

УДК 550.84:553.261

© С.А.Миляев, 2014

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ БЕРЕГОВСКОГО ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С.А.Миляев (ФГУП «ЦНИГРИ»)

Рассмотрено прикладное и научное значение анализа геохимической зональности золото-полиметаллического оруденения.

Ключевые слова: эпитермальные золото-серебряные месторождения, геохимическая зональность, коэффициент подобия.

Миляев Сергей Анатольевич, sermil52@yandex.ru

GEOCHEMICAL ZONING OF BEREHOVE GOLD-POLYMETALLIC DEPOSIT

S.A.Milyaev

Applied and scientific importance of the analysis of geochemical zoning of gold-polymetallic mineralization are discussed.

Key words: epithermal gold-silver deposit, geochemical zoning, similarity coefficient.

Для решения геологических задач, связанных с поисками, оценкой и прогнозом оруденения на глубину, решающее значение имеет наличие первичной геохимической зональности рудных месторож-

дений. Геохимическая зональность — это направленное в пространстве закономерное изменение соотношений между надфоновыми содержаниями или продуктивностями двух или большего числа химических элементов. Задача по выявлению геохимической зональности сводится к отысканию геохимических показателей, однотипно убывающих (или возрастающих) в выбранном направлении в пределах границы первичного ореола основного полезного компонента. Вертикальную (осевую) геохимическую зональность эндогенных, в частности гидротермальных, рудных месторождений отражает последовательный ряд элементов, ранжированных в порядке максимумов их отложения по мере продвижения от подрудных «высокотемпературных» к надрудным «низкотемпературным» горизонтам рудной зоны.

Возможности привлечения геохимической зональности для прогнозной оценки месторождений золото-полиметаллического типа золото-серебряной вулканогенной формации иллюстрируют проведенные работы на Береговском рудном поле (Украинское Закарпатье). Рудное поле расположено во внутренней зоне Карпат вблизи их сочленения с Паннонским срединным массивом [2]. В геологическом строении участвуют образования двух структурных этажей. Нижний этаж представлен комплексом предположительно триасово-юрских вулканогенно-осадочных пород, верхний — чередованием неогеновых осадочных и вулканогенных толщ. Участок Береговского месторождения приурочен к восточному борту Береговской палеокальдеры и примыкающему к ней Куклянскому вулканическому горсту, отделенному Береговским разломом северо-западного простирания (рис. 1). Палеокальдера вблизи месторождения заполнена риоли-

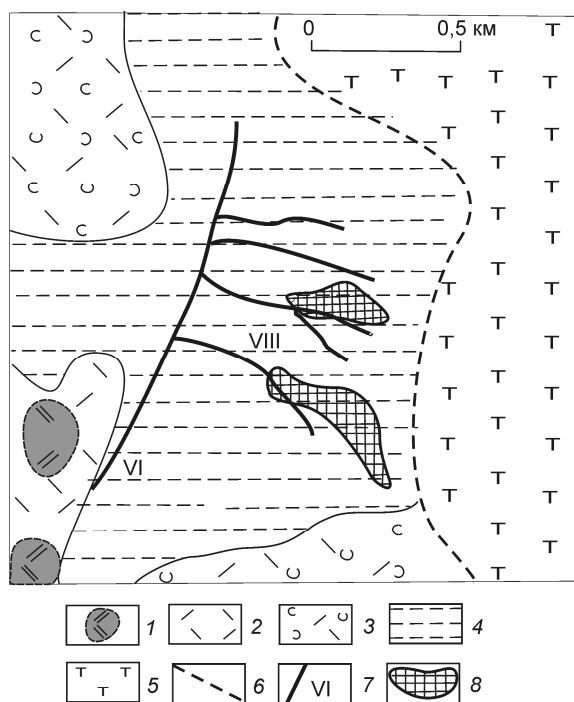


Рис. 1. Схема геологического строения Береговского рудного поля (горизонт +130 м):

1 — экструзивно-купольные тела риолитов; 2 — эффузивные фации экструзий риолитов; толщи: 3 — риолитов, туфов риолитов, 4 — глин, аргиллитов, песчаников, 5 — туфов кислого состава; 6 — разлом в борту вулканотектонического грабена; 7 — жилы рудные тела и их номера; 8 — золотоносные штокверки

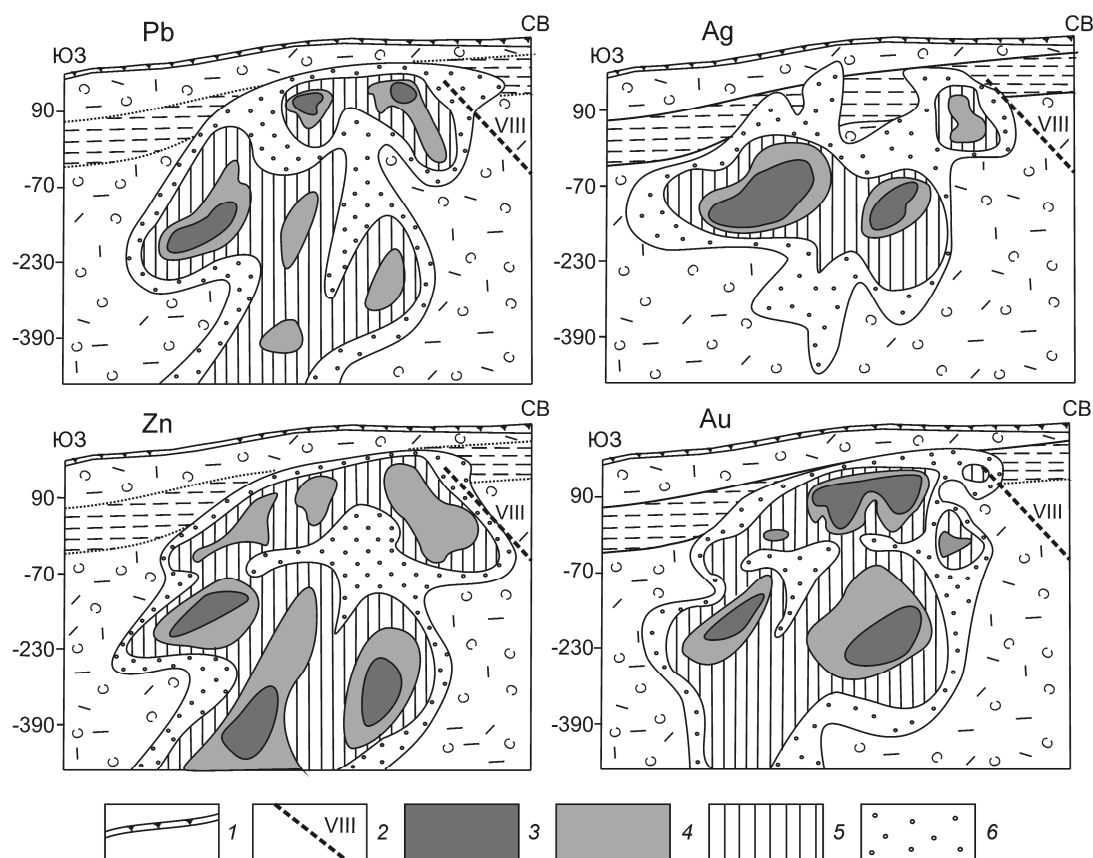


Рис. 2. Продольный вертикальный разрез рудного тела VI с изолиниями линейных продуктивностей рудных элементов:

1 — элювиально-делювиальные отложения; 2 — проекция VIII рудного тела; линейная продуктивность: 3 — Pb 20–10, Zn 50–20 м%, Ag >500, Au >20 мг/т, 4 — Pb <10–5, Zn <20–10 м%, Ag 500–100, Au 20–10 мг/т, 5 — Pb <5–2, Zn <10–5 м%, Ag <100–50, Au <10–5 мг/т, 6 — Pb <2–1, Zn <5–2 м%, Ag <50–20, Au <5–2 мг/т; остальные усл. обозн. см. рис. 1

тами и их туфами, вмещающими основную массу золото-полиметаллических руд.

Рудные тела, находящиеся в слепом залегании, приурочены к серии разрывных нарушений северо-восточного (Береговский участок) и северо-западного (Мужиевский участок) направлений. По морфологии выделяются два главных типа рудных тел: жилы и жильные зоны; штокверки. Первый тип характерен для основной массы рудных тел Береговского, а также средних и глубоких горизонтов Мужиевского участков. Второй свойствен только верхним горизонтам Мужиевского участка. Жилы и жильные зоны сложены кварц-колчеданно-полиметаллической минерализацией с самородным золотом. Штокверки образуют изометричные в плане тела, сходящиеся с глубиной на конус. Они развиты в составе кварц-каолинит-диккитовых метасоматитов в виде сети тончайших прожилков и вкрапленности кремневидного кварца с баритом и самородным золотом [9].

Несмотря на некоторые различия в геологических и морфологических особенностях оруденения, жильные рудные тела Береговского месторождения по геохимическому составу рассматриваются как генетически однотипные, что подтверждается близостью рядов вертикальной последовательности отложения рудных элементов и наличием у них общих показателей зональности. Анализ «центров тяжести» графиков парных отношений между содержаниями (продуктивностями) химических элементов [3] позволил получить частные ряды зонального отложения для золото-полиметаллических жильных тел Береговского и Мужиевского участков, по которым составлен обобщенный ряд вертикальной (осевой) зональности (снизу вверх): W – Bi – Cu – Zn – Cd – Pb – Mo – As – Ag – Au – Sb – Ba – Hg. Приведенный ряд близок к ряду зональности Береговского месторождения, полученному ранее (И.М.Церман, 1984 г.).

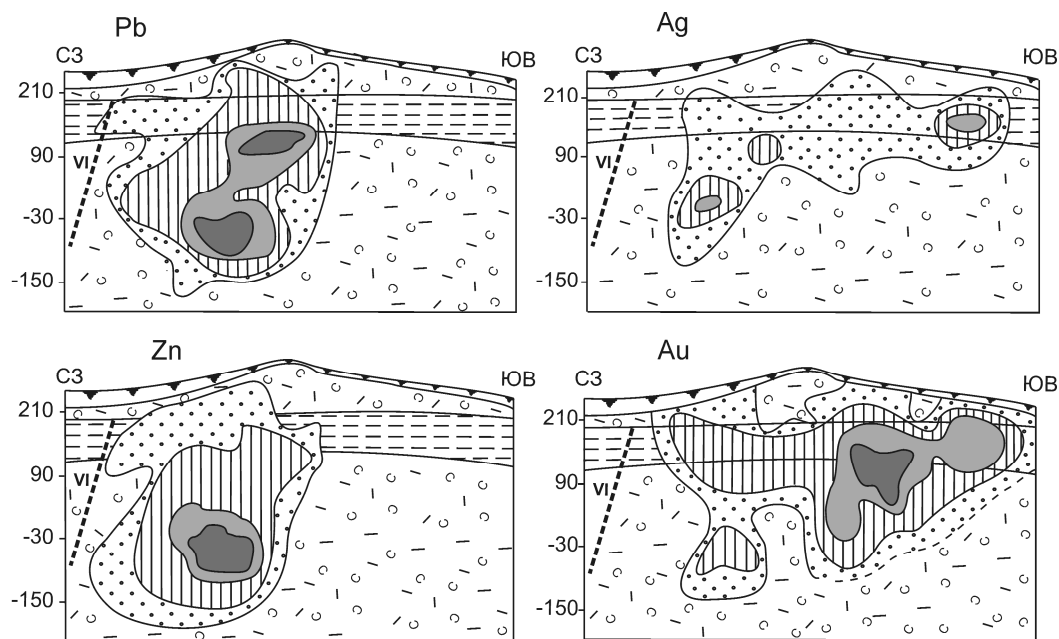


Рис. 3. Продольный вертикальный разрез рудного тела VIII с изолиниями линейных продуктивностей рудных элементов:

усл. обозн. см. рис. 1, 2

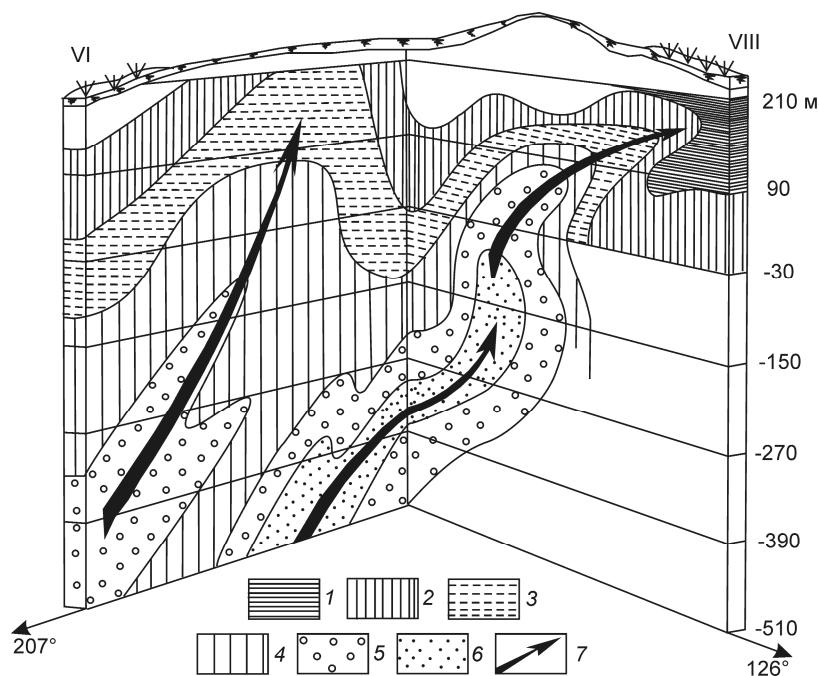


Рис. 4. Блок-диаграмма сопряженных рудных тел VI и VIII с изолиниями геохимического показателя $\nu = \text{Au} \cdot \text{Ag} / \text{Pb} \cdot \text{Zn}$:

значения геохимического показателя: 1 — $>1 \cdot 10^{-4}$, 2 — $1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-5}$, 3 — $<1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-6}$, 4 — $<1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-7}$, 5 — $<1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-8}$, 6 — $<1 \cdot 10^{-8}$; 7 — предполагаемые направления движения гидротерм

По программе «Нью-2» [6] выявлены монотонные убывающие показатели зональности (v), имеющие большой размах по падению жильных рудных тел ($\text{Ag} \cdot \text{Au} / \text{Cu} \cdot \text{Zn}$, $\text{Sb} \cdot \text{Ba} / \text{Zn}^2$, $\text{Hg} \cdot \text{Au} / \text{Zn}^2$, $\text{Ag} \cdot \text{Au} / \text{Pb} \cdot \text{Zn}$ и др.). Пригодность полученных показателей зональности для прогнозной оценки уровней оруденения проверялась путем их таксации по смежным разрезам, не входившим в исследование зональности. Результаты свидетельствуют о том, что выбранные геохимические показатели идентифицируют рудные пересечения по их гипсометрическому положению в разрезе месторождения с доверительным интервалом оценок $\pm 25-30$ м.

Практическое и научное значение при геохимических поисках и оценке коренного оруденения может иметь рассмотрение геохимической зональности в плоскости рудных

тел. Для изучения были взяты продольные проекции двух жильных зон Береговского (жила VI) и Мужиевского (жила VIII) участков. Исходными данными служили результаты химического анализа на Pb, Zn, Cu, Ag и химико-спектрального — на Au, по которым установлено распределение линейных продуктивностей рудных компонентов в продольных сечениях рудных тел (рис. 2, 3).

По этим данным рассчитаны значения геохимического показателя зональности $v = \text{Ag} \cdot \text{Au} / \text{Pb} \cdot \text{Zn}$. Геохимическая зональность в плоскостях сопряжения жильных полиметаллических тел VI и VIII представлена в виде блок-диаграммы (рис. 4). На продольных сечениях в изолиниях геохимического показателя отчетливо фиксируются направления векторов зональности. Изолинии отвечают условным изотермам рудоотложения, а нормали к изолиниям характеризуют предполагаемое направление движения гидротерм с юго-запада на северо-восток (рудное тело VI) с последующим разворотом в юго-восточном направлении (рудное тело VIII).

По данным В.Б.Чекваидзе и И.З.Исакович, «обращает на себя внимание активная раствороподводящая роль экструзивных куполов, расположенных в юго-западной части Береговского рудного поля, с приближением к которым резко возрастает мощность зоны адуляризации. Если учесть, что эта зона развита лишь на рудоносных участках и адуляр выступает как минерал предрудных и синрудных парагенезисов, то следует признать тесную связь процессов адуляризации с золото-полиметаллическим оруденением» [9] с общей направленностью векторов минералогической и геохимической зональности от куполов в сторону Береговского месторождения.

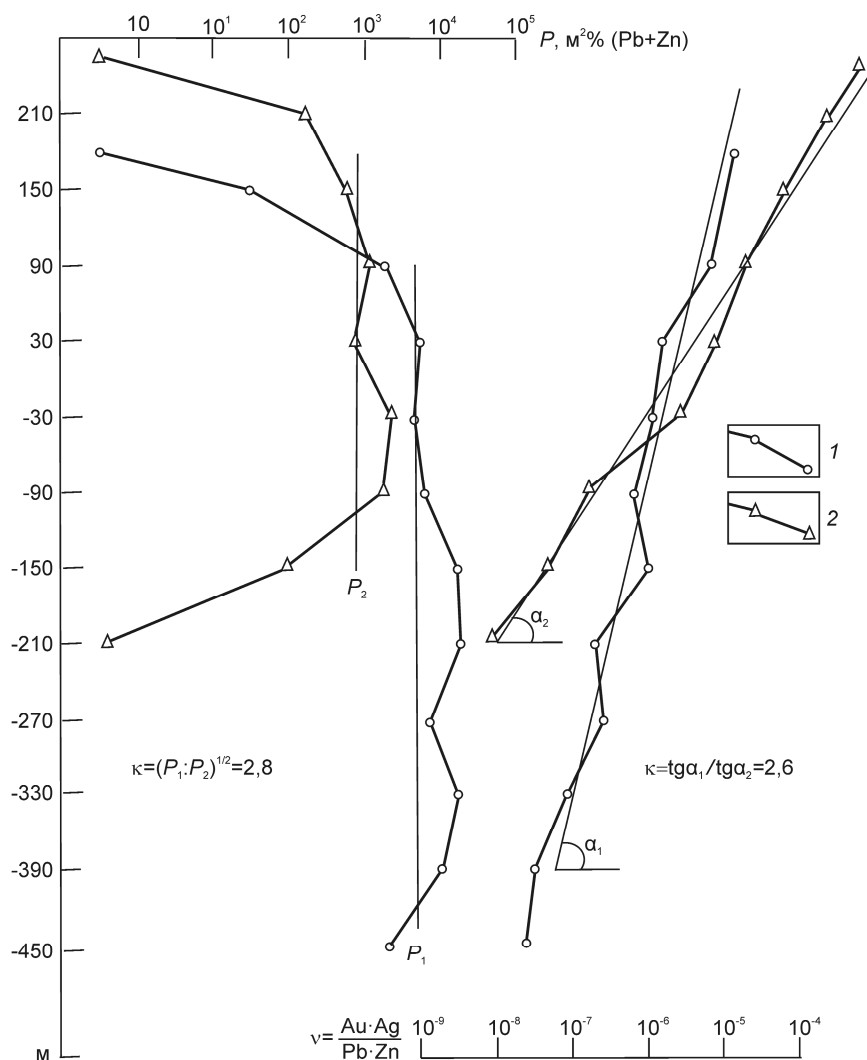


Рис. 5. Графики изменения геохимических параметров $v = \text{Au} \cdot \text{Ag} / \text{Pb} \cdot \text{Zn}$ и P ($\text{м}^2\%$) с оценками коэффициентов подобия:

графики v и P : 1 — рудное тело VI, 2 — рудное тело VIII

Для прогнозной оценки изучаемых объектов привлекается принцип подобия — важнейшее положение методики геохимических поисков рудных месторождений, согласно которому генетически однотипные месторождения различной крупности рассматриваются в качестве геометрических и геохимических фигур подобия [3, 6]. Геохимическое подобие генетически однотипных объектов различной крупности проявляется в одинаковых содержаниях основных рудных элементов и элементов-спутников в одинаковых сечениях рудной зоны по отношению к ее центру, верхней или нижней выклинке оруденения. Важнейшим следствием принципа подобия для методики геохимических поисков является то, что для генетически однотипных объектов численные значения конкрет-

ного геохимического показателя зональности v одинаковы в одноименных точках рудной зоны [4]. При этом графики $v=f(z)$, построенные в полулогарифмическом масштабе, будут характеризоваться различными углами наклона α . Крупным объектам свойствен более крутой наклон графиков показателей зональности (слабоконтрастная вертикальная зональность), мелким — более пологий угол наклона графика v (контрастная вертикальная зональность). В этом случае отношение тангенсов соответствующих углов α_1 и α_2 , образованных осредненными графиками v с осью абсцисс, будет определять соотношение между размерами двух сравниваемых объектов через коэффициент подобия [6, 7] $k=\text{tg}\alpha_1/\text{tg}\alpha_2$, где k — коэффициент подобия.

При отсутствии принципиальных геохимических отличий между двумя объектами устанавливаются следующие соотношения между их полной вертикальной протяженностью [3, 6]: $H_1=k\cdot H_2$.

Теоретическая модель эндогенного рудообразования [1, 5, 8] предполагает наличие интервала промышленных руд со сравнительно постоянной продуктивностью оруденения. Этот признак позволяет в рудном интервале получать независимую оценку коэффициента подобия для двух сравниваемых объектов: $k=(P_1:P_2)^{1/2}$, где $P_{1,2}$ — средняя площадная продуктивность в горизонтальных сечениях в интервале промышленных руд для двух объектов.

На рис. 5 приведены графики изменений площадных продуктивностей и показателя зональности по падению рудных тел VI и VIII, а также оценки k , полученные с помощью этих параметров. Средняя величина коэффициента подобия k по результатам двух оценок — 2,7. С учетом вертикальной протяженности рудного тела VIII (300 м) через коэффициент подобия можно определить общий размах оруденения жильного тела VI, который составит 800 м (абсолютная отметка глубины -710 м).

Для жил и жильных зон Береговского месторождения отмечается близкая последовательность отложения элементов в достаточно сходных условиях рудоотложения. Это позволяет производить количественную оценку выявляемых объектов рудного поля путем сопоставления их геохимических характеристик с параметрами эталонного месторождения.

Рудные тела Береговского рудного поля, относящиеся к высокосульфидному типу эпитеpmальной золото-серебряной формации, формировались при активном участии экструзивно-купольных тел

риолитов, по-видимому, служащих проводниками тепла и минерализованных растворов [9]. На это указывает общее направление векторов минералогической и геохимической зональности от куполов в сторону Береговского месторождения.

Результаты прогнозных оценок с помощью коэффициента подобия на основе геохимической зональности рудных тел Береговского месторождения свидетельствуют о реальности этого параметра. На разных стадиях геологического и геохимического изучения рудопроявлений к прогнозной оценке может привлекаться коэффициент подобия, определяемый по величинам отношений между основными характеристиками оцениваемых и эталонных объектов. На основе принципа подобия решаются многие другие задачи при геохимических поисках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Квятковский Е.М. Литохимические методы поисков эндогенных рудных месторождений. — Л.: Недра, 1981.
2. Лазаренко Э.А., Гнилко М.К., Зайцева В.Н. Металлогения Закарпатья. — Львов: Изд. Львовского ун-та, 1968.
3. Матвеев А.А., Соловов А.П. Геохимические поиски месторождений полезных ископаемых. — М.: КДУ, 2011.
4. Миляев С.А. Геохимические критерии прогнознй оценки золоторудных месторождений по данным анализа эндогенной зональности // Руды и металлы. 2013. № 6. С.72–76.
5. Сафронов Н.И. Основы геохимических методов поисков рудных месторождений. — Л.: Недра, 1971.
6. Соловов А.П. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. — М.: Недра, 1985.
7. Соловов А.П., Миляев С.А. Оценка генетически однотипных месторождений по v , M // Состояние и задачи геохимических поисков рудных месторождений в Казахстане. Алма-Ата, 1981. С. 213–219.
8. Теоретические основы геохимических методов поисков слепых рудных тел / А.П.Соловов, А.В.Гаранин, В.С.Голубев и др. // Научные основы геохимических методов поисков глубокозалегающих рудных месторождений. Иркутск, 1971. С. 245–297.
9. Чекваидзе В.Б., Исакович И.З. Модель сопряжения жильных полиметаллических и штокверковых золотых руд в эпитеpmальной зоне на примере Береговского рудного поля // Руды и металлы. 2006. № 4. С. 6–13.