявление Улькентуз располагается в субвулканическом теле бурых трахириолитов, близких к комендитам. Кроме того, известно U-Mo проявление в девонских вулканогенных породах, приуроченное к западному контакту Тлеумбетского массива щелочных гранитов.

Процесс развития минерализации таких проявлений был двухэтапным. В ранний этап возникли флогопит-магнетит-гематитовые метасоматиты с аномальными содержаниями Nb, Zr, TR, U и Th, выявленные на площади Кайнарской, Достарской, Улькентузской и Алкамергенской вулканических построек. Эти метасоматиты сходны с редкометалльными метасоматитами Чуйской глыбы. В массивах щелочных гранитов известны рудопроявления бериллия и редкоземельных элементов в зонах калиевошпатизации и альбитизации, пересекаемых флогопит-гематитовыми прожилками (Тлеумбетское).

В поздний этап минерализации, после внедрения даек микрогаббродиоритов, микродиоритов

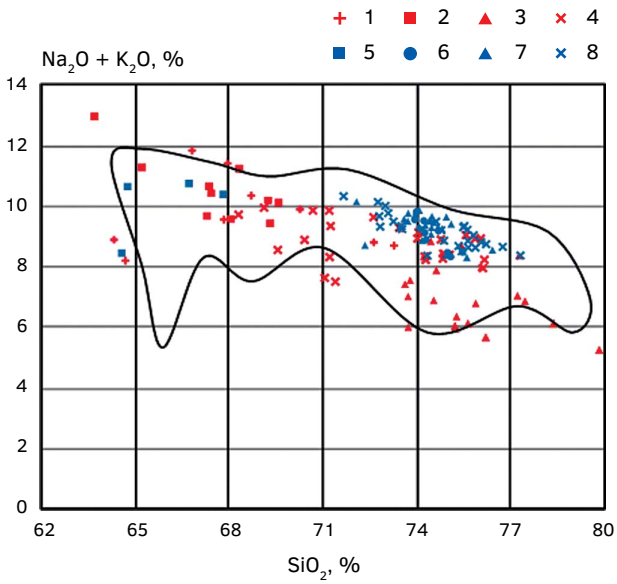

Рис. 2. *TAS-диаграмма суммы щелочей — кремнезем для пород пермского щелочного вулканогенно-интрузивного комплекса С-З Чингиза и Баканасской вулкано-плутонической структуры Восточно-Прибалхашской зоны.*
Условные обозначения: 1—4 — щелочные породы С-З Чингиза: 1 — трахириодациты субвулканической фации; 2 — граносиениты; 3 — трахириолиты и комендиты субвулканической фации; 4 — щелочные граниты; 5—8 — щелочные породы Баканасской структуры: 5 — граносиениты; 6 — комендиты покровной фации; 7 — щелочные гранит-порфиры субвулканической фации; 8 — щелочные граниты; контуром изображено поле составов трахидацитов и комендитов бимодальных ассоциаций южных ветвей Центрально-Азиатской рифтовой системы (Монголия) [19]
Fig. 2. *TAS diagram of total alkali–silica for rocks of the Permian alkaline volcanogenic-intrusive complex NW of Chingiz and the Bakanas volcanoplutonic structure of the East Balkhash zone.*
Conventions: 1—4 — alkaline rocks of S-W-Chingiz: 1 — trachyrhyodacites of subvolcanic facies; 2 — granosyenites; 3 — trachyrhyolites and comendites of subvolcanic facies; 4 — alkaline granites; 5-8 — alkaline rocks of the Bakanas structure: 5 — granosyenites; 6 — cover facies comendites; 7 — alkaline granite-porphyries of subvolcanic facies; 8 — alkaline granites; the contour shows the field of compositions of trachydacites and comendites of bimodal associations of the southern branches of the Central Asian rift system (Mongolia) [19]

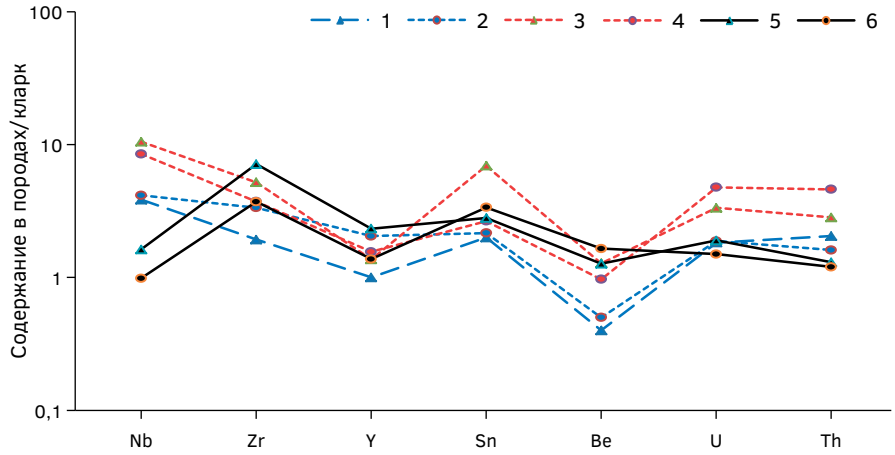

Рис. 3. *График распределения редких и радиоактивных элементов в трахириолитах (комендитах) и щелочных гранитах позднепалеозойских вулканогенно-интрузивных комплексов С-З Чингиза и Южной Монголии. Условные обозначения: 1 — трахириолиты субвулканической фации Улькентуз-Каражирского вулканического сооружения; 2 — щелочные граниты массива Тлеумбет; 3 — трахириолиты и комендиты субвулканической фации Достарского вулканического сооружения; 4 — щелочные граниты массива Куйректыколь; 5—6 — породы южных ветвей позднепалеозойской рифтогенной системы Центральной Азии (Монголия): 5 — комендиты; 6 — щелочные граниты. Для построения графика для пород Монголии использованы результаты геохимических анализов из диссертации А.В. Горегляда (1985)*

Fig. 3. *Graph of the distribution of rare and radioactive elements in trachyrhyolites (comendites) and alkaline granites of the Late Paleozoic volcanogenic-intrusive complexes NW of Chingiz and Southern Mongolia. Conventions: 1 — trachyrhyolites of the subvolcanic facies of the Ulkentuz-Karazhyr volcanic structure; 2 — alkaline granites of the Tlieumbet massif; 3 — trachyrhyolites and comendites of the subvolcanic facies of the Dostarsky volcanic structure; 4 — alkaline granites of the Kuyrektykol massif; 5-6 — rocks of the southern branches of the Late Paleozoic rift system of Central Asia (Mongolia): 5 — comendites; 6 — alkaline granites. To build a graph for the rocks of Mongolia, the results of geochemical analyzes from the dissertation of A.V. Goreglyada (1985)*

и лампрофиров, относимых к самостоятельному комплексу даек и малых интрузий, образовались рудопроявления U-P и U-Mo типов. Иногда дайки образуют протяженные пояса. Один из таких поясов меридионального простирания пересекает сиениты и щелочные граниты массива Тлеумбет. Пересечение рудными зонами обоих типов минерализации даек микродиоритов и лампрофиров отмечалось на площади большинства вулканических сооружений.

Таким образом, все известные урановые рудопроявления, расположенные в С-З Чингизе, могут быть позднепалеозойскими. Большинство из них ассоциирует со щелочными вулканогенными породами экструзивной и субвулканической фации, относимых к пермскому вулканогенно-интрузивному комплексу континентально-рифтогенного происхождения.

В Жарма-Саурской зоне известно U-Mo рудопроявление Улькен-Акжал, расположенное в 75 км к юго-западу от г. Семипалатинск. Рудопроявление приурочено к куполовидному вулканическому сооружению, сложенному дацитовыми порфирами, риолитами и туфами коконьской свиты C_1 [16]. Сооружение находится в зоне крупного разлома, протягивающегося в С-З направлении от оз. Зайсан до оз. Карасор на расстояние более 500 км. В разных частях этой зоны встречаются редкие массивы и дайки щелочных гранитов, выделяемых в составе пермского Тлеумбет-Саурского пояса щелочных интрузий. На площади рудопроявления распространены дорудные дайки микрогаббродиоритов, секущие окварцованные и серицитизированные вулканические породы [17, 18]. Эти дайки отнесены к самостоятельному комплексу регионального распространения. Считается, что дайки пересекают соседний раннекаменноугольный Коконьский гранодиорит-гранитный массив, однако возрастные соотношения их с расположенным вблизи массивом щелочных гранитов Акбиик остаются не выясненными. Несмотря на некоторые различия в минеральном составе руд проявлений Улькентуз и Улькен-Акжал, их элементный состав поразительно сходен (рис. 4). Связь рудопроявления Улькен-Акжал с позднепалеозойским континентальным рифтогенезом вполне возможна.

Выводы

1. Западные фланги южных ветвей позднепалеозойской континентально-рифтогенной системы Центральной Азии являются ураноносными.

С Гоби-Тянь-Шаньской ветвью связаны урановые месторождения Чаткало-Нарынской зоны и ряд месторождений и рудопроявлений Кендыктас-Чу-Или-Бетпакдалинской ураноносной провинции, на площади которых проявлен щелочной магматизм.

С Гоби-Алтайской ветвью ассоциируют рудопроявления С-З Чингиза, а также могут быть связаны рудопроявления, расположенные в каменноугольных и пермских вулканических сооружениях соседних структурно-формационных зон.

2. Процесс развития гидротермальной минерализации на площади урановых месторождений и рудопроявлений, ассоциирующих со щелочным комплексом, был, как минимум, двухэтапным. В ранний этап, после кристаллизации щелочных пород, возникла редкометалльная минерализация в альбититах и флогопит-магнетитовых метасоматитах, относящаяся к редкометалльно-альбититовой формации. В поздний этап, после внедрения даек микрогаббродиоритов, микродиоритов и лампрофиров, образовались зоны эйситов и березитов, соответственно, с U-P и U-Mo оруденением.

3. Несмотря на длительное и всестороннее изучение магматизма и уранового оруденения Кендыктас-Чу-Или-Бетпакдалинской провинции, многие вопросы остаются не выясненными. Окончательно не определен возраст щелочных пород, не ясна последовательность внедрения даек регионального распространения и их возрастные соотношения с гранитными комплексами разного возраста, не отделена в пространстве урановая минерализация девонского (D_3—C_1) и позднепалеозойского (P) этапов.

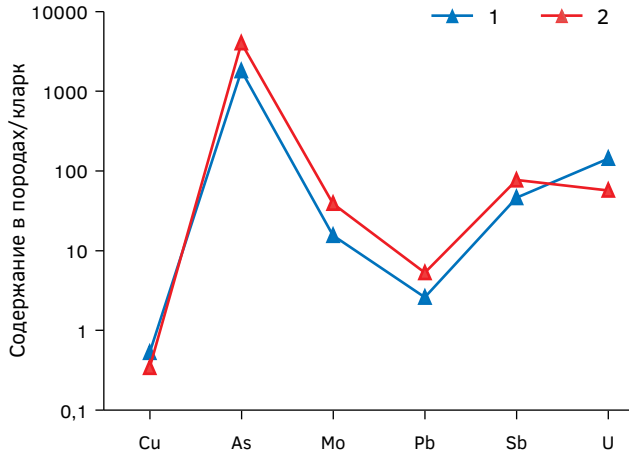

Рис. 4. *График содержаний урана и сопутствующих элементов в руде Улькентуза (1) и Улькен-Акжала (2)*
Fig. 4. *Graph of the contents of uranium and related elements in the ore of Ulkentuz (1) and Ulken-Akzhala (2)*

Установление ураноносности западных флангов южных ветвей позднепалеозойской континентально-рифтогенной системы Центральной Азии может иметь значение как для металлогенических построений, так и для планирования дальнейших поисковых работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Буртман В.С.* Тектоника и геодинамика Тянь-Шаня в среднем и позднем палеозое // Геотектоника. 2015. № 4. С. 67—85.
2. *Виноградова Е.А.* Фанерозойский интрузивный магматизм Центрального Казахстана и Бетпак-Дала-Шу-Илийского региона (Республика Казахстан). РК // Горно-геологический журнал. 2009. № 3—4. С. 8—25.
3. *Виноградова Е.А. Альперович-Ландо Е.В., Попов Л.Е.* Фанерозойская история геологического развития и металлогении Казахстана. РК // Горно-геологический журнал. 2011. № 1—2. С. 9—14.
4. *Гесь М.Д., Селиверстов К.В.* Геодинамика, магматическая и металлогеническая зональность окраины Палеотетиса (Чаткальский регион Тянь-Шаня) // Геология рудных месторождений. 1995. Т. 37, № 2. С. 132—141.
5. *Далимов Н.Р.* Пермь-раннемеловой внутриплитный магматизм Срединного Тянь-Шаня // В кн. «Инновационные подходы в современной науке». Сб. статей по материалам XXXIX междунар. науч.-практ. конф. № 3 (39). М.: Интернаука, 2019.
6. *Добрецов Г.Л.* Варисцийский гранитоидный магматизм Казахстана (геология, формации, генетические модели) // Труды ВСЕГЕИ. Новая серия. Т. 284. Л.: Недра, 1985. 252 с.
7. *Ермолов П.В., Тихомирова Н.И., Владимиров А.Г.* Петрология комендитов и щелочных гранитов Баканасской вулкано-плутонической структуры Центрального Казахстана // Геология и геофизика. 1987. №3. С. 45—55.
8. *Ефремова С.В.* Об интрузивах щелочных (рибекитовых) гранитов Бет-Пак-Далы (Центральный Казахстан) // Известия АН СССР. Серия геол. 1962. №10. С. 33—45.
9. *Ефремова С.В.* Дайки в гранитоидных комплексах Центрального Казахстана. М.: Наука, 1970. 238 с.
10. *Зоненшайн Л.П. и др.* Глобальная тектоника, магматизм и металлогения. М.: Недра, 1976. 231 с.

11. *Лаверов Н.П. и др.* Основы прогноза урановорудных провинций и районов. М.: Недра,1986. 206 с.
12. *Малютин С.А.* Позднепалеозойские вулкано-плутонические ассоциации северо-запада Чингиз-Тарбагатайского мегантиклинория и оруденение // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2013. № 6. С. 13—24.
13. *Малютин С.А.* Позднепалеозойский щелочно-гранитоидный магматизм Южного Казахстана и его участие в строении рудоносных вулканических сооружений Кендыктас-Чу-Или-Бетпакдалинской урановоносной провинции // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2018. № 3. С. 33—42.
14. *Петров Н.Н., Берикболов Б.П., Аубакиров Х.Б. и др.* Урановые месторождения Казахстана (экзогенные). Алматы: АО «Волковгеология», 2008. 320 с.
15. *Рафиков Я.М., Юсупов Р.Г.* Флюоритоносность раннепермской трахириолит-лейкогранитной вулкано-плутонической ассоциации (Срединный Тянь-Шань) // Отечественная геология. 2019. № 1. С. 59—67.
16. *Сельцов Б.М.* Геологическое строение района куполовидного палеовулкана гор Улькен-Акжал (Восточный Казахстан). В кн. «Геология липаритовой формации районов Средней Азии и Казахстана» М.: Наука, 1972. С.170—182.
17. Справочник месторождений Казахстана. 2014. URL: http://info.geology.gov.kz/ru/informatsiya/spravochnik-mestorozhdenij-kazakhstana/tverdye-poleznye-iskopaemye (дата обращения 20.11.2019).
18. *Яковлев П.Д., Малютин С.А.* Об этапах и стадиях гидротермальной минерализации молибден-уранового рудопроявления, приуроченного к вулканическому сооружению // Записки Всесоюзного минералогического общества. 1976. Ч. 105, вып. 2. С. 247—254.
19. *Ярмолюк В.В.* Позднепалеозойский вулканизм континентальных рифтогенных структур Центральной Азии. М.: Наука, 1983. 298 с.
20. *Ярмолюк В.В., Коваленко В.И.* Рифтогенный магматизм активных континентальных окраин и его рудоносность. М.: Наука, 1991. 263 с.

REFERENCES

1. Burtman V.S. Tectonics and geodynamics of the Tien Shan in the middle and late Paleozoic. Geotectonika. 2015. No. 4., P. 67—85 (In Russian).
2. Vinogradova Ye.A. Fanerozoic intrusive magmatism of the Central Kazakhstan and Betpak-Dala-Shu-Ili region (Republic of Kazakhstan). Gorno-geologicheskiy jurnal = Mining magazine. 2009. No. 3—4. P. 8—25 (In Russian).
3. Vinogradova Ye.A., Alperovich-Lando Ye.V., Popov L.Ye. Phanerozoic history of geological development and metallogeny of Kazakhstan. Gorno-geologicheskiy jurnal = Mining magazine. 2011. No. 1—2. P. 9—14 (In Russian).
4. Ges M.D., Seliverstov K.V. Geodynamics, magmatic and metallogenic zoning of the outskirts Paleothetis (Chatkal region of the Tien Shan) // Geology of ore deposits. 1995. Vol. 37, no. 2. P. 132—141 (In Russian).
5. Dalimov N.P., Dalimov P.T. Perm-Early Cretaceous intraplate magmatism of the middle Tien Shan. "Innovative approaches in the modern science". Proceedings of XXXIX international scientific-practical conference. Moscow: Internauka Publ., 2019. No. 3 (39). P. 8—26 (In Russian).
6. Dobretsov G. L. Variscian granitoid magmatism in Kazakhstan (Geology, formations, genetic models). Proceedings of A.P. Karpinsky Russian geological research institute. New series. Vol. 284. Leningrad: Nedra Publ., 1985, 252 p. (In Russian.)
7. Ermolov P.V., Tikhomirova N.I., Vladimirov A.G. Petrology of komendites and alkaline granites of the Bakanas volcano-plutonic structure of Central Kazakhstan // Geology and geophysics. 1987. No. 3. pp. 45-55.
8. Efremova S.V. About the alkaline intrusions (riebeckite) granites of the Bet-Pak-Dala (Central Kazakhstan). Izvestiya AN USSR –[News of the URSS Academy of Sciences]. A series of geological. 1962, no.10, pp. 33—45. (In Russian.)
9. Efremova S.V. Dikes in granitoid complexes of Central Kazakhstan. Moscow: Nauka Publ. 1970, 238 p. (In Russian.)
10. Zonenshain L.P. et al. Global tectonics, magmatism and metallogeny. Moscow: Nedra Publ., 1976. 231 p.
11. Laverov N.P. et al. Fundamentals of the forecast of uranium ore provinces and districts. Moscow: Nedra Publ., 1986. 206 p.
12. Malyutin S.A. Late Paleozoic volcanic-plutonic association of North-West Chingiz-Tarbagatay meganticlinorium and mineralization. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy = News of higher educational establishments. Geology and exploration. 2013. No. 6. P. 13—24 (In Russian).
13. Malyutin S.A. Late Paleozoic alkali-granitoid magmatism of Southern Kazakhstan and its role in the formation of the ore-bearing volcanic structures of Kendyctas-Chu-Ili-Betpac-Dala uranium ore provence. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy = News of higher educational establishments. Geology and exploration. 2018. No. 3. P. 33—42 (In Russian).
14. Petrov N.N., Berikbolov B.R., Aubakirov H.B. et al. Uranium deposits of Kazakhstan (exogenous). Almaty: Volkovgeologiya. 2008. 320 p. (In Russian).
15. Rafikov Ya.M., Yusupov R.G. Fluorite-bearing early Permian trachyrhyolite-leucogranitic volcano-plutonic associations (middle Tien-Shan) // Domestic Geology. 2019. No. 1. P. 59—67 (In Russian).
16. Seltsov B.M. Geological structure of the area of the dome-shaped paleovolcano of the Ulken-Akzhal mountains (East Kazakhstan). In the book "Geology of the liparite formation of the regions of Central Asia and Kazakhstan". Moscow: Nauka Publ., 1972, pp.170—182.

17. Directory of deposits of Kazakhstan. 2014 (In Russian). Aviable at: http://info.geology.gov.kz/ru/informatsiya/spravochnik-mestorozhdenij-kazakhstana/tverdye-poleznye-iskopaemye (accessed 20.11.2019).
18. Yakovlev P.D., Malyutin S.A. On the stages and stages of hydrothermal mineralization of a molybdenum-uranium ore occurrence associated with a volcanic structure // Notes of the all-Union mineralogical society. 1976. P. 105, vol. 2. P. 247—254 (In Russian).
19. Yarmolyuk V.V. Late Paleozoic volcanism of continental-rift structures of Central Asia. Moscow: Nauka Publ., 1983. 298 p. (In Russian).
20. Yarmolyuk V.V., Kovalenko V.I. Riftogenic magmatism of active continental margins and its ore bearing. Moscow: Nauka Publ., 1991, 263 p. (In Russian).

ВКЛАД АВТОРА / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Малютин С.А. — разработал концепцию и подготовил текст статьи, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Sergey A. Malyutin — collected material, developed the concept and prepared text of the article, finally approved the published version of the article and agree to take responsibility for all aspects of the work.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT AUTHOR

Малютин Сергей Александрович — кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии месторождений полезных ископаемых ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе».
23, ул. Миклухо-Маклая, г. Москва 117997, Россия
Тел.: 8 (915)-311-73-50
E-mail: geopoisk2013@yandex.ru
SPIN-код: 4968-3696
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6507-8680

Sergey A. Malyutin — Cand. of Sci. (Geol. and Mineral.), Docent of the Department of Geology of Mineral Deposits Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting.
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia
Tel.: +7 (915)-311-73-50
E-mail: geopoisk2013@yandex.ru
SPIN-code: 4968-3696
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6507-8680