

Г. Г. ПОПОВ (ООО «Теллур Северо-Восток»), Б. Г. ПОПОВ (СПГУ),
Д. Г. МИЗИРЯК (ООО «Теллур Северо-Восток»)

Кедровское золоторудное поле (геологическое строение и рудоносность)

По результатам комплексных поисково-оценочных работ масштаба 1 : 10 000, проведённых группой компаний «Теллур» в 2011–2015 гг., дано краткое описание геологического строения и золотоносности Кедровского рудного поля. На основе анализа дизъюнктивных структурных форм и их вещественного выполнения охарактеризованы взбросо-сдвиговые зоны, контролирующие размещение даек, золоторудных кварцево-жильных образований, березитов и березитизированных пород.

Ключевые слова: *золотоносные кварцевые жилы, углеродистые милониты, взбросо-сдвиговые зоны, березиты, Тулдуновская мобильная зона.*

G. G. POPOV (ООО “Tellur Severo-Vostok”), B. G. POPOV (SPMU),
D. G. MIZIRIAK (ООО “Tellur Severo-Vostok”)

The Kedrovskoiye gold field (geological structure and ore contents)

Geological structure and gold mineralization brief description of the Kedrovskoiye ore field is provided according to the results of the integrated prospect survey performed by Tellur Group of Companies during 2011–2015. We characterize reversed strike-slip zones controlling dykes, quartz-gold vein formation, beresites and beresitic altered rocks based on the analysis of disjunctive structural features and their fill-in material.

Keywords: *gold-bearing quartz veins, carbon mylonites, reversed strike-slip zone, beresites, Tuldunskaya mobile zone.*

Введение. Первые месторождения рудного золота в пределах Кедровского рудного поля были открыты в 1940–1947 гг. С тех пор рудное поле становится объектом интенсивных геологосъёмочных, поисково-разведочных работ и научных исследований. В настоящее время на территории рудного поля разведаны одно среднее и три мелких месторождения золота. С 1997 г. в разработке находится Кедровское месторождение, где подземным способом добыто более 6 т золота. С 2001 г. разрабатывается Осинское месторождение.

В результате эксплуатационных (Х. Х. Муратшин, 2015) и комплексных поисково-оценочных геохимических, геофизических и геологических работ масштаба 1 : 10 000 в пределах рудного поля и на его флангах (В. О. Ильченко, А. В. Клепиков, Г. Г. Попов, 2012–2015) получена дополнительная информация, открывающая новый взгляд на ключевые проблемы тектоники и рудообразования. Одна из таких проблем – устаревшее представление о структуре рудного поля, приуроченного [5, 6] к Кедровско-Безьянской (или Кедровской) брахиантиклинали.

По описанию предшественников (Н. П. Андреев, 1963), основным складчатым сооружением района является Кедровская антиклиналь, сложенная породами кедровской свиты с двучленным делением, протянувшаяся в субмеридиональном направлении вдоль водораздела между ручьями Кедровый и Шумный. Участок развития мигматизированных пород принят за образования нижней подсвиты.

В работах 1991 г. по локальному прогнозированию масштаба 1 : 10 000 на территории Кедровского

рудного поля, проводившихся под руководством Е. А. Намолова, принято расчленение метакарбонатно-терригенной кедровской свиты на нижнюю, среднюю и верхнюю пачки. По мнению авторов, в низах средней пачки размещался «маркирующий горизонт» мраморов с указанием на то, что он помогает проследить границу между средней и нижней пачкой и тем самым выявить периклинальное замыкание Кедровской антиклинали. Полосчатость, характерная для метакарбонатно-терригенных пород кедровской толщи, отождествлялась со слоистостью, а развитие разрывных нарушений северо-западного простирания связывалось с процессами формирования пликативных структурных форм.

Авторы современной серийной легенды (Н. Н. Митрофанова, 1996) отказались от трёхчленного деления и перевели метакарбонатно-терригенные образования в разряд кедровской толщи, посчитав кедровскую свиту невалидной. В 2000 г. работами [4] ГДП-200 была подтверждена правомерность этого взгляда.

Исследованиями 2011–2015 гг. выявлено присутствие «маркирующего горизонта» мраморов средней подсвиты (по Е. А. Намолову, 1991) в поле развития мигматизированных метатерригенных образований, где по старой стратиграфической схеме располагалась нижняя подсвита, что противоречит представлениям Е. А. Намолова. Следует также отметить, что полосчатость не относится к слоистости пород, а является текстурной особенностью милонитов, формирующихся вдоль взбросо-сдвиговых структурных форм северо-западного простирания.

Полученный материал о составе и строении геологических образований в верховьях ручьёв Осинный и Шумный обусловил новый взгляд на сложное строение Кедровской антиклинали.

Положение Кедровского рудного поля в региональных геологических и геофизических структурах. Поле приурочено к Тулдунской мобильной зоне, слагающей на северо-востоке Байкало-Витимской складчатой системы юго-восточное обрамление Муйской глыбы (Киндиканского блока) дорифейского складчатого фундамента (рис. 1) [1].

В геофизических полях [2, 3] Тулдунская мобильная зона проявляется в максимумах гравитационных аномалий (рис. 2, а) – Кедровским (1) и Витимконским (4), а также в чередовании узких положительных и отрицательных аномалий магнитного поля (рис. 2, б).

Район Кедровского рудного поля охватывает восточную часть Кедровского гравитационного максимума (рис. 2, а) и относится к северо-восточной части Тулдунской мобильной зоны, которая прослеживается на 60 км в меридиональном направлении от Бамбульской впадины на юге до Муйской впадины на севере и погружается под их рыхлые отложения. Ширина Тулдунской мобильной зоны составляет 10–15 км. С запада она ограничена

Киндиканским блоком (Южно-Муйская глыба) архейского кристаллического фундамента, а с востока соприкасается с Тулдунь-Таксиминской динамосланцевой чешуйчатой покровной зоной.

Геологическое строение Кедровского рудного поля. Кедровское рудное поле расположено на стыке интенсивно дислоцированных разновозрастных геологических образований, которые сложены метаморфизованными карбонатно-терригенными породами кедровской толщи среднего рифея, смятыми линейной изоклиальной складчатостью и прорываемыми их позднерифейскими габброидами кедровского, а также позднепалеозойскими гранитоидами конкудэро-мамаканского комплекса. Геологические образования Кедровского рудного поля рассечены серией «долгоживущих» правосторонних взбросо-сдвиговых зон север-северо-западного простирания, имеющих сложное чешуйчатое строение.

Предваряя обсуждение новых данных, следует отметить, что складчатые структурные формы широко развиты в метаморфизованных карбонатно-терригенных породах кедровской толщи. Однако в связи с интенсивным развитием разрывных нарушений крупная складчатость практически не распознаётся. По структурным построениям можно предположить развитие узкой линейной опрокинутой подобной и изоклиальной складчатости субмеридионального и северо-западного простирания, сохранившейся в виде фрагментов сорванных крыльев и ядер антиклиналей шириной 160–200 м с падением пород на крыльях складок в северо-восточных румбах. В породах также широко развита мелкая подобная и изоклиальная внутрислоевая осложняющая складчатость волочения шириной 0,05–2,0 м, наиболее различимая в карбонатных разновозрастных слоёв кедровской толщи.

По всей вероятности, формирование линейной опрокинутой подобной и изоклиальной складчатости проходило в позднем рифее под влиянием субдукционных процессов при сдавливании Западно-Забайкальского задугового прогиба, в котором накапливались флишеидные осадки кедровской толщи. При внедрении габброидов Кедровского габброидного массива вдоль осевых плоскостей линейных складок заложилась субмеридиональные взбросо-сдвиги. При последовавшей в карбоне тектоно-магматической активизации началось образование тектонических чешуй, включающих сорванные замки линейных складок. С развитием тектонических дислокаций вдоль взбросо-сдвиговых швов образовывались милониты и формировались оперяющие локальные зоны взбросо-надвигов, зон расланцевания, трещин отрыва и скола. Внутри чешуй метакарбонатно-терригенные породы сминались мелкой складчатостью волочения.

Тектонические дислокации геологических образований, слагающих рудное поле, происходили поэтапно с формированием закономерно расположенных структурных форм, имеющих различное вещественное выполнение. Разрывные нарушения представлены тремя одновременными, постоянно подновляющимися генерациями (рис. 3).

Наиболее ранние разрывные нарушения первой генерации – эшелонированные прерывистые протяжённые зоны правосторонних взбросо-сдвигов север-северо-западного простирания с крутым падением (70° – 85° , иногда до 60°) сместителей

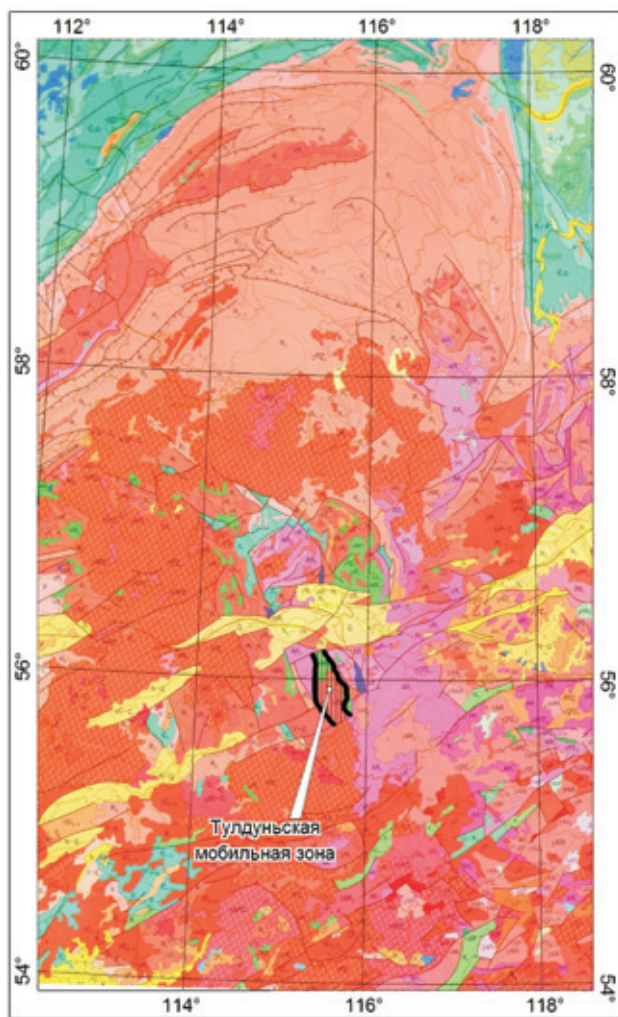


Рис. 1. Уменьшенный фрагмент Геологической карты России и прилегающих акваторий масштаба 1 : 2 500 000. Выделена Тулдунская мобильная зона

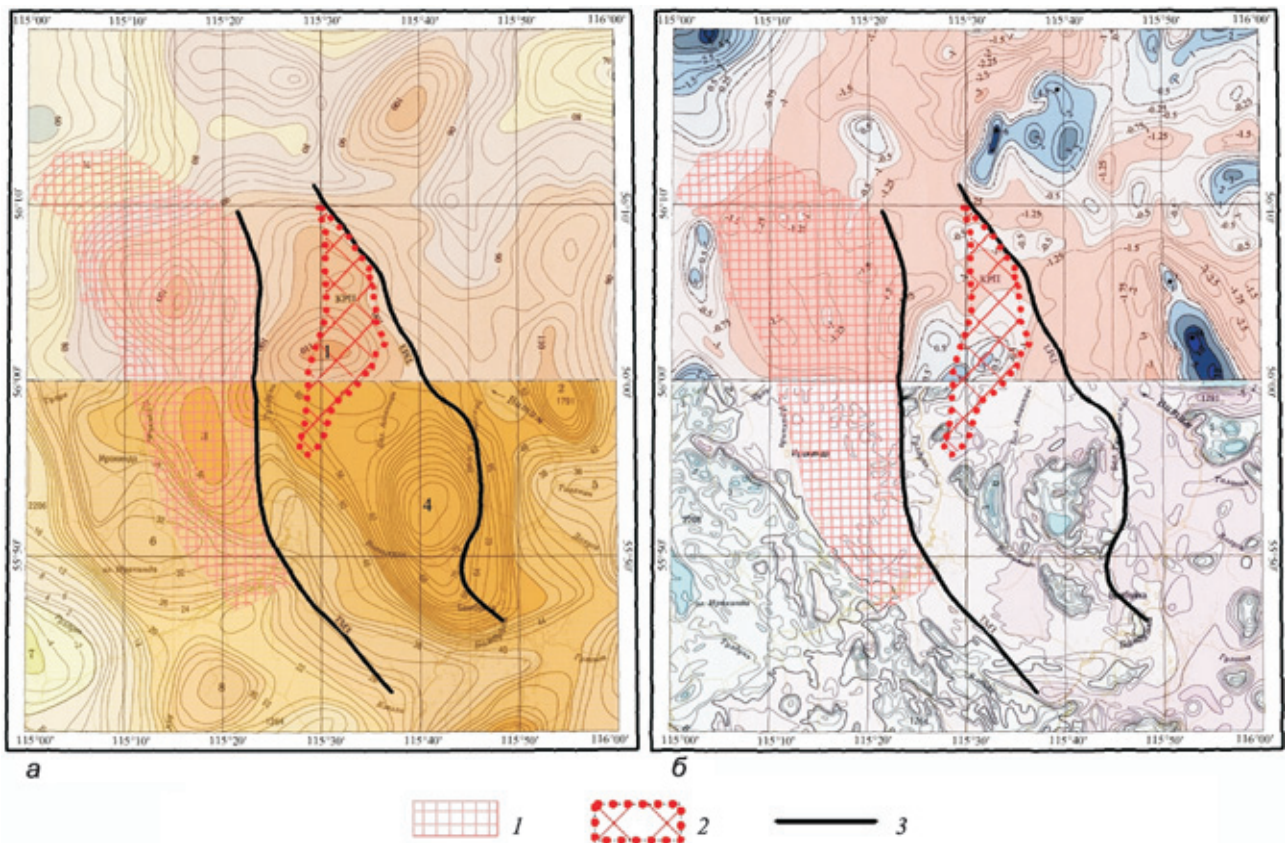


Рис. 2. Положение Кедровского рудного поля на схеме гравитационных аномалий (а) и на карте аномалий магнитного поля (б)

1 – Южно-Муйская глыба (Киндиканский блок) дорифейского складчатого фундамента; 2 – Кедровское рудное поле; 3 – контур Тулдуновской мобильной зоны

в восточных румбах. Взбросо-сдвиги протянулись по всему участку, повсеместно они сопровождаются углеродистыми милонитами и имеют в своём оперении многочисленные зоны расщепления, иерархически выстроенные, чередующиеся с эшелонированными трещинами отрыва. В большинстве случаев взбросо-сдвиги этой генерации в шовной части включают катаклазированные и милонитизированные жильные тела и дайки второй фазы конкудёро-мамаканского комплекса, а также полистадийные кварцево-жильные образования, несущие золотую минерализацию. В геофизических полях ранние взбросо-сдвиги часто трассируются осями аномалий вызванной поляризации и кажущегося сопротивления.

Разрывные нарушения второй генерации представлены локальными взбросо-надвигами северо-западного простирания с умеренным падением (30° – 65°) сместителей на северо-восток. Они также трассируются углеродистыми милонитами и включают кварцево-жильные образования, часто содержащие золотую минерализацию. На территории Кедровского рудного поля процессы рудообразования связаны с разрывными нарушениями первой и второй генераций.

Наиболее поздние разрывные нарушения третьей генерации представлены густой сетью непрерывных, простирающихся через весь участок в восток-северо-восточном направлении малоамплитудных сбросо-сдвигов и сбросов с падением сместителя на 60° – 85° . Поздние разрывные нарушения имеют северо-западное и юго-восточное

падение, трассируются эшелонированными трещинами скола и маломощными тектоническими брекчиями. По разрывным нарушениям третьей генерации заложена гидросеть ручьёв Пинегинский, Жиганский и Адольфовский. В геофизических полях разрывные нарушения третьей генерации прерывают либо смещают аномалии вызванной поляризации и кажущегося сопротивления. Поздние разрывные нарушения на схематической геологической карте (рис. 3) показаны лишь в южной части Кедровского рудного поля.

Золотоносность Кедровского рудного поля. Известные здесь золоторудные месторождения, рудопроявления и пункты минерализации относятся к золото-кварцевой формации. Составляющие их золотоносные кварцево-жильные зоны и ореолы березитизированных пород приурочены к разрывным нарушениям различной морфологии. Минеральные ассоциации представлены малосульфидным золото-кварцевым и золото-кварцевым типами оруденения. Эти типы часто пространственно совмещены и формируют этапную зональность, при которой на верхнем этаже формируется оруденение с золото-кварцевой минеральной ассоциацией. По мнению ряда исследователей (И. В. Попивняк, 1978), кварцевые жилы Кедровского рудного поля отнесены к плутоногенным гидротермальным низко-среднетемпературным убого- и малосульфидным образованиям средних глубин.

На территории Кедровского рудного поля все золотоносные кварцевые жилы сопровождаются

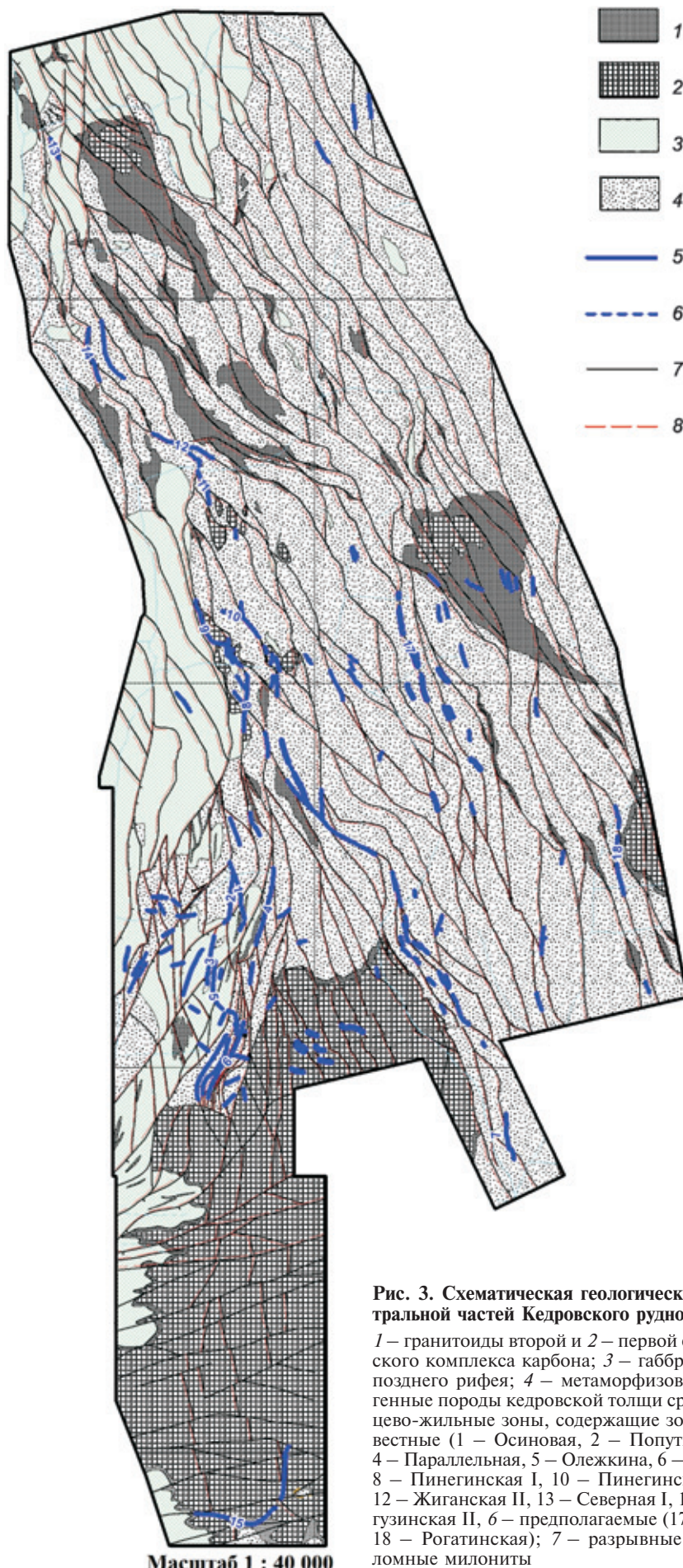


Рис. 3. Схематическая геологическая карта северной и центральной частей Кедровского рудного поля

1 – гранитоиды второй и 2 – первой фазы конкудёрно-мамаканского комплекса карбона; 3 – габброиды позднего комплекса позднего рифея; 4 – метаморфизованные карбонатно-терригенные породы кедровской толщи среднего рифея; 5, 6 – кварцево-жильные зоны, содержащие золотое оруденение: 5 – известные (1 – Осиновая, 2 – Попутная, 3 – Промежуточная, 4 – Параллельная, 5 – Олежкина, 6 – Шаманские, 7 – Шумная, 8 – Пинегинская I, 10 – Пинегинская II, 11 – Жиганская I, 12 – Жиганская II, 13 – Северная I, 14 – Северная II, 15 – Баргузинская II, 6 – предполагаемые (17 – Восточнопинегинская, 18 – Рогатинская); 7 – разрывные нарушения; 8 – приразломные милониты

ореолами метасоматитов и гидротермально изменённых геологических образований. На основе картирования гидротермально изменённых горных пород выявлена гидротермально-метасоматическая зональность [7], контролируемая взбросо-сдвиговыми зонами север-северо-западного простирания. Периферийную зону метасоматически изменённых пород слагают пропилиты, сменяющиеся при приближении к разрывному нарушению березитизированными породами и полнопроявленными березитами. В полях развития гранитоидов между периферийной зоной пропилитов и центральной зоной березитизированных пород встречается узкая зона березит-грейзеновой минеральной ассоциации. Вертикальная зональность метасоматитов проявлена в выклинивании зоны березитизированных пород и полнопроявленных березитов вверх по разрезу.

В пределах Кедровского рудного поля выявлены два типа золоторудных кварцево-жильных зон – осиновый и кедровский.

Осиновый тип оруденения (малосульфидный золото-кварцевый) размещается на участках взбросо-сдвиговых зон, секущих метакarbonатно-терригенные породы кедровской толщи. Наиболее протяжённые (до 750 м) кварцево-жильные зоны осинового типа приурочены к сместителям взбросо-сдвигов, развивающихся в метакarbonатно-терригенных породах кедровской толщи, а также вдоль тектонических границ, разделяющих блоки различных пород. Пластообразные и чётковидные кварцево-жильные тела ($m = 0,1-2,5$ м) в виде цепочки вытянутых линз занимают центральную часть шовной зоны и облекаются по зальбандам тонкодисперсной кальцит-графитовой оторочкой ($m = 0,2-3,0$ см). В большинстве случаев кварцево-жильные образования, размещённые в шовных частях взбросо-сдвиговых зон, имеют полистадийное развитие и сложены несколькими генерациями кварца. Краевые части таких жил слагают тёмно-серый и чёрный углеродсодержащий катаклазированный кварц, сменяющийся светло-серым матовым кварцем. Центральную часть жилы выполняет белый матовый крупнокристаллический кварц. Зоны роста различных генераций кварца разделены между собой субпараллельными тонкими прожилками графита, что придаёт кварцевой породе характерную полосчатую текстуру. Кварцевые жилы имеют множество апофиз и ответвлений, занимающих трещины отрыва, оперяющие взбросо-сдвиговую дислокацию. Кварц различных генераций, слагающий полистадийные жилы, содержит повышенные концентрации золота и серебра. Рудные минералы представлены галенитом, пиритом, пирротинном, халькопиритом, сфалеритом и блёклыми рудами. Массовая доля сульфидов в кварцевых жилах иногда достигает 6 %.

Не однородные по составу и физическим свойствам метакarbonатно-терригенные породы кедровской толщи в шовных зонах взбросо-сдвигов образуют хрупкие и пластичные милониты кварц-карбонатного состава. Золотоносные кварцевые жилы располагаются в динамометаморфизованных породах кедровской толщи на участках отслоения взбросо-сдвиговых швов, оперяющихся локальными взбросо-надвигами, зонами расщепления и трещинами отрыва вблизи флангов интрузий более компетентных гранитоидов конкудёро-мамаканского комплекса.

Кедровский тип оруденения (золото-кварцевый) размещается в пологих, протяжённых (до 1900 м) трещинах отрыва, оперяющих взбросо-сдвиговые зоны, секущие магматические породы кедровского комплекса габброидов и конкудёро-мамаканского комплекса гранитоидов. Выдержанные по мощности (от 20 до 170 см) пластообразные кварцево-жильные тела сложены белым матовым крупнокристаллическим кварцем с повышенными концентрациями золота и серебра. Рудные минералы представлены галенитом, пиритом, пирротинном, халькопиритом, сфалеритом и блёклыми рудами. Содержание рудных минералов достигает 1–2 % от объёма жилы.

Магматические породы кедровского комплекса габброидов и конкудёро-мамаканского комплекса гранитоидов образуют наиболее плотные бластомилониты. При воздействии на магматические породы сдвиговых напряжений вдоль плоскости направления приложения усилий из-за способности габброидов и гранитоидов равномерно передавать усилия вдоль этих зон возникают мелко- и микрообломочные милониты, при образовании которых практически не проявляется локальных зон растяжения и сжатия. Соответственно не возникает условий для образования полостей, которые могли бы быть заполнены кварцево-жильными образованиями. Однако в оперении этих зон милонитизации, где сдвиговая составляющая минимальна, образуются протяжённые пологие зияющие трещины отрыва, которые заполняются кварцево-жильным субстратом с золоторудной минерализацией в период постконкудёро-мамаканской гидротермально-метасоматической деятельности.

Структурно-тектонические особенности Кедровского рудного поля. Для характеристики элементов залегания и вещественного выполнения дизъюнктивных структурных форм Тулдунской мобильной зоны в Кедровском рудном поле, по результатам 258 полевых наблюдений на основе сетки Болдырева составлены диаграммы (рис. 4).

На диаграмме (рис. 4, а), характеризующей залегание разломов, сопровождающихся зонами милонитов различной мощности, отражено основное направление простирания взбросо-сдвиговых зон, которые падают в основном в восточных румбах (аз. пад. $10^{\circ}-130^{\circ}$) с углами падения $30^{\circ}-90^{\circ}$. Наиболее мощные зоны милонитов умеренного и крутого падения $45^{\circ}-90^{\circ}$.

Диаграмма (рис. 4, б) характеризует залегание взбросо-сдвигов, контролирующих шовную часть залегания кварцево-жильных зон, в том числе содержащих золотое оруденение. Вмещающими породами являются березитизированные милониты, трассирующие разрывные нарушения с умеренным и крутым падением ($30^{\circ}-90^{\circ}$) в восточных румбах (аз. пад. $40^{\circ}-110^{\circ}$).

Диаграмма (рис. 4, в) характеризует залегание даек, пространственно и генетически связанных с гранитоидами второй фазы конкудёро-мамаканского комплекса.

Дайки внедрялись по разрывным нарушениям различной морфологии, прорывая метатерригенные породы кедровской толщи, габброиды кедровского и гранитоиды конкудёро-мамаканского комплексов. Состав даек последовательно сменялся от кислых разновидностей пород к щелочным, средним и основным породам.

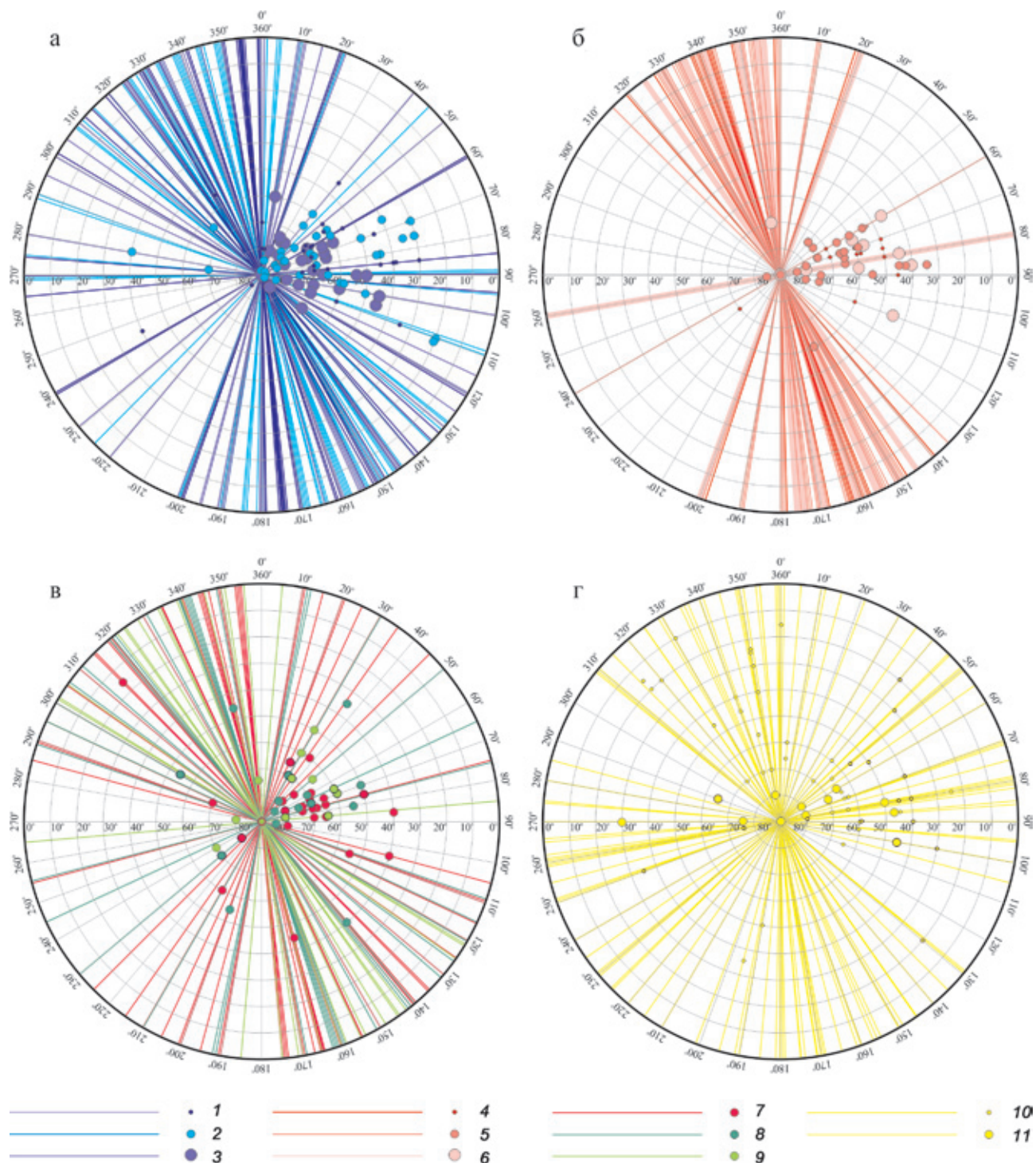


Рис. 4. Диаграммы распределения структурных форм и их вещественного выполнения по видам и залеганию на участках Кедровского рудного поля. Непрерывными линиями показаны направления простирания структурных форм, цветом обозначены их вещественное выполнение или морфологическая принадлежность. Точки показывают направления и углы падения структурных форм

a, б – разломы I и II генераций, включающие милониты (*a*), милониты и кварцевые жилы (*б*). Мощность тектонического шва (м): 1 – до 1, 2 – 1–10, 3 – более 10, 4 – до 1, 5 – 1–10, 6 – более 10; *в* – разломы, включающие дайки: 7 – гранитоидов, 8 – габброидов, 9 – лампрофиров; *г* – трещины отрыва с кварцево-жильным выполнением. Мощность (см): 10 – до 10, 11 – более 10

Направление простирания даек гранитоидов север-северо-западное (аз. пад. 40° – 90° и 210°). Реже распространено северо-восточное простирание (аз. пад. 290° – 315° и 100° – 165°) при умеренном и крутом залегании (угол пад. 40° – 80°), в единичных случаях при пологом залегании 15° .

Основное направление простирания даек лампрофиров север-западное (аз. пад. 30° – 85° и 240° – 275°) с крутым падением (50° – 90°). Дайки микрогаббро имеют в основном север-северо-западное (аз. пад. 35° – 90° и 200°) и реже северо-восточное простирание (аз. пад. 340° и 140° – 275°)

при умеренном и крутом залегании (угол падения 40° – 85°).

Диаграмма (рис. 4, з) характеризует залегание трещин отрыва, имеющих кварцево-жильное выполнение, в том числе содержащих золотое оруденение. Кварцевые жилы располагаются в оперении взбросо-сдвиговых зон среди березитизированных пород и залегают в двух направлениях. В первом случае кварцевые жилы падают в восточных румбах по аз. пад. 40° – 100° под углами 45° – 90° . Во втором случае падение кварцевых жил север-северо-западное, аз. пад. 315° – 5° под углами 10° – 85° . Отдельные трещины отрыва с кварцево-жильным выполнением падают в западных румбах по аз. пад. 250° – 290° и 190° – 250° , под углами 30° – 75° и 35° – 50° . Кварцевые жилы, залегающие в трещинах отрыва мощностью более 10 см, имеют в основном крутое падение (50° – 90°), реже умеренное (30° – 45°).

Из сопоставления диаграмм (рис. 4) очевидно, что дайки второй фазы конкудэро-мамаканского гранитоидного магматизма при внедрении использовали разрывные нарушения взбросо-сдвиговых зон, сопровождаемых разломами ближайшего оперения.

При образовании кварцево-жильных зон наиболее проницаемыми для гидротермальных растворов были взбросо-сдвиговые зоны, простирающиеся в относительно узком (70° -градусном) секторе северо-западных и северо-восточных направлений.

Рассмотренные диаграммы распределения структурных форм и их вещественного выполнения отражают интенсивность динамического влияния взбросо-сдвиговых дислокаций северной части Тулдуньской мобильной зоны и степень проявленности динамометаморфизма в пределах геологических образований Кедровского рудного поля. Насыщенность наиболее проницаемых структурных форм дайковыми интрузиями и золотоносными кварцевыми жилами служит подтверждением рудоконтролирующей роли взбросо-сдвиговых дислокаций.

Следует отметить, что разрывные нарушения Тулдуньской мобильной зоны развивались полистадийно, в строгой соподчинённости. Как видно из структурного рисунка схематической геологической карты участка (рис. 3), наиболее ранние субмеридиональные разрывные нарушения развивались до внедрения гранитоидов конкудэро-мамаканского комплекса как взбросы с крутым восточным падением сместителя. При внедрении гранитоидов конкудэро-мамаканского комплекса в разрывных нарушениях реализуется правосторонняя составляющая. После образования гранитоидных массивов конкудэро-мамаканского комплекса под воздействием сдвиговых напряжений во вмещающих породах — габброидах кедровского комплекса и метакarbonатно-терригенных образованиях кедровской толщи — начинают формироваться правые взбросо-сдвиги северо-восточного и северо-западного простирания с крутым падением (75° – 50°) сместителей в северо- и юго-восточных румбах, огибающие массивы гранитоидов. При дальнейшем развитии взбросо-сдвиговых дислокаций, вблизи флангов затвердевших тел гранитоидов конкудэро-мамаканского комплекса, вдоль взбросо-сдвигов, в тени давления деформационного фронта взбросообразования раскрываются шовные зоны с глубинным проникновением. Этот процесс сопровождается внедрением жильных тел и даек второй фазы конкудэро-мамаканского

комплекса. В дальнейшем раскрытие шовных зон правосторонних взбросо-сдвигов проходит на фоне гидротермально-метасоматической стадии, завершающей магматическую деятельность. Возникшие полости отслоения под воздействием гидротермальных процессов заполняются жилами кварца, составляющими кварцево-жильные зоны, способные содержать золотую минерализацию.

Выводы. В пределах Кедровского рудного поля размещение золоторудных кварцево-жильных образований, березитов и березитизированных пород контролируется взбросо-сдвиговыми зонами север-северо-западного простирания. Строение взбросо-сдвиговых зон зависит от состава и прочностных характеристик милонитов дислоцированных пород.

Взбросо-сдвиговые дислокации северной части Тулдуньской мобильной зоны, рассекающие горные породы на серию тектонических чешуй, создают иной структурный облик этой территории, отличный от описанного предшественниками (Н. П. Андреев, 1963; Е. А. Намолов, 1991) [5, 6], при котором представления о Кедровской антиклинали становятся бессмысленными.

В свете новых данных Кедровская антиклиналь как таковая отсутствует — за нее ранее принималась серия чешуй субмеридионального простирания, разделенных зонами милонитизации, которые трассируют разрывные нарушения взбросо-сдвиговой морфологии с локальной надвиговой составляющей. Сместители разрывных нарушений погружаются в восточных румбах. Правосторонние взбросо-сдвиги ограничивают тектонические чешуи и оперяются локальными зонами расланцевания и пологими трещинами отрыва, включающими кварцево-жильные образования разной мощности, в том числе содержащими золоторудную минерализацию.

1. Геологическая карта России и прилегающих акваторий масштаба 1 : 2 500 000. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2011.

2. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Прибайкальская серия. Лист N-50-II / Г.А. Кибанов. — М., 1971.

3. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1 : 200 000. Муйская серия. Лист N-50-II / Ю.А. Клейменов, А.С. Ивлев, Ю.П. Козлов и др. — М. — СПб., 2000.

4. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1 : 200 000. Муйская серия. Лист O-50-XXXII / В.Г. Окоороков, И.В. Четвертаков, А.Г. Филиппов, В.В. Булдыгеров, Н.К. Коробейников. — М., 2000.

5. Кучеренко И.В. Околорудный метасоматизм как критерий генетической однородности мезотермальных золотых месторождений, образованных в черносланцевом и несланцевом субстрате // Известия Томского политехнического ун-та. 2005. Т. 308. № 1. — С. 9–15.

6. Кучеренко И.В., Рубанов В.А. Тектоника золоторудных месторождений, локализованных в активизированных структурах допалеозойской складчатости // Вопросы структурной геологии / под ред. А.И. Родыгина. — Томск: Изд-во Томского ун-та, 1987. — С. 16–27.

7. Плющев Е.В., Шатов В.В., Кашин С.В. Металлогения гидротермально-метасоматических образований. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2012. — 560 с. (Труды ВСЕГЕИ. Новая серия. Т. 354).

1. Geologicheskaya karta Rossii i prilgayushchih akvatoriy masshtaba 1 : 2 500 000 [Geological Map of Russia and

adjacent water areas, scale 1:2,500,000]. St. Petersburg: VSEGEI. 2011.

2. Gosudarstvennaia geologicheskaya karta SSSR mashtaba 1 : 200 000. Pribaikalskaya seria. List N-50-II [State geological map of the USSR, scale 1:200,000. Pribaikalskaya series. Sheet N-50-II]. Ed. by G.A. Kibanov. Moscow. 1971.

3. Gosudarstvennaia geologicheskaya karta Rossiyskoy Federacii mashtaba 1 : 200 000. Muyskaya seria. List N-50-II [State geological map of the Russian Federation at a scale of 1:200,000. Muya series. Sheet N-50-II]. Eds. by J.A. Kleymenov, A.S. Ivlev, J.P. Kozlov. Moscow; St. Petersburg. 2000.

4. Gosudarstvennaia geologicheskaya karta Rossiyskoy Federacii mashtaba 1:200 000. Muyskaya seria. List O-50-XXXII [State geological map of the Russian Federation at a scale of 1:200,000. Muya series. Sheet O-50-XXXII].

Eds. by V.G. Okorokov, I.V. Chetvertakov, A.G. Filippov, V.V. Buldigerov, N.K. Korobeynikov. Moscow. 2000.

5. Kucherenko I.V. Near-ore metasomatism as a criterion of genetic homogeneity of mesothermal gold deposits formed in the black shale and non-shale substrate. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta*. Tomsk. 2005. Vol. 308. No 1, pp. 9–15. (In Russian).

6. Kucherenko I.V., Rubanov V.A. Tectonics of gold ore deposits localized in the activated structures of the pre-Paleozoic folding. *Questions of structural geology*. Ed. by A.I. Rodigin. Tomsk: Izdatelstvo Tomskogo universiteta. 1987. Pp. 16–27. (In Russian).

7. Pliuchev E.V., Chatov V.V., Kachin S.V. Metalligeniya gidrotermalno-metasomaticheskikh obrazovaniy [Metallogeny of hydrothermal-metasomatic formations]. St. Petersburg: VSEGEI. 2012. 560 p. (Trudy VSEGEI. Novaya seria. Vol. 354).

Попов Гарри Геннадьевич – вед. геолог, ООО «Теллур Северо-Восток»¹. <garisvet@rambler.ru>

Попов Будимир Гарриевич – студент, Санкт-Петербургский горный университет (СПГУ). 21-я линия, д. 2, Васильевский остров, Санкт-Петербург, 199106, Россия. <burziuss@gmail.com>

Мизирик Дмитрий Георгиевич – геолог, ООО «Теллур Северо-Восток»¹. <miziryak@mail.ru>

Popov Garry Gennadievich – Leading Geologist, ООО “Tellur Severo-Vostok”¹. <garisvet@rambler.ru>

Popov Budimir Garrievich – Student, Saint-Petersburg Mining University (SPMU). 2, 21st Line, St. Petersburg, 199106, Russia. <burziuss@gmail.com>

Miziriak Dmitriy Georgievich – Geologist, ООО “Tellur Severo-Vostok”¹. <miziryak@mail.ru>

¹ ООО «Теллур Северо-Восток». Английский пр., д. 40 лит. А, пом. 6Н, Санкт-Петербург, 190121, Россия.
ООО “Tellur Severo-Vostok”. 40, lit. A off. 6H, Angliyskiy pr., St. Petersburg, 190121, Russia.