

Оригинальная статья / Original article

УДК 551.2+552.33+553.04

DOI: <http://dx.doi.org/10.21285/2541-9455-2018-41-1-9-37>

СЕЛЕНГИНСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ: ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, МИНЕРАГЕНИЯ, ГЕОДИНАМИКА, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

© И.В. Гордиенко^а, В.С. Ланцева^б, Р.А. Бадмацыренова^с, А.Л. Елбаев^д

^{а-д}Геологический институт СО РАН,
670047, Российская Федерация, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6а.

РЕЗЮМЕ. Цель. Исследования направлены на изучение геологического строения, минерагенического районирования, характеристику рудных узлов, генетических типов рудных месторождений, геодинамических условий их формирования, прогнозов и перспектив дальнейшего промышленного освоения Селенгинского рудного района Республики Бурятия. **Методы.** Используются комплексные структурно-геологические и минерагенические исследования с учетом ранее проведенных тематических, поисково-съёмочных, геолого-разведочных работ. Для анализа вещественного состава магматических пород и руд широко применялись современные петролого-геохимические и изотопно-геохронологические методы с использованием в качестве элементов индикаторов состава редких и редкоземельных элементов, микрозондовые определения минералов, а также изотопные (U-Pb, Sm-Nd, Rb-Sr, Sr-Sr, Ar-Ar, O, C и др.) и литолого-биостратиграфические данные. **Результаты.** Установлено, что в пределах рудного района широко развиты верхнепалеозойские и раннемезозойские тектоно-магматические структуры. Они связаны с развитием трансрегионального верхнепалеозойского Селенгино-Витимского вулканоплутонического пояса рифтогенного типа, а также с формированием мезозойской Западно-Забайкальской области рифтогенного (внутриплитного) магматизма. С магматической деятельностью позднепалеозойско-мезозойского этапа связаны основные промышленно значимые ресурсы минерального сырья Селенгинского рудного района, которые сосредоточены в рудных узлах (Куналейский, Кижингинский, Черемшано-Ошурковский, Таширский и др.), а также за их пределами. Установлено, что основными рудными полезными ископаемыми в пределах района являются молибден и бериллий, определяющие минерагенический облик исследованного рудного района. **Выводы.** Получены новые вещественные характеристики верхнепалеозойских и мезозойских внутриплитных магматических комплексов и связанных с ними месторождений минерального сырья (Мо, Ве, Ti, кварцевое, флюоритовое и апатитовое сырье), а также других перспективных рудных объектов медного, золотого, уранового и редкоземельно-барий-стронциевого оруденения. Выявлены геодинамические условия их формирования и главные возрастные рубежи проявления рудообразующих процессов, оценены перспективность добычи полезных ископаемых в Селенгинском рудном районе и вовлечения этого рудного потенциала в программу модернизации экономики региона.

Ключевые слова: геологическое строение, рудный район, стратегическое сырье, месторождения, минерагеническое районирование, перспективы освоения.

^аГордиенко Иван Власович, член-корреспондент РАН, советник РАН, главный научный сотрудник, тел.: 8 (3012) 433891, e-mail: gord@pres.bsnet.ru

Ivan V. Gordienko, Corresponding Member of RAS, Counsellor of RAS, Chief Researcher, tel.: 8 (3012) 433891, e-mail: gord@pres.bsnet.ru

^бЛанцева Валентина Сергеевна, кандидат геолого-минералогических наук, младший научный сотрудник, тел.: 8 (3012) 434035, e-mail: valery_fox@list.ru

Valentina S. Lantseva, Candidate of Geological and Mineralogical sciences, Junior Researcher, tel.: 8 (3012) 434035, e-mail: valery_fox@list.ru

^сБадмацыренова Роза Александровна, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник, тел.: 8 (3012) 434035, e-mail: brose@ginst.ru

Roza A. Badmatsyrenova, Candidate of Geological and Mineralogical sciences, Researcher, tel.: 8 (3012) 434035, e-mail: rose@ginst.ru

^дЕлбаев Алексей Леонидович, кандидат геолого-минералогических наук, младший научный сотрудник, тел.: 8 (3012) 434035, e-mail: elbaev@ginst.ru

Aleksey L. Elbaev, Candidate of Geological and Mineralogical sciences, Junior Researcher, tel.: 8 (3012) 434035, e-mail: elbaev@ginst.ru

Информация о статье. Дата поступления 4 декабря 2017 г.; дата принятия к печати 7 марта 2018 г.; дата онлайн-размещения 30 марта 2018 г.

Формат цитирования. Гордиенко И.В., Ланцева В.С., Бадмацыренова Р.А., Елбаев А.Л. Селенгинский рудный район Республики Бурятия: геологическое строение, минерогения, геодинамика, перспективы развития // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых. 2018. Т. 41. № 1. С. 9–37. DOI: 10.21285/2541-9455-2018-41-1-9-37

THE SELENGA ORE DISTRICT OF THE BURYAT REPUBLIC: GEOLOGICAL STRUCTURE, MINERAGENY, GEODYNAMICS, DEVELOPMENT PROSPECTS

© I.V. Gordienko, V.S. Lantseva, R.A. Badmatsyrenova, A.L. Elbaev

Geological Institute SB RAS,
6a, Sakhyanova St., Ulan-Ude, 670047, Buryat Republic, Russian Federation

ABSTRACT. Purpose. The studies are aimed at the investigation of geological structure and mineragenetic zonation, description of ore clusters, genetic types of ore deposits and geodynamic conditions of their formation, prediction and prospects of future commercial exploration of the Selenga ore district of the Buryat Republic.

Methods. The study employs complex structural-geological and mineragenetic researches including thematic, explorative-surveying and geological-prospecting works carried out earlier. The analysis of the material composition of magmatic rocks and strategic raw material ores is performed by means of modern petrological-geochemical and isotope-geochronological methods using the composition of rare and rare-earth elements, microprobe minerals identification as well as isotope (U-Pb, Sm-Nd, Rb-Sr, Sr-Sr, Ar-Ar, O, C etc.) and lithological-biostratigraphic data.

Results. It is found that Upper Paleozoic and Early Mesozoic tectono-magmatic structures are widely developed within the ore district. They are associated with the development of the transregional Upper Paleozoic Selenga-Vitim volcano-plutonic belt of riftogenic type as well as with the formation of the West Transbaikalian Mesozoic zone of riftogeneous (intraplate) magmatism. The main commercially important strategic mineral raw material resources of the Selenga ore district which are located in the ore clusters (the Kunaley, Kizhinga, Cheremshanka-Oshurkovo, Tashir et al.) and beyond their bounds are associated with the Late Paleozoic-Mesozoic magmatic activity. It is found that molybdenum and beryllium are the main ore minerals within the district which determine the mineragenetic features of the investigated ore district. **Conclusions.** The new material characteristics of the Upper Paleozoic and Mesozoic intraplate magmatic complexes, the associated deposits of strategic mineral raw material (Mo, Be, Ti, quartz, fluorite and apatite raw material) and other promising ore objects of copper, gold, uranium and rare-earth-barium-strontium mineralization are obtained. The geodynamic conditions of their formation and the main age boundaries of the ore-forming processes are revealed. The mining prospects of the Selenga ore district and the involvement of this ore potential in the program of the region's economic modernization are estimated.

Keywords: geological structure, ore district, strategic raw material, deposits, mineragenetic zoning, development prospects

Article info. Received 4 December 2017; accepted for publication 7 March 2018; available online 30 March 2018.

For citation. Gordienko I.V., Lantseva V.S., Badmatsyrenova R.A., Elbaev A.L. The Selenga ore district of the Buryat republic: geological structure, minerageny, geodynamics, development prospects. *Izvestiya Sibirskogo otdeleniya Sektzii nauk o Zemle Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk. Geologiya, razvedka i razrabotka mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh* [Proceedings of the Siberian Department of the Section of Earth Sciences of the Russian Academy of Natural Sciences. Geology, Exploration and Development of Mineral Deposits], 2018, vol. 41, no. 1, pp. 9–37. (In Russian). DOI: 10.21285/2541-9455-2018-41-1-9-37

Введение

Исследования направлены на изучение геологического строения, минерогенического районирования, характеристики рудных узлов, генетических типов рудных месторождений, геодинамиче-

ских условий их формирования, прогнозов и перспектив дальнейшего промышленного освоения Селенгинского рудного района Республики Бурятия. Рудный район в административном плане расположен в центральной густонаселенной и

экономически развитой части Республики Бурятия. Он занимает южную и восточную части Прибайкалья и юго-западную часть Западного Забайкалья, общая площадь – 48000 км². Тектоническое строение района определяется его расположением в южном складчатом обрамлении Сибирской платформы, в пределах Саяно-Байкальского орогенного пояса.

Геологическое строение Селенгинского рудного района

Строение этой территории обусловлено развитием байкальских, каледонских, герцинских и мезозойских (киммерийских) структурно-формационных комплексов. Современные границы этих комплексов контролируются крупными разрывными нарушениями северо-восточного и субмеридионального простираний, имеющими в основном сдвиговую природу (рис. 1).

Байкальские (неопротерозойские) структуры вскрываются в основном по побережью озера Байкал в хребтах Хамар-Дабан и Морской, а также на юге в Кяхтинском и Заганском выступах метаморфических ядер. Они сложены осадочно-метаморфическими толщами хангарульской, селенгинской и кяхтинской серий, прорванных отдельными телами синклизонных гранитоидов (заганский комплекс), возрастное положение которых в настоящее время точно не определено и колеблется от раннего протерозоя до девона включительно [2].

Каледонские (венд-раннепалеозойские) структуры в пределах Селенгинского рудного района представляют фрагменты краевых осадочных бассейнов (темникская, астайская, куналейская свиты) Удино-Витимской и Джидинской островодужных систем, которые на территории рудного района имеют трансформное сочленение друг с другом по серии субмеридиональных сдвигов, фиксируемых западнее Гусиноозерской впадины. Геология и металлогения назван-

ных островодужных систем рассмотрена авторами данной статьи ранее [2–5].

Наибольшее распространение в пределах Селенгинского рудного района имеют верхнепалеозойские (герцинские) и мезозойские (киммерийские) тектономагматические структуры. Они связаны с развитием трансрегионального верхнепалеозойского (С₂-Р₁) Селенгино-Витимского (Монголо-Забайкальского) вулканоплутонического пояса рифтогенного типа, а также с формированием мезозойской (Т₂₋₃-К₁) Западно-Забайкальской области рифтогенного (внутриплитного) магматизма [6–10].

Первые импульсы верхнепалеозойского магматизма на изученной территории были связаны с заложением Селенгино-Витимского вулканоплутонического пояса и представлены мощным трахитандезит-базальт-риолитовым вулканизмом и туфогенно-терригенным осадконакоплением в рифтогенных структурах (гунзанская, унгуркуйская, сурхэбтинская свиты – С₂-Р₁), а также внедрением интрузий известково-щелочных коровых гранитоидов баргузинского комплекса (330–290 млн лет), а затем после небольшого перерыва – субщелочных и нормальной щелочности гранитоидов зазинского и бичурского комплексов с возрастом от 305 до 285 млн лет. Именно с этим этапом было связано массовое формирование гранитоидов Ангаро-Витимского ареал-плутона (батолита). При этом гранитоиды баргузинского комплекса ранней стадии формирования (325–290 млн лет) Ангаро-Витимского батолита проявились на огромной площади (около 150000 км²) Западного Забайкалья и являлись «сшивающими» для раннекаледонских комплексов Удино-Витимской островодужной системы. Влияние гранитоидов батолита, особенно зазинского комплекса, распространялось от верховий реки Витим до бассейна реки Селенги и далее на территорию Джидинского рудного района [5, 11].

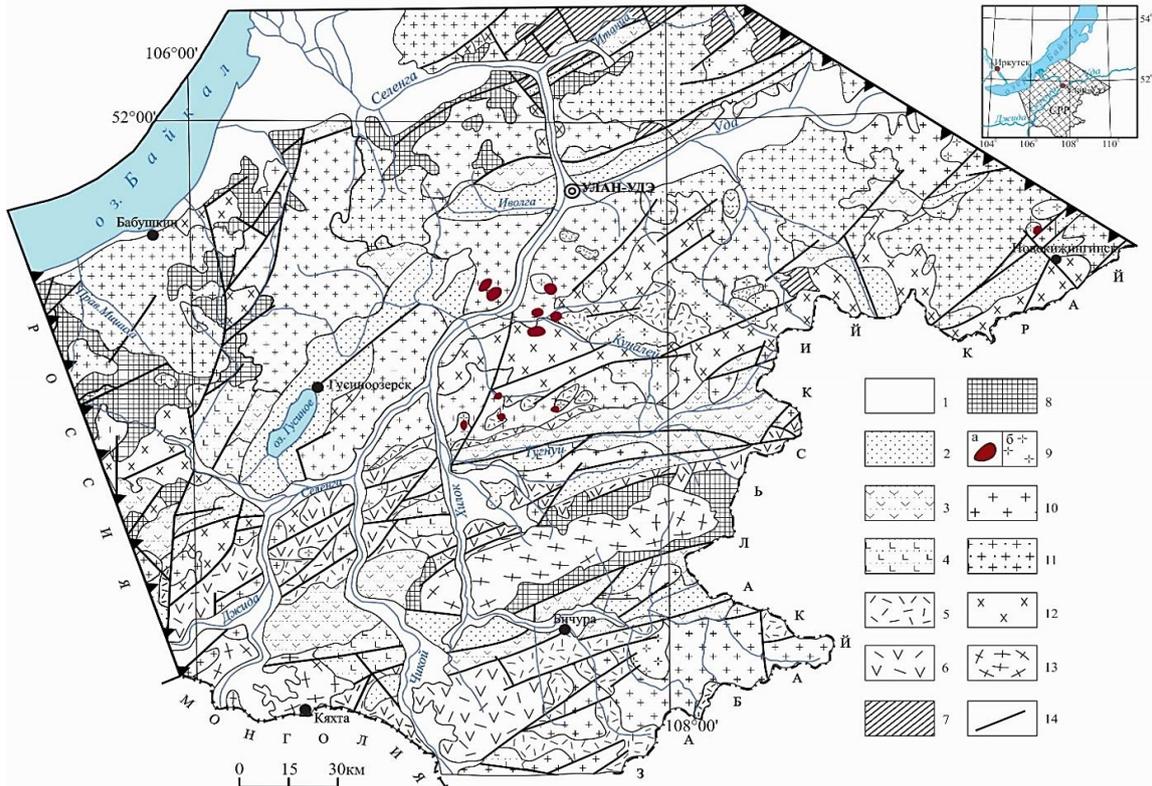


Рис. 1. Схема геологического строения Селенгинского рудного района
 (составлена с использованием «Геологической карты Юга Восточной Сибири
 и Северной части МНР» масштаба 1:1500000 [1] и «Государственной геологической
 карты Российской Федерации» масштаба 1:1000000 [2] с дополнением авторов)

Стратифицированные осадочные отложения и вулканогенные образования:

- 1 – неоген-четвертичные терригенные и вулканогенные образования – Ng-Q;
 - 2 – раннемеловые осадочные и вулканогенные образования, карбонаты в рифтогенных впадинах (гусиноозерская серия, хилокская свита, халютинский комплекс) – K₁;
 - 3 – юрские осадочные отложения и вулканогенные образования в рифтогенных впадинах (тугнуйская, ичетуйская, байкальская свиты) – J;
 - 4 – средне-позднетриасовые осадочные и вулканогенные образования (черноярская, цаган-хунтейская свиты) – T₂₋₃;
 - 5 – позднепермские вулканогенные образования (алентуйская, тамирская свиты) – P₂;
 - 6 – позднекаменноугольно-раннепермские вулканогенные и осадочно-вулканогенные образования (гунзанская, унгуркуйская свиты) – C₃-P₁;
 - 7 – девон-каменноугольные терригенно-карбонатные отложения (татауровская, удунгинская свиты) – D-C;
 - 8 – неопротерозой-кембрийские осадочно-метаморфические толщи (темникская, астайская свиты) – NP-Є
- Интрузивные комплексы:
- 9 – средне-верхнетриасовый позднекуналейский и соготинский комплексы лейкократовых гранитов, гранит- и сиенит-порфиров, эксплозивных брекчий – γ-γт-εт T₂₋₃(а); позднепермский-нижнетриасовый куналейский комплекс субщелочных и щелочных гранитов и сиенитов – γ-ε P₂-T₁(б);
 - 10 – ранне-позднепермский бичурский и зазинский комплексы гранитов, лейкогранитов и кварцевых сиенитов с базитами – γ-εγ P₁₋₂;
 - 11 – средне-позднекаменноугольный баргузинский комплекс авто- и аллохтонных гранитов γ C₂₋₃;
 - 12 – раннепалеозойский джидинский комплекс аккреционно-коллизийных гранитоидов – γν PZ₁;
 - 13 – протерозойский гранитно-метаморфический комплекс (заганский комплекс) – μ PR;
 - 14 – разрывные нарушения: сбросы, сдвиги, надвиги

На врезке показано положение Селенгинского рудного района (СРР)

Fig. 1. Diagram of the Selenga ore district geological structure

(based on "Geological map of the South of Eastern Siberia and the Northern part of the Mongolian People's Republic", scale 1:1500 000 [1] and "State geological map of the Russian Federation", scale 1:1000 000 [2] with the authors' addition)

Stratified sedimentary deposits and volcanogenic formations:

- 1 – Neogene-Quaternary terrigenous and volcanogenic formations – Ng-Q;
- 2 – Early Cretaceous sedimentary and volcanogenic formations, carbonates in the riftogenic depressions (the Gusinozersk series, Khilok suite, Khalyuta complex) – K₁;
- 3 – Jurassic sedimentary deposits and volcanogenic formations in the riftogenic depressions (the Tugnuy, Ichetuy, Baikal suites) – J;
- 4 – Middle-Late Triassic sedimentary and volcanogenic formations (the Chernoyarovo, Tsagan-Khuntey suites) – T₂₋₃;
- 5 – Late Permian volcanogenic formations (the Alentuy, Tamir suites) – P₂;
- 6 – Late Carboniferous-Early Permian volcanogenic and sedimentary-volcanogenic formations (the Gunzan, Ungurkuy suites) – C₃-P₁;
- 7 – Devonian-Carboniferous terrigenous-carbonate deposits (the Tataurovo, Udunga suites) – D-C;
- 8 – Neoproterozoic-Cambrian sedimentary-metamorphic strata (the Temnik, Astay suites) – NP-C

Intrusive complexes:

- 9 – the Middle-Upper Triassic Late Kunaley and Sogota complexes of leucocratic granites, granite- and syenite-porphyrines, explosive breccias – γ - γ П- ϵ П T₂₋₃ (a); the Late Permian-Lower Triassic Kunaley complex of subalkaline and alkaline granites and syenites – γ - ϵ P₂-T₁ (b);
- 10 – the Early-Late Permian Bichura and Zaza complexes of granites, leucogranites and quartz syenites with basites – γ - ϵ P₁₋₂;
- 11 – the Middle-Late Carboniferous Barguzin complex of auto- and allochthonous granites γ C₂₋₃;
- 12 – the Early Paleozoic Dzhida complex of accretion-collision granitoids – γ PZ₁;
- 13 – Proterozoic granite-metamorphic complex (the Zagan complex) – μ PR;
- 14 – disjunctive dislocations: faults, shifts, thrusts

The Selenga ore district (SOD) location is shown in the insert

В дальнейшем, практически без перерыва, вновь начались активные магматические процессы, особенно на территории Селенгинского рудного района, связанные с формированием крупных вулканических полей верхнепермского возраста (алентуйская, тамирская свиты) и вулканотектонических структур, насыщенных комагматичными субщелочными и щелочными гранитоидами, в поздней перми, раннем и позднем триасе (куналейский, позднекуналейский, соготинский комплексы). Именно в это время сформировался крупнейший Селенгино-Витимский (Монголо-Забайкальский) магматический ареал, непосредственно примыкающий к Селенгинскому рудному району. Ядро ареала составляет Хэнтэй-Даурский батолит с возрастом от 230 до 195 млн лет. В связи с формированием Хэнтэй-Даурского зонального ареала в Юго-Западном Забайкалье происходили активные вулканические процессы формирования чернойяровской, цаганхунтейской и ичетуйской вулканогенных

толщ, сложенных преимущественно бимодальными трахибазальт-трахириолитовыми сериями пород и комагматичными им щелочными гранитоидами [5, 8, 9].

Начиная с позднего триаса, юры, раннего мела, вся территория рудного района была связана с развитием Западно-Забайкальской области рифтогенного (внутриплитного) магматизма. Эти процессы привели к образованию многочисленных впадин и горстообразных поднятий с мощными трахибазальтовыми излияниями, формированием стратовулканов и бимодальных трахибазальт-трахириолит-комендитовых вулканических серий в ассоциации с разнообразными базитами и гранитоидами. Многие исследователи, изучавшие позднекарбон-пермо-триасовый щелочно-гранитный магматизм Западного Забайкалья, указывают на необычную длительность (около 120 млн лет) этих магматических процессов в пределах относительно небольшого региона [12–15].

В это время в пределах Селенгинского рудного района возникли крупные вулканоплутонические структуры площадью до 2000 км², в строении которых различаются поля вулканитов щелочно-бимодальных ассоциаций (цаганхунтэйская, чернорювская свиты) и массивы щелочных гранитов и сиенитов позднекуналейского и соготинского комплексов с возрастом 230–210 млн лет (Хамбинский, Цаган-Дабанский хребты, Тугнуйская впадина и др.) [16]. Широкое распространение плутонических и вулканических пород средне-позднетриасового этапа в виде протяженной полосы, большие мощности вулканических толщ, сложенных трахибазальтами, трахитами, трахириолитами, комендитами, наличие рифтогенных грабенов, базальт-комендитовых дайковых поясов большой протяженности с участием щелочных гранитоидов свидетельствуют о связи этого внутриплитного магматизма с плюмовыми источниками [5, 10, 13, 17, 18].

В позднем мезозое в связи с внедрением позднеюрских субщелочных гнейсо-гранитов (Мангиртуйский и другие массивы) и образованием Тугнуйской и Чикой-Хилокской рифтогенных впадин возник гравитационный коллапс с эксгумацией протерозойской утолщенной коры и формированием гранитно-метаморфических ядер кордильерского типа в пределах Заганского хребта и Кяхтинского поднятия [19]. Кроме того, в это же время в пределах Западно-Забайкальской области в разломных структурах пулл-апарт, ограничивающих позднеюрско-раннемеловые впадины, образовались вулканические и субвулканические щелочные и субщелочные магматические породы и связанные с ними залежи карбонатитов, возраст которых – 115–130 млн лет [20, 21].

Считается, что именно с магматической деятельностью позднепалеозойско-раннемезозойского этапа связаны основные промышленно значимые ресурсы

стратегического минерального сырья Селенгинского рудного района.

Структурно-минерагеническое районирование

Селенгинский рудный район впервые был выделен при металлогеническом районировании Западно-Забайкальской редкометалльной провинции в пределах Витимо-Джидинского рудного пояса [22]. В дальнейшем он вошел в состав Селенгино-Витимской структурно-минерагенической зоны [23], которая связана с развитием трансрегионального верхнепалеозойского Монголо-Забайкальского вулканоплутонического пояса рифтогенного типа [7, 24]. Селенгино-Витимская зона на северо-западе граничит с Прибайкальской, а на юго-востоке – с Чикой-Ингодинской структурно-минерагеническими зонами. Профилирующее оруденение Селенгино-Витимской зоны – молибденовое, бериллиевое и флюоритовое – содержится в Куналейском, Кижингинском, Новопавловском и Таширском рудных узлах. Сходные процессы рудообразования происходили в Тамирском рудном узле Чикой-Ингодинской зоны. В Прибайкальской зоне сосредоточены в основном месторождения нерудного сырья (кварциты, апатит, графит) и карбонатитов.

Выявлением и изучением месторождений и проявлений Селенгинского рудного района в течение длительного времени, начиная с 1960–1980-х и последующих годов, занимались многие коллективы геологов-съемщиков и разведчиков Бурятского геологического управления (Д.Д. Сагалуев, В.А. Новиков, О.В. Соколов, А.А. Карбаинов, А.К. Извеков, В.Е. Леонов, Л.И. Лешуков, В.С. Платов, В.В. Кошкин, В.В. Скрипкина, Е.Е. Батурина, В.Л. Верник, В.Ф. Барский, Ю.П. Гусев и др.), а также научно-исследовательских, а в последнее время и коммерческих организаций. В результате этих работ в пределах Селенгинского рудного района был выделен ряд рудных узлов с

различной минерализацией и ресурсным потенциалом. На площади рудного района выявлено 24 месторождения, около 70 проявлений и более 70 минерализованных точек. Как упоминалось, основными полезными ископаемыми в пределах района являются бериллий, молибден, титан, кварцевое, флюоритовое и апатитовое сырье (рис. 2). Менее распространено медное, золотое, урановое и редкоземельно-барий-стронциевое оруденение. Крупные рудные узлы – Куналейский, Кижингинский и Черемшано-Ошурковский), а перспективные недоразведанные рудопроявления сосредоточены в небольших рудных узлах Таширском, Новопавловском, Тамирском и др. и за их пределами.

Как указывалось выше, активные внутриплитные (рифтогенные) процессы, проявленные в позднем палеозое-мезозое, привели к формированию эндогенных месторождений редких металлов, титана, золота и редкоземельных элементов, а также нерудного сырья постмагматического и гидротермально-метасоматического генезиса. В настоящее время установлено, что в этих процессах главную роль играли мантийные плюмы и потоки глубинных трансмагматических растворов (флюидов), которые концентрировались в верхних горизонтах рудно-магматических систем, в зонах развития даек и разрывных нарушений. Действие плюмов, по-видимому, продолжалось длительное время, от позднего палеозоя до мезозоя включительно, и имело пульсирующий характер. Этим обусловлена разновозрастность магматизма и рудообразующих процессов практически на всех рудных объектах Селенгинского рудного района.

Генетические типы и геологическое строение месторождений полезных ископаемых

Поскольку молибденовое и бериллиевое оруденение определяют металлогенический облик исследованного

рудного района, далее мы остановимся более подробно на этих месторождениях и проявлениях минерального сырья. Остальные рудные объекты охарактеризованы более кратко. Крупные месторождения нерудного стратегического сырья (Черемшанское кварцитовое, Ошурковское апатитовое и многочисленные месторождения флюорита) в настоящее время хорошо изучены, и по ним существует большое количество доступных опубликованных материалов. Они в статье упоминаются кратко и заслуживают в дальнейшем отдельного всестороннего анализа.

Молибден. Месторождения и проявления молибдена относятся к плутоногенно-гидротермальному генетическому типу. Источниками молибденового оруденения являются высокощелочные вулканоплутонические ассоциации верхнего палеозоя – раннего мезозоя Селенгинского рудного района. При этом выделяются следующие формационные типы: 1) молибден-порфировый: Жарчихинское, Харитоновское, Колобковское, Леоновское, Надеинское, Новопавловское и ряд других; 2) молибден-кварцево-грейзеновый: Ивановское, Тамирское, Хамбинское, Шено-Байдал, Шалоты, Гуджертуйское и другие более мелкие проявления. Большинство молибденсодержащих объектов относится к молибден-порфировым и сосредоточено в Куналейском и Тамирском рудных узлах.

Жарчихинское месторождение молибдена было открыто в 1978 г. в процессе геологической съемки масштаба 1:50000. В 1979–1983 гг. здесь были последовательно проведены поисково-оценочные и разведочные работы, геологоструктурные, петролого-геохимические и геоэкологические исследования (В.Л. Верник и др., 1983; В.Л. Верник, Д.А. Танцырев, 1990; Ю.П. Гусев и др., 2008). Месторождение изучалось сотрудниками Всероссийского научно-исследовательского института минерального сырья

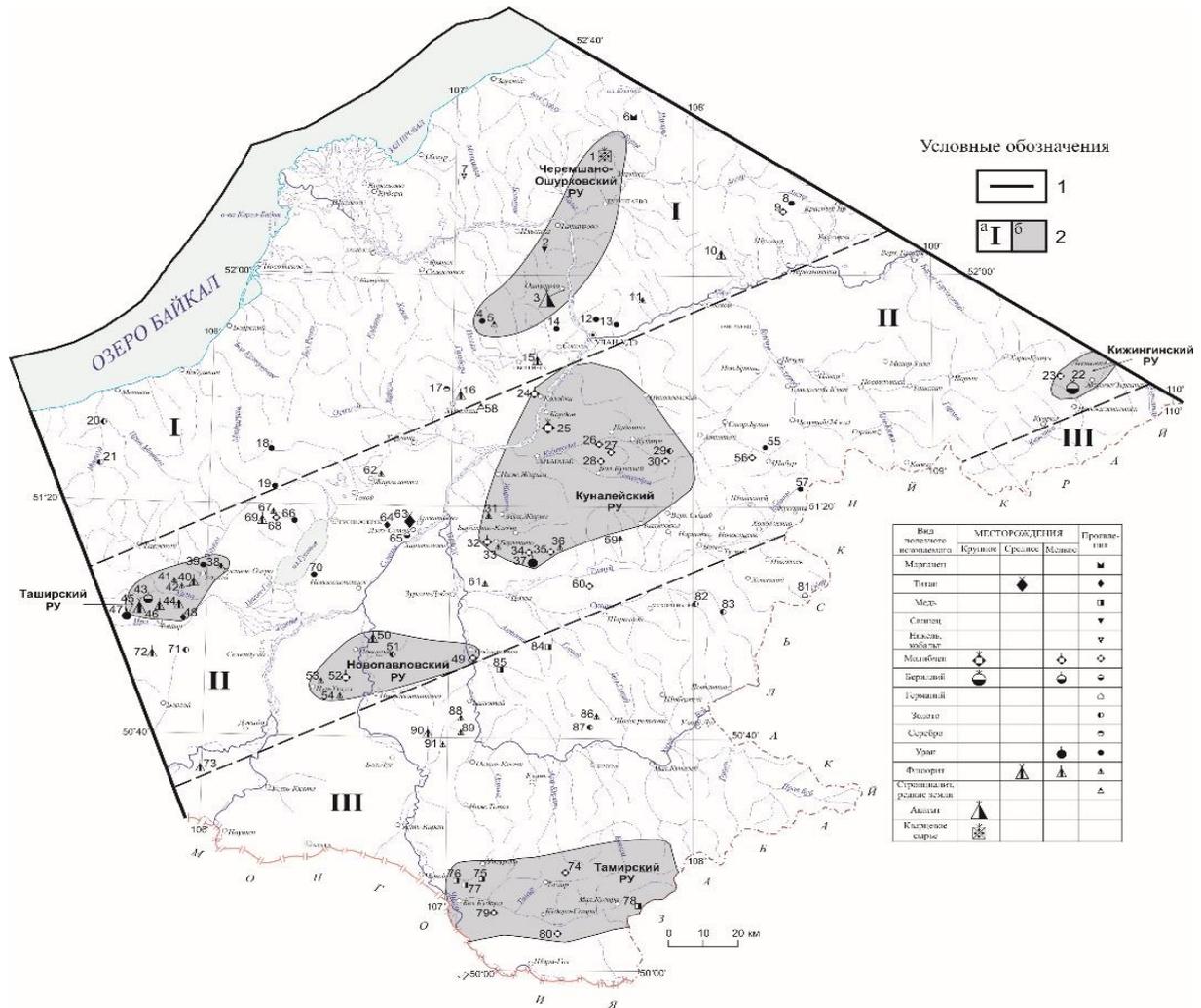


Рис. 2. Схема структурно-минерагенического районирования и размещения рудных узлов, месторождений и проявлений в пределах Селенгинского рудного района
 (составлена по результатам геолого-съёмочных работ Бурятского геологического управления с изменениями и дополнениями авторов)

1 – границы Селенгинского рудного района; 2 – структурно-минерагенические зоны (а) и рудные узлы (б): I – Прибайкальская (Черемшано-Ошурковский), II – Селенгино-Витимская (Куналейский, Новопавловский, Кижингинский, Таширский), III – Чикой-Ингодинская (Тамирский)
 Месторождения и проявления: зона I: 1 – Черемшанское (кКв); 2 – Ловцовское (пPb); 3 – Ошурковское (кАр); 4 – Шалутай (пU); 5 – Халютинское (пSr+Ba); 6 – Усутайское (пMn); 7 – Метешихинское (пNi,Co); 8 – Ангырское (Горное) (пU); 9 – Шибирка (пMo); 10 – Первомайское (мFI); 11 – Эрхирикское (пFI); 12 – Березовское (пU); 13 – Удинское (пU); 14 – Гурульбинское (пU); 15 – Иволгинское (мFI); 16 – Третьяковское (мFI); 17 – Малый Мыкерт (Санжиевское) (пAg,Pb); 18 – Верхне-Убукуновское (пU); 19 – Васильевское (пU); 20 – Осередыш (пAu); 21 – Изгиб (пAu); зона II: 22 – Ермаковское (кВе); 23 – Зун-Шибирское (пMo); 24 – Колобковское (мMo); 25 – Жарчихинское (кMo); 26 – Надеинское (пMo); 27 – Куналей III (пMo); 28 – Куналей I и II (пMo); 29 – Вершинное (пAu); 30 – Леоновское (пMo); 31 – Одицарское (пFI); 32 – Харитоновское (мMo); 33 – Барыкинское (пFI); 34 – Шено-Байдал (пMo); 35 – Шалоты (пMo); 36 – Сахын-Булагское (пFI); 37 – Журавлиное (мU); 38 – Галтайское (пFI); 39 – Хангайское (пU); 40 – Хэлтзгейское (мFI); 41 – Таёжное (пFI); 42 – Проявление 6 (пFI); 43 – Урминское (мU+Ве); 44 – Ара-Таширское (мFI); 45 – Наранское (сFI); 46 – Убур-Таширское (мFI); 47 – Сланцевое (мU); 48 – Иройское (пTi); 49 – Подлопатинское (пMo); 50 – Нижне-Чикойское (мFI); 51 – Вирхэ (пAu); 52 – Новопавловское (пMo); 53 – Шинистуйское (пFI); 54 – Новопавловское I (пFI); 55 – Брянское (пU); 56 – Брянское (Колтыгейское) (пMo); 57 – Кусотинское (пU); 58 – Аршанское (пTR); 59 – Номто-Шибирское (пFI); 60 – Майсотское (пMo); 61 – Цолгинское (пFI); 62 – Манжинское (пFI);

63 – Арсентьевское (сTi); 64 – Верхне-Зуйское (пTi); 65 – Сутойское (пBe); 66 – Борота (пU); 67 – Верхне-Сангинское (пFI); 68 – Хамбинское (пMo); 69 – Шаральдато (мFI); 70 – Холбольджинское (пU); 71 – Тормь (пAu); 72 – Барун-Ульское (мFI); 73 – Харасунское (мFI); зона III: 74 – Тамирское (пMo); 75 – Егоровское (пCu); 76 – Могой (пCu); 77 – Одинокая Сосна (пCu); 78 – Кударинское (пCu+Mo); 79 – Ивановское (Улан-Ганга) (пMo); 80 – Гуджертуйское (пMo); 81 – Верхне-Оборское (пGe); 82 – Черемуховое (пAu); 83 – Участок Салтановский (пAu); 84 – Алтачейское (пCu); 85 – Сибильдуйское (пCu,Mo); 86 – Гочитское (пFI); 87 – Петропавловское (пAu); 88 – Водораздельное (пFI); 89 – Урто-Гуинское (пFI); 90 – Светлана (мFI); 91 – Хольтское (пFI)
Типы и масштабы месторождений и проявлений показаны в таблице и в скобках в подрисуночных подписях: к – крупное, с – среднее, м – мелкое месторождение, п – проявление

Fig. 2. Diagram of the structural-mineragenetic zonation and location of ore clusters, deposits and mineral occurrences within the Selenga ore district

(based on the results of geological-surveying works of the Buryat geological service with the authors' corrections and additions)

- 1 – boundaries of the Selenga ore district; 2 – structural-mineragenetic zones (a) and ore clusters (b): I – Pribaikalia (Cheremshanka-Oshurkovo), II – Selenga-Vitim (Kunaley, Novopavlovka, Kizhinga, Tashir), III – Chikoy-Ingoda (Tamir) deposits and mineral occurrences: I-zone: 1 – Cheremshanka (IKe); 2 – Lovtsovskoe (oPb); 3 – Oshurkovo (IAp); 4 – Shalutay (oU); 5 – Khalyuta (oSr+Ba); 6 – Usutay (oMn); 7 – Meteshikha (oNi,Co); 8 – Angyrskoe (Gornoe) (oU); 9 – Shibirka (oMo); 10 – Pervomaiskoe (sFI); 11 – Erkhirik (oFI); 12 – Berezovskoe (oU); 13 – Uda (oU); 14 – Gurulba (oU); 15 – Ivolve (sFI); 16 – Tretiakovo (sFI); 17 – Maly Mykert (Sanzhievskoe) (oAg,Pb); 18 – Verkhny Ubukun (oU); 19 – Vasilievskoe (oU); 20 – Oseryodysh (oAu); 21 – Izzhib (oAu); II-zone: 22 – Ermakovskoe (IBe); 23 – Zun-Shibirskoe (oMo); 24 – Kolobkovo (sMo); 25 – Zharchikhinskoe (IMo); 26 – Nadeino (oMo); 27 – Kunaley III (oMo); 28 – Kunaley I and II (oMo); 29 – Vershinnoe (oAu); 30 – Leonovskoe (oMo); 31 – Oditsarskoe (oFI); 32 – Kharitonovo (sMo); 33 – Barykino (oFI); 34 – Sheno-Baidal (oMo); 35 – Shaloty (oMo); 36 – Sakhyn-Bulagskoe (oFI); 37 – Zhuravlinoe (sU); 38 – Galtai (oFI); 39 – Khangay (oU); 40 – Kheltegeiskoe (sFI); 41 – Tayozhnoe (oFI); 42 – Proyavlenie 6 (oFI); 43 – Urminskoe (sU+Be); 44 – Ara-Tashir (sFI); 45 – Naran (мFI); 46 – Ubur-Tashir (sFI); 47 – Slantsevoe (sU); 48 – Iroiskoe (oTi); 49 – Podlopatinskoe (oMo); 50 – Nizhny Chikoy (sFI); 51 – Virkhe (oAu); 52 – Novopavlovka (oMo); 53 – Shinistuisкое (oFI); 54 – Novopalovskoe I (oFI); 55 – Bryanskoe (oU); 56 – Bryanskoe (Kolytzeiskoe) (oMo); 57 – Kusoty (oU); 58 – Arshan (oTR); 59 – Nomto-Shibirskoe (oFI); 60 – Maisotskoe (oMo); 61 – Tsolga (oFI); 62 – Manzhinskoe (oFI); 63 – Arsentievo (mTi); 64 – Verkhny Zuy (oTi); 65 – Sutoy (oBe); 66 – Borota (oU); 67 – Verkhne-Sanginskoe (oFI); 68 – Khambinskoe (oMo); 69 – Sharaldato (sFI); 70 – Kholboldzhinskoe (oU); 71 – Torm (oAu); 72 – Barun-Ulskoe (sFI); 73 – Kharasunskoe (sFI); III-zone: 74 – Tamir (oMo); 75 – Egorovskoe (oCu); 76 – Mogoy (oCu); 77 – Odiнокaya Sosna (oCu); 78 – Kudara (oCu+Mo); 79 – Ivanovka (Ulan-Ganga) (oMo); 80 – Gudzhertuy (oMo); 81 – Verkhny Obor (oGe); 82 – Cheryomukhovoe (oAu); 83 – Uchastok Saltanovsky (oAu); 84 – Altachey (oCu); 85 – Sibilduisкое (oCu,Mo); 86 – Gochitskoe (oFI); 87 – Petropavlovka (oAu); 88 – Vodorazdel'noe (oFI); 89 – Urto-Guinskoe (oFI); 90 – Svetlana (sFI); 91 – Kholtskoe (oFI)

Types and scales of deposits and mineral occurrences are shown in the table and brackets under the figure 2: I – large, m – medium, s – small deposits, o – occurrence

им. Н.М. Федоровского (В.Т. Покалов, С.В. Болохонцева, В.В. Васин), Геологического института СО РАН (Г.С. Рипп, Ф.Г. Рейф, Е.Д. Бажеев, А.А. Савченко) и других организаций. Подробное описание этого месторождения можно найти в опубликованных работах [23, 25–28] и др.

В геологическом строении месторождения принимают участие в основном интрузии бичурского комплекса (лейкограниты, порфиридные граниты, кварцевые сиениты с базитами) с U-Pb возрастом по цирконам 285–286 млн лет [29]

и куналейского комплекса поздней перми – раннего триаса (субщелочные и щелочные граниты и сиениты), которые прорывают верхнепермские вулканогенные образования алентуйской свиты (трахиты, трахириолиты, игнимбриты, трахиандезито-базальты и их туфы). Позже них формировались позднекуналейские интрузии субщелочных лейкократовых гранитов и сиенитов, а также гранит-порфиров соготинского субвулканического комплекса среднего-позднего триаса, на завершающем этапе которого сформировалась собственно Жарчихинская рудно-

эксплозивная структура. Она представлена концентрически-зональным телом полимиктовых и мономиктовых брекчий с кольцевыми и коническими дайками, ассоциирующими с брекчиевым сооружением. Становление ее происходило в три этапа: 1) эксплозивные, существенно мономиктовые брекчии по граносиенитам и сиенитам калишпатизированным; 2) периферические брекчии по боковым породам, дайки трахириолитов, трахитов, микросиенитов; 3) эруптивные, существенно полимиктовые брекчии по гранитам, кварцевым сиенитам, альбитизированным сиенитам. Выход рудоносных брекчиевых пород на поверхность имеет эллипсоидную форму 670×300 м, вытянутую на северо-восток. По данным бурения до глубины 800 м они слагают крутопадающее субвертикальное штокообразное тело. Отмечается отчетливая приуроченность этой трубчатой структуры к узлу пересечения разнонаправленных разрывов. До 15 % объема постройки слагают дайки. Они имеют в основном гранитный и сиенитовый состав. Большинство даек ориентировано на северо-восток. Дайки преимущественно дорудные. Ранние из них представлены микросиенитами, микрограносиенитами и трахириолитами. Позднее сформировались дайки порфировидных гранитов, риолитов и пегматитов. Установлены также маломощные дайки щелочных гранитов, образовавшиеся после молибденовых, кварц-флюоритовых и кварц-пиритовых прожилков.

Месторождение представлено почти вертикальным трубообразным телом минерализованных эруптивных брекчий соготинского комплекса. Оруденение практически совпадает с телом брекчий. Минерализация представлена молибденитом, пиритом и флюоритом. Молибденит сосредоточен в молибденит-кварцевых и молибденитовых прожилках, а также в виде тонкой вкрапленности в цементе брекчий. Содержание его в

штокверке варьирует от тысячных долей до 1 % при среднем содержании 0,088 %. Содержание флюорита в рудном теле варьирует от десятых долей до 2–5 %, редко достигая больших значений. В целом флюорит распространен на всем месторождении. Некоторое увеличение количества флюорита фиксируется в участках повышенной бериллиенности. Наличие бериллиевой минерализации флюорит-фенакит-берtrandитового типа является характерной особенностью данного месторождения. Бериллий неравномерно распределен на месторождении. Основная его масса была сформирована в предрудный этап.

Месторождение разведано. Его запасы в контуре карьера по категории С₁ и С₂ составляют: Мо общего – 61,2 тыс. т, Мо сульфидного – 56,1 тыс. т при содержаниях соответственно 0,091 и 0,08 % и коэффициенте рудоносности 0,76. Около 30 % запасов составляют богатые руды с содержанием Мо 0,153 %. На глубинах 400–600 м отмечено увеличение концентрации Мо до 0,5 %. Забалансовые запасы вне контура карьера составляют: Мо общего – 19,6 тыс. т, Мо сульфидного – 18,3 тыс. т при содержаниях соответственно 0,085 и 0,08 % и коэффициенте рудоносности 0,63. Прогнозные ресурсы категории Р₁: руды – 60 млн т; Мо общего – 50 тыс. т; Мо сульфидного – 48,1 тыс. т при содержании 0,078 %. Зона окисления имеет среднюю мощность 47 м и включает в себе 7 % общих запасов. Оценены также ресурсы по категории Р₁ серы пиритной – 1,2 млн т и флюорита – 1,4 млн т при содержаниях 0,6 и 1,52 % соответственно. Горнотехнические условия благоприятны для открытой отработки месторождения. Флотационно-гидрометаллургическим обогащением первичных руд возможно извлечение до 91 %, а подземным выщелачиванием окисленных руд – до 70–80 % молибдена. Месторождение в настоящее время законсервировано [2, 30].

Харитоновское месторождение молибдена приурочено к штоку лейкогранитов, гранит-порфиров и автомагматических брекчий соготинского комплекса среднего-верхнего триаса – ранней юры. U-Pb возраст лейкогранитов по циркону составляет 194–195 млн лет [29]. Они прорывают щелочные граниты и сиениты позднекуналейского комплекса с возрастом 230–229 млн лет [15, 29]. Размеры штокверка в плане – 800×1100 м, на глубину прослежено более 500 м. Наиболее оруденелая часть штокверка, совпадающая с контуром тела магматических брекчий (А.К. Извеков и др., 1972) [25], имеет с поверхности размер 400×700 м. Зона окисления на месторождении распространена до глубины 6–70 м.

Сложен штокверк кварц-молибденитовыми, молибденитовыми, пиритовыми, кварц-пиритовыми прожилками. В прожилках в небольшом количестве установлены халькопирит, сфалерит, галенит, шеелит. Плотность прожилков неравномерная, выделено 4 рудных тела. Они располагаются вдоль южного контакта штока гранит-порфиров. Предполагаемая длина первого тела – 760 м, протяженность по падению – более 500 м, мощность – 9,3 м, среднее содержание молибдена – 0,053 %; второго – соответственно 360 и 350 м, содержание 0,043 %; третьего – 730, 800 и 137 м, содержание 0,062 %; четвертого – 860, 700 и 334 м, содержание 0,052 % [23]. В рудах содержится шеелит (содержание триоксида вольфрама – 0,03–0,04 %). Указанные содержания молибдена занижены из-за установленного интенсивного избирательного истирания зерна при бурении. Это не позволило отнести часть запасов месторождения, изученных наиболее детально, к категории С₂. Прогнозные ресурсы категории Р₁ без учета избирательного истирания зерна составляют: руды – 82 млн т, молибдена – 55 тыс. т при явно заниженном содержании 0,067 %. Разработка таких руд нерента-

бельна. Однако, если учесть, что фактическое содержание в рудах значительно выше определенного по дефектному керновому опробованию, а также благоприятные географо-экономические условия месторождения, то есть основание выделить прогнозные ресурсы, которые будут отвечать требуемым кондициям. Поэтому на месторождении необходимо провести дополнительное изучение фактического содержания молибдена в рудах (В.В. Кошкин и др., 1999).

Колобковское месторождение молибдена изучено на стадии предварительной разведки (В.Ф. Барский, Н.В. Коледенко, 1981). Представляет собой линейную штокверковую зону субмеридионального простирания в поле гранитов соготинского комплекса среднего-верхнего триаса. Штокверковая зона размером 1000×50 м в плане изучена на глубину до 400 м. Минерализация представлена молибденитом, пиритом, магнетитом, гематитом и флюоритом. Околорудные изменения – пиритизация, хлоритизация и эпидотизация. Горнотехнические условия благоприятны для открытой отработки. Запасы молибдена по категории С₁ – 20 тыс. т, ресурсы категории Р₁ – 8 тыс. т при содержаниях 0,08 % (В.С. Платов и др., 2000).

Леоновское проявление молибдена приурочено к контакту гранит-порфиров соготинского комплекса среднего-верхнего триаса – ранней юры с породами алентуйской свиты вехней перми. Субизометричный в плане штокверк размером 170×175 м прослежен на глубину до 300 м. Минерализация представлена молибденитом, пиритом, халькопиритом, галенитом и флюоритом. Молибденит сосредоточен в молибденит-кварцевых прожилках, реже – в виде вкрапленности. Прогнозные ресурсы по категории Р₁ составляют 4,05 тыс. т молибдена при среднем содержании 0,071 %. Леоновское проявление после проведения соответствующих работ может быть

переведено в ранг малого месторождения, качество руд которого сопоставимо с известными Жарчихинским и Колобковским месторождениями (А.А. Барская и др., 1984; В.С. Платов и др., 2000).

Надеинское проявление молибдена изучено поисковыми работами (А.А. Карбаинов и др. 1979). Оно приурочено к эндо- и экзоконтактам гранит-порфиров с гранитами соготинского комплекса среднего-верхнего триаса – ранней юры. Представляет собой штокверк размером 1500×1200 м в плане и до 130 м на глубину. По опробованию выделяются два рудных тела. Первое (верхнее) в основном эродировано. Минерализация его представлена вкрапленностью крупночешуйчатого молибденита, редко молибденитовыми и молибденит-кварцевыми прожилками. Во втором (нижнем) сосредоточены основные ресурсы проявления. Его размеры в плане – 900×600 м. Рудный штокверк представлен молибденит-кварцевыми, молибденит-пирит-кварцевыми и молибденитовыми прожилками, реже – вкрапленностью молибденита. Прогнозные ресурсы категории Р₁ – 58 тыс. т молибдена при среднем содержании 0,066 % и коэффициенте рудоносности 0,77. Несмотря на низкие содержания молибдена в рудах, по ресурсам Надеинское проявление вдвое превосходит Колобковское месторождение (В.С. Платов и др., 2000).

В Новопавловском рудном узле обнаружены и изучены Новопавловское молибденовое месторождение и Подлопатинское проявление, а также ряд флюоритовых и золоторудных объектов (Л.И. Лешуков и др., 1960).

Новопавловское месторождение приурочено к штоку гранит-порфиров соготинского комплекса [22]. С поверхности шток картируется в виде удлиненного в северо-восточном направлении эллипсоидного тела размером 1×0,5 км и сложен сильно измененными гранит-порфирами и мелкозернистыми лейкогранитами.

Месторождение представлено выходящей на поверхность залежью промышленных молибденовых руд, приуроченной к штоку гранит-порфиров. В плане залежь имеет форму замкнутого кольца шириной от 30 до 180 м, погружающегося от центра. Мощность ее составляет от 70 до 100 м. В пределах залежи выделено два рудных тела (верхнее и нижнее), залегающих в виде крутопадающих (35–55°) полос оруденелых пород, разделенных безрудным интервалом мощностью от 50 до 70 м. Максимальная глубина подсечения рудных горизонтов составляет 290 м. Оруденение приурочено к интенсивно трещиноватым и дробленным породам, содержание молибдена варьирует от 0,012 до 0,28 %. Молибденовые руды преимущественно вкрапленные, однако наблюдаются и рудные прожилки. Наиболее богатые руды с содержанием молибдена до 0,2–1 % представлены кварц-молибденитовыми, кварц-молибденит-пиритовыми прожилками. Общее количество таких руд не превышает 5–7 %. Прогнозные ресурсы категории Р₁ подсчитаны только по нижнему рудному телу, они составляют 57 тыс. т в рядовых и бедных рудах, в том числе 18 тыс. т в богатых рудах (В.В. Кошкин и др., 2002).

В Чикой-Ингодинской структурно-минерагенической зоне выделен перспективный Тамирский рудный узел с молибденовыми, медно-молибденовыми и медными проявлениями.

Ивановское проявление представлено кварц-молибденитовым штокверком, локализованным в бимодальных базальт-риолитовых вулканитах тамирской свиты верхней перми, прорванных дайками микродиоритов, диоритовых порфиров, гранит-порфиров [31]. Рудоконтролирующей структурой является Чикой-Кударинская зона разломов. Штокверк овальной формы вытянут в субширотном направлении площадью 2,7 км². Включает ядро площадью 1,5 км² со средним содержанием молибдена до 0,05 %,

окаймленное прожилково-жильными зонами с содержанием молибдена до 0,03 % (Я.М. Яблоков и др., 1955). На глубине выявлено несколько рудных зон с содержанием молибдена 0,03–0,05 % мощностью 6–250 м. Минеральный состав прожилков: кварц, калиевый полевой шпат, в незначительных количествах – турмалин, берилл, мусковит и флюорит; рудные – молибденит, пирит, халькопирит, гематит, магнетит, вольфрамит, шеллит, галенит, сфалерит, халькозин, повеллит, станнин, ковеллин, киноварь, теннантит, тетраэдрит, висмутин. Вторичные изменения вмещающих пород: калишпатизация, березитизация, вторичные кварциты. По распределению рудных элементов в первичных ореолах предполагается, что проявление сформировано в надинтрузивной зоне и имеет незначительный эрозионный срез. Прогнозные ресурсы молибдена категории P₁ оцениваются в 177 тыс. т (В.В. Кошкин и др., 2000).

Тамирское молибденовое проявление относится к жильному морфологическому типу и расположено в поле развития среднезернистых биотитовых гранитоидов бичурского интрузивного комплекса (Я.М. Яблоков и др., 1955; В.А. Новиков и др., 1973). В пределах рудопроявления широко развиты позднепермские дайки гранит-порфиров, реже аплитовидных гранитов, которые занимают около 30 % площади. Дайки имеют выдержанное субширотное простирание. Углы падения даек, как правило, крутые, близкие к вертикальному залеганию (80–90°). Протяженность их колеблется в широких пределах от 30 до 500 м при мощности от нескольких сантиметров до 6 м. К дайкам гранит-порфиров пространственно тяготеют кварцевые жилы, в которых локализуется молибденовое оруденение. В кварцевых жилах кроме молибденита присутствуют в незначительном количестве пирит, гюбнерит, рутил и нерудные – берилл, турмалин, мусковит. Кварцевые

жилы образуют три жильные зоны – западную, восточную и центральную, разделенные интервалами 150 м. В зонах жилы имеют сближенное кулисообразное расположение. Мощность жил – 0,1–0,3 м, длина – 30–40 м, единичные жилы протягиваются до 50–150 м. Простирание жил субширотное, с падением на север. Кварц, слагающий жилы, молочно-белый, светло-серый мелко-среднезернистый, иногда крупнокристаллический, представлен одной генерацией, относится к высокотемпературным разностям. Молибденит мелкочешуйчатый, образует в зальбандах жил гнезда и прожилки, частично окислен – ферримолибденит. Вмещающие породы вблизи кварцевых жил (10–20 см) грейзенизированы, в них молибденит присутствует в виде тонкой рассеянной вкрапленности. Содержание молибдена колеблется от 0,003 до 0,3 %. Прогнозные ресурсы молибдена категории P₂ – 185 тыс. т (В.В. Кошкин и др., 2000).

Мало-Кударинское медно-молибденовое проявление штокверкового типа расположено в осевой части Кударинской гривы в зоне Чикой-Кударинского разлома (В.А. Новиков и др., 1973). Основное рудное поле сложено габброидами и гранитоидами джидинского комплекса раннего палеозоя, включающими ксенолиты сланцев и метавулканитов катаевской свиты неопротерозоя-раннего палеозоя. В северо-западной части участка породы рудного поля перекрыты кислыми вулканокластитами тамирской свиты (P₂). В центральной части участка в местах пересечения основных разрывов субширотного направления с субмеридиональным разломом раннепалеозойские гранитоиды прорваны дайками и небольшими штоками гранит-порфиров бичурского комплекса (P₂). Рудопроявление приурочено к штокам гранитоидов, в апикальных частях которых оконтурены два рудоносных штокверка – Северный и Южный. Северный штокверк имеет

изогнутые округлые очертания, несколько удлинены в северо-восточном направлении. Размеры штокверка – 1300×800 м. Нижняя граница находится на глубине 280 м. Южный штокверк (500×200 м) расположен в 1,5 км южнее Северного. Породы в пределах штокверков прокварцованы, альбитизированы, участками калишпатизированы, биотитизированы и в значительной степени грейзенизированы. Оруденение представлено первичными и вторичными прожилково-вкрапленными рудами, распространенными в основном в центральной части Северного рудного штокверка. По периферии рудных штокверков в пределах основных рудоконтролирующих структур и первичных ореолов рассеяния отмечаются слабо минерализованные породы с преимущественно прожилковым характером оруденения. Главными рудными минералами зоны первичных руд являются молибденит, халькопирит (1–2 %), пирит (1–3 %), ильменит (до 1 %), рутил (до 1 %), реже встречаются магнетит, гематит, халькозин, борнит, ковеллин, сфалерит, галенит. В числе нерудных минералов главные – кварц, полевой шпат и серицит, составляющие до 90–95 % массы руды. Сопутствующими полезными компонентами являются серебро (до 1 г/т) и золото (0,05–0,1 г/т). Первичные руды халькопиритовые, вкрапленные и прожилково-вкрапленные, среднее содержание меди – 0,3 %, молибдена – 0,01 %. Прогнозные ресурсы категории Р₁ Мало-Кударинского рудопроявления суммарно оцениваются следующим образом: меди – 3087 тыс. т, молибдена – 52 тыс. т [32]. По генетическому типу оно относится к медно-порфировой формации и сопоставляется с месторождением Эрдэнэтуин-Обо в Северной Монголии.

Бериллий. В пределах Селенгинского рудного района уникальным по крупности объектом стратегического минерального сырья является Ермаковское бериллиевое месторождение. Оно было

выявлено Г.А. Ермаковым в 1964 г. в результате геолого-съёмочных работ масштаба 1:200000 в северо-западной части Кижингинской мезозойской впадины. В последующем в результате детальной разведки, петролого-геохимического изучения месторождения, промышленной оценки этого уникального объекта и в целом Кижингинского рудного узла и прилегающей территории Западного Забайкалья большую роль сыграли работы сотрудников Всероссийского научно-исследовательского института минерального сырья им. Н.М. Федоровского, Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Геологического института СО РАН и других организаций. В итоге была выделена крупная Западно-Забайкальская бериллиеносная провинция, которая входит в состав регионального Селенгино-Витимского металлогенического пояса. Опубликованные монографические работы и многочисленные статьи по всесторонней характеристике Ермаковского и других месторождений бериллия Западно-Забайкальской провинции даны в источниках [23, 33–35] и других, что избавляет нас от необходимости приводить детальную характеристику этих хорошо изученных объектов.

Кижингинский рудный узел располагается в юго-восточной части Селенгинского рудного района в пределах Кижингино-Кудунской металлогенической зоны с двумя крупными месторождениями бериллия: Ермаковского фенакит-берtrandит-флюоритового и Оротского берtrandитового плутоногенно-гидротермального генезиса, расположенного в 28 км к северо-востоку от Ермаковского месторождения. По данным Д.А. Лыхина и В.В. Ярмолюка [35], месторождения приурочены к крупным ксенолитам метаморфизованных терригенно-карбонатных пород, прорванных в дорудную стадию габброидами монотойского комплекса (332±1 млн лет), дайками и

интрузиями гранитов с возрастом 325 ± 3 , 316 ± 2 и $302,5 \pm 10$ млн лет. Оруденение связывается с куналейским комплексом щелочных гранитов и сиенитов с U-Pb возрастом 226 млн лет (массив «Шток») и $227 \pm 1,5$ млн лет (массив «Сиенит»).

В пределах Оротского берtrandитового месторождения, сложенного вулканитами цаган-хунтэйской свиты с U-Pb возрастом $236,4 \pm 3,9$ млн лет, которые образовались, по-видимому, значительно раньше (~на 10 млн лет) внедрения щелочных гранитов познекуналейского комплекса – $224,8 \pm 1,3$ млн лет [7, 35]. Поэтому Оротское месторождение связывается не с вулканогенно-гидротермальным [34], а с плутоногенно-гидротермальным процессом рудообразования, так же, как и собственно Ермаковское месторождение. Формирование бериллиевой минерализации на месторождениях произошло в результате взаимодействия производных щелочно-гранитных магм с вмещающими породами [35].

На Ермаковском месторождении установлено 24 рудных тела линзовидной формы, образующих 6 рудных зон протяженностью от 20 до 170 м и мощностью от 0,5 до 23 м. Рудные тела представляют собой метасоматические залежи и зоны прожилковой минерализации в скарнированных породах. Главные рудные минералы – берtrandит, фенакит, флюорит. Фенакит (на его долю приходится около половины запасов BeO по месторождению) образует радиально-лучистые сростки размером до 4 см в диаметре. Берtrandит слагает агрегаты в виде веерообразных, сноповидных сростков. Флюорит образует обособления размером до 10 см в поперечнике. Руды – комплексные флюорит-бериллиевые. Утвержденные запасы категории C₂ составляют 19985 т BeO и 362 тыс. т CaF₂. На 1 января 1997 отработано 37 % от общих запасов металла на месторождении [36]. Однако оставшиеся в недрах запасы позволяют рассматривать

месторождение как высокорентабельный объект мирового уровня. В настоящее время Ермаковское месторождение подготавливается к дальнейшему освоению и промышленной эксплуатации [37].

Кроме Кижингинского рудного узла с промышленным типом бериллиевых месторождений на территории Селенгинского рудного района выделен Таширский рудный узел с Урминским месторождением бериллия и рядом проявлений.

Урминское гелвин-берtrandитовое месторождение находится в восточной части хребта Малый Хамар-Дабан в узле пересечения крупных разломов и включает несколько рудопроявлений: Убур-Таширское, Левобережное и Нижнее Орелокское. Месторождение тяготеет к гранитоидам повышенной щелочности, принадлежащим раннемезозойскому познекуналейскому (таширскому) интрузивному комплексу, представленному Убур-Таширским массивом. Бериллиевая минерализация локализуется в пределах этого массива, сложенного лейкогранитами, щелочными гранитами и щелочными сиенитами [34]. Дайки в его строении распространены незначительно и по составу отвечают диоритовым порфирирам и сиенит-порфирам. Минерализация, представленная гелвином и берtrandитом, накладывается на гранитную матрицу. Рудные участки на месторождении – это зоны микроклинизации и альбитизации гранитоидов, сопровождаемые бериллиевой и сульфидной минерализацией [38]. Рудные зоны на месторождении контролируются крутопадающими сбросо-сдвигами и трещинами сколового характера. Эти разломы и трещины служили каналами для гидротермальных растворов, вызвавших метасоматические и рудные процессы. В рудных зонах развиты кулисообразно расположенные рудные тела жильной, линзовидной и неправильной формы, простирающиеся преимущественно в северо-восточном направлении ($10-45^\circ$)

с падением под углом 50–70° на СВ. Выявлено 23 рудных тела, протяженность их – 50–200 м, средняя мощность – 0,6–3,14 м. Отдельные рудные тела прослежены на глубину более 200 м. На верхних горизонтах преимущественно развит берtrandит, на глубине – гельвин [35]. Среднее содержание окиси бериллия в рудных телах варьирует от 0,131 до 0,852 %. В то же время в участках, обогащенных флюоритом, бериллий присутствует в небольших количествах. С целью промышленной оценки месторождения необходимо проведение детальных геолого-разведочных работ и исследований вещественного состава и возраста руд.

Титан. К западу от Куналейского рудного узла расположены Арсентьевское месторождение и Верхне-Зуйское проявление титана, связанные с габброидами первой фазы бичурского комплекса ранней-верхней перми. По генезису титановое оруденение относится к магматическому типу, принадлежит к апатит-титано-магнетитовой габбро-анортозитовой формации.

Арсентьевское месторождение титана расположено в Моностойском хребте и приурочено к центральной части одноименного габбро-анортозитового массива. Основными рудными минералами являются магнетит и ильменит, в небольших количествах присутствуют сульфиды: пирит, пирротин, халькопирит, марказит и пентландит [39]. Постоянно отмечаются апатит и зеленая шпинель. По горным выработкам и данным магниторазведки выделено 17 рудных зон мощностью 11–300 м и протяженностью 132–1040 м, удаленных друг от друга на расстояние от 30 до 190 м. По падению они изучены на глубину 144–354 м. Простирание зон северо-восточное 50–70°, падение на юго-восток под углом 20–60°. Оконтуривание их проведено по бортовому содержанию двуокиси титана 4 %. Внутри зон выделено более 90 рудных тел с вкрапленными, густовкрапленными

и сливными рудами линзовидной, жилкообразной или неправильной формы с параметрами 3–10×50–60 м. Количество рудных минералов в сливных рудах – 80–90 %, густовкрапленных – 40–60 % и вкрапленных – до 40 %. Содержание апатита – от 3 до 25 %, зеленой шпинели – до 15 %, пирита – до 7 %, халькопирита – до 2 %, пирротина – до 16 %. На глубине количество сульфидов несколько возрастает. Количественные соотношения магнетита и ильменита в рудах обычно равны, лишь в сливных и отчасти богатовкрапленных рудах преобладает магнетит, иногда в 2–3 раза. Наиболее распространены вкрапленные руды. Средние содержания варьируют: TiO_2 – 4,09–6,37 %, сумма окислов железа – 14,68–27,96 %, P_2O_5 – 1,61–3,1 %; V_2O_5 – 0,02–0,075 %. Месторождение относится к типу крупных, с убогими титановыми рудами. Запасы TiO_2 при бортовом содержании 4 % составляют 299207 тыс. т (В.Н. Гусельников, 1959; С.М. Смирнов и др, 1958).

Верхне-Зуйское проявление приурочено к одноименному габброидному массиву, расположенному в осевой части Моностойского хребта. Массив сложен лейко- и оливковыми габбро, реже – габбро-анортозитами и анортозитами. Среднее содержание TiO_2 по массиву – 2,84 %. Наиболее оруденелыми являются лейкогаббро, содержащие TiO_2 от 3 до 7,74 %. Оливковые габбро и габбро-анортозит характеризуются значительно более низкими содержаниями TiO_2 – соответственно 1,71 и 1,95 %. Рудная минерализация распределена неравномерно и представлена ильменитом и титаномагнетитом. Выделяется три типа оруденения: бедновкрапленное, вкрапленное и реже богатовкрапленное. Бедновкрапленные руды характеризуются содержанием TiO_2 в количестве 3–5 %, вкрапленные руды – 5–7 %. Аналогично Арсентьевскому месторождению богатые руды локализованы в рудных зонах, характеризу-

ющихся повышенным содержанием полезных компонентов. Таких зон выделено три: 2250×254, 2270×261 и 1120×229 м. По ним подсчитаны запасы TiO_2 по категории C_2 в количестве 317,3 млн т (В.Н. Гусельников, 1959).

Медь. Медная минерализация представлена несколькими проявлениями гидротермального плутоногенного генезиса молибден-медно-порфировой рудной формации, парагенетически связанной с гранитоидами бичурского комплекса нижней-верхней перми. Эти проявления находятся за пределами рудных узлов (см. рис. 2). Второстепенное значение имеет минерализация самородной меди в трахибазальтах унгуркуйской свиты (C_3-P_1), которая распространена в Тамирском рудном узле (Р.Ц. Очиров и др., 1992).

Золото. Рудное золото представлено отдельными проявлениями золото-кварцевой и золото-серебро-сульфидной формации и относится к гидротермально-постмагматическому плутоногенному генетическому типу (проявления Вирхе, Вершинное, Осередыш и Изгиб). Средне-взвешенное содержание золота составляет 0,1405 г/т. Прогнозные ресурсы золота категории P_2 для участка Вирхе составляют 10150 кг (В.В. Кошкин и др., 2002).

Уран. Урановая минерализация в Селенгинском рудном районе представлена двумя месторождениями и девятью проявлениями (Ю.Н. Воронов, 1999). Выделяется два генетических типа: гидротермальный плутоногенный и гидрогенный. Гидротермальная урановая минерализация развита в пределах мезозойских вулканно-тектонических депрессий и представлена Журавлиным и Сланцевым месторождениями, а также Хангайским, Верхне-Убукунским, Васильевским проявлениями. Оруденение относится к урановорудной формации в аргиллизитах и полевошпатовых метасоматитах вулканно-тектонических структур, обычно

приурочено к зонам дробления пород. Вторичные изменения отмечаются в виде окварцевания, калишпатизации, аргиллизации, флюоритизации, пиритизации и хлоритизации. Месторождения и проявления характеризуются сходными чертами геологического строения [40].

Флюорит. На данной территории известно 1 среднее по запасам, 11 малых месторождений и 16 проявлений флюорита. Месторождения и проявления относятся к гидротермальному генетическому типу, к флюорит-кварцевой аргиллизитовой рудной формации и характеризуются близкими чертами геологического строения, качеством и технологическими свойствами руд [41]. Наибольшее количество месторождений и проявлений флюорита Селенгинского рудного района расположено в Таширском (Наранское месторождение) и Новопавловском (Нижне-Чикойское месторождение) рудных узлах. Общие разведанные запасы флюоритовых руд по категории $A+B+C_1$ составляют 1621 тыс. т. при среднем содержании 31,15 % (В.В. Кошкин и др., 2002).

Редкоземельные элементы. Комплексная редкоземельно-барий-стронциевая минерализация сосредоточена вдоль Гильберинского разлома и связана с карбонатитами халютинского комплекса раннего мела (Г.С. Рипп и др., 2000). Халютинское, Верхне-Халютинское, Аршан-Халютинское и Верхне-Шалутайское проявления расположены в Черемшано-Ошурковском рудном узле (П.И. Радченко и др., 1978; Е.С. Гольдберг, 1990).

Апатит. Ошурковское месторождение расположено в Черемшано-Ошурковском рудном узле. Месторождение разведывалось геологами Бурятского геологического управления и связывалось с массивом диоритов и сиенито-диоритов позднего протерозоя (С.В. Костромин и др., 1969). По этим данным с использованием детальных структурно-геологических и петрографических

исследований был написан ряд работ, в которых доказывался главным образом постмагматический гидротермально-метасоматический генезис оруденения, связанный с формированием апатитоносных габбро-диоритов и сиенито-диоритов, которые широко распространены в Западном Забайкалье [42–44]. В дальнейшем на Ошурковском массиве были проведены минералого-геохимические и изотопно-геохронологические исследования, в результате которых было показано, что апатитовое оруденение также связано с халютинским комплексом карбонатитов раннего мела [45]. Месторождение крупное по запасам, учитывается государственным балансом и находится в нераспределенном фонде. Месторождение детально разведано и подготовлено к эксплуатации (В.Н. Савельев и др., 1988).

Кварцевое сырье. Черемшанское месторождение было открыто коллективом Зырянской партии Бурятского геологического управления в 1965–1966 гг. в ходе геологической съемки масштаба 1:50000 среди верхнепротерозойских осадочно-терригенных отложений Восточного Прибайкалья (О.В. Соколов, Ю.В. Плотников, 1972). В последующем было установлено, что данное месторождение кремнеземного сырья представляет собой крупный объект высокочистых кварцитовидных песчаников [46, 47]. Запасы кварцита на 1 января 2007 г. составляли, тыс. т: категории В – 2397, С₁ – 10443, С₂ – 2275; в т. ч. в контуре карьера: В – 2521, С₁ – 8156. Состав примесей, менее, %: Fe₂O – 0,1, Al₂O₃ – 0,2, CaO – 0,005. Республика Бурятия располагает и другими крупными месторождениями высококачественного кварцевого сырья (Чулбонское, Атарханское, Бурал-Сардыкское и др.) и имеет все предпосылки, чтобы стать одним из основных производителей и экспортеров поликристаллического кремния и автономных систем энергоснабжения в объеме до 1/3 мирового оборота [30].

Геодинамические обстановки и условия формирования месторождений

История геодинамического развития Забайкалья, в том числе Селенгинского рудного района, в позднем палеозое – раннем мезозое (среднем-позднем карбоне перми и триасе) была обусловлена взаимодействием Сибирского континента с Монголо-Охотским океаном [48]. Последний, согласно реконструкциям, в конце карбона и перми достиг максимальных размеров и сохранял свою субмеридиональную ориентировку. По восточной окраине Сибирского континента в среднем карбоне – ранней перми существовала геодинамическая обстановка активной континентальной окраины андийского типа [8].

Было установлено, что активные вулканические извержения начались в среднем-позднем карбоне в связи с заложением крупной рифтогенной трансрегиональной структуры – Селенгино-Витимского вулкано-плутонического пояса – в тылу раннекаледонской активной континентальной окраины Сибирского континента и началом формирования спрединговых океанических прогибов Монголо-Охотского океана. Интенсивный субдукционный магматизм в пределах активной континентальной окраины привел не только к формированию в ее тылу девон-каменноугольных вулкано-тектонических структур Западного Забайкалья [49], но и к массовому внедрению коровых анатектических гранитов баргузинского комплекса с возрастом 330–290 млн лет, которые сформировали крупнейший в мире Ангаро-Витимский батолит площадью около 150000 км². Мощный гранитоидный магматизм содействовал термальному прогреву территории Западного Забайкалья, что привело в дальнейшем к корово-мантийному взаимодействию и формированию в последующем тесно взаимосвязанных вулканогенных толщ, базитов и гранитоидов разной щелочности и кислотности.

В Селенгинском рудном районе начальные импульсы трахиандезит-риолитового вулканизма (гунзанская толща) были приурочены к северному и южному бортам пояса, а также и к его западному флангу. Этот импульс во времени захватывал средний-верхний карбон – нижнюю пермь. В интрузивном магматизме от ранних к более поздним выделяются следующие ассоциации пород: 1) известково-щелочные и субщелочные граниты и кварцевые сиениты с синплутоническими базитами зазинского комплекса с возрастом 305–285 млн лет; 2) кварцевые сиениты и монзониты с базитами нижнеселенгинского комплекса с возрастом 285–278 млн лет. Состав магматических пород зазинского и нижнеселенгинского комплексов подтверждает их корово-мантийную природу [50]. Эти магматические процессы проявились далеко за пределами Ангаро-Витимского батолита на территории Юго-Западного Забайкалья и Северной Монголии.

В последующем, в верхней перми и раннем триасе, геодинамическая обстановка усложнилась в связи с формированием рифтогенных вулканно-тектонических структур в тылу активной континентальной окраины. В верхней перми произошли площадные трахибазальтовые излияния (унгуркуйская, тамрская толщи), которые сопровождалась формированием силлов и лакколитоподобных тел долеритов и габбро-сиенитов, а также бимодальных серий с комендитами и щелочными гранитами куналейского комплекса. Последние наиболее широко распространены в пределах Селенгинского рудного района и относятся к верхней перми и нижнему триасу.

Более поздняя, мезозойская история геодинамического развития региона была связана с взаимодействием Сибирского континента с Палеоокеаном и его заливом – Монголо-Охотским океаническим бассейном. По складчатому обрамлению юга Сибирской платформы на

территории Забайкалья на месте Монголо-Охотского пояса в мезозое существовала геодинамическая обстановка калифорнийского или монголо-охотского типов [8, 48]. Она характеризовалась надвиганием Сибирского континента на структуры Монголо-Охотского океанического бассейна, в результате чего образовались зоны «рассеянного» рифтогенеза и «распыленного» вулканизма. Отличительной особенностью этого процесса явилось сочетание обстановок сжатия и растяжения, поэтому здесь образовались многочисленные вулканотектонические структуры, сложенные вулканиками как островодужного, так и внутриплитного типов с редкометалльными и другими гранитоидами различной щелочности и кислотности. С последними связаны основные эндогенные месторождения Селенгинского рудного района, определяющие его металлогенический облик.

Выполненные в последние годы геохронологические исследования позволили расшифровать историю вулканических процессов в вышеназванных структурах и раскрыть их геодинамическую природу. Было установлено, что на территории Забайкалья мезозойская вулканическая деятельность была сконцентрирована в ряде вулканических областей и зон и контролировалась мантийными плюмами горячего поля мантии [8, 10]. По-видимому, динамика развития плюмов носила прерывисто-пульсационный характер. Каждому импульсу активности плюма соответствовал определенный комплекс вулканических и плутонических образований, с которыми связаны выявленные месторождения минерального сырья в Селенгинском рудном районе.

Прогнозы и перспективы промышленного освоения Селенгинского рудного района

Известно, что стратегия экономического развития Республики Бурятия во многом базируется на освоении минерально-сырьевой базы благородных,

черных, легирующих, цветных и редких металлов (молибдена, вольфрама) и топливно-энергетического сырья, в том числе стратегического минерального сырья (бериллия, золота, платины, свинца, серебра, меди, никеля, хрома, титана, редких и редкоземельных элементов) [23, 25, 51]. Изученные авторами данной статьи ранее в рамках Программы Президиума РАН Курбино-Еравнинский, Северо-Байкальский, Восточно-Саянский (Окинский), Джидинский рудные районы [4, 5, 52, 53] в настоящее время рассматриваются как крупные промышленные узлы минерально-сырьевого профиля, которые в будущем могут стать основой для формирования Восточно-Бурятского, Северо-Байкальского и Окино-Джидинского территориально-промышленных комплексов как центров экономического развития Сибири и Республики Бурятия [54]. В связи с этим большую перспективу и экономическую ценность представляют легкодоступные минеральные ресурсы

Селенгинского рудного района с экономически развитой инфраструктурой [30, 37]. Здесь обнаружены и разведаны крупные бериллиевое Ермаковское, молибденовое Жарчихинское, титановое Арсентьевское, апатитовое Ошурковское, кварцитовое Черемшанское месторождения, Халютинское редкометалльно-редкоземельное рудопроявление в карбонатитах и более мелкие недоразведанные проявления молибдена, бериллия, урана, меди, золота и других полезных ископаемых, которые при изменении ситуации на мировом рынке могут быть с успехом использованы при модернизации экономики исследованного региона и России в целом.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН № 1.4П «Месторождения стратегического сырья в России: инновационные подходы к их прогнозированию, оценке и добыче» и частично гранта РФФИ № 15-05-01633а.

Библиографический список

1. Геологическая карта Юга Восточной Сибири и Северной части МНР. Масштаб 1:1500000 / гл. ред. А.Л. Яншин. Л.: Изд-во Картфабрики ВСЕГЕИ, 1980.

2. Платов В.С., Савченко А.А., Игнатов А.М., Гороховский Д.В., Шор Г.М., Алексеенко В.Д., Мухин В.Н., Суслова С.В., Платова Е.В., Большакова Т.В., Шеломенцева Т.И. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Алдано-Забайкальская серия. Лист М-48. Объяснительная записка. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургской картфабрики ВСЕГЕИ, 2009. 271 с.

3. Гордиенко И.В., Булгатов А.Н., Руженцев С.В. Минина О.Р., Климук В.С., Ветлужских Л.И., Некрасов Г.Е., Ласточкин Н.И., Ситникова В.С., Метелкин Д.В., Гонегер Т.А., Лепехина Е.Н. История развития Удино-Витимской островодужной

системы Забайкальского сектора Палеоазиатского океана в позднем рифее – палеозое // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 5. С. 589–614.

4. Гордиенко И.В., Нефедьев М.А. Курбино-Еравнинский рудный район Западного Забайкалья: геолого-геофизическое строение, типы рудных месторождений, прогнозная оценка и перспективы освоения // Геология рудных месторождений. 2015. Т. 57. № 2. С. 114–124. <https://doi.org/10.7868/S0016777015020021>

5. Гордиенко И.В., Гороховский Д.В., Смирнова О.К., Ланцева В.С., Бадмацыренова Р.А., Орсов Д.А. Джидинский рудный район: геологическое строение, структурно-металлогеническое районирование, генетические типы рудных месторождений, геодинамические условия их образования, прогнозы и перспективы освоения // Геология рудных место-

рождений. 2018. Т. 60. № 1. С. 1–36. <https://doi.org/10.1134/S1075701518010038>

6. Гордиенко И.В. Средне- и верхнепалеозойский внегеосинклинальный магматизм Саяно-Байкальской горной области // Тектоника Сибири. Т. 7. М.: Наука, 1976. С. 82–90.

7. Гордиенко И.В. Палеозойский магматизм и геодинамика Центрально-Азиатского складчатого пояса. М.: Наука, 1987. 240 с.

8. Гордиенко И.В., Кузьмин М.И. Геодинамика и металлогения Монголо-Забайкальского региона // Геология и геофизика. 1999. Т. 40. № 11. С. 1545–1562.

9. Ярмолюк В.В., Коваленко В.И., Сальникова Е.Б., Будников С.В., Ковач В.П. Тектоно-магматическая зональность, источники магматических пород и геодинамика раннемезозойской Монголо-Забайкальской магматической области // Геотектоника. 2002. № 4. С. 42–63.

10. Ярмолюк В.В., Козловский А.М., Сальникова Е.Б., Травин А.В., Кудряшова Е.А. Рифтогенный магматизм западной части раннемезозойской Монголо-Забайкальской магматической области: результаты геохронологических исследований // Доклады Академии наук. 2017. Т. 475. № 6. С. 669–675. <https://doi.org/10.7868/S086956521724015X>

11. Цыганков А.А., Бурмакина Г.Н., Хубанов В.Б., Буянтуев М.Д. Геодинамика позднепалеозойского батолитообразования в Западном Забайкалье // Петрология. 2017. Т. 25. № 4. С. 395–418. <https://doi.org/10.7868/S0869590317030049>

12. Литвиновский Б.А., Ярмолюк В.В., Воронцов А.А., Журавлев Д.З., Посохов В.Ф., Сандиминова Г.П., Кузьмин Д.В. Позднетриасовый этап формирования Монголо-Забайкальской щелочногранитоидной провинции: данные изотопно-геохимических исследований // Геология и Геофизика. 2001. Т. 42. № 3. С. 445–456.

13. Цыганков А.А., Литвиновский

Б.А., Джань Б. М., Рейков М., Лю Д.И., Ларионов А.Н., Пресняков С.Л., Лепехина Е.Н., Сергеев С.А. Последовательность магматических событий на позднепалеозойском этапе магматизма Забайкалья (результаты U-Pb изотопного датирования) // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 9. С. 1249–1276.

14. Jahn B.M., Litvinovsky V.A., Zanzivlevich A.N., Reichow M.K. Peralkaline granitoid magmatism in the Mongolian-Transbaikalian Belt: evolution, petrogenesis and tectonic significance // Lithos. 2009. Vol. 113. P. 521–539. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2009.06.015>

15. Reichow M.K., Litvinovsky V.A., Parrish R.R., Saunders A.D. Multi-stage emplacement of alkaline and peralkaline syenite-granite suites in the Mongolian-Transbaikalian Belt, Russia: Evidence from U-Pb geochronology and whole rock geochemistry // Chemical Geology. 2010. Vol. 273 (1–2). P. 120–135. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2010.02.017>

16. Гордиенко И.В., Климук В.С. Бимодальной вулканизм Тугнуйской рифтогенной впадины (Забайкалье) // Геология и геофизика. 1995. Т. 36. № 5. С. 23–37.

17. Ярмолюк В.В., Воронцов А.А., Иванов В.Г., Коваленко В.И., Байкин Д.Н., Сандиминова Г.П. Эпохи бимодального и щелочногранитного магматизма в Западном Забайкалье: геохронологические данные по району Тугнуйской впадины // Доклады Академии наук. 2000. Т. 373. № 1. С. 78–83.

18. Кузьмин М.И., Ярмолюк В.В. Мантийные плюмы северо-восточной Азии и их роль в формировании эндогенных месторождений // Геология и геофизика. 2014. Т. 55. № 2. С. 153–184.

19. Donskaya T.V., Windley B.F., Mazukabzov A.M., Kröner A., Sklyarov E.V., Gladkochub D.P., Ponomarchuk V.A., Bardarch G., Reichow M., Hegne E. Age and evolution of late Mesozoic metamorphic core complexes in southern Siberia and northern Mongolia // Journal of the Geologi-

cal Society. 2008. Vol. 165. P. 405–421.
<https://doi.org/10.1144/0016-76492006-162>

20. Никифоров А.В., Ярмолюк В.В., Покровский Б.Г., Коваленко В.И., Иванов В.Г., Андреева И.А., Журавлев Д.З., Рипп Г.С., Владыкин Н.В., Коршунов В.В. Поздне-мезозойские карбонатиты Западного Забайкалья: минералогические, химические и изотопные (O, C, S и Sr) характеристики и соотношение с щелочным магматизмом // Петрология. 2000. Т. 8. № 3. С. 278–302.

21. Рипп Г.С., Кобылкина О.В., Дорошкевич А.Г., Шаракшинов А.О. Поздне-мезозойские карбонатиты Западного Забайкалья. Улан-Удэ: Издательство БНЦ СО РАН, 2000. 224 с.

22. Батурина Е.Е., Рипп Г.С. Молибденовые и вольфрамовые месторождения Западного Забайкалья (основные черты металлогении и геохимии). М.: Наука, 1984. 152 с.

23. Игнатович В.И. Минерально-сырьевая база молибдена // Разведка и охрана недр. 2007. № 12. С. 37–43.

24. Гордиенко И.В. Эволюция палеозойского магматизма и эндогенного оруденения складчатого обрамления юга Сибирской платформы и геодинамические обстановки его формирования // Тихоокеанская геология. 1992. Т. 11. № 4. С. 101–109.

25. Игнатович В.И., Филько А.С. Состав и перспективы увеличения минерально-сырьевой базы молибдена и вольфрама в Бурятии // Химия, технология и природное сырье молибдена и вольфрама. Улан-Удэ, 1978. С. 131–140.

26. Скрипкина В.В., Верник В.Л., Рейф Л.И., Игнатович В.И., Андреев Г.В. Новая вулканическая структура с молибденовой минерализацией в Западном Забайкалье // Доклады Академии наук СССР. 1982. Т. 264. № 6. С. 1461–1464.

27. Покалов В.Т., Болохонцева С.В., Васин В.В. Жарчихинское верхнепалеозойское проявление молибдена в брекчиевой трубке в каледонидах Западного

Забайкалья // Известия Академии наук СССР. Серия геологическая. 1985. № 7. С. 99–107.

28. Верник В.Л., Рипп Г.С. Жарчихинское молибденовое месторождение // Месторождения Забайкалья. Т. 1. Кн. 2. М.: Геоинформмарк, 1995. С. 176–179.

29. Хубанов В.Б., Дугданова Е.Е., Цыганков А.А., Буянтуев М.Д. Возрастные соотношения щелочных и молибденитсодержащих гранитоидов Селенгинского молибденоворудного района (Западное Забайкалье) // Граниты и эволюция Земли: материалы III международной геологической конференции (г. Екатеринбург, 28–31 августа 2017 г.). Екатеринбург, 2017. С. 330.

30. Бахтин В.И., Яловик Г.А., Гусев Ю.П., Игнатович В.И., Лбов В.А. Основные полезные ископаемые Бурятии // Разведка и охрана недр. 2007. № 12. С. 15–21.

31. Гордиенко И.В. Состав и возраст тамирской свиты вулканогенных пород Западного Забайкалья // Известия Академии наук СССР. Серия геологическая. 1980. № 7. С. 84–91.

32. Ефимов И.И. Кударинское молибден-медно-порфировое рудопроявление // Глобус. 2010. № 5 (13). С. 42–46.

33. Гинзбург А.И., Заболотная Н.П., Новикова М.И., Гальченко В.И. Генетические особенности флюорит-фенакит-бертландитового оруденения // Разведка и охрана недр. 1969. № 1. С. 3–10.

34. Куприянова И.И., Шпанов Е.П. Бериллиевые месторождения России. М.: ГЕОС, 2011. 353 с.

35. Лыхин Д.А., Ярмолюк В.В. Западно-Забайкальская бериллиевая провинция: месторождения, рудоносный магматизм, источники вещества. М.: ГЕОС, 2015. 256 с.

36. Пехтерев С.Н., Нечпаев Е.В., Артамонова Н.А., Вологдин М.А., Духовский А.А., Еникеев Ф.И., Кожунова С.В., Круткина О.Н., Ступина Т.А., Четвериков

М.Е., Шор Г.М. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Серия Алдано-Забайкальская. Лист М-49. Объяснительная записка. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургской картфабрики ВСЕГЕИ, 2012. 438 с.

37. Таханова С.С. Управление недрами Республики Бурятия // Разведка и охрана недр. 2017. № 9. С. 3–10.

38. Новикова М.И., Заболотная Н.П. Бериллиеносные полевошпатовые метасоматиты мезозойских зон активизации // Советская геология. 1988. № 12. С. 92–100.

39. Бадмацыренова Р.А., Бадмацыренов М.В. Источники базитового магматизма Западного Забайкалья в позднем палеозое по геохимическим и изотопным данным // Геология и геофизика. 2011. Т. 52. № 6. С. 807–818.

40. Зайцев С.У. Основные особенности локализации уранового оруденения в сланцевых комплексах Наранской площади // Уран: геология, ресурсы, производство: тезисы Третьего международного симпозиума. М.: Изд-во ВИМС, 2013. С. 54.

41. Булнаев К.Б. Наранское месторождение // Месторождения Забайкалья. Т. 1. Кн. 2. М.: Геоинформмарк, 1995. С. 197–203.

42. Гордиенко И.В. Апатитоносные диориты ошурского типа – новый генетический тип апатитовых месторождений // V чтения памяти академика С.С. Смирнова. Чита: Изд-во Забайкальского филиала географического общества СССР, 1970. С. 135–138.

43. Андреев Г.В., Гордиенко И.В. Кузнецов А.Н., Кравченко А.И. Апатитоносные диориты Юго-Западного Забайкалья. Улан-Удэ: Бурятское книжное изд-во, 1972. 200 с.

44. Царев Д.И., Батуева А.А. Дифференциация компонентов базитов при гранитизации (на примере Ошурковского апатитового месторождения, Западное

Забайкалье). Новосибирск: Гео, 2013. 135 с.

45. Рипп Г.С., Избродин И.А. Ласточкин Е.И., Дорошкевич А.Г., Рампилов М.О., Бурцева М.В. Ошурковский базитовый плутон: хронология, изотопно-геохимические и минералогические особенности, условия образования. Новосибирск: Гео, 2013. 163 с.

46. Борисов А.П., Гальченко В.И., Миронов А.Г., Корсунов В.М. Черемшанский кварцит – основа комплексного освоения рудных богатств Бурятии // Горный журнал. 1999. № 3. С. 1–4.

47. Царев Д.И., Хрусталева В.К., Гальченко В.И., Ауржанаева Д.Ц. Геология и генезис Черемшанского месторождения кремнеземного сырья (Западное Забайкалье, Россия) // Геология рудных месторождений. 2007. Т. 49. № 4. С. 334–345.

48. Зоненшайн Л.Р., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. В 2 кн. Кн. 2. М.: Недра, 1990. 334 с.

49. Минина О.Р., Доронина Н.А., Некрасов Г.Е., Ветлужских Л.И., Ланцева В.С., Аристов В.А., Наугольных С.В., Курilenko А.В., Ходырева Е.В. Ранние герциниды Байкало-Витимской складчатой системы (Западное Забайкалье) // Геотектоника. 2016. № 3. С. 63–84. <https://doi.org/10.7868/S0016853X16030073>

50. Гордиенко И.В., Цыганков А.А. Магматизм и рудообразование в различных геодинамических обстановках Саяно-Байкальской складчатой области и сопредельных территорий // Разведка и охрана недр. 2017. № 9. С. 36–44.

51. Бахтин В.И., Яловик Г.А. Состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы Республики Бурятия до 2020 г. // Разведка и охрана недр. 2007. № 12. С. 6–15.

52. Гордиенко И.В., Булгатов А.Н., Нефедьев М.А., Орсов Д.А. Геолого-геофизические, прогнозно-металлогенические исследования и перспективы

освоения минеральных ресурсов Северо-Байкальского рудного района // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2014. № 2 (45). С. 5–18.

53. Гордиенко И.В., Роцектаев П.А., Гороховский Д.В. Окинский рудный район Восточного Саяна: геологическое строение, структурно-металлогеническое

районирование, генетические типы рудных месторождений, геодинамические условия их образования и перспективы освоения // Геология рудных месторождений. 2016. Т. 58. № 5. С. 405–429. <https://doi.org/10.7868/S001677701605004X>

54. Минерально-сырьевой потенциал недр Российской Федерации. Т. 1. Прогнозно-металлогенический анализ / под ред. О.В. Петрова. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 224 с.

References

1. Yanshin A.L. *Geologicheskaya karta Yuga Vostochnoi Sibiri i Severnoi chasti MNR. Masshtab 1:1500000* [Geological map of the South of Eastern Siberia and the Northern part of the MPR. Scale 1:1500000]. Leningrad: Kartfabrika Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo geologicheskogo instituta Publ., 1980. (In Russian).

2. Platov V.S., Savchenko A.A., Ignatov A.M., Gorokhovskii D.V., Shor G.M., Alekseenko V.D., Mukhin V.N., Suslova S.V., Platova E.V., Bol'shakova T.V., Shelomentseva T.I. *Gosudarstvennaia geologicheskaja karta Rossiiskoi federatsii. Masshtab 1:1000000 (tret'e pokolenie). Aldano-Zabaikal'skaia seriia. List M-48. Ob"iasnitel'naia zapiska* [National geological map of the Russian Federation. 1:1000000 (3rd generation). Aldan-Transbaikalian series. Chart sheet M-48. Ulan-Ude. Explanatory note]. Saint Petersburg: Sankt-Peterburgskaja kartfabrika Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo geologicheskogo instituta Publ., 2009, 271 p. (In Russian).

3. Gordienko I.V., Bulgatov A.N., Ruzhentsev S.V., Minina O.R., Klimuk V.S., Vetluzhskikh L.I., Nekrasov G.E., Lastochkin N.I., Sitnikova V.S., Metelkin D.V., Goner T.A., Lepekhina E.N. The Late Riphean-Paleozoic history of the Uda-Vitim island arc system in the Transbaikalian sector of the Paleoasian Ocean. *Geologiya i*

geofizika [Geology and Geophysics], 2010, vol. 51, no. 5, pp. 589–614. (In Russian).

4. Gordienko I.V., Nefed'ev M.A. The Kurba-Eravna ore district of Western Transbaikalia: Geological and geophysical structure, types of ore deposits, predictive assessment, and mineral-resource potential. *Geologiya rudnykh mestorozhdenii* [Geology of ore deposits], 2015, vol. 57, no. 2, pp. 114–124. (In Russian). <https://doi.org/10.7868/S0016777015020021>

5. Gordienko I.V., Gorokhovskiy D.V., Smirnova O.K., Lantseva V.S., Badmatyrenova R.A., Orsoev D.A. Dzhida ore district: Geological structure, structural and metallogenic zoning, genetic types of ore deposits, geodynamic conditions of their formation, forecasts, and development prospects. *Geologiya rudnykh mestorozhdenii* [Geology of ore deposits], 2018, vol. 60, no. 1, pp. 1–36. (In Russian). <https://doi.org/10.1134/S1075701518010038>

6. Gordienko I.V. *Sredne- i verkhnepaleozoiskii vnegeosinklinal'nyi magmatizm Sayano-Baikal'skoi gornoj oblasti* [Middle and Upper Paleozoic extrageosynclinal magmatism of the Sayan-Baikal mountain area]. *Tektonika Sibiri* [Tectonics of Siberia]. Vol. 7. Moscow: Nauka Publ., 1976, pp. 82–90. (In Russian).

7. Gordienko I.V. *Paleozoiskii magmatizm i geodinamika Tsentral'no-Aziatskogo skladchatovogo poyasa* [Paleozoic magmatism and geodynamics of the Central Asian

Fault Belt]. Moscow: Nauka Publ., 1987, 240 p. (In Russian).

8. Gordienko I.V., Kuz'min M.I. Geodynamics and metallogeny of the Mongolian-Transbaikalian region. *Geologiya i geofizika* [Russian Geology and Geophysics], 1999, vol. 40, no 11, pp. 1545–1562. (In Russian).

9. Yarmolyuk V.V., Kovalenko V.I., Sal'nikova E.B., Budnikov C.V., Kovach V.P. Tectonic magmatic zoning, sources of igneous rocks and geodynamics of the Early Mesozoic Mongolia–Transbaikal Province. *Geotektonika* [Geotectonics], 2002, no. 4, pp. 42–63. (In Russian).

10. Yarmolyuk V.V., Kozlovsky A.M., Salnikova E.B., Travin A.V., Kudryashova E.A. Early Mesozoic Rift Magmatism of the Central Mongolia: Geochronological Evidence for Evolution of Mongolian-Transbaikalian Zoned Igneous Province. *Doklady Akademii nauk* [Doklady Earth Sciences], 2017, vol. 475, no. 6, pp. 669–675. (In Russian). <https://doi.org/10.7868/S086956521724015X>

11. Tsygankov A.A., Burmakina G.N., Khubanov V.B., Buyantuev M.D. Geodynamics of Late Paleozoic batholith-forming processes in Western Transbaikalia. *Petrologiya* [Petrology], 2017, vol. 25, no. 4, pp. 395–418. (In Russian). <https://doi.org/10.7868/S0869590317030049>

12. Litvinovsky B.A., Yarmolyuk V.V., Vorontsov A.A., Zhuravlev D.Z., Posokhov V.F., Sandimirova G.P., Kuz'min D.V. Late Triassic formation stage of the Mongolian-Transbaikal alkaline-granitoid province: data of isotope-geochemical studies. *Geologiya i Geofizika* [Russian Geology and Geophysics], 2001, vol. 42, no. 3, pp. 445–456. (In Russian).

13. Tsygankov A.A., Litvinovsky B.A., Jahn B.M., Reichow M.K., Liu D.Y., Larionov A.N., Presnyakov S.L., Lepekhina Y., Sergeev S.A. Sequence of magmatic events in the Late Paleozoic of Transbaikalia, Russia (U-Pb isotope data). *Geologiya i geofizika* [Russian Geology and Geophysics], 2010, vol. 51, no. 9, pp. 1249–1276. (In Russian).

14. Jahn B.M., Litvinovsky B.A., Zanzilevich A.N., Reichow M.K. Peralkaline granitoid magmatism in the Mongolian-Transbaikalian Belt: evolution, petrogenesis and tectonic significance. *Lithos*, 2009, vol. 113, pp. 521–539. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2009.06.015>

15. Reichow M.K., Litvinovsky B.A., Parrish R.R., Saunders A.D. Multi-stage emplacement of alkaline and peralkaline syenite-granite suites in the Mongolian-Transbaikalian Belt, Russia: Evidence from U-Pb geochronology and whole rock geochemistry. *Chemical Geology*, 2010, vol. 273 (1–2), pp. 120–135. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2010.02.017>

16. Gordienko I.V., Klimuk B.C. Bimodal volcanism of the Tugnuy riftogenic depression (TransBaikal region). *Geologiya i geofizika* [Russian Geology and Geophysics], 1995, vol. 36, no. 5, pp. 23–37. (In Russian).

17. Yarmolyuk V.V., Vorontsov A.A., Ivanov V.G., Kovalenko V.I., Baikin D.N., Sandimirova G.P. Epochs of bimodal and alkaline granite magmatism in the western Transbaikal region: Geochronological data on the region of Tugnui depression. *Doklady Akademii nauk* [Doklady Earth Sciences], 2000, vol. 373, no. 1, pp. 78–83. (In Russian).

18. Kuz'min M.I., Yarmolyuk V.V. Mantle plumes of Central Asia (Northeast Asia) and their role in forming endogenous deposits. *Geologiya i geofizika* [Russian Geology and Geophysics], 2014, vol. 55, no. 2, pp. 153–184. (In Russian).

19. Donskaya T.V., Windley B.F., Mazukabzov A.M., Kröner A., Sklyarov E.V., Gladkochub D.P., Ponomarchuk V.A., Bardach G., Reichow M., Hegne E. Age and evolution of late Mesozoic metamorphic core complexes in southern Siberia and northern Mongolia. *Journal of the Geological Society*, 2008, vol. 165, pp. 405–421. <https://doi.org/10.1144/0016-76492006-162>

20. Nikiforov A.V., Yarmolyuk V.V., Pokrovskii B.G., Kovalenko V.I., Ivanov

V.G., Andreeva I.A., Zhuravlev D.Z., Ripp G.S., Vladykin N.V., Korshunov V.V. Late mesozoic carbonatites of western Transbaikalia: Mineralogical, chemical, and isotopic (O, C, S, and Sr) characteristics and relationships to alkaline magmatism. *Petrologiya* [Petrology], 2000, vol. 8, no. 3, pp. 278–302. (In Russian).

21. Ripp G.S., Kobylkina O.V., Doroshkevich A.G., Sharakshinov A.O. *Pozdne mezozoiskie karbonatity Zapadnogo Zabaikal'ya* [Late Mesozoic carbonatites of Western Transbaikalia]. Ulan-Ude: Buryat Scientific Centre of Siberian Department of Russian Academy of Sciences Publ., 2000, 224 p. (In Russian).

22. Baturina E.E., Ripp G.S. *Molibdenovye i volframovye mestorozhdeniya Zapadnogo Zabaikal'ya (osnovnye cherty metallogenii i geokhimii)* [Molybdenum and tungsten deposits of Western Transbaikalia (basic metallogeny and geochemistry features)]. Moscow: Nauka Publ., 1984, 152 p. (In Russian).

23. Ignatovich V.I. Mineral base of molybdenum. *Razvedka i okhrana nedr* [Prospect and protection of mineral resources], 2007, no. 12, pp. 37–43. (In Russian).

24. Gordienko I.V. Evolution of Paleozoic magmatism and endogenous mineralization of the folded frame of the south of the Siberian platform and the geodynamic conditions of its formation. *Tikhookeanskaya geologiya* [Russian Journal of Pacific Geology], 1992, vol. 11, no. 4, pp. 101–109. (In Russian).

25. Ignatovich V.I., Fil'ko A.S. *Sostoyanie i perspektivy uvelicheniya mineral'no-syr'evoi bazy molibdena i volframa v Buryatii* [Conditions of increasing the mineral material base of molybdenum and tungsten in Buryatia: state and prospects]. *Khimiya, tekhnologiya i prirodnoe syr'e molibdena i volframa* [Chemistry, technology and natural raw material of molybdenum and tungsten]. Ulan-Ude, 1978, pp. 131–140. (In Russian).

26. Skripkina V.V., Vernik V.L., Reif L.I., Ignatovich V.I., Andreev G.V. A new volcanic structure with molybdenum mineralization in Western Transbaikalia. *Doklady Akademii nauk SSSR* [Doklady of the USSR Academy of Sciences], 1982, vol. 264, no. 6, pp. 1461–1464. (In Russian).

27. Pokalov V.T., Bolokhontseva S.V., Vasin V.V. The Zharchikha Upper Paleozoic mineral occurrence of molybdenum in the breccia pipe in the caledonides of Western Transbaikalia. *Izvestiya akademii nauk SSSR. Seriya geologicheskaya* [Proceedings of the USSR Academy of Sciences. Geological series], 1985, no. 7, pp. 99–107. (In Russian).

28. Vernik V.L., Ripp G.S. *Zharchikhinskoe molibdenovoe mestorozhdenie* [The Zharchikha molybdenum deposit]. Vol. 1, b. 2. Moscow: Geoinformmark Publ., 1995, pp. 176–179. (In Russian).

29. Khubanov V.B., Dugdanova E.E., Tsygankov A.A., Buyantuev M.D. *Vozrastnye sootnosheniya shchelochnykh i molibdenitsoderzhashchikh granitoidov Selenginskogo molibdenovorudnogo raiona (Zapadnoe Zabaikal'e)* [Age correlations of alkaline and molybdenite-containing granitoids of the Selenga molybdenum-ore district (Western Transbaikalia)]. *Materialy III mezhdunarodnoi geologicheskoi konferentsii "Granity i evolyutsiya Zemli"* [Proceedings of the 3rd International Geological Conference "Granites and evolution of the Earth"]. Ekaterinburg, 2017, p. 330. (In Russian).

30. Bakhtin V.I., Yalovik G.A., Gusev Yu.P., Ignatovich V.I., Lbov V.A. The main minerals of Buryatia. *Razvedka i okhrana nedr* [Prospect and protection of mineral resources], 2007, no. 12, pp. 15–21. (In Russian).

31. Gordienko I.V. Composition and age of the Tamir suite of volcanogenic rocks, Western Transbaikalia. *Izvestiya akademii nauk SSSR. Seriya geologicheskaya* [Proceedings of the USSR Academy of Sciences. Geological series], 1980, no. 7, pp. 84–91. (In Russian).

32. Efimov I.I. The Kudara molybdenum-copper-porphry ore occurrence. *Globus* [Globe], 2010, no. 5 (13), pp. 42–46. (In Russian).
33. Ginzburg A.I., Zabolotnaya N.P., Novikova M.I., Gal'chenko V.I. The genetic features of fluorite-phenacite-bertlandite mineralization. *Razvedka i okhrana nedr* [Prospect and protection of mineral resources], 1969, no. 1, pp. 3–10. (In Russian).
34. Kupriyanova I.I., Shpanov E.P. *Berillievye mestorozhdeniya Rossii* [Beryllium deposits of Russia]. Moscow: GEOS Publ., 2011, 353 p. (In Russian).
35. Lykhin D.A., Yarmolyuk V.V. *Zapadno-Zabaikal'skaya berillievaya provintsiya: mestorozhdeniya, rudonosnyi magmatizm, istochniki veshchestva* [West Transbaikalian beryllium province: deposits, ore-bearing magmatism, substance sources]. Moscow: GEOS Publ., 2015, 256 p. (In Russian).
36. Pekhterev S.N., Nechepaev E.V., Artamonova N.A., Vologdin M.A., Dukhovskii A.A., Enikeev F.I., Kozhunova S.V., Krutkina O.N., Stupina T.A., Chetverikov M.E., Shor G.M. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii. Masshtab 1:1000000 (tret'e pokolenie). Seriya Aldan-Zabaikal'skaya. List M-49. Ob'yasnitel'naya* [National geological map of the Russian Federation. Scale 1:1 000 000 (3rd generation). Aldan-Transbaikalian series. Chart sheet M-49. Explanatory note]. Saint Petersburg: Sankt-Peterburgskaja kartfabrika Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo geologicheskogo instituta Publ., 2012, 438 p. (In Russian).
37. Takhanova S.S. The management of mineral resources of Republic of Buryatia. *Razvedka i okhrana nedr* [Prospect and protection of mineral resources], 2017, no. 9, pp. 3–10. (In Russian).
38. Novikova M.I., Zabolotnaya N.P. Beryllium-bearing feldspar metasomatites of Mesozoic activation zones. *Sovetskaya geologiya* [Soviet geology], 1988, no. 12, pp. 92–100. (In Russian).
39. Badmatsyrenova R.A., Badmatsyrenov M.V. The sources of basic magmatism in Western Transbaikalia in the Late Paleozoic (from geochemical and isotope data). *Geologiya i geofizika* [Russian Geology and Geophysics], 2011, vol. 52, no. 6, pp. 807–818. (In Russian).
40. Zaitsev S.U. *Osnovnye osobennosti lokalizatsii uranovogo orudneniya v slantsevykh kompleksakh Naranskoj ploshchadi* [Main features of uranium mineralization localization in Naran area shale complexes]. *Tezisy Tret'ego mezhdunarodnogo simpoziuma "Uran: geologiya, resursy, proizvodstvo"* [Abstracts of the 3rd international symposium "Uranium, geology, resources, production"], Moscow: Fedorovsky All-Russian Scientific-Research Institute of Mineral Resources Publ., 2013, p. 54. (In Russian).
41. Bulnaev K.B. *Naranskoe mestorozhdenie* [The Naran deposit]. *Mestorozhdeniya Zabaikal'ya* [Deposits of Transbaikalia]. Vol. 1, book 2. Moscow: Geoinformmark Publ., 1995, pp. 197–203. (In Russian).
42. Gordienko I.V. *Apatitnosnye diority oshurskogo tipa – novyi geneticheskii tip apatitovykh mestorozhdenii* [Apatite-bearing diorites of the Oshurkovo type – a new genetic type of apatite deposits]. *V chteniyu pamyati akademika S.S. Smirnova* [V Readings to the memory of the Academician S.S. Smirnov]. Chita: Zabaikal'skii filial geograficheskogo obshchestva Publ., 1970, pp. 135–138. (In Russian).
43. Andreev G.V., Gordienko I.V., Kuznetsov A.N., Kravchenko A.I. *Apatitnosnye diority Yugo-Zapadnogo Zabaikal'ya* [Apatite-bearing diorites of the South-Western Transbaikalia]. Ulan-Ude: Buryatskoe knizhnoe izdatel'stvo Publ., 1972, 200 p. (In Russian).
44. Tsarev D.I., Batueva A.A. *Differentsiatsiya komponentov bazitov pri granitizatsii (na primere Oshurkovskogo*

apatitovogo mestorozhdeniya, Zapadnoe Zabaikal'e) [Differentiation of the basite components under granitization (on example of the Oshurkovo apatite deposit, Western Transbaikalia). Novosibirsk: Geo Publ., 2013, 135 p. (In Russian).

45. Ripp G.S., Izbrodin I.A., Doroshkevich A.G., Lastochkin E.I., Rampilov M.O., Burtseva M.V. *Oshurkovskii bazitovyi pluton: khronologiya, izotopno-geokhimicheskie mineralogicheskie osobennosti, usloviya obrazovaniya* [Oshurskovo basite pluton: chronology, isotope-geochemical mineralogical features, formation conditions]. Novosibirsk: Geo Publ., 2013, 163 p. (In Russian).

46. Borisov A.P., Gal'chenko V.I., Mironov A.G., Korsunov V.M. Cheremshanka quartzite as a basis for the complex development of ore resources of Buryatia. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal], 1999, no. 3, pp. 1–4. (In Russian).

47. Tsarev D.I., Khrustalev V.K., Gal'chenko V.I., Ayurzhanava D.Ts. Geology and genesis of the Cheremshanka silica deposit, Western Transbaikalia, Russia. *Geologiya rudnykh mestorozhdenii* [Geology of ore deposits], 2007, vol. 49, no. 4, pp. 334–345. (In Russian).

48. Zonenshain L.R., Kuz'min M.I., Natapov L.M. *Tektonika litosfernykh plit territorii SSSR* [Tectonics of lithospheric plates of the USSR territory]. In 2 books, book 2. Moscow: Nedra Publ., 1990, 334 p. (In Russian).

49. Minina O.R., Doronina N.A., Nekrasov G.E., Vetluzhskikh L.I., Lantseva V.S., Aristov V.A., Naugol'nykh S.V., Kurilenko A.V., Khodyreva E.V. Early Hercynides of the Baikal-Vitim Fold System, Western Transbaikalia. *Geotektonika* [Geotectonics], 2016, no. 3, pp. 63–84. (In Russian). <https://doi.org/10.7868/S0016853X16030073>

50. Gordienko I.V., Tsygankov A.A. Magmatism and ore formation in various

geodynamic conditions of the Sayan-Baikal Fold Region and adjacent territories. *Razvedka i okhrana nedr* [Prospect and protection of mineral resources], 2017, no. 9, pp. 36–44. (In Russian).

51. Bakhtin V.I., Yalovik G.A. The mineral resource base of the Buryat Republic: state and development prospects until 2020. *Razvedka i okhrana nedr* [Prospect and protection of mineral resources], 2007, no. 12, pp. 6–15. (In Russian).

52. Gordienko I.V., Bulgatov A.N., Nefed'ev M.A., Orsoev D.A. Geological and geophysical, forecast-metallogenic researches and exploration prospects of North Baikal ore district mineral resources. *Izvestiya Sibirskogo otdeleniya Sektsii nauk o Zemle Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk. Geologiya, poiski i razvedka rudnykh mestorozhdenii* [Proceedings of the Siberian Department of the Section of Earth Sciences, Russian Academy of Natural Sciences. Geology, Prospecting and Exploration of Ore Deposits], 2014, no. 2 (45), pp. 5–18. (In Russian).

53. Gordienko I.V., Roshchektaev P.A., Gorokhovskiy D.V. Oka ore district of the Eastern Sayan: Geology, structural-metallogenic zonation, genetic types of ore deposits, their geodynamic formation conditions, and development prospects. *Geologiya rudnykh mestorozhdenii* [Geology of Ore Deposits], 2016, vol. 58, no. 5, pp. 405–429. (In Russian). <https://doi.org/10.7868/S001677701605004X>

54. Petrov O.V. *Mineral'no-syr'evoi potentsial nedr Rossiiskoi Federatsii* [Evaluation of raw mineral potential of the Russian Federation subsoil]. Vol. 1. *Prognozno-metallogenicheskii analiz* [Prognostic-metallogenic analysis]. Saint Petersburg: A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute Publ., 2009, 224 p. (In Russian).

Критерии авторства

Гордиенко И.В., Ланцева В.С., Бадма-
цыренова Р.А., Елбаев А.Л. написали
статью, имеют равные авторские права
и несут одинаковую ответственность за
плагиат.

Authorship criteria

Gordienko I.V., Lantseva V.S., Badmat-
syrenova R.A., Elbaev A.L. have written
the article, have equal author's rights and
bear equal responsibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии кон-
фликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare that there is no con-
flict of interests regarding the publication of
this article.