

# Структурный контроль и перспективы поисков золотого оруденения в зоне Нуралино-Вознесенско-Буйдинского разлома (Южный Урал)

С.Е. Знаменский, Н.М. Знаменская

Институт геологии Уфимского научного центра Российской академии наук, Уфа, Россия  
Поступила в редакцию 11.02.2016

Зона Нуралино-Вознесенско-Буйдинского разлома является главной золотоконтролирующей разрывной структурой на северном окончании Магнитогорской мегазоны Южного Урала. В статье рассмотрены результаты структурно-тектонифизического анализа золото-сульфидных и золото-сульфидно-кварцевых месторождений, локализованных в разломной зоне. В истории развития разлома выделяются две стадии: ранняя левосторонних и поздняя правосторонних дислокаций. Показано, что формирование золото-сульфидных месторождений связано с ранними левосдвиговыми дислокациями. Размещение золото-сульфидно-кварцевого оруденения контролировалось поздними правосторонними деформациями. Позиция в разломной зоне месторождений золота обоих типов определяется узлами пересечения разрывов, трансенсивными дуплексами, образовавшимися на ступенчатых перекрытиях сдвигов, и комбинированными структурами, сочетающими в себе узлы пересечения разрывов и сдвиговые дуплексы растяжения. Выделены участки, перспективные на поиски золото-сульфидного оруденения.

**Ключевые слова:** структурный контроль, золотое оруденение, зона разлома, сдвиг, трансенсивный дуплекс  
**DOI:** 10.18599/grs.18.1.13

## Введение

Нуралино-Вознесенско-Буйдинский разлом (НВБР) близмеридионального простирания расположен на северном замыкании Магнитогорской мегазоны (синформы) Южного Урала и представляет собой зону малоамплитудных сдвигов и косых разрывов, прослеживающуюся по простиранию на расстояние более 90 км при ширине 4-9,5 км. По данным гравиразведки глубина заложения разломной зоны составляет не менее 5-6 км. НВБР входит в систему вторичных разрывных нарушений крупного левостороннего трансенсивного дуплекса, который зани-

мает северное окончание синформы (Рис. 1) (Знаменский, Знаменская, 2009). Дуплекс относится к структурам растяжения региональной Восточной сдвиговой зоны близмеридионального простирания, проходящей вдоль контакта синформы с Восточно-Уральским поднятием. Сдвиговая зона образовалась на позднепалеозойском этапе общей коллизии после главной фазы надвиговых деформаций (Знаменский, 2008).

Трансенсивный дуплекс играет ведущую роль в размещении на северном замыкании синформы месторож-

Окончание статьи О.В. Япаскурта «Стадиальный анализ минеральных свидетелей динамики процессов формирования и эволюции вещества осадочных пород ...»

Simanovich I.M. About postsedimentary transformation of Shokshinsky quartzite-sandstone. *Litologiya i poleznye iskopaemye* [Lithology and Mineral Resources]. 1964. № 1. Pp. 93-103. (In Russ.)

Simanovich I.M. Kvarcъ peschanykh porod [Quartz of sand rocks]. Moscow: Nedra Publ. 1978. 152 p.

Yapaskurt O.V. Transformation of Proterozoic South Ulutau sandstones during the process of transition from epigenetic to the metamorphic stage. *Litologiya i poleznye iskopaemye* [Lithology and Mineral Resources]. 1976. № 5. Pp. 118-125. (In Russ.)

Yapaskurt O.V. *Litologiya terrigennykh formatsiy miogeosinklinal'nykh osadochno-porodnykh basseynov verkhoyanskogo kompleksa*. Avtoref. Diss. kand. geol.-min. nauk [Lithology of terrigenous formations of miogeosynclinal sedimentary basins of Verkhoyansk complex. Abstract Cand. geol. and min. sci. diss.]. Moscow: MGU. 1986. 38 p.

Yapaskurt O.V. Litogenez i poleznye iskopaemye miogeosinklinal'nykh [Lithogenesis and mineral resources of miogeosynclines]. Moscow: Nedra Publ. 1992. 224 p.

Yapaskurt O.V. Predmetamorficheskie izmeneniya porod v stratisfere: protsessy i faktory [Premetamorphic rock alterations in stratisphere: processes and factors]. Moscow: GEOS Publ. 1999. 260 p.

Yapaskurt O.V. Geneticheskaya mineralogiya i stadial'nyy analiz protsessov osadochnogo porodo- i rudobrazovaniya [Genetic mineralogy and stadial analysis of sedimentary rock-and ore formation processes]. Moscow: ESLAN Publ. 2008. 356 p.

Yapaskurt O.V. *Litologiya. Razdely teorii. Part I. Protsessy i faktory epigenezisa gornyykh porod: diagnostika i sistemnyy analiz* [Lithology. Sections theory. The processes and factors of rocks epigenesis: diagnostics

and system analysis]. Moscow: MAKSPress Publ. 2013a. 216 p.

Yapaskurt O.V. *Litologiya. Razdely teorii. Part II. Zakonomernosti vnutristratifernogo osadochnoporodnogo epigenezisa* [Lithology. Sections theory. Laws of innerstratisphere sedimentary rock epigenesis]. Moscow: MAKSPress Publ. 2013b. 188 p.

Yapaskurt O.V., Gorbachev V.I., Kosorukov V.L., Zolotarev D.A. Features of Lithogenesis of Pre-Cenozoic Deltaic-Marine Complexes in Basins of Different Types (Northern Siberia): Report 1. The Near-Compensatory Sedimentary Basin in the Koltogor-Urengoi Depression. *Litologiya i poleznye iskopaemye* [Lithology and Mineral Resources]. 1997. Vol. 32. N 1. Pp. 30-40.

**For citation:** Yapaskurt O.V. Stage Analysis of Minerals that Witnessed Formation and Evolution Dynamics of Sedimentary Rocks – Perspective Scientific Direction of Lithology and Geology of Oil and Gas. *Georesursy* [Georesources]. 2016. V. 18. No. 1. 2016. Pp. 64-68. DOI: 10.18599/grs.18.1.12

## Information about author

Oleg V. Yapaskurt – Doctor of Science, Professor, Head of the Department of Lithology and Geology of Seas, Lomonosov Moscow State University  
Russia, 119234, Moscow, Leninskie gory 1  
Phone: +7(495)939-50-00, email: lyapaskurt@mail.ru

дений и рудопроявлений золота, подавляющее большинство из которых имеет позднепалеозойский возраст (Знаменский, Знаменская, 2009). В пределах дуплекса главной золотоконтролирующей структурой является зона НВБР. В ней сконцентрировано более 70 золоторудных объектов. По современным кондициям промышленное значение имеют золото-сульфидные и золото-сульфидно-кварцевые месторождения. На северном фланге разломной зоны локализованы малые интрузии и дайки Балбукского сиенит-гранит-порфирирового комплекса (Pz<sub>3</sub>). Нами выполнены детальные структурно-тектонифизические исследования на 14 месторождениях и рудопроявлениях золота, расположенных в зоне НВБР. Полученные данные, а также материалы предыдущих работ позволили уточнить строение и кинематику НВБР, выяснить основные закономерности структурного контроля золото-сульфидного и золото-сульфидно-кварцевого оруденения и дать рекомендации по направлению поисковых работ.

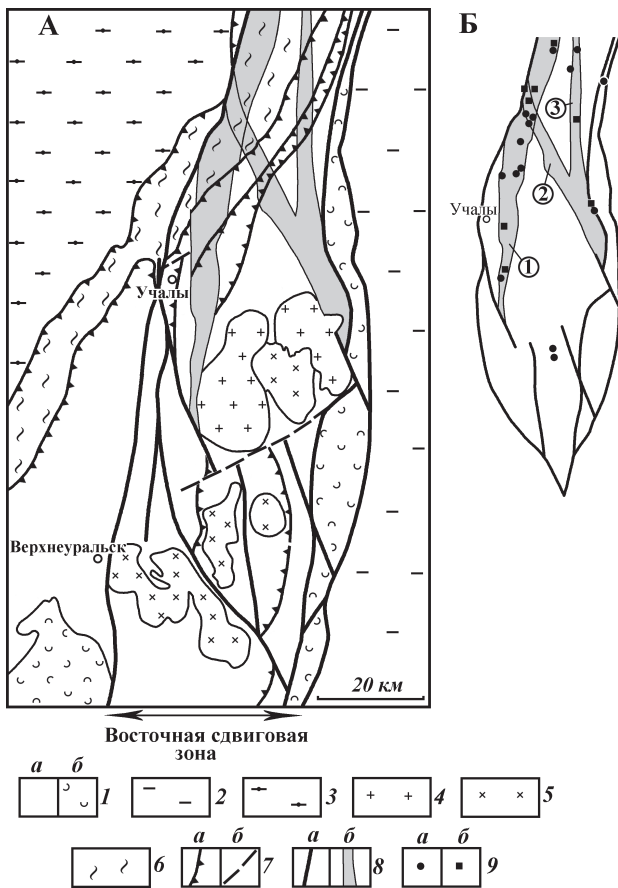


Рис. 1. Структурная схема северного фланга Магнитогорской синформы (А) и основные элементы строения трансенсивного дуплекса (Б). 1 – осадочные и вулканогенные комплексы Магнитогорской синформы девонского (а) и каменноугольного (б) возраста; 2 – палеозойские отложения Восточно-Уральского поднятия; 3 – докембрийские метаморфические толщи Башкирского антиклинория и зоны Уралтау; 4 – граниты Ахуновского и Карагайского массивов (С<sub>2</sub>); 5 – гранитоидные комплексы (D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub>); 6 – зона меланжа Главного Уральского разлома; 7-8 – коллизионные разломы: 7 – ранние надвижки (а) и сопряженные с ними трансферные разломы (б), 8 – поздние сдвиги (а), в т.ч. вторичные сдвиговые зоны трансенсивного дуплекса (б); 9 – месторождения (а) и рудопроявления (б) золота.

### Методы исследований

Главным методом исследований был структурно-парагенетический анализ рудоносных тектонических нарушений. Он включал изучение морфогенетических особенностей складчатых и разрывных структур, исследование кинематики разломов на основе анализа малых структурных форм (складок волочения, кинк-бандов, трещин от-

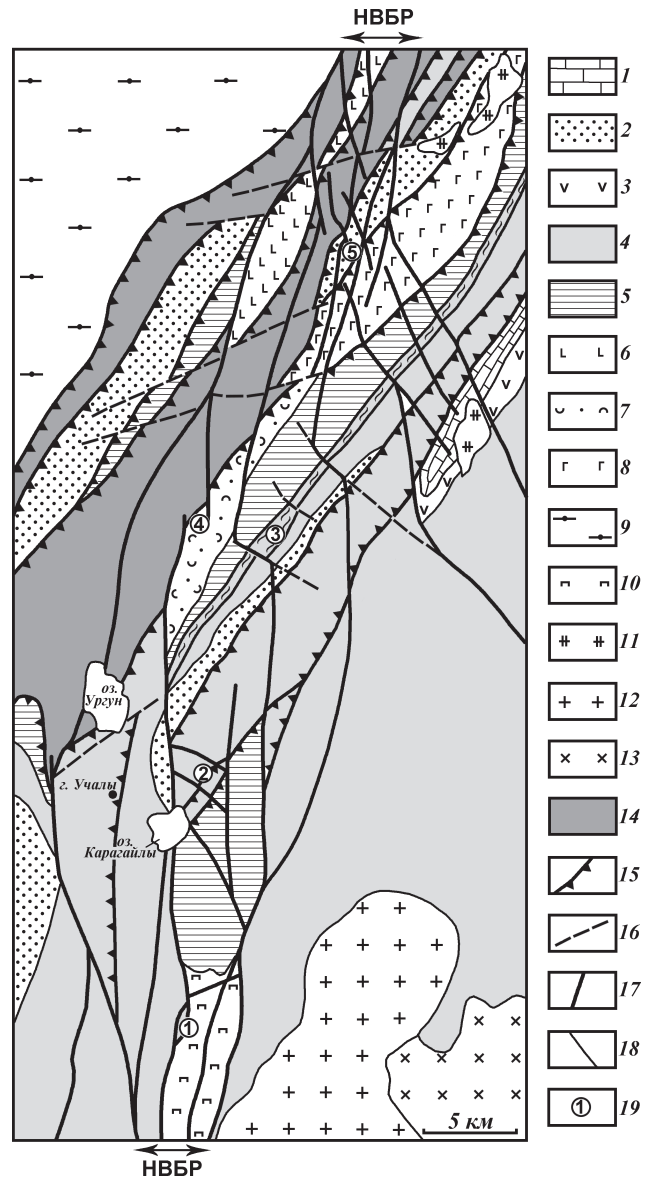


Рис. 2. Геолого-структурная схема южного фланга зоны Нуралино-Вознесенско-Буйдинского разлома (составлена с использованием данных геологических съемок масштаба 1:50000) (Анисимов, 1978, 1982). 1 – известняки (C<sub>1-2</sub>); 2 – граувакковые отложения зилаирской свиты (D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub>); 3 – базальты, андезит-базальты и их туфы бураминской толщи (D<sub>3</sub>); 4 – вулканогенные и вулканогенно-осадочные толщи карамалыташской (D<sub>2</sub>) и улутаской (D<sub>2,3</sub>) свит; 5 – вулканики ирендыкской свиты (D<sub>2</sub>); 6 – базальты (D<sub>1</sub>); 7 – терригенно-кремнистые породы мансуровской толщи (D<sub>1</sub>); 8 – диабазы поляковской свиты (O<sub>2</sub>); 9 – докембрийские метаморфические толщи; 10 – офиолитовый габбро-ультрабазитовый комплекс; 11 – интрузии Балбукского комплекса (C<sub>2</sub>-P); 12 – граниты Ахуновского массива (C<sub>2</sub>); 13 – гранитоиды (D<sub>3</sub>); 14 – серпентиниты; 15 – надвижки и взросы; 16 – трансферные разломы; 17 – сдвиги; 18 – геологические границы; 19 – месторождения и рудопроявления золота: 1 – Ганеевское, 2 – Карагайлы, 3 – Муртыкты, 4 – Рытовские жилы, 5 – Малый Каран.

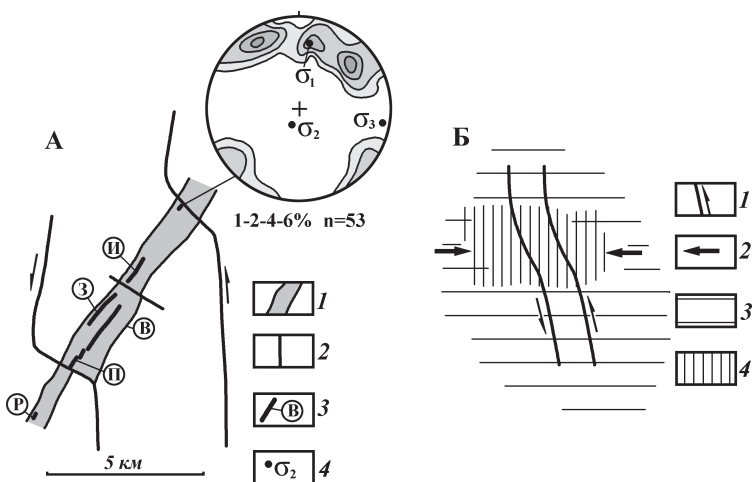


Рис. 3. Структурная позиция месторождения Муртыкты (А) и распределение на изгибах сдвиговых зон областей локального растяжения при региональном сжатии (Б) (Геологоструктурные методы..., 1982). Диаграмма (сетка Вульфа, верхняя полусфера) плотностей полюсов рудных прожилков. А: 1 – зона Тунгатаровского взбросо-надвига, 2 – разломы, ограничивающие Сайтаковскую сдвиговую зону; 3 – рудные зоны: П – Промежуточная, В – Восточная, 3 – Западная, И – Ик-Давлят месторождения Муртыкты, Р – рудопроявления Интер; 4 – на диаграмме оси главных нормальных напряжений ( $\sigma_1$  – максимальных,  $\sigma_2$  – промежуточных,  $\sigma_3$  – минимальных). Б: 1 – разрывы и направление смещений по ним; 2 – направление сжимающих усилий; 3 – области сжатия; 4 – области локального растяжения.

рыва и др.) (Cowan, Brandon, 1994; McClay, 1995; Turner, Weiss, 1963), тектонофизические реконструкции полей палеонапряжений с помощью статистического метода П.Н. Николаева (1977) и собственно парагенетический анализ структур (Старостин, 1988; Sylvester, 1988). Основой структурных построений на месторождениях служили данные детального картирования их поверхности, документации подземных горных выработок и керна скважин.

### Результаты исследований

В истории формирования НВБР установлены две стадии, имеющие золотоконтролирующее значение: ранняя левосдвиговых и поздняя правосторонних дислокаций. На первой стадии в зоне НВБР сформировались золото-сульфидные месторождения с Rb-Sr изохронным возрастом 295 (Муртыкты) и 286 (Карагайлы) млн лет (Рис. 2) (Горожанин, 1998). Образование золото-сульфидно-кварцевых месторождений и рудопроявлений, имеющих Rb-Sr возраст 266 (Малый Каран) и 255 (Рытовские жилы) млн лет, происходило в условиях поздних правосторонних дислокаций (Знаменский и др., 2014, Горожанин, 1998). Выяснено, что позиция месторождений и рудопроявлений золота обоих типов определяется узлами пересечения разрывов, трансенсивными дуплексами и комбинированными структурами, сочетающими в себе узлы пересечения разрывов и сдвиговые дуплексы растяжения.

Золото-сульфидные месторождения локализованы главным образом в узлах пересечения вторичными разрывами зоны НВБР ранее образованных взбросо-надвигов северо-восточного простирания. Такую структурную позицию занимают месторождения Веселое, Среднее Убалы (Знаменский и др., 2012) и Муртыкты.

Месторождение Муртыкты с разведанными запасами 30 т залегает среди вулканогенно-осадочных толщ карамалыташской свиты ( $D_2$ ), перекрытых улутаускими терригенно-кремнистыми отложениями ( $D_{2,3}$ ). Оно приурочено к узлу пересечения регионального Тунгатаровского разлома северо-восточного простирания с более поздней Сайтаковской сдвиговой зоной, входящей в состав НВБР (Рис. 3 А). Тунгатаровский разлом в районе месторождения представляет собой чешуйчатый взбросо-надвиг юго-восточного падения, сопровождающийся в тыловой части восточновергентными взбросами (Знаменский, 1992). С системой Тунгатаровских разломов сопряжены трансферные разрывы северо-западного простирания. Сайтаковская зона в узле пересечения

характеризуется искривлением против часовой стрелки. Изгиб связан с наследованием разрывами, ограничивающими сдвиговую зону, северо-западных трансферных разломов. В период формирования месторождения по ней происходили движения с левым знаком. Об этом свидетельствуют поля палеонапряжений, которые реконструированы нами по рудным прожилкам на рудопроявлении, залегающем в восточном граничном разломе сдвиговой зоны (диаграмма на рис. 3 А). Как показали результаты моделирования (Геологоструктурные методы..., 1982), на изгибах сдвиговых зон, способствующих смещениям по ним, возникают локальные области абсолютного или относительного растяжения (Рис. 3 Б). Следует отметить, что

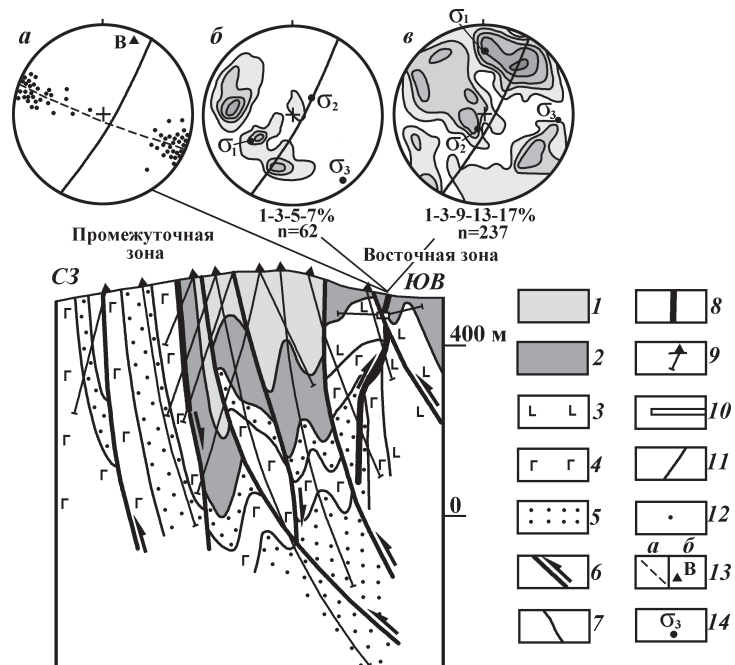


Рис. 4. Геологический разрез месторождения Муртыкты по профилю 53. Диаграммы (сетка Вульфа, верхняя полусфера) плотностей полюсов слоистости (а), золото-сульфидных (б) и послерудных карбонат-кварцевых (в) прожилков. 1 – терригенно-кремнистые отложения улутауской свиты ( $D_{2,3}$ ); 2-5 – карамалыташская свита ( $D_2$ ): 2 – туфы и туффиты основного состава, 3 – базальты и андезитобазальты, 4 – диабазы, 5 – туффиты смешанного состава и кремнистые сланцы; 6 – разломы и направления смещения по ним; 7 – геологические границы; 8 – рудные зоны; 9 – скважины; 10 – горные выработки; на диаграммах: 11 – плоскость основного разлома; 12 – полюса слоистости; 13 – плоскость пояса слоистости (а) и реконструированный шарнир складчатости (б); 14 – оси главных нормальных напряжений ( $\sigma_1$  – максимальных,  $\sigma_2$  – промежуточных,  $\sigma_3$  – минимальных).



в экспериментах области растяжения распространялись за пределы разломных зон.

На месторождении разведано четыре рудные зоны: Промежуточная, Восточная, Западная и Ик-Давлят. Прожилково-вкрапленная золото-сульфидная минерализация локализована во вторичных разрывах чешуйчатого взбросо-надвига (Рис. 4). По рудовмещающим разломам реконструированы внутриминерализационные сдвиговые смещения, преимущественно с левым знаком. Рудные тела и рудные столбы в их пределах приурочены к изгибам разломов главным образом по простиранию.

Особенности структурной эволюции рудовмещающих разломов можно проиллюстрировать на примере восточновосточного взброса, вмещающего рудное тело №1 Восточной зоны. Наблюдения выполнены в висячем крыле разлома в слоистых туффитах основного состава, которые смяты в мелкие подобные складки волочения. Статистическая обработка массивных замеров элементов залегания слоистости (Turner, Weiss, 1963) позволила реконструировать положение оси складчатости (диаграмма *a* на рис. 4). Ее ориентировка указывает на взбросовые смещения по разлому. Складки волочения пересекаются сульфидными (пирит-халькопирит-сфалеритовыми) и более поздними карбонат-кварцевыми прожилками.

Золотоносные сульфидные прожилки выполняют близмеридиональные R- и субширотные R'-сколы (Silvester, 1988), крутопадающие отрывы северо-западного простирания и близгоризонтальные трещины неясного генезиса (диаграмма *b* на рис. 4). По ним восстановлено сдвиговое поле палеонапряжений с северо-западным направлением оси  $\sigma_3$ . Реконструированное поле напряжений характерно для левых взбросо-сдвигов. Формирование поздних карбонат-кварцевых прожилков происходило в режиме субширотного сжатия (диаграмма *в* на рис. 4) и правых взбросо-сдвиговых смещений по основному разлому.

Таким образом, в размещении золотого оруденения месторождения Муртыкты отчетливо выражен тектонофизический контроль зоной локального растяжения, возникшей в узле пересечения Тунгатаровского взбросо-надвига левыми сдвигами НВБР. В пределах структурного узла золото-сульфидная минерализация локализована во вторичных разрывах Тунгатаровского разлома, испытавших на рудном этапе сдвиговые движения.

Ведущую роль в структурном контроле золото-сульфидно-кварцевого оруденения играют трансенсивные дуплексы, образовавшиеся на ступенчатых перекрытиях близмеридиональных сдвигов на месте сдвиговых дуплексов сжатия. В такой структурной обстановке сформировались, например, Ганеевское месторождение и Октябрьское

рудопоявление на Буйдинском участке (Знаменский, 2014), а также золоторудные объекты участка Красная жила.

В пределах участка Красная жила расположены одноименное месторождение и рудопоявление Рытовские жилы (Рис. 5). Участок сложен эффузивами основного состава ( $O_3-S_1$ ), терригенно-кремнистыми породами мансуровской толщи ( $D_1$ ) и серпентинитами, прорванными дайками габбро и габбро-диоритов неизвестного возраста. В структурном отношении он представляет собой левоступенчатое перекрытие двух разломов меридионального простирания, по которым установлены ранние движения с левым и поздние с правым знаком. С левосдвиговыми дислокациями по разломам, индикатором которых могут служить складки волочения (диаграмма *b* на рис. 5), связано формирование на ступенчатом перекрытии транс-

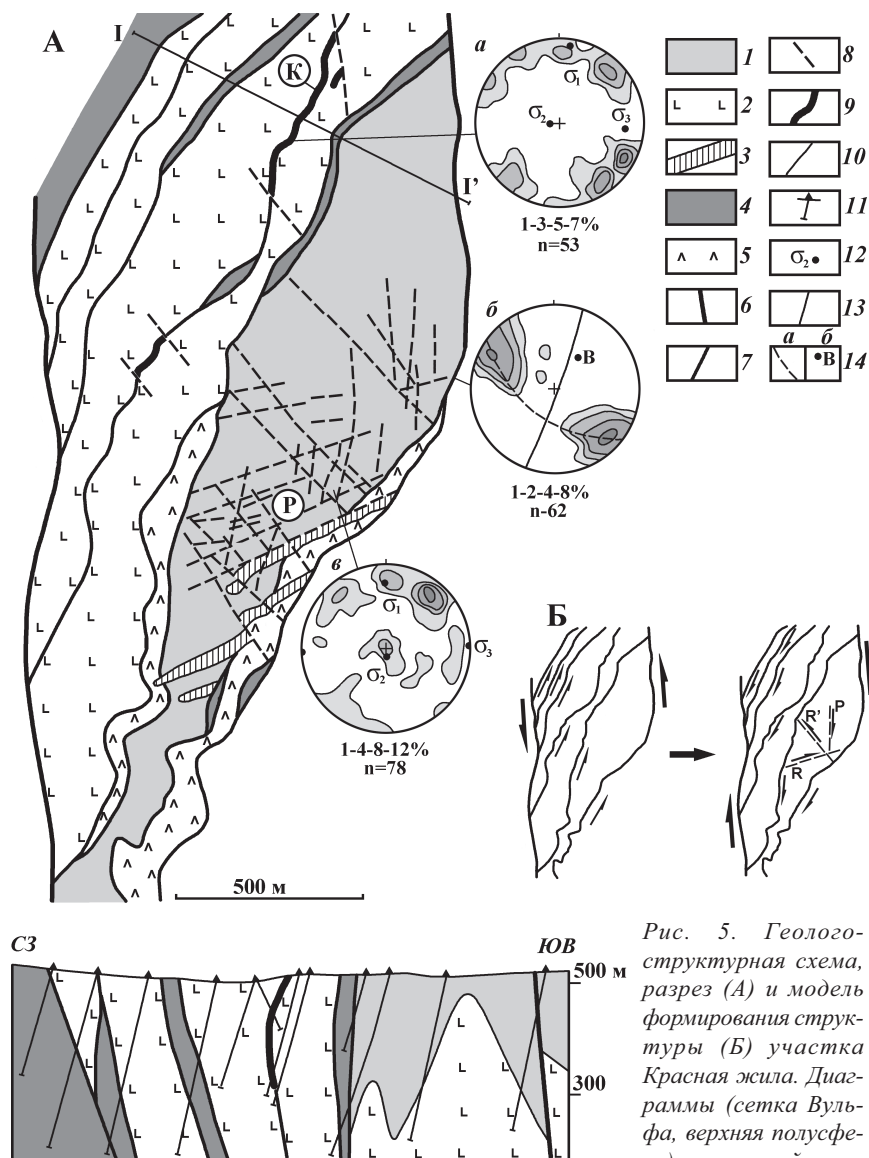


Рис. 5. Геолого-структурная схема, разрез (А) и модель формирования структуры (Б) участка Красная жила. Диаграммы (сетка Вульфа, верхняя полушфера) плотностей полюсов

золото-сульфидно-кварцевых прожилков (а, в) и слоистости (б). 1 – терригенно-кремнистые породы мансуровской толщи ( $D_1$ ); 2 – базальты, андезитобазальты и их туфы ( $O_3-S_1$ ?); 3 – дайки габбро и габбро-диоритов; 4 – серпентиниты; 5 – лиственииты; 6 – главные сдвиги; 7 – вторичные разрывы, разрушающие дуплекс; 8 – рудовмещающие вторичные сдвиги; 9 – рудные тела месторождения Красная жила; 10 – геологические границы; 11 – скважины; на диаграммах: 12 – оси главных нормальных напряжений ( $\sigma_1$  – максимальных,  $\sigma_2$  – промежуточных,  $\sigma_3$  – минимальных), 13 – плоскость разлома, 14 – плоскость пояса слоистости (а) и шарнир складчатости (б). Литерами в кружках обозначены: К – месторождение Красная жила, Р – рудопоявление Рытовские жилы.

прессивного дуплекса. Его внутренние части нарушены чешуйчатыми левыми сдвиго-взбросами крутого падения, вмещающими серпентиниты и листвениты по ним. В процессе поздних правосторонних смещений дуплексная структура сжатия была трансформирована в трансенсивный дуплекс, а чешуйчатые разломы преобразованы в правые сдвиги. Модель формирования структуры участка Красная жила представлена на рис. 5 Б.

В связи с правосдвиговыми дислокациями в пластине терригенно-кремнистых пород мансуровской толщи, расположенной на юго-восточном фланге участка, образовались три системы мелких сдвиговых нарушений северо-восточного, северо-западного и близмеридионального простирания, вмещающих жильно-прожилковую золото-

сульфидно-кварцевую минерализацию рудопроявления Рытовские жилы. По кинематике и ориентировке эти системы золотоносных сдвигов аппроксимируются R-сколами, R'-сколами и P-сдвигами сдвигами, соответственно. На месторождении Красная жила золото-сульфидно-кварцевая минерализация локализована в разломе, ограничивающем тектоническую пластину, и пространственно совмещена с колчеданным оруденением халькопирит-пирротин-пиритового состава. Тектонофизические реконструкции показали, что формирование золото-сульфидно-кварцевой минерализации на участке Красная жила происходило в условиях сдвиговых полей палеонапряжений, характеризовавшихся субширотной ориентировкой оси минимальных главных нормальных напряжений (диаграммы а и в на рис. 5).

К структурам комбинированного типа приурочены золото-сульфидное месторождение Карагайлы, а также золото-сульфидно-кварцевые месторождения и рудопроявления Малокаранско-Александровской площади. Малокаранско-Александровская площадь представляет собой узел пересечения разрывных нарушений трех возрастных групп (от ранних к поздним) (Рис. 6 А): 1) тектонической пластины вулканогенно-осадочных пород, ограниченной зонами серпентинитового меланжа Аушкульского и Малокумачинского взбросо-надвигов юго-восточного падения; 2) системы магматических дуплексов растяжения, которые локализованы в левосторонней сдвиговой зоне близмеридионального простирания, относящейся к НВБР; 3) синрудной левосдвиговой зоны северо-западного направления, имеющей дуплексное строение (Знаменский, Знаменская, 2011). Магматические дуплексы выполнены телами сиенит-порфиров и граносиенит-порфиров Балбукского комплекса позднепалеозойского возраста.

Главной рудоконтролирующей структурой Малокаранско-Александровской площади служит левосдвиговая зона северо-западного простирания. Ограничивающие ее Северо-Александровский и Малокаранский разломы образуют левоступенчатое перекрытие. На южном фланге ступенчатого офсета располагается дуплекс растяжения линзовидной в плане конфигурации. Тектоническая линза нарушена эшелонированными дополнительными левыми сдвигами запад-северо-западного простирания, соответствующими по положению и кинематике R-сколам. По простиранию сдвиговой зоны дуплекс растяжения сменяется в северо-западном направлении областью развития дополнительных левых сдвигов и взбросо-сдвигов северо-западного простирания, по-видимому, относящихся к вторичным синтетическим сдвигам. Близмеридиональные разломы второй возрастной группы,

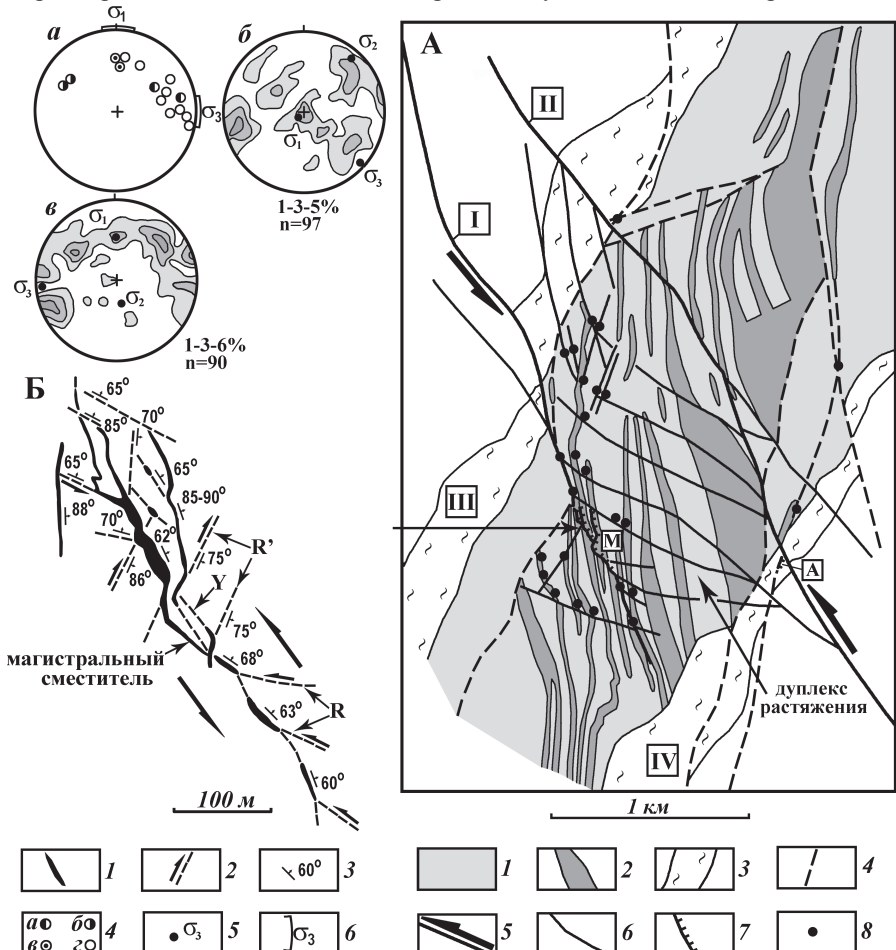


Рис. 6. Структурные схемы Малокаранско-Александровской площади (А) и месторождения Малый Каран (Б) (составлены с использованием данных треста «Башзолото» и Н.И. Бородаевского (1938)). Диаграммы (сетка Вульфа, верхняя полусфера): а – полюсов разрывов, вмещающих зоны эйситов, б – плотностей полюсов альбит-кварцевых прожилков, в – плотностей полюсов сульфидных прожилков. А: 1 – вулканогенно-осадочные породы; 2 – интрузивные тела Балбукского сиенит-гранит-порфирового комплекса (C<sub>2</sub>-P); 3 – зоны серпентинитового меланжа; 4 – магмаконтролирующие сдвиги; 5-6 – рудоконтролирующие сдвиги: 5 – главные и направление смещения по ним, 6 – вторичные; 7 – рудные зоны месторождений Малый Каран и Александровское; 8 – мелкие рудопроявления. Римскими цифрами в квадратах обозначены разломы: I – Малокаранский, II – Северо-Александровский, III – Аушкульский, IV – Малокумачинский; литерами – месторождения: М – Малый Каран, А – Александровское. Б: 1 – зоны эйситов с сульфидно-альбит-кварцевыми штокверками; 2 – разрывы (стрелками показана горизонтальная составляющая смещений крыльев); 3 – элементы залегания разрывов; на диаграммах: 4 – полюса разрывов, вмещающих зоны эйситов (а – левых сдвигов, б – правых сдвигов, в – сбросов, г – разрывов неопределенного кинематического типа), 5 – оси главных нормальных напряжений ( $\sigma_1$  – максимальных,  $\sigma_2$  – средних и  $\sigma_3$  – минимальных), 6 – секторы возможной ориентировки осей главных нормальных напряжений.

трансформированные на рудном этапе в правосторонние разрывы, существенной роли в размещении золото-рудной минерализации не играли.

Сдвиговый дуплекс растяжения вмещает Малокаранское и Александровское месторождения, а также значительную часть рудопроявлений. Оруденение представлено здесь зонами метасоматитов эйситового состава, содержащих сульфидно-альбит-кварцевые штокверки. Наиболее крупный объект Малокаранско-Александровской площади – месторождение Малый Каран залегает вблизи юго-западного угла дуплекса в зоне одноименного разлома в интервале сопряжения его с дополнительными сдвигами запад-северо-западного простирания. Рудоносный интервал отличается небольшим отклонением (на 5–10°) против часовой стрелки относительно общего простирания разломной зоны и представляет собой изгиб растяжения. Вероятно, этот изгиб являлся и основным рудоподводящим каналом, так как большинство рудопроявлений Малокаранско-Александровской площади сосредоточено вокруг него.

Формирование золотоносных эйситов в зоне Малокаранского разлома происходило в пульсирующем режиме латерального сжатия в течение трех основных фаз. На ранней фазе в обстановке субширотного сжатия и интенсивных динамометаморфических преобразований вмещающих пород образовались магистральные шов и сетка разрывов вторичного парагенезиса (Рис. 6 Б), а также зоны метасоматитов эйситового состава (диаграмма а на рис. 6 Б). В течение второй фазы, после прекращения активного стресса, сменившегося условиями двухосного растяжения в вертикальном и горизонтальном северо-восточном направлениях в зонах эйситизации сформировались мелкие жилы и прожилки альбит-кварцевого состава, локализованные в трещинах скола и реже отрыва (диаграмма б на рис. 6 Б). На поздней фазе, в условиях возобновившегося близширотного сжатия образовалась золотоносная прожилково-вкрапленная сульфидная минерализация (диаграмма в на рис. 6 Б). Она развита преимущественно в эйситах и размещается в трещинах скола, тонких зонах милонитизации и по плоскостям расщепления.

### Выводы и практические рекомендации

Таким образом, ведущим рудоконтролирующим фактором при формировании в зоне НВБР золото-сульфидного и золото-сульфидно-кварцевого оруденения служили сдвиговые деформации. К числу наиболее распространенных структур, определяющих позицию месторождений и рудопроявлений золота обоих типов, относятся узлы пересечения разрывов, транстенсивные дуплексы и комбинированные структуры, сочетающие в себе узлы пересечения разрывов и сдвиговые дуплексы растяжения. Результаты исследований позволили выделить в разломной зоне участки, перспективные на поиски золотого оруденения. В структурном отношении перспективными на обнаружение золото-сульфидных руд являются интервалы Тунгатаровского разлома, сопряженные со структурным узлом, вмещающим месторождение Муртыкты (Рис. 2). Как отмечалось выше, в окружающем этот узел геологическом пространстве в период формирования месторождения могли возникнуть области локального растяжения благоприятные для проявления процессов минерализации (Рис. 3 Б). На существование на флангах месторождения

тектонифизических обстановок растяжения указывают проявления золото-сульфидных руд (Интер, Евгеньевская жила). Перспективными являются также фланги золото-сульфидного месторождения Карагайлы (Рис. 2). Месторождение локализовано в узле пересечения чешуйчатого взбросо-надвига юго-восточного падения двумя близмеридиональными сдвигами, входящими в систему нарушений НВБР. В условиях ранних левосторонних смещений между сдвигами образовался транстенсивный дуплекс, нарушенный вторичными разрывами северо-западного простирания. Механизм его образования сходен с экспериментальной моделью развития дуплексов «Риделя», формирующихся на прямолинейных участках сдвиговых зон при наложении на R-сколы Y-сдвигов (Woodcock, Fisher, 1986). В дуплексах этого типа локализовано крупнейшее на Южном Урале месторождение Кочкарь с запасами золота около 300 т (Знаменский, Серавкин 2005). Перспективы поисков в зоне НВБР золото-сульфидно-кварцевого оруденения представляются весьма ограниченными.

### Литература

- Бородаевский Н.И. Золотоносные альбититы рудника Малый Каран в Учалинском районе БАССР на Южном Урале. М: Нигри-золото. 1938. 48 с.
- Геологоструктурные методы изучения эндогенных рудных месторождений. Отв. ред. Н.П. Лавров. М: Наука. 1982. 230 с.
- Горожанин В.М. Первичный изотопный состав стронция в магматических комплексах Южного Урала. Магматизм и геодинамика. Екатеринбург: УрО РАН. 1998. С. 98-108.
- Знаменский С.Е. Структура и закономерности размещения золото-полиметаллического оруденения Ильинского рудного поля. Уфа: БНЦ УрО РАН. 1992. 80 с.
- Знаменский С.Е. Структурная эволюция Магнитогорской мегазоны (Южный Урал) в позднем палеозое. Доклады АН. 2008. Т. 420. № 1. С. 85-88.
- Знаменский С.Е. Сдвиговые дуплексы Ганеевского месторождения золота (Южный Урал). Георесурсы. 2014. № 3. С. 22-27.
- Знаменский С.Е., Знаменская Н.М. Роль сдвиговых дуплексов в региональном структурном контроле позднелпалеозойского золотого оруденения Магнитогорской мегазоны (Южный Урал). Литосфера. 2009. № 4. С. 83-92.
- Знаменский С.Е., Знаменская Н.М. Рудовмещающие транстенсивные дуплексы золото-кварцевых и золото-сульфидно-кварцевых месторождений Южного Урала. Литосфера. 2011. № 1. С. 94-105.
- Знаменский С.Е., Мичурин С.В., Знаменская Н.М. Структурный контроль и источники вещества месторождений и рудопроявлений золота Убалинской зоны на Южном Урале. Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академии наук Республики Башкортостан. 2012. № 18. С. 27-32.
- Знаменский С.Е., Серавкин И.Б. «Структурная ловушка» золоторудного месторождения Кочкарь (Южный Урал). Доклады АН. 2005. Т. 403. № 6. С. 788-791.
- Знаменский С.Е., Холоднов В.В., Даниленко С.А. Rb-Sr данные по околорудным метасоматитам месторождения золота Малый Каран (Южный Урал). Геологический сборник № 11. Информационные материалы. Уфа: ДизайнПресс. 2014. С. 203-206.
- Николаев П.Н. Методика статистического анализа трещин и реконструкции полей палеонапряжений. Изв. вузов. Геология и разведка. 1977. № 12. С. 103-115.
- Старостин В.И. Палеотектонические режимы и механизмы формирования структур рудных месторождений. М: Недра. 1988. 256 с.
- Cowan D.S., Brandon M.T. A symmetry-based for kinematic analysis of large-slip brittle fault zones. American J. of Science. 1994. V. 294. Pp. 257-306.
- McClay K. The mapping of geological structures. London: Open University press. 1995. 161 p.
- Sylvester A.G. Strike-slip faults. Geological Society of America Bulletin. 1988. V. 100. No. 11. Pp. 1666-1703.
- Turner, F.J. and Weiss, L.E. Structural Analysis of Metamorphic Tectonites. New York: McGraw-Hill. 1963. 545 p.
- Woodcock N.H., Fisher M. Strike-slip duplexes. J. of Structural Geology. 1986. V. 8. No. 7. Pp. 725-735.



**Для цитирования:** Знаменский С.Е., Знаменская Н.М. Структурный контроль и перспективы поисков золотого оруденения в зоне Нуралино-Вознесенско-Буйдинского разлома (Южный Урал). *Георесурсы*. 2016. Т. 18. № 1. С. 68-74. DOI: 10.18599/grs.18.1.13

### Сведения об авторах

*Сергей Евгеньевич Знаменский* – д. геол.-мин. н., зав. лабораторией палеовулканологии и металлогении

*Нина Михайловна Знаменская* – младший научный сотрудник

Институт геологии Уфимского научного центра Российской академии наук

Россия, 450077, Уфа, ул. К. Маркса, д. 16/2

Тел: +7(347)272-82-56, e-mail: ig@ufaras.ru, Znamensky\_Sergey@mail.ru

## Structural Control and Prospects of Searches of Gold Mineralization in the Nuralino-Voznesensko-Buibinsky Fault Zone (the Southern Urals)

*S.E. Znamensky, N.M. Znamenskaya*

*Institute of Geology Ufa Scientific Centre Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia*

*Received February 11, 2016*

**Abstract.** Zone of Nuralino-Voznesensko-Buidinsky fault is the main gold-controlling fault structure in the northern part of the Magnitogorsk megazone of the Southern Urals. Results of structural and tectonophysical analysis of gold-sulfide and gold-sulfide-quartz deposits located in fault zone were considered in this article. Fault evolution consists of two stages: early left-sided and right-sided dislocations. It is shown, that formation of gold-sulfide deposits is connected with early left-sided dislocations. Late right-sided deformations controlled a distribution of gold-sulfide-quartz mineralization. The junctions of faults, transtensional duplexes, formed at offsets of wrench faults, and combine structures, consisting of junctions of faults and extensional strike-slip duplexes, determine position of gold deposits of both types. Prospective areas for search of gold-sulfide mineralization have been distinguished.

**Keywords:** structural control, gold mineralization, fault zone, strike-slip fault, transtensional duplex

### References

Borodaevskiy N.I. Zolotonosnye al'bitity rudnika Malyy Karan v Uchalinskom rayone BASSR na Yuzhnom Urale [Gold-bearing albitites of the Small Karan mine of the Uchalinsky BASSR region, Southern Urals]. Moscow: Nigrizoloto Publ. 1938. 48 p.

Cowan D.S., Brandon M.T. A symmetry-based for kinematic analysis of large-slip brittle fault zones. *American J. of Science*. 1994. V. 294. Pp. 257-306.

Gorozhanin V.M. Pervichnyy izotopnyy sostav strontsiya v magmaticheskikh kompleksakh Yuzhnogo Urala [Primary strontium isotopic composition in magmatic complexes of the Southern Urals]. *Magmatizm i geodinamika* [Magmatism and geodynamics]. Ekaterinburg: UrO RAN Publ. 1998. Pp. 98-108.

Geologostrukturnye metody izucheniya endogennykh rudnykh mestorozhdeniy [Geological structural methods for studying endogenous ore deposits]. Ed. N.P. Laverov. Moscow: Nauka Publ. 1982. 230 p.

McClay K. The mapping of geological structures. London: Open University press. 1995. 161 p.

Nikolaev P.N. Metodika statisticheskogo analiza treschin i rekonstruktsii poley paleonapryazheniy [Methods of statistical analysis of cracks and reconstruction of palaeostresses fields]. *Izv. Vuzov. Geologiya i razvedka* [News of the Institutions of Higher Learning. Geology and Prospecting]. 1977. No. 12. Pp 103-115.

Starostin V.I. Paleotektonicheskie rezhimy i mekhanizmy formirovaniya struktur rudnykh mestorozhdeniy [Paleotectonic regimes and mechanisms of structure formation of ore deposits]. Moscow: Nedra Publ. 1988. 256 p.

Sylvester A.G. Strike-slip faults. *Geological Society of America Bulletin*. 1988. V. 100. No. 11. Pp. 1666-1703.

Turner, F.J. and Weiss, L.E.. Structural Analysis of Metamorphic Tectonites. New York: McGraw-Hill. 1963. 545 p.

Woodcock N.H., Fisher M. Strike-slip duplexes. *J. of Structural Geology*. 1986. V. 8. No. 7. Pp. 725-735.

Znamenskiy S.E. Struktura i zakonornosti razmescheniya zloto-polimetallicheskogo orudneniya Il'inskogo rudnogo polya [Structure and laws of distribution of gold-polymetallic mineralization of the Ilinsky ore field]. Ufa: BNTs UrO RAN Publ. 1992. 80 p.

Znamenskiy S.E. Structural evolution of the Magnitogorsk megazone (Southern Urals) in the Late Paleozoic. *Doklady AN* [Proc. of the Academy of Sciences]. 2008. V. 420. No. 1. Pp. 85-88. (In Russ.)

Znamenskiy S.E. Shift Duplexes of Ganeevsky Gold Field (Southern Urals). *Georesursy* [Georesources]. No. 3(58). 2014. Pp. 17-21. (In Russ.)

Znamenskiy S.E., Znamenskaya N.M. The role of shift duplexes in regional structural control of Late Paleozoic gold mineralization of the Magnitogorsk megazone (Southern Urals). *Litosfera* [Lithosphere]. 2009. No. 4. Pp. 83-92. (In Russ.)

Znamenskiy S.E., Znamenskaya N.M. Ore bearing transtensional duplexes of gold-quartz and gold-sulfide-quartz deposits of the Southern Urals. *Litosfera* [Lithosphere]. 2011. No. 1. Pp. 94-105. (In Russ.)

Znamenskiy S.E., Michurin S.V., Znamenskaya N.M. Structural control and source material of deposits and ore occurrences of gold of the Ubalinsky zone (Southern Urals). *Izvestiya Otdeleniya nauk o Zemle i prirodnym resursov Akademii nauk Respubliki Bashkortostan* [News of the Department of Earth Sciences and Natural Resources of the Academy of Sciences of Bashkortostan Republic]. 2012. No. 18. Pp. 27-32. (In Russ.)

Znamenskiy S.E., Seravkin I.B. «Structural Trap» of the Kochkar gold field (Southern Urals). *Doklady AN* [Proc. of the Academy of Sciences]. 2005. V. 403. No. 6. Pp. 788-791. (In Russ.)

Znamenskiy S.E., Kholodnov V.V., Danilenko S.A. Rb-Sr data for near-ore metasomatites of the Malyy Karan gold field (Southern Urals). *Geologicheskii sbornik № 11. Informatsionnye materialy* [Geological collected book No. 11. Information materials]. Ufa: DizaynPress Publ. 2014. Pp. 203-206. (In Russ.)

**For citation:** Znamenskiy S.E., Znamenskaya N.M. Structural Control and Prospects of Searches of Gold Mineralization in the Nuralino-Voznesensko-Buibinsky Fault Zone (the Southern Urals). *Georesursy* [Georesources]. 2016. V. 18. No. 1. Pp. 68-74. DOI: 10.18599/grs.18.1.13

### Information about authors

*Sergei E. Znamenskiy* – Doctor of Science, Head of the Laboratory of Paleovolcanology and Metallogeny

*Nina M. Znamenskaya* – Junior Researcher

Institute of Geology Ufa Scientific Centre Russian Academy of Sciences. Russia, 450077, Ufa, K. Marks str. 16/2

Phone: +7(347)272-82-56, e-mail: ig@ufaras.ru, Znamenskiy\_Sergey@mail