

## НОВЫЙ ПРОГНОЗИРУЕМЫЙ ТИП КРУПНООБЪЕМНОГО ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА ЕНИСЕЙСКОМ КРЯЖЕ

Р.Х. Мансуров<sup>1</sup>, В.В. Дьяконов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Центральный научно-исследовательский геологоразведочный  
институт цветных и благородных металлов  
*Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1, Москва, Россия, 117545*

<sup>2</sup> Кафедра МПИ  
Инженерный факультет  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 117923*

В работе рассматриваются основные результаты поисковых работ в пределах Средне-Ишимбинской перспективной площади, расположенной в центральной части Енисейской золоторудной провинции. Последовательно изложена методика поисков крупнообъемных золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах.

Поиски осуществлялись в несколько последовательных стадий. На начальном этапе перспективная площадь изучалась серией опорных геолого-геофизических профилей с комплексом геологических, геофизических и геохимических методов исследований, а также осуществлялись геохимические поиски по потокам рассеяния. В результате выявлено несколько потенциально рудоконтролирующих зон складчато-разрывных дислокаций, наиболее перспективная из которых локализована в южной части площади. На следующем этапе поисковых работ в пределах южной части площади осуществлялись геохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния, проходка линий копушей глубиной 0,8–1,0 м со шлиховым и литогеохимическим по ВОР опробованием, а также геолого-поисковые маршруты. По результатам поисков второго этапа выявлено несколько потенциально золотоносных минерализованных зон в пределах рудоконтролирующей зоны складчато-разрывных дислокаций. На третьем этапе поисков осуществлялась проходка линий шурфов до коренных пород с интервалом 10–20 м между шурфами и бульдозерных расчисток глубиной 1 м с целью локализации минерализованных зон. Производилось шлиховое, сколковое и литогеохимическое по ВОР опробование нижней продуктивной части делювиальных отложений, а также бороздовое опробование коренных пород в полотне шурфов. По результатам документации и опробования шурфов были выделены участки для вскрыши бульдозерными расчистками. Завершающий этап поисковых работ — горно-буровые работы. Наиболее минерализованные участки — потенциально рудные зоны в пределах золотоносных минерализованных зон, были вскрыты траншеями до коренных пород, а затем пересечены серией буровых скважин. В результате установлены рудные пересечения — эпицентры наиболее высоких содержаний золота в пределах золотоносных минерализованных зон.

Охарактеризованы два типа выявленных золотоносных минерализованных зон: золото-кварц-сульфидный и золото-малосульфидно-кварцевый. Впервые в регионе прогнозируется выявление крупнообъемного золотого оруденения штокверкового типа с невысокими средними содержаниями золота, локализованного в терригенно-карбонатных отложениях свит карточки и аладьинской среднего-верхнего рифея.

**Ключевые слова:** золото, прогнозный тип месторождений, Енисейский кряж

Подавляющее большинство золоторудных месторождений Енисейского кряжа (Олимпиадинское, Титимухта, Советское, Эльдорадо, Васильевское, Аях-

тинское и др.) локализованы в ниже-среднерифейских углеродсодержащих вулканогенно-карбонатно-терригенных отложениях погорюйской, удерейской, горбилонской и кординской свит [7; 8; 10]. Результаты завершающихся поисковых работ ФГУП ЦНИГРИ на Средне-Ишимбинской перспективной площади в пределах центральной части Енисейской золоторудной провинции позволяют прогнозировать выявление нового типа золотоносных минерализованных зон, локализованных в терригенно-карбонатном структурно-формационном средневерхнерифейском комплексе (потоскуйская, аладьинская, карточки свиты) (рис.).

Поисковые работы осуществлялись в несколько этапов согласно принятой ЦНИГРИ методике поисков крупнообъемных золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах, успешно апробированной на золоторудных объектах Бодайбинского рудного района, Лебединского рудно-россыпного узла и др. [3; 4; 9]. Методика включает как традиционные, так и нестандартные приемы.

На первом этапе поисков перспективная площадь изучалась по серии опорных геолого-геофизических профилей с комплексом геологических (геолого-поисковые маршруты), геофизических (грави-, электро-, магниторазведка) и геохимических (литогеохимическое опробование по вторичным ореолам рассеяния (ВОР) исследований). Помимо этого, выполнялись геохимические поиски по потокам рассеяния (ПР). В результате были выявлены потенциально рудоконтролирующие зоны складчато-разрывных дислокаций в ранге поисковых участков в центральной и южной частях площади. Наиболее перспективным является поисковый участок Южный. Рудоконтролирующая зона складчато-разрывных дислокаций в его пределах приурочена к узлу пересечения разрывных нарушений нескольких направлений в зоне регионального рудоконтролирующего глубинного Ишимбинского разлома: восток-северо-восточного (предположительно, система разрывов, оперяющих Ишимбинскую зону разломов), северо-северо-западного (продольные относительно складчатости нарушения, вмещающие жильные тела и интенсивно гидротермально-метасоматически измененные породы). Узел пересечения разрывов приурочен к восточному крылу антиклинали первого порядка. В геологическом строении участка принимают участие глинисто-карбонатно-терригенные отложения сухопитской серии среднего рифея: известняки, известковисто-глинистые сланцы, мраморизованные известняки с прослоями кремнистых известняков свит аладьинской и карточки объединенных, и алеврито-глинистые сланцы, алевролиты с прослоями кварцитовидных песчаников, кварцитов погорюйской свиты. Вмещающие породы имеют пологое ( $30^\circ$ ) северо-восточное падение, варьирующее в пределах  $30-60^\circ$ , что связано с интенсивно проявленной осложняющей мелкой складчатостью.

Рудоконтролирующая зона складчато-разрывных деформаций характеризуется следующими основными поисковыми признаками:

- аномалия золота в ВОР с содержанием  $\geq 0,01$  г/т;
- высокие концентрации Au (до 0,4 г/т) в ПР, выявлены в аллювиальных отложениях водотоков;

— в геофизических полях «распад» рисунка магнитного поля: зона разрывных нарушений субмеридионального простирания, выраженная резкими градиентами значений магнитного поля «распадается» в пределах зоны складчато-разрывных дислокаций, что служит косвенным благоприятным признаком рудного процесса [9];

— гидротермально измененные породы с кварцевой жильно-прожилковой, железо-магнезиально-карбонатной и сульфидной вкрапленной минерализацией.

На следующем этапе поисковых работ в пределах перспективного поискового участка Южный осуществлялись геохимические поиски по ВОР по сети  $200 \times 20$  и  $200 \times 40$  м, проходка линий копушей глубиной 0,8—1,0 м, геолого-поисковые маршруты масштаба 1:10 000. Согласно методике линии копушей проходились в нижних частях склонов вдоль бортов речных долин с шагом 40 м между копушами с целью обнаружения признаков золотоносности исследуемого участка. На глубине 0,8—1,0 м осуществлялось шлиховое и литогеохимическое по ВОР опробование нижнего малосмещенного потенциально продуктивного надкоренного горизонта делювиальных отложений в забойной части копушей. В случае обнаружения гидротермально-измененных пород (окварцевание, железо-магнезиальная карбонатизация, мусковитизация, сульфидизация) производилось сколковое опробование нижнего горизонта делювиальных отложений, расстояние между копушами сокращалось до 10—20 м.

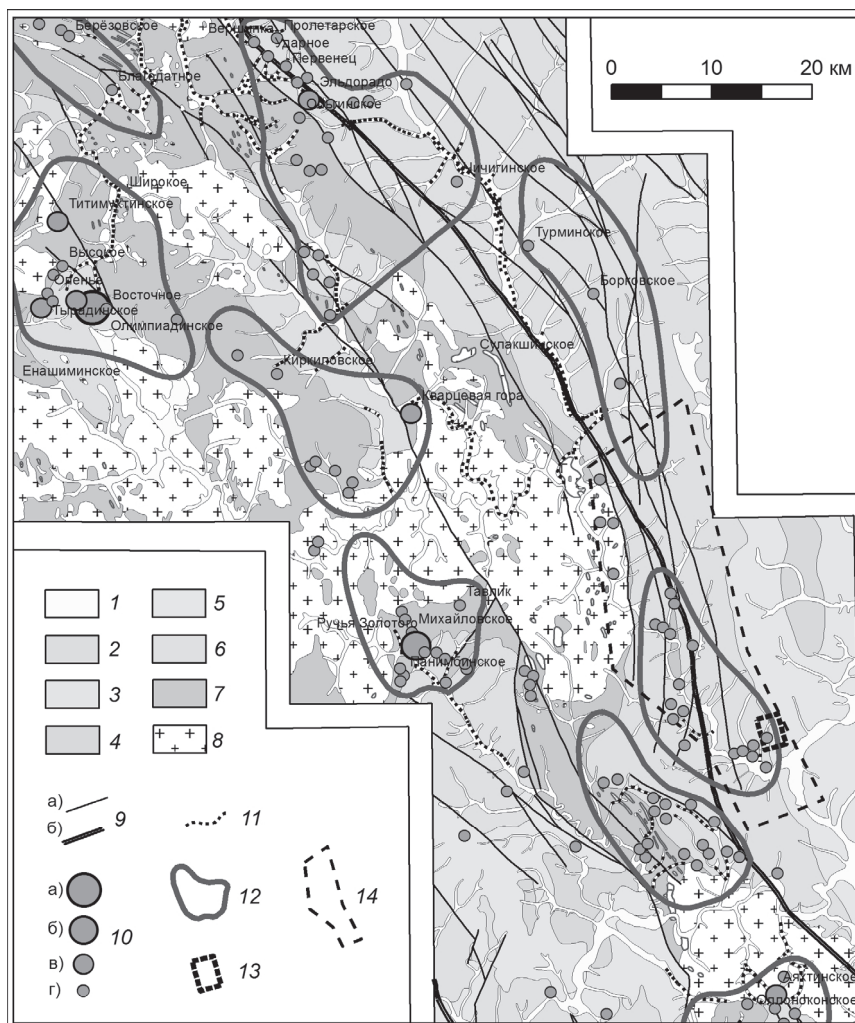
Следует отметить, что элювиально-делювиальные отложения в пределах исследуемой площади практически повсеместно перекрыты почвенно-растительным слоем и лишь изредка отмечаются малосмещенные делювиальные крупнощепнисто-глыбовые развалы измененных окварцованных пород. В связи с этим доступ к информативному слою делювия при проведении геолого-поисковых маршрутов возможен лишь при помощи проходки копушей глубиной до 0,6—0,8 м.

По результатам поисков второго этапа выявлено несколько потенциально золотоносных минерализованных зон в пределах рудоконтролирующей зоны складчато-разрывных дислокаций.

Третий этап поисков — проходка линий шурфов до коренных пород с интервалом 10—20 м между шурфами и бульдозерных расчисток глубиной 1 м с целью локализации минерализованных зон. В шурфах производилось шлиховое, сколковое и литогеохимическое по ВОР опробование нижней продуктивной части делювиальных отложений, а также бороздовое опробование коренных пород в полотно шурфов. По результатам документации и опробования шурфов были выделены участки для вскрыши бульдозерными расчистками.

Завершающий этап поисковых работ — горно-буровые работы. Наиболее минерализованные участки — потенциально рудные зоны в пределах золотоносных минерализованных зон, были вскрыты траншеями до коренных пород, а затем «подсечены» серией буровых скважин. Результаты опробования горных выработок на данный момент не известны, в связи с чем рудные зоны выделяются в ранге потенциальных.

По результатам поисковых работ выделено два типа золотоносных минерализованных: золото-кварц-сульфидный и золото-малосульфидно-кварцевый.



**Рис.** Схематизированная карта золотоносности центральной части Енисейской золоторудной провинции (с использованием данных ОАО «Красноярскгеолсъемка»:

1–7 — стратифицированные образования: 1 — четвертичные отложения; 2 — карбонатно-терригенный известковисто-доломито-алевритопесчаный пестроцветный комплекс (немчанская (Vnm), подъемская (Vpd), суворовская (Vsv), мошакловская (Vms), чистяковская (Vcv), аleshинская (Val) свиты); 3 — карбонатно-терригенный известковисто-песчано-алеврито-сланцевый комплекс (чивидинская (R<sub>3</sub>cv), карьерная (R<sub>3</sub>krr), лопатинская (R<sub>3</sub>lp) свиты); 4 — флишоидный карбонатно-терригенный углеродсодержащий известковисто-песчано-сланцевый комплекс (сухохребтинская (R<sub>3</sub>sh), горевская (R<sub>3</sub>grv), морянихинская (R<sub>3</sub>mr), дашкинская (R<sub>3</sub>ds), нижнеангарская (R<sub>3</sub>na), мокринская (R<sub>3</sub>mk), рыбинская (R<sub>3</sub>rb), бореминская (R<sub>3</sub>br), удоронская (R<sub>3</sub>ud) свиты); 5 — углеродсодержащий карбонатно-терригенный доломито-известковисто-филлито-песчано-сланцевый комплекс (шунтарская (R<sub>3</sub>sn), потоскойская (R<sub>3</sub>pt), аладьинская (R<sub>2</sub>al), карточки (R<sub>2</sub>kr) свиты); 6 — углеродсодержащий вулканогенно-карбонатно-терригенный туфоогенно-известковисто-филлито-песчано-сланцевый комплекс (удерейская (R<sub>2</sub>ud), горбилковская (R<sub>2</sub>gr), кординская (R<sub>2</sub>kd) свиты); 7 — карбонатно-терригенный кристаллосланцевый комплекс (пенченгинская свита (PR<sub>2</sub>pn)); 8 — интрузивные образования: плагиигранодиоритовый комплекс (татарско-аяхтинский гранодиорит-плагиигранитовый (R<sub>3</sub>ta), тейский гнейсогранитовый (R<sub>2</sub>te)); 9 — разрывные нарушения: а) долгоживущие зоны разломов, б) оперяющие к ним разрывы; 10 — месторождения и проявления коренного золота: а) весьма крупные, б) крупные, в) средние, г) проявления; 11 — промышленные линейные россыпы золота (разведываемые, разрабатываемые, отработанные); 12 — контуры золоторудно-россыпных узлов; 13 — контур Средне-Ишимбинской перспективной площади; 14 — контур поискового участка Южный

Золотоносные минерализованные зоны первого основного типа, получившие наибольшее развитие в пределах зоны складчато-разрывной дислокаций поискового участка Южный, представляют собой неравномерно гидротермально-измененные окварцованные, серицитизированные бурошпатизированные (железомагнезиальная карбонатизация — анкерит) породы. Последние в разной степени насыщены кварцевыми, кварц-бурошпатовыми жилами и прожилками (от 2—3 до 18—20 жил и прожилков на 1 пог. м), в основном, разноориентированными, взаимопересекающимися с сульфидной (пирит, редко халькопирит) вкрапленной минерализацией до 5—7 об.% в околожильном пространстве. Вмещающие породы — отложения нижней пачки свит аладынской и карточки объединенных, представленных известняками, известковисто-глинистыми сланцами, мраморизованными известняками с прослоями кремнисто-карбонатного состава в приконтактной части с терригенной толщей погорюйской свиты.

Морфологически зоны золото-кварц-сульфидного типа характеризуются сложным штокверкоподобным строением, значительной мощностью (до 300 м) и протяженностью (прослеженная протяженность более 1 км).

Зоны этого типа характеризуются следующими основными поисковыми признаками:

- широкие (до 400 м) аномалии золота в ВОР с содержаниями  $\geq 0,03$  г/т;
- аномалии золота с неравномерным содержанием золота от 0,1 до 4,0 г/т (мощностью от 100 м и более);
- протяженные (более 400 м) шлиховые ореолы золота с содержанием от 8—10 знаков металла на шлиховую пробу (содержание достигает 51 знака на пробу);
- в геофизических полях минерализованные зоны отвечают участкам резко пониженных аномалий урана, тория, калия в аэрогаммаспектрометрии (АГСМ).

Потенциально рудные зоны в пределах минерализованных зон представляют собой участки наибольшей концентрации кварцевых прожилков (до 15—20 и более прожилков на 1 пог. м), как правило, маломощных (до 1—2 мм) и насыщения околожильного пространства (на расстояние до 5—7 см от прожилков) сульфидами — тонкой ( $\leq 1$  мм) вкрапленностью пирита до 10—12 об.%. Причем пирит наблюдается как кубической, так и осложненных форм (кубоктаэдры, пентагон-додекаэдры). Такие участки отвечают эпицентрам содержаний золота в первичных ореолах и в ВОР от 0,5 и более г/т.

Минерализованные зоны второго, менее распространенного типа локализованы в терригенных отложениях погорюйской свиты (алевроитоглинистые сланцы) и приурочены к горизонтам кварцитовидных песчаников с прослоями кварцитов. Зоны представляют собой интенсивно окварцованные, бурошпатизированные (анкерит, сидерит) породы с обильной разноориентированной кварцевой жильно-прожилковой минерализацией (до 20—25 жил и прожилков на 1 пог. м) и достаточно слабой сульфидной минерализацией — вкрапленность пирита 1—2 об.%.

Морфологически минерализованные зоны золото-малосульфидно-кварцевого типа представлены линейными маломощными (не более первых десятков метров) протяженными (более 1 км) продольными относительно складчатости зо-

нами. Содержания золота в этих зонах в первичных ореолах и в ВОР, как правило, не превышают 0,1 г/т; они не представляют геолого-промышленной значимости.

Таким образом, результаты поисковых работ на Средне-Ишимбинской перспективной площади в центральной части Енисейской золоторудной провинции позволили выявить новый для региона промышленно значимый прогнозируемый тип золотого оруденения — крупнообъемные штокверкоподобные золотоносные минерализованные зоны с невысокими средними содержаниями золота, локализованные в терригенно-карбонатном структурно-формационном комплексе среднего-верхнего рифея [6]. С учетом развивающихся технологий обогащения, когда в отработку вовлекаются промышленные объекты с невысокими средними содержаниями золота очевидны перспективы крупнообъемных месторождений. В качестве примера можно привести известные объекты золото-(медно)-порфирирового типа с крупнообъемными прожилково-вкрапленными рудными зонами штокверкового строения, как на территории РФ, так и за рубежом — Форт-Нокс, Васильковское, Петропавловское и ряд других [1; 2; 5].

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Дьяконов В.В.* Медно-порфирировые месторождения — условия локализации и поиска: монография. М.: Изд-во РУДН, 2010.
- [2] *Дьяконов В.В.* Фанерозойские палеовулканические сооружения и рудная минерализация медно-молибден-порфирирового типа: дисс. ... д-ра геол.-минер. наук. М., 2011.
- [3] *Иванов А.И.* Золотоносность Байкало-Патомской металлогенической провинции: дисс. ... д-ра геол.-минер. наук. М., 2010.
- [4] *Иванов А.И.* Золото Байкало-Патома (геология, оруденение, перспективы). М.: ФГУП ЦНИГРИ, 2014.
- [5] *Мансуров Р.Х.* Геолого-структурные условия локализации Петропавловского золоторудного месторождения (Полярный Урал): дисс. ... канд. геол.-мин. наук. М., 2013.
- [6] *Мансуров Р.Х.* Новый прогнозируемый тип крупнообъемного золотого оруденения в среднерифейских карбонатных отложениях Енисейской золоторудной провинции // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: материалы Всероссийской научно-практической конференции, 31 марта — 2 апреля 2015 г. Якутск: Издательский дом СВФУ, 2015. С. 272—275.
- [7] *Сердюк С.С., Коморовский Ю.Е., Зверев А.И. и др.* Модели месторождений золота Енисейской Сибири. Красноярск: СФУ, 2010.
- [8] *Совмен В.К., Страгис Ю.М., Плеханов А.А. и др.* Геологическое строение золоторудных месторождений и опыт геологического обслуживания сырьевой базы компании «Полюс» в Красноярском крае. Красноярск: Полюс, 2009.
- [9] *Абрамов В.Ю.* Геофизические методы для поисков и разведки россыпных месторождений и месторождений в корях выветривания: учеб. пособие. М.: РУДН, 2014. 198 с.
- [10] *Sazonov A.M., Ananyev A.A., Poleva T.V. et al.* Gold-ore Metallogeny of the Yenisey Ridge: Geological-Structural Province, Structural Types of Ore Fields // *Engineering & Technologies*. Vol. 4. 2010. № 3. P. 371—395.

## NEW TYPE OF LARGE GOLD MINERALIZATION IN YENISEI RIDGE, RUSSIA

R.Kh. Mansurov<sup>1</sup>, V.V. Diakonov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> The central research prospecting institute of non-ferrous and precious metals  
*Varshavskoye Highway, 129, building 1, Moscow, Russia, 117545*

<sup>2</sup> Department of Mineral Deposits, Engineering faculty  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Ordjonikidze str., 3, Moscow, Russia, 117923*

The paper deals with principal results of exploration carried out in the Sredne-Ishimbinskaya area. The area studied lies in the central part of the Yenisei gold province. Data are presented on the prospecting methods for lode gold deposits in complicated mountain-taiga landscapes.

Exploration carried out in several consecutive stages. At first prospective area studied by a series of basic geological and geophysical profiles with a complex of geological, geophysical and geochemical research methods, and geochemical prospecting carried out by the leakage flux. As result revealed several potentially ore-controlling plicate-discontinuous dislocations zones, the most perspective localized in the southern part of the area. In the next stage of exploration within the southern part of the area carried out geochemical prospecting on the secondary dispersion halos, schlich and lithochemical sampling at the depth of 0.8–1.0 m and geological prospecting routes. As result of second stage of exploration revealed several potentially gold-bearing mineralized zones within the zone of ore-controlling fold-discontinuous dislocation plicate-discontinuous dislocations zone. In the third stage of exploration carried out excavation of pits at intervals of 10–20 m between the pits and bulldozing trench depth of 1 m to localize mineralized zones. The lower productive horizon of deluvial deposits in pits sampled by schlich and lithochemical methods. Bedrock in pits sampled by trench sampling. Several sectors were allocated for trenching by bulldozer as result of geological documentation and sampling was the final stage of exploration. The most mineralized areas which are potentially ore zones within the gold-bearing mineralized zones, were trenched to the bedrock and then crossed by a series of boreholes. As result, we have identified ore intersection — the epicenters of the highest gold grades within the mineralized gold zones.

For the first time in the region we prognosticate the detection of low grade-high tonnage gold mineralization localized in carbonate-terrigenous sequence of the Aladyinskaya and Kartochni series of the Middle-Upper Riphean.

**Key words:** gold, prognostic types of deposit, Enisey monutin

### REFERENCES

- [1] Diakonov V.V. Copper and porphyritic fields — conditions of localization and search: monograph. M.: Printed in RUDN, 2010. [Diakonov V.V. Medno-porfirovye mestorozhdeniia — usloviia lokalizatsii i poiska: monografiia. M.: Izd-vo RUDN, 2010.]
- [2] Diakonov V.V. Phanerozoic paleovolcanic constructions and ore mineralization copper molybdenum — porphyritic type: diss. ... Doctor of Geology Science. M., 2011. [Diakonov V.V. Fanerozoiskie paleovulkanicheskie sooruzheniia i rudnaia mineralizatsiia medno-molibden-porfirovogo tipa: diss. ... d-ra geol.-miner. nauk. M., 2011.]
- [3] Ivanov A.I. Zolotonosnost Baykalo-Patomskoy of the metallogenichesky province: diss. ... Doctor of Geology Science. M., 2010. [Ivanov A.I. Zolotonosnost Baikalo-Patomskoi metallogenicheskoi provintcii: diss. ... d-ra geol.-miner. nauk. M., 2010.]
- [4] Ivanov A.I. Zoloto Baykalo-Patoma (geology, orudneniye, prospects). M.: Federal State Unitary Enterprise TSNIGRI, 2014. [Ivanov A.I. Zoloto Baikalo-Patoma (geologiya, orudnenie, perspektivy). M.: FGUP TcNIGRI, 2014.]

- [5] Mansurov R.Kh. Geological and structural conditions of localization of the Peter and Paul gold field (Polar Ural Mountains): diss. ... PhD in Geology. M., 2013. [Mansurov R.Kh. Geologo-strukturnye usloviia lokalizatsii Petropavlovskogo zolotorudnogo mestorozhdeniia (Poliarnyi Ural): diss. ... kand. geol.-min. nauk. M., 2013.]
- [6] Mansurov R.Kh. The new predicted type of a krupnoobъемny gold orudneniye in the srednerifeyskikh carbonate deposits of the Yenisei gold province. Geology and mineral raw material resources of the Northeast of Russia: materials of the All-Russian scientific and practical conference, on March 31 — on April 2, 2015 Yakutsk: SVFU publishing house, 2015. P. 272—275. [Mansurov R.Kh. Novyi prognoziruemyi tip krupnoobemnogo zolotogo orudneniia v srednerifeyskikh karbonatnykh otlozheniakh Eniseiskoi zolotorudnoi provintcii. Geologiya i mineralno-syrevye resursy Severo-Vostoka Rossii: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, 31 marta — 2 aprelia 2015 g. Iakutsk: Izdatelskii dom SVFU, 2015. S. 272—275.]
- [7] Serdyuk S.S., Komorovsky Yu.E., Zverev A.I. etc. Models of gold deposits of the Yenisei Siberia. Krasnoyarsk: SFU, 2010. [Serdiuk S.S., Komorovskii Iu.E., Zverev A.I. i dr. Modeli mestorozhdenii zolota Eniseiskoi Sibiri. Krasnoiarsk: SFU, 2010.]
- [8] Sovmen V.K., Stragis Iu.M., Plekhanov A.A.etc. Geology of gold deposits and experience of geological service of metal foundation of “Polus” — company in Krasnoyarsk region. Krasnoyarsk: Polus, 2009. [Sovmen V.K., Stragis Iu.M., Plekhanov A.A. i dr. Geologicheskoe stroenie zolotorudnykh mestorozhdenii i opyt geologicheskogo obsluzhivaniia syrevoi bazy kompanii «Polius» v Krasnoiarskom krae. Krasnoiarsk: Polius, 2009.]
- [9] Abramov V.Yu. Geophysical methods for research and prospecting of placer deposits and deposits in weathering crusts: training manual. M.: PFU, 2014. 198 p. [Abramov V.Yu. Geofizicheskie metody dlja poiskov i razvedki rossypnykh mestorogdenij i mestorogdenij v korah vyvetrivanija: uthebnoe posobie. M.: RUDN, 2014. 198 s.]
- [10] Sazonov A.M., Ananyev A.A., Poleva T.V. et. al. Gold-ore Metallogeny of the Yenisey Ridge: Geological-Structural Province, Structural Types of Ore Fields. Engineering & Technologies. Vol. 4. 2010. № 3. P. 371—395.