

**В.Н. Коржнев**

Бийское отделение АКО Русского географического общества, г. Бийск (Россия)

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ АЛТАЯ**

*Аннотация.* В статье проанализированы возможности развития горнодобывающей промышленности на базе месторождений полезных ископаемых Алтайского края и Республики Алтай. Выделены наиболее перспективные для освоения месторождения в условиях планируемого строительства газопровода «Сила Сибири-2». Установлено, что Горный Алтай богат редкоземельными месторождениями, в числе которых крупное комплексное магнетит-апатит-редкометальное Холзунское, литий-танталовое Алахинское, крупнейшее Кумирское скандиевое месторождение. Следует учесть возможность освоения в Алтайском крае Белининского месторождения кобальт-никелевых руд и Харловского месторождения титано-магнетитовых руд. Строительство газопровода позволит снизить энергетические затраты при разработке месторождений, составляющих одно из главных богатств Алтая.

*Ключевые слова:* месторождения редкоземельных элементов, железо, марганец, скандий, полиметаллические руды, запасы, прогнозные ресурсы, газопровод «Сила Сибири-2», Горный Алтай.

**V.N. Korzhnev**

Biysk branch of the Altai regional branch of the Russian Geographical Society, Biysk (Russia)

## **PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF MINERAL DEPOSITS IN ALTAI**

*Abstract.* The possibilities of developing the mining industry on the basis of mineral deposits of the Altai Territory and the Altai Republic are analyzed. The most promising fields for development have been identified in the context of the planned construction of the Power of Siberia-2 gas pipeline. It is established that the Altai Mountains are rich in rare earth deposits. Among them are the large complex magnetite-apatite-rare-mineral Kholzunskoye, Alakhinskoye lithium-tantalum, and the largest Kumirskoye scandium deposit. It is necessary to take into account the possibility of developing the Belininsky deposit of cobalt-nickel ores in the Altai Territory and the Kharlovskoye deposit of titanium-magnetite ores. The construction of the Altai-2 gas pipeline will reduce energy costs during field development. They are one of the main riches of Altai.

*Keywords:* deposits of rare earth elements, iron, manganese, scandium, polymetallic ores, reserves, inferred resources, the Power of Siberia-2 gas pipeline, Gorny Altai.

### **Введение**

В мае 2020 г. начаты проектно-изыскательские работы по трассе нового газопровода «Сила Сибири-2» (ранее называемый «Алтай»), целью которого является соединение газотранспортной инфраструктуры Запада и Востока России, а также газификация в Средней Сибири. Проект планируется завершить к июню 2025 года и его реализация позволит ежегодно поставлять в Китай 18,9 миллиардов кубометров российского газа. Газопровод пройдет от Нового Уренгоя через Томск, Новосибирск, Барнаул, Бийск, Горно-Алтайск и далее через плато Укок до границы с Китаем. Причем и Россия, и Китай единогласно желают, чтобы газопровод не проходил через территории других стран (Монголии, Казахстана), что удешевляет транспортировку. Газопровод позволит улучшить экологию и решить энергети-

ческие проблемы. Предполагается развитие горнодобывающей промышленности на базе месторождений полезных ископаемых Алтайского края и Республики Алтай.

В основу статьи положены личные наблюдения, частично опубликованные в ряде статей и монографий [6-9]. Кроме того, использовались опубликованные данные других авторов.

### Результаты изучения и их обсуждение

В ближайшей перспективе прогнозируется обострение проблем обеспечения железными рудами Кузнецкого и Западно-Сибирского металлургического комбинатов. К 2040 г. практически все рудники, обеспечивающие эти комбинаты, кроме Таштагольского, исчерпают свои запасы [5]. В этой связи подготовлен к отработке Алтайский железорудный район, объединяющий весьма крупное Холзунское, крупное Белорецкое и среднее Инское, а также ряд мелких месторождений. Суммарные прогнозные ресурсы этого района достигают 2,5 млрд т железной руды [6, 7].

Железо-марганцевое оруденение Алтайского железорудного района приурочено к коргонской свите верхнего эмса. В ее пределах выделяются осадочные рудоносные горизонты (снизу вверх): Коргонский, Западный, Кульдинский, Холзунский, контролирующие расположение месторождений железа и марганца [11]. Формирование первичных гематитовых руд шло в прибрежной зоне, а главным источником их вещества, очевидно, была суша и фузарольно-сульфатарные источники [4]. Установлено, что метаморфизованное железо-марганцевое оруденение контролируется основными глубинными разломами: Инским, Коргонской зоной смятия, Тигирекским, Южно-Тигирекским, Тимофеевским [10]. Наиболее значимые железорудные месторождения сформировались вблизи тектонических швов (Холзунское, Тимофеевское) и связаны с островодужными толеитами и известково-щелочными базальтами. Часть из них (Инское, Белорецкое) впоследствии скарнированы в контактах с коллизионными гранитоидами.

В пределах рудного поля и флангов крупного Холзунского магнетитового месторождения распределение оруденения свидетельствует о его полигенном образовании. Здесь закартированы первичные полосчатые осадочные руды и рудные порфириды, содержащие до 33% валового железа. Промышленные концентрации железа контролируются экзоконтактовыми зонами девонской плагиогранит-гранодиорит-диоритовой Хайдунской интрузии. Образование их связано с наложением перераспределенного железа на первичные осадочные руды [8]. Одновременно на железные руды наложилась апатитовая минерализация. Несмотря на значительные запасы фосфорного ангидрида (5,1 млн т), необходимо осторожно подходить к оценке перспектив месторождения на апатиты, так как комплексные руды выделены по опробованию, технологические пробы с одинаковым содержанием пятиоксида фосфора показывают разную обогатимость из-за различных размеров зерен апатита, выделение блоков комплексных руд затруднено. По этим причинам, вероятно, можно говорить лишь о малых перспективах Холзунского месторождения на апатиты [9].

Из элементов-примесей в магнетитах наибольшее значение имеет германий, содержания которого в магнетитах Холзунского месторождения варьирует от 0,2 до 25 г/т (в среднем 5,5 г/т). Следует заметить, что германий легко сорбируется органическим веществом, обладает халькофильными свойствами и редко образует самостоятельные минералы. Такие повышенные содержания германия в рудах характерны для типичных осадочных и метаморфизованных осадочных месторождений [2].

Магнетит-apatитовые руды Холзунского месторождения характеризуются очень высокими концентрациями редкоземельных элементов. В них появляются такие минералы, как ортит, монацит, цериевый эпидот. Так, в ортите содержится (г/т): Y – 7562; La – 63224; Ce – 53626; Pr – 152; Nd – 778; Sm – 126; Eu – 101; Gd – 185; Tb – 28,5; Dy – 278; Ho – 18,2; Er – 55,3; Tm – 11,2; Yb – 43,1; Lu – 10,6; La/Sm<sub>N</sub> – 306; La/Yb<sub>N</sub> – 969; Eu/Eu\* – 0,148. Апатиты 1 и 2 генерации содержат (г/т): Y – 362,8-5910; La – 552,9-3100; Ce – 976,3-7277; Pr – 99,6-127; Nd – 359,9-575; Sm – 61,1-82,3; Eu – 10,5-77; Gd – 62,97-156; Tb – 8,53-17,4; Dy – 49,7-197;

Ho – 10,9-12; Er – 30,5-35; Tm – 4,21-6,9; Yb – 24,1-37; Lu – 3,73-6,2; La/Sm<sub>N</sub> – 5,2-30; La/Yb<sub>N</sub> – 14,3-53; Eu/Eu\* – 0,037-0,15. Микроскопические данные свидетельствуют, что максимальные концентрации РЗЭ в общей последовательности минералообразования характерны для самых ранних эпизодов становления руд, где и формировались фторапатит, минералы редких земель, магнетит, пирит, ранние генерации спекулярита. При этом замечено, что эта ассоциация приурочена к самому нижнему стратиграфическому уровню оруденения в пределах Холзунского рудного поля. В верхних горизонтах появляются минералы полиметаллической ассоциации – пирит-сфалерит-галенитовые. Они же локализируются на латеральных выклинках рудоносных горизонтов. Безапатитовые руды намного беднее суммой редкоземельных элементов. Высокие содержания в апатит-магнетитовых рудах редкоземельных элементов повышают перспективы Холзунского месторождения как источника комплексного сырья [2].

Рудные тела оконтуриваются при бортовом содержании валового железа 20%, при минимальной мощности руд 2 м и максимальной – безрудных прослоев до 5 м. Суммарные мощности рудных тел по разведочным линиям 55 – 130 м при длине по простиранию до 0,5–1 км. Подсчитанные запасы и прогнозные ресурсы позволяют относить месторождение к весьма крупным. Суммарные прогнозные ресурсы железной руды Холзуно-Коксинского района до глубины 1 км (на 60-километровом отрезке рудной зоны) оцениваются в 1450 млн т. По геофизическим данным, руды на Холзунском месторождении распространяются до глубины не менее 1500–2000 м. Рудная площадь месторождения составляет до 250 тыс. м<sup>2</sup>, что позволяет ежегодно добывать до 15 млн т руды. Попутно извлекается до 0,70 млн т апатитового концентрата из хвостов магнитной сепарации. Прогнозные ресурсы редкоземельных элементов и германия не подсчитывались, но, судя по содержаниям, они представляют практический интерес.

Установлено, что на Харловском месторождении в рудах свободный ильменит имеется количестве – 5-10 % в виде зерен размером до 1–3 мм, которые при обогащении могут извлекаться в отдельный концентрат. Средневзвешенный весовой выход свободного ильменита равен 9 %, а в рудах нижних горизонтов еще выше. К нижним горизонтам руды постепенно переходят от железо-титановых к существенно титановым. Выделен тип руд с высокотитанистым (10–12% TiO<sub>2</sub>) титаномагнетитовым концентратом, составляющим только четыре верхних сравнительно маломощных рудных горизонта с запасами не более 10–15 % от общих ресурсов руд, и тип руд со среднетитанистым (5–8 % TiO<sub>2</sub>) титаномагнетитовым концентратом, который составляет всю остальную часть руд, т.е. более 85 % их общих ресурсов (около 3 млрд т). В первом типе руд количество свободного ильменита составляет 5-7 объемных процентов, а во втором – 9-10 %. По относительному количеству ильменита от суммы ильменита и титаномагнетита в рудах, а также по соотношению железа и титана в рудах Харловское месторождение попадает в группу таких известных титаномагнетитовых месторождений, как Кручининское, Гремяха-Вырмес, Большой Сэйим, Еletzозерское, Медведевское, Гаюмское в России и разрабатываемое сейчас в США месторождение Сэнфорд Лейк, а в Китае – Панжиху. Следует обратить внимание, что почти все исследованные технологические пробы отобраны из первого типа руд верхних горизонтов расслоенного массива, и опробованием почти не охвачен второй тип руд. По результатам химического анализа отобранных концентратов титаномагнетита, а также анализа технологических проб установлено, что в нем содержание пентоксида ванадия несколько, в ряде случаев на 50 %, выше, чем в качканарских концентратах, что делает их более привлекательными для металлургической промышленности. Плагиоклаз, входящий в состав титаномагнетитовых руд, по всему разрезу месторождения относится к битовниту с содержанием 74–84 % анортитовой составляющей и около 32 % глинозема, т.е. на 4 процента выше, чем в наиболее высококачественных небокситовых нефелиновых рудах – урритах Кия-Шалтырского месторождения, используемых на Ачинском глиноземном комбинате в качестве алюминиевого сырья [12].

В юго-западной части Алтайского края (Рудный Алтай) разведано 15 месторождений полиметаллических руд и одно медно-колчеданное. Запасы всех месторождений составляют: по категории В+С<sub>1</sub> – 59787 тыс. т руды, 814 тыс. т меди, 1538 тыс. т свинца, 4598 тыс. т цин-

ка; по категории  $C_2$  – 10221 тыс. т руды, 87 тыс. т меди, 207 тыс. т свинца, 527 тыс. т цинка. В настоящее время наиболее перспективными для наращивания добычных работ являются 6 месторождений (Корбалихинское, Рубцовское, Таловское, Захаровское, Зареченское, Степное). На базе всех этих месторождений возможна организация добычи до 1,2-1,5 млн т руды в год, с выпуском в концентратах 100-120 тыс. т цинка, 25030 тыс. т свинца и 10-12 тыс. т меди. В настоящее время ведутся добычные работы на Рубцовском и Зырянском месторождениях [12].

Следует обратить внимание на Шалапский рудный район, расположенный в 100 км от г. Бийска в Целинном районе Алтайского края. Самым значимым объектом этого района является Белининское кобальт-никелевое месторождение (площадью 50 км<sup>2</sup>), приуроченное к площадным и линейным окисно-кремнистым и нонтронитовым корам выветривания, развитым по серпентинитам Белининского гипербазитового массива [1]. Никель-кобальтовое оруденение в площадном типе коры приурочено к горизонту нонтронитов, в линейном – к зоне охристо-кремнистых образований. Рудные тела представлены пласто- или клинообразными залежами протяженностью по простиранию 500-2000 м, по падению 100-300 м, имеют горизонтальную ширину 60-250 м. Мощность перекрывающих рудные тела покровных суглинков 2-20 м. Минералогический состав руд характеризуется преобладанием железосодержащих минералов – миггемита, гетита и гидрогетита – 24-53%, заохренных обломков – 3,5-21,8%, в небольших количествах встречается хромит, монтмориллонит и слюды. Средние содержания полезных компонентов составляют: никеля – 0,46-1,10%, кобальта – 0,04-0,19%, железа валового 19,6-34%. В железисто-магнезиальных рудах средние содержания никеля – 1,15%, Со – 0,01%. В магнезиальных рудах никеля – 1,02%, Со – 0,01%. В железисто-кремнистых рудах никеля – 0,7-1,10%, кобальта – 0,08-0,09%. В глиноземистых рудах никеля – 0,5-1%, кобальта 0,01-0,05%. Первые два типа слагают 80% запасов [1, 3].

Руды Белининского месторождения, по заключению «Гироникеля», пригодны для любого пирометаллургического передела, а железистый тип оруденения – для гидрометаллургического передела, являющегося максимально рентабельным. Запасы руды и металлов категории  $C_1$ - $C_2$ : никеля 320,4 тыс. т, кобальта 22,2 тыс. т, ресурсы  $P_1$  и  $P_2$  никеля составляют 150 тыс. т [1, 3]. Себестоимость 1 т никеля может составить 2530 руб., а кобальта 17709 руб. Удельные капитальные затраты на 1 т никеля 10000 руб., а на тонну металла приведенного к никелю – 7000 руб. В то же время, мировые цены 1999 г. на гранулированный никель достигали 6422 доллара за тонну. Разработка месторождения является высокорентабельной [3]. Следует заметить, что Белининское месторождение куплено публичным акционерным обществом «Горно-металлургическая компания «Норильский никель» (ПАО «ГМК „Норильский никель“») и зарезервировано до времен окончания запасов Норильского месторождения.

Попутно с разработкой никель-кобальтовых руд могут быть освоены Белининское месторождение магнезита с запасами по категории  $C_2$  – 37356 тыс. т при среднем содержании 28-30,8% и Комсомольское месторождение асбеста с запасами по категории  $C_2$  – 897 тыс. т [3].

В Горном Алтае известно Алахинское литий-танталовое месторождение, прогнозные ресурсы которого по категории  $P_1$  по состоянию на 01.01.2003 г. составили 3,7 тыс. т и утверждены в МПР России. Алахинское месторождение находится в Кош-Агачском районе вблизи границы с Казахстаном на высотах 2500-2800 м. Открыто Зырянской партией Восточно-Казахстанского ПГО в 1989 г. в процессе геологической съемки 1:50000 масштаба. В 1990 г. на нем проведены поисковые работы с детальным опробованием. Район месторождения сложен метаморфическими флишоидными осадками кембро-ордовика (горноалтайской серии), прорванными разновозрастными гранитоидами и локально перекрытыми мало-мощными четвертичными отложениями. Оруденение локализовано в пределах одноименного интрузива сподуменовых гранит-порфиров, производных заключительных фаз внедрения гранитоидов Рахмановского плутона ( $D_1$ ) [6]. Интрузив на поверхности представлен двумя телами неправильной формы (Главным и Малым) размерами 1000-120-650 м и 800-100-300 м с площадью 0,3 и 0,2 км<sup>2</sup>, соответственно. В приконтактных зонах интрузива проявлены грейзенизация, альбитизация, окварцевание. Гранит-порфиры и приконтактные метасома-

титы характеризуются повышенными концентрациями лития, тантала (основные компоненты), ниобия, рублидия, цезия (второстепенные компоненты), висмута, бериллия. Основными рудными минералами являются сподумен, танталит, поллуцит, слюда, полевые шпаты. Рудные тела выделяются только по результатам опробования. Среднее содержание в крупных телах лития 0,8%, тантала 0,012%, рублидия 0,12%, цезия 0,026%. Запасы тантала первой очереди месторождения утверждены ГКЗ России по главному штоку до глубины 50 м по состоянию на 01.10.2004 г. (протокол ГКЗ № 817 от 21.03.2003 г.). Согласно утвержденным запасам, месторождение в настоящее время относится к средним, по среднему содержанию металлов руды являются рядовыми. По прогнозным ресурсам лития до глубины 250 м объект относится к весьма крупному (уникальному), а по ресурсам тантала, ниобия и цезия – к крупному [13].

В начале 90-х годов прошлого столетия установлены высокие перспективы Горного Алтая на скандий. Только на расположенном в Чарышском районе Кумирском комплексном скандий-редкоземельном месторождении по результатам поисково-оценочных работ подсчитаны запасы скандия категории С<sub>2</sub> в количестве 28 т при среднем содержании скандия в руде 214 г/т. Оценены запасы сопутствующих компонентов: иттрия, ниобия, рублидия [6].

### **Выводы**

Алтайскому краю и Республике Алтай не хватает электроэнергии для динамичного развития. Энергетическая проблема может быть решена с введением в строй газопровода «Алтай-2». Это повысит рентабельность уже существующих добычных предприятий и создаст возможность освоения новых месторождений.

При проектировании следует учесть возможность освоения расположенных вблизи газопровода месторождений Алтайского железорудного района, включая Холзунское магнетит-апатит-редкометальное, Белорецкое и Инское месторождения магнетитовых руд, Харловское месторождение титано-магнетитовых руд, а также других полиметаллических и золоторудных объектов.

Горный Алтай выделяется как перспективная редкоземельная провинция, с которой связаны крупное тантал-ниобиевое Алахинское и крупнейшее скандиевое Кумирское месторождения. Необходимо провести специализированные поисковые работы. Целесообразно возобновить наиболее информативные геологические съемки 1:50000 масштаба перспективных рудных районов.

Месторождения полезных ископаемых – редкоземельных элементов, благородных металлов, железа, полиметаллов, алюминиевого сырья – одно из главных богатств Алтая.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Бесхадарнов В.Н., Коржнев Н.С. Новые данные о коре выветривания на ультраосновных породах Алтайского края // Кора выветривания. – Вып. 5. – М.: Изд. АН СССР, 1962. – С. 309-314.
2. Гусев А.И., Гусев Н.И. Апатит-магнетитовое оруденение западной части Центрально-Азиатского складчатого пояса // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 2. – С. 74-78.
3. Жабин В.В., Бедарев Н.П. Белининское кобальт-никелевое месторождение Салаира и его промышленная значимость в современных условиях // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России «III века горно-геологической службы России». Т. II. – Томск: ТГУ, 2000. – С. 101–102.
4. Калугин А.С. Атлас текстур и структур вулканогенно-осадочных железных руд Алтая (источники вещества, условия и механизм отложения, явления диагенеза, эпигенеза и метаморфизма руд): монография. – М.: Недра, 1970. – 176 с.
5. Кассандров Э.Г., Иванов В.И., Лидин Н.С. Сырьевая база железа и марганца Сибири // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-

ро-Востока России «III века горно-геологической службы России». Т. II. – Томск: ТГУ, 2000. – С. 86–87.

6. Коржнев В.Н. Полезные ископаемые Алтайского края и Республики Алтай: монография. – Бийск: АГАО им. В.М. Шукшина, 2011. – 188 с.

7. Коржнев В.Н. Алтайский железорудный район на территории России // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. – 2016. – № 1(40). – С. 14-26.

8. Коржнев В.Н. Распределение железоруднения в Холзунском рудном поле (Горный Алтай) // Труды ИГиГ СО АН СССР. Вып. 465. Рудная зональность и физико-химия гидротермальных систем / отв. ред. академик В.А. Кузнецов. – Новосибирск: Наука, 1980. – С. 76–80.

9. Коржнев В.Н., Робертус Ю.В., Авдеев В.М. Апатитовая минерализация в Холзунском рудном поле (Горный Алтай) // Труды ИГиГ СО АН СССР, вып. 503 Критерии прогнозной оценки эндогенного руднения Алтае-Саянской области / Отв. ред. Э.П. Изох, В.И. Сотников. – Новосибирск: Наука, 1982. – С. 33–35.

10. Лузгин Б.Н. Роль глубинных разломов в размещении марганцево-железорудного руднения // Советская геология. – 1983. – № 8. – С. 51-57.

11. Робертус Ю.В. Генетические условия локализации и критерии поисков железорудных и марганцевых месторождений Холзуно-Инского района: Западный Алтай. Диссертация канд. геол.-минерал. наук. – Томск: ТПИ, 1999. – 296 с.

12. Шабалин Л.И. О возможности создания на Алтае на базе трех месторождений единого Белорецко-Инского Харловского ГОКа (БИХГОКа) как крупнейшего источника железотитано-ванадиево-алюминиевого сырья // Материалы Всероссийского форума с международным участием, посвященного 150- летию академика Обручева В.А., 130- летию академика Усова М.А. и 120- летию профессора Урванцева Н.Н. «Развитие минерально-сырьевой базы Сибири: от Обручева В.А., Усова М.А., Урванцева Н.Н. до наших дней». – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2013. – С. 442-447.

13. Чебров М.Н., Крупчатников В.И. Минерально-сырьевые ресурсы Республики Алтай: состояние и проблемы освоения // Природные ресурсы Горного Алтая. – 2005. – № 1. – С. 18-32.

## REFERENCES

1. Beshadarnov V.N., Korzhnev N.S. Novye dannye o kore vyvetrivaniya na ul'traosnovnyh porodah Altajskogo kraja [New data on the weathering crust on ultrabasic rocks of the Altai Territory]. *Kora vyvetrivaniya. Вып. 5*. Moscow, AN SSSR Publ., 1962. pp. 309-314.

2. Gusev A.I., Gusev N.I. Apatit-magnetitovoe orudnenie zapadnoj chasti Central'no-Aziatskogo skladchatogo pojasa [Apatite-magnetite mineralization of the western part of the Central Asian fold belt]. *Sovremennye naukoemkie tehnologii*, 2013, no. 2, pp. 74-78.

3. Zhabin V.V., Bedarev N.P. Belininskoe kobalt'-nikelevoe mestorozhdenie Salaira i ego promyshlennaja znachimost' v sovremennyh uslovijah [Belininskoe cobalt-nickel deposit of Salair and its industrial significance in modern conditions]. *Materialy regional'noj konferencii geologov Sibiri, Dal'nego Vostoka i Severo-Vostoka Rossii «III veka gorno-geologicheskoy sluzhby Rossii». T. II* [Materials of the regional conference of geologists of Siberia, the Far East and North-East of Russia "III century of the mining and geological service of Russia". Vol. II]. Tomsk, Tomsk State Univ. Publ., 2000. pp. 101–102.

4. Kalugin A.S. *Atlas tekstur i struktur vulkanogenno-osadochnyh zheleznyh rud Altaja (istochniki veshhestva, uslovija i mehanizm otlozhenija, javlenija diageneza, jepigeneza i metamorfizma rud)* [Atlas of textures and structures of volcanic-sedimentary iron ores in Altai (sources of matter, conditions and mechanism of deposition, phenomena of diagenesis, epigenesis and metamorphism of ores): monograph]. Moscow, Nedra Publ., 1970. 176 p.

5. Kassandrov Je.G., Ivanov V.I., Lidin N.S. Syr'evaja baza zheleza i marganca Sibiri [Raw material base of iron and manganese in Siberia]. *Materialy regional'noj konferencii geologov Sibiri, Dal'nego Vostoka i Severo-Vostoka Rossii «III veka gorno-geologicheskoy sluzhby Rossii». T. II* [Materials of the regional conference of geologists of Siberia, the Far East and the North-East of

Russia "III century of the mining and geological service of Russia". Vol. II]. Tomsk, Tomsk State Univ. Publ., 2000. pp. 86–87.

6. Korzhnev V.N. *Poleznye iskopaemye Altajskogo kraja i Respubliki Altaj* [Mineral resources of the Altai Territory and the Altai Republic]. Bijsk, AGAO im. V.M. Shukshina Publ., 2011. 188 p.

7. Korzhnev V.N. Altajskij zhelezorudnyj rajon na territorii Rossii [Altai iron ore region in Russia]. *Izvestija Altajskogo otdelenija Russkogo geograficheskogo obshhestva*, 2016, no. 1(40), pp. 14-26.

8. Korzhnev V.N. Raspredelenie zhelezoorudeneniya v Holzunskom rudnom pole (Gornyj Altaj) [Distribution of iron ore in the Kholzun ore field (Gorny Altai)]. *Trudy IGIg SO AN SSSR. Vyp. 465. Rudnaja zonal'nost' i fiziko-himija gidrotermal'nyh sistem. Otv. red. akademik V.A. Kuznetsov* [Proceedings of the IGIg SO AN USSR. Issue 465. Ore zoning and physical chemistry of hydrothermal systems. Holes. ed. Academician V.A. Kuznetsov]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1980. pp. 76–80.

9. Korzhnev V.N., Robertus Ju.V., Avdeev V.M. Apatitovaja mineralizacija v Holzunskom rudnom pole (Gornyj Altaj) [Apatite mineralization in the Kholzun ore field (Gorny Altai)]. *Trudy IGIg SO AN SSSR. Vyp. 503. Kriterii prognoznoj ocenki jendogennoj orudeneniya Altae-Sajanskoj oblasti. Otv. red. Je.P. Izoh, V.I. Sotnikov* [Proceedings of the IGIg SO AN SSSR. Issue 503. Criteria for predictive assessment of endogenous mineralization of the Altai-Sayan region. Holes. ed. Je.P. Izoh, V.I. Sotnikov]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1982. pp. 33–35.

10. Luzgin B.N. Rol' glubinyh razlomov v razmeshhenii margancevo-zhelezorudnogo orudeneniya [The role of deep faults in the placement of manganese-iron ore mineralization]. *Sovetskaja geologija*, 1983, no. 8, pp. 51-57.

11. Robertus Ju.V. *Geneticheskie uslovija lokalizacii i kriterii poiskov zhelezorudnyh i margancevyh mestorozhdenij Holzuno-Innskogo rajona: Zapadnyj Altaj*. Dissertacija kand. geol.-mineral. nauk [Genetic conditions for localization and search criteria for iron ore and manganese deposits in the Kholzuno-Insky region: Western Altai. Ph.D. thesis]. Tomsk, 1999. 296 p.

12. Shabalin L.I. O vozmozhnosti sozdaniya na Altae na baze treh mestorozhdenij edinogo Belorecko-Innskogo Harlovskogo GOKa (BIHGOKA) kak krupnejshego istochnika zhelezo-titanovanadievo-aljuminievogo syr'ja [On the possibility of creating in Altai, on the basis of three deposits, a single Beloretsko-Insky Kharlovsky GOK (BIKHGOK) as the largest source of iron-titanium-vanadium-aluminum raw materials]. *Materialy Vserossijskogo foruma s mezhdunarodnym uchastiem, posvjashhennogo 150- letiju akademika Obrucheva V.A., 130- letiju akademika Usova M.A. i 120- letiju professora Urvanceva N.N. «Razvitie mineral'no-syr'evoj bazy Sibiri: ot Obrucheva V.A., Usova M.A., Urvanceva N.N. do nashih dnei»* [Materials of the All-Russian Forum with international participation dedicated to the 150th anniversary of Academician V.A. Obruchev, 130th Anniversary of Academician Usov M.A. and the 120th anniversary of Professor N.N. Urvantsev "Development of the mineral resource base of Siberia: from V. Obruchev, M. Usov, N. Urvantsev to the present day"]. Tomsk, National Research Tomsk Polytechnic University Publ., 2013. pp. 442-447.

13. Chebrov M.N., Krupchatnikov V.I. Mineral'no-syr'evye resursy Respubliki Altaj: sostojanie i problemy osvoeniya [Mineral resources of the Altai Republic: state and development problems]. *Prirodnye resursy Gornogo Altaja*, 2005, no. 1, pp. 18-32.

#### **Информация об авторе:**

Коржнев Виктор Николаевич, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, председатель, Бийское отделение АКО Русского географического общества, 659334, г. Бийск, ул. Гоголя, д. 212, кв. 4. E-mail: viktorkorzhnev@mail.ru

Victor N. Korzhnev, Cand. Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Chairman of the Biysk Department of All-Russian non-government organization "Russian Geographical Society", 212, Gogol str., Biysk, 659334, Russia. E-mail: viktorkorzhnev@mail.ru