

СТРОЕНИЕ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ



УДК 550.812:553.411 (084.3) 571.513

© Е.А.Белоножко, 2014

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ЗОЛОТОРУДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ КЕДРОВСКОГО УЧАСТКА ФЕДОРОВСКО-КЕДРОВСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ В ОРТОН-БАЛЫКСИНСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ, РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ

Е.А.Белоножко (ООО «Геология Сибири»)

Проявления прожилково-вкрапленных золото-сульфидно-кварцевых руд локализованы в крутонадающих минерализованных зонах рассланцевания, приуроченных к контактам нижнекембрийских углеродсодержащих известняков и вулканогенно-осадочных образований. Поисковыми работами в рамках государственного контракта на участке Кедровский выявлены 17 близких минерализованных зон, в которых локализованы и предварительно оценены авторские прогнозные ресурсы категории P_1 30,4 т.

Ключевые слова: минерализованные зоны, золото-сульфидно-кварцевые руды, прогнозные ресурсы.

Белоножко Елена Анатольевна, E.Belonozhko@mail.ru

GEOLOGY AND GOLD MINERALIZATION OF KEDROVSKIY PROPERTY, FEDOROVSKIY-KEDROVSKIY ORE FIELD, ORTON-BALYKSINSKIY ORE DISTRICT, REPUBLIC OF KHAKASIA, RUSSIA

E.A.Belonozhko

Occurrences of veinlet-disseminated gold-sulfide-quartz mineralization are localized in steeply dipping mineralized schists following the contacts of the Lower Cambrian carbonaceous limestone and volcanic-sedimentary formations. Seventeen closely spaced mineralized zones were found to occur within the Kedrovsky property; by the author's assessment, these carry 30,4 t gold (P_1 category).

Key words: mineralized zone, gold-sulfide-quartz mineralization, inferred (predicted) resources.

Участок Кедровский расположен на юго-восточном склоне Кузнецкого Алатау в Ортон-Балыксинском золотоносном районе на территории Республики Хакасия [1]. Основным полезным ископаемым в пределах района до недавнего времени было россыпное золото, крупные месторождения которого отработаны в долинах рек Федоровка, Ортон, Веселая, Магызы, Балыксу и их притоках. За время длительной разработки богатейших россыпей с 1832 г. добыто 24 т учтенного золота.

До начала XXI в. при геолого-съемочных работах м-бов 1:200 000–1:50 000 и ГДП-50 в процессе общих и детальных поисков выявлены 74 жилы, 22 из них с видимым золотом. Участки с видимым золотом в жилах ограниченных размеров подвергались старательской отработке карьерами, штольнями и шурфами до глубины 10–20 м. Из четырех жил (Золотая-Дмитриевская, Кедровская-1, Комсомольская-1, Стержневая) в общей сложности добыто 247,1 кг учтенного золота. Кроме жил, в черносланцевых пачках и габбро-диоритах оконтурены семь зон с прожилково-вкрапленной минерализацией.

Новый этап поисков рудного золота в Ортон-Балыксинском районе возобновился после обнаружения в 2001–2002 гг. месторождения Федоровское-1. В авторском варианте (В.О.Коньшев) для месторождения были подсчитаны запасы первичных руд категории C_1 94,2 кг и окисленных руд категории C_2 3281 кг. Оценены прогнозные ресурсы первичных руд категории P_1 26,3 т [3]. В пределах горного отвода ОАО «КЕМО» также в авторском варианте (В.О.Коньшев) оценены прогнозные ресурсы окисленных руд категории P_2 16,1 т и первичных категории P_2 120,3 т до средней глубины 220 м. Выявленный крупный золоторудный объект не оконтурен на флангах в Кемеровской области и на территории Хакасии. Это послужило основанием для геологоразведочных работ на фланге месторождения Федоровское-1 в Республике Хакасия.

В 2005–2007 гг. при прогнозно-поисковых работах за счет средств федерального бюджета на Кедровском участке локализованы и апробированы прогнозные ресурсы категории P_2 80,0 т со средним содержанием Au 2,45 г/т. С 2012 г. также по государст-

венному контракту ведутся работы по объекту: «Поисковые работы на золото в пределах Кедровского участка Федоровско-Кедровского рудного поля (Республика Хакасия)».

На начальном этапе при дешифрировании с использованием материалов предшественников установлено, что основная в металлогеническом отношении структурно-тектоническая зона (Главная) имеет северо-восточное простирание с азимутами $\sim 50^\circ$ в северо-восточной части и $\sim 30^\circ$ в юго-западной. Перегиб структуры с уменьшением значений азимута простирания происходит в районе р. Балыксу. Мощность данной тектонической зоны со сложным линзовидно-свилеватым внутренним строением достигает 70 км [2] (рис. 1). По морфологии Главная зона отвечает мезозональному типу структур (среднеглубинные, среднетемпературные). Размеры тектонических линз-свилей, составляющих Главную зону, колеблются (по короткой оси) от 30 км до первых метров. Соотношение длинной и короткой осей линз в среднем составляет 1/3. Линзы разграничены тектоническими швами мощностью от сотен метров до 1 км, в силу фрактальности (самоподобия строения зоны). Линзовидные блоки представляют собой относительно стабильные участки с более слабым проявлением динамометаморфизма и могут рассматриваться как области относительного растяжения, а межблочные швы — как зоны относительного сжатия. В центральных частях линзовидных блоков нередко располагаются интрузивные тела, дайковые пояса обычно локализованы в межблоковых швах. В подобных шовных зонах золоторудные объекты концентрируются вблизи одной из границ. Так, Федоровско-Кедровское рудное поле расположено вблизи юго-восточного фланга Главной шовной зоны.

Главная шовная зона — наиболее крупная и длительно развивавшаяся структура. В ее пределах породы динамометаморфизованы в зеленосланцевой и филлитовой фациях (до амфиболитовой на отдельных участках). К ней приурочены месторождения золота и других полезных ископаемых [6], в северо-восточном направлении она отчетливо фиксируется в структурах Батеневского кряжа, контролирующих положение крупнейшего Сорского Cu-Mo с благородными металлами месторождения порфирового типа [4]. Региональный масштаб, разнообразная минерализация, включающая широкий генетический спектр месторождений, в том числе с признаками мантийного происхождения, свидетельствуют о глубинном сквозьковом характере Главной шовной зоны и ее длительном геологическом развитии.

Вторая по значению региональная разрывная структура — Северо-Западная (см. рис. 1) — вклю-

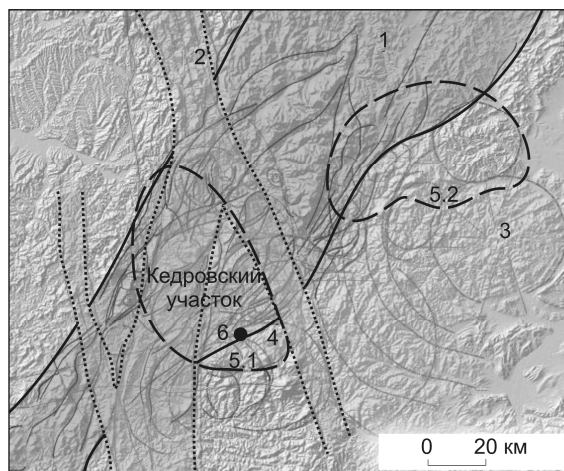


Рис. 1. Региональная структурная схема района Федоровско-Кедровского рудного поля на подложке цифровой модели рельефа:

1 — Главная шовная зона; 2 — Северо-Западная зона разрывных нарушений; 3, 4 — основные кольцевые структуры; 5.1 — Балыксинский золоторудно-россыпной район; 5.2 — Уйбатский золоторудно-россыпной район; 6 — Кедровский участок

чает отдельные крупные линейменты север-северо-западного и субмеридионального простирания. Она сложена девонским грабеном вдоль р. Балыксу на северо-востоке, субмеридиональным Центральным разломом и Юго-Западной системой линейментов. Общая ширина данной структуры достигает 87 км. Мощность зоны девонского грабена по данным мелкомасштабного дешифрирования составляет ~ 16 км, субмеридионального Центрального шва ~ 27 км, Юго-Западной системы ~ 12 км. В целом Северо-Западная тектоноструктура левосдвиговая, ее внешние блоки смещены — северо-восточный на северо-запад, юго-западный на северо-восток. Нарушения Северо-Западной зоны относятся преимущественно к хрупким деформациям и искажают структуры Главной зоны. Главная зона, в свою очередь, влияет на составные элементы Северо-Западной. Так, на севере территории при пересечении границ Главной зоны с севера на юг мощность Северо-Западной зоны резко уменьшается. Повидимому, это свидетельствует о неоднократном подновлении структур. Нарушения других направлений, в частности субширотные, мощных зон не образуют и, вероятно, относятся к наиболее молодым хрупким разломам.

Относительно крупные кольцевые структуры, распознаваемые при мелкомасштабном дешифрировании, диаметром от 4,5 до 60 км. Наиболее крупная среди них (см. рис. 1) расположена к вос-

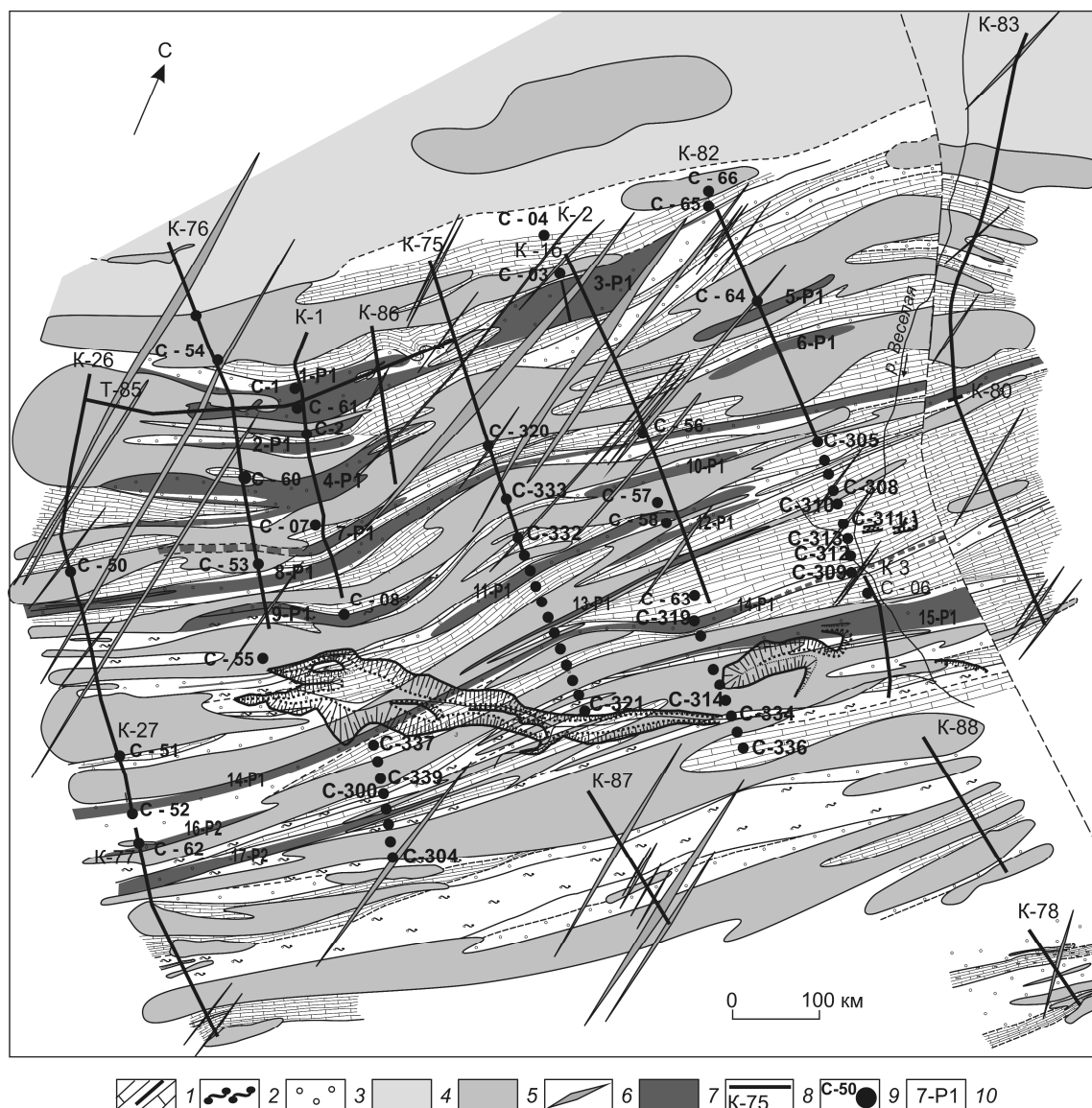


Рис. 2. Схематический геологический план участка Кедровский:

C_1mr_2 нижняя пачка (ботомский ярус): 1 — графитизированные известняки; 2 — сланцы серицит-графит-кварцевые, серицит-хлорит-полевошпат-кварцевые графитсодержащие; 3 — метасоматиты хлорит-серицит-анкерит-альбитовые и хлорит-серицит-анкеритовые; 4 — C_1mr_1 (атдабанский ярус) — андезиты, базальты, их туфы, кристаллические зеленые сланцы; 5 — метагаббро; 6 — дайки мелкозернистых габбро; 7 — рудные тела; 8 — канавы и их номера; 9 — скважины и их номера; 10 — номер рудного тела, номер геологического блока, категория ресурсов

ток-северо-востоку от Федоровско-Кедровского рудного поля (центр находится в 72 км от границы территории работ). Это уникальная для района концентрическая структура (радиус >70 км, диаметр внутреннего кольца 46 км) имеет тектономагматогенную природу с развитой системой радиальных линеаментов. В пределах Главной шовной зоны центры кольцевых структур тяготеют к приграничным областям. Федоровско-Кедровское рудное поле находится внутри крупной кольцевой структу-

ры концентрического типа с диаметром внутреннего кольца 30 км, внешнего — ~ 55 км (см. рис. 1).

Кедровский участок сложен нижнекембрийскими породами мрасской свиты (эффузивы основного состава, известняки, углеродисто-кремнистые сланцы) с послойными внедрениями раннекембрийских интрузий габбро кундустуюльского комплекса.

В ходе поисковых работ установлено, что минерализованная зона на участке вытянута в северо-восточном направлении и представлена крутопа-

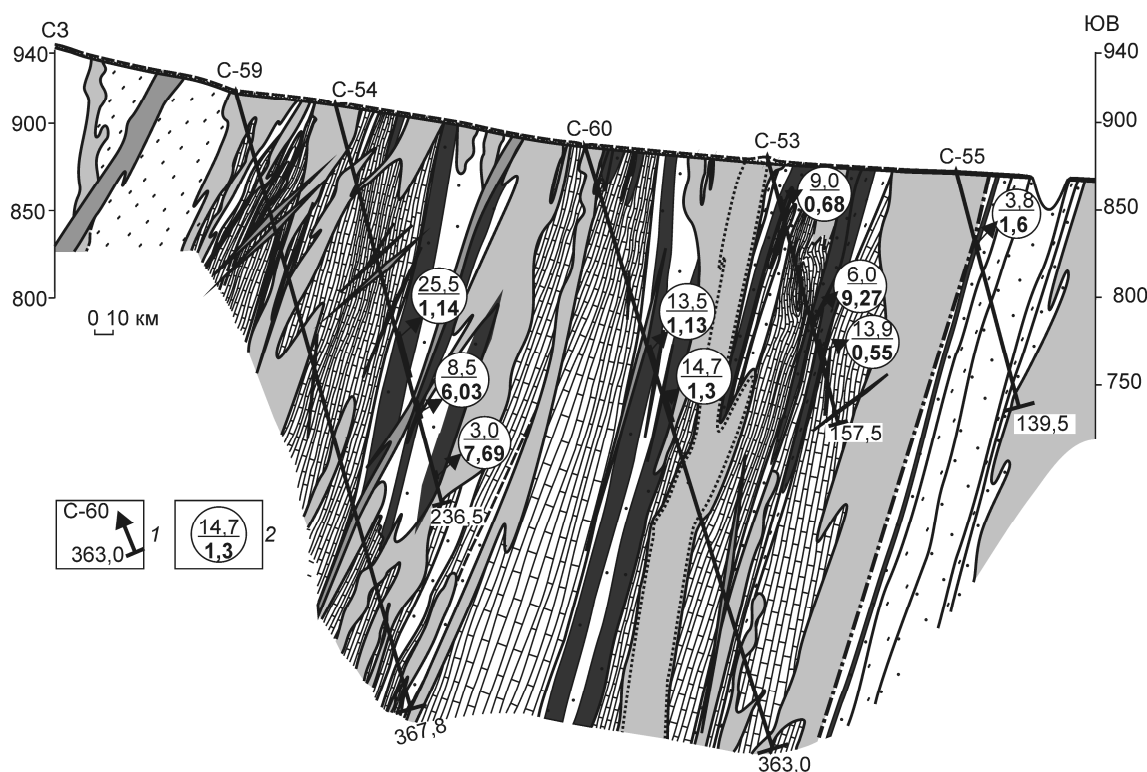


Рис. 3. Геологический разрез Кедровского участка по скважинам 53, 54, 55, 59, 60:

1 — скважины и их номера; 2 — параметры золотоносных интервалов (числитель — видимая мощность, м; знаменатель — содержание Au, г/т); остальные усл. обозн. см. рис. 2

дающими метасоматически проработанными рассланцованными породами, приуроченными к контактам углеродсодержащих известняков с прослоями черных сланцев 1-й пачки верхнемрасской флишевой подсистемы и послойных габбро кундустульского комплекса (рис. 2, 3). Границы минерализованной зоны оконтурены с большой долей условности по наличию интенсивных гидротермально-метасоматических преобразований и слабokon-трастных первичных ореолов рассеяния золота.

Рудные тела представлены метасоматитами хлорит-серицит-анкерит-альбитового и хлорит-серицит-анкеритового составов. Визуально это породы светло-серого, серого цвета, сланцеватые, нечеткополосчатые, графитизированные, содержащие мелкую вкрапленность, небольшие скопления и маломощные жилки сульфидов, с поверхности практически всегда лимонитизированные, желто-бурые.

Метасоматиты рассечены различно ориентированными микрожилками кварцевого, кварц-каль-

цитового, кварц-альбитового, реже анкеритового, кварц-альбит-анкеритового составов мощностью 0,1–1,0 мм. Различается кварц, как минимум, двух генераций: ранний слагает кварц-анкеритовые прожилки, которые секутся прожилками более позднего кварца с гребенчатой структурой и крустификационной текстурой. В составе гидротермальных жилков иногда содержится примесь сульфидов, в основном пирита [5]. Значительно реже среди золотоносных метасоматитов встречаются жилы кварца мощностью от первых до нескольких десятков сан-

1. Результаты фазового анализа окисленной руды на золото

Форма нахождения золота	Au, г/т	Распределение Au, %
В свободной форме и в сростании с другими минералами (извлекаемое при цианировании)	0,70	90,91
Не растворимое в цианиде	0,07	9,09
в том числе:		
покрытое пленками оксидов и гидроксидов Fe и заключенное в карбонатах	0,03	3,90
ассоциированное с сульфидами	н/о	н/о
тонковкрапленное в кварце	0,04	5,19
Руда	0,77	100,00

2. Результаты фазового анализа первичной руды на золото

Форма нахождения золота	Содержание Au		Распределе- ние Au, %
	мг/л	г/т	
В свободной форме и в сростании с другими минералами (извлекаемое при цианировании)	0,17	0,34	69,39
Не растворимое в цианиде	-	0,15	30,61
в том числе: покрытое пленками оксидов и гидроксидов Fe и заключенное в карбонатах	<0,01	-	-
ассоциированное с сульфидами	-	0,05	10,20
тонковкрапленное в кварце	-	0,10	20,41
Руда	-	0,49	100,00

тиметров. Некоторые из них золотonosны. По данным пробирного анализа в кварцевых жилах, вскрытых канавами К-1 в интервале 57,0–58,0 м и К-77 в интервале 61,0–62,0 м, содержание Au 17,15 и 9,9 г/т соответственно.

Линзо-пластообразные рудные тела золотonosных березитоподобных метасоматитов нередко «расщеплены» на «хвосты» прослоями известняков и силлами габбро. Кроме того, рудные тела рассекаются дайками мелкозернистых габбро мощностью от первых до десятков метров более крутого северо-восточного простирания, чем основное залегание пород мраморной свиты.

Для установления форм нахождения золота и его взаимосвязи с рудными и породообразующими минералами выполнен фазовый анализ окисленных и первичных руд (табл. 1, 2). Анализ показал, что в окисленных рудах 90,91% золота находится в цианируемой форме, 5,19% связано с породообразующими минералами (кварцем), 3,90% покрыто пленками гидроксидов железа, а также содержится в карбонатах. В первичных рудах в цианируемой

форме находится 69,39% золота, с кварцем и рудообразующими силикатами связано 20,41%, с сульфидами 10,2%.

Форма золотин разнообразная — трубочки, лепешки, проволоочки, пластинки, крючки, редко встречаются кристаллы неправильной формы, близкой к октаэдрической. Распределение золота крайне неравномерное. При

опытно-методических работах по выбору сечения борозды для опробования поверхностных горных выработок по канаве 1 были отобраны бороздовые пробы сечением борозды 5×10 и удвоенной борозды 5×20 м. Содержание Au по результатам пробирного анализа в отдельных параллельных сечениях отличались в два и более раз. В результате среднее содержание Au по интервалу рядовых проб составило 4,06 г/т, по интервалу удвоенной борозды — 1,6 г/т. Отдельные содержа-

3. Результаты пробирного анализа на золото при разных сечениях борозды

Номера проб	Длина проб, м	Au, г/т	
		сечение борозды 5×10	сечение борозды 5×20
1-142/1-252	1,0	1,25	2,05
1-143/1-253		1,35	12,75
1-147/1-257		8,95	0,8
1-148/1-258		20,35	0,45
1-152/1-262		0,35	1,55
1-156/1-266		74,25	2,05
1-160/1-260		2,75	4,15
1-170/1-280		1,95	0,55
1-171/1-281		0,55	1,05
Всего 31 проба	32,7	4,06	1,6

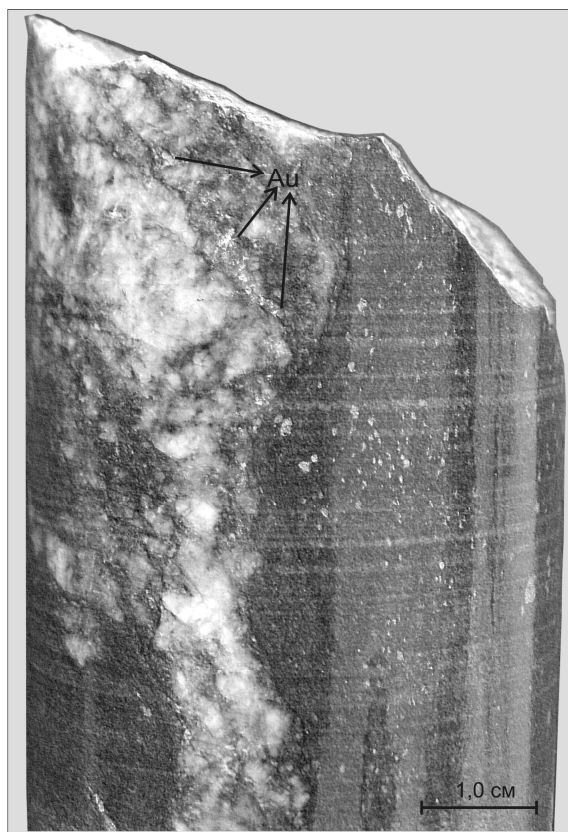


Рис. 4. Видимое золото в керне:

скв. 53, глубина 99,5 м, участок Кедровский

4. Изменение истинной мощности рудных тел и прогнозных ресурсов Au в зависимости от его бортовых содержаний

Бортовое содержание Au, г/т	Истинная мощность (от–до), м	Среднее содержание Au, г/т	Прогнозные ресурсы P ₁ Au, т
0,2	4,5–28,4	1,56	30,4
0,4	3,5–28,4	1,84	30,4
0,8	2,9–17,5	2,81	27,3
1,6	0,5–12,4	4,87	26,1

ния Au по борзовым пробам стандартной и удвоенной борозд приведены в табл. 3. Для заверки полученных данных составлена групповая проба из 31 борзовой пробы разведочного пересечения (борозда 5×10) за исключением навески массой 1,0 кг, которая использовалась для всевозможных анализов. Масса пробы составила 343 кг. По результатам обогащения групповой пробы со средневзвешенным содержанием Au 4,06 г/т балансовое содержание Au составило 7,62 г/т, при этом размер золотин достигал 8,0 мм.

Неравномерность распределения золота выявлена и при вскрытии рудных тел с поверхности на глубину. Так, на примере поисковой линии 1 (канавы 75, скв. 53, 54) видно, что среднее содержание Au в рудных телах на поверхности и по скважинам различное (см. рис. 3). По рудному телу 1 более богатая руда выявлена с поверхности, среднее содержание Au 4,02 г/т (от 0,44 до 11,5 г/т), а по скв. 54 в интервале 136,0–161,5 м среднее содержание Au 1,14 г/т (от 0,006 до 9,8 г/т). По рудному телу 9, наоборот, на поверхности в рудном интервале мощностью 15,5 м среднее содержание Au 0,88 г/т (от 0,067 до 3,94 г/т), по скв. 53 в интервале 94,0–100,0 м — 9,27 г/т (от 0,92 до 31,95 г/т). На глубине 99,5 м в альбанде кварцевого прожилка мощностью до 1,0–1,5 см отмечено видимое золото (рис. 4).

В результате проведенных поисковых работ на участке Кедровский выделено 17 рудных тел длиной от 160 до 1200 м по простиранию и от 13 до 210 м по падению. Для различных бортовых содержаний Au определена вероятная истинная мощность рудных тел (см. рис. 4), а также предварительно оценены их прогнозныe ресурсы категории P₁ (табл. 4).

В итоге на Кедровском участке по результатам мелкомасштабного дешифрирования выделена наиболее перспективная в металлогеническом отношении юго-восточная приграничная область Главной

зоны. Рудные тела восток–северо-восточного простирания локализованы в нижней пачке верхне-мрасской подсвиты. Распределение золота крайне неравномерное. Золото в рудах свободное, в незначительном количестве связано с сульфидами (магнетит, пирит). Оруденение относится к золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой формациям, прослежено буровыми скважинами до глубины 275 м. Руды малосульфидные, окисленные в верхних частях тел (до глубины 60–80 м). Оценены прогнозныe ресурсы золота по категории P₁ (см. табл. 4).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алабин Л.В., Калинин Ю.А. Металлогения золота Кузнецкого Алатау. – Новосибирск: СО РАН, 1999.
2. Житков В.Г., Ананьев Ю.С., Поцелуев А.А. Структурная позиция Комсомольской площади Ортон-Балыксинского золотоносного района по материалам космических съемок // Развитие минерально-сырьевой базы Сибири: от Обручева В.А., Усова М.А., Урванцева Н.Н. до наших дней. Томск: Изд-во ТПУ, 2013. С. 169–174.
3. Коньшев В.О., Севастьянов Е.В., Власов Г.Н. Месторождение Федоровское-1 и особенности методики разведки объектов с крупными выделениями самородного золота в рудах (Кузнецкий Алатау) // Геология и минеральные ресурсы Центральной Сибири. Красноярск, 2003. С. 146–156.
4. Платина и палладий в рудах медно-порфировых месторождений Сибири и Монголии / В.И.Сотников, А.Н.Берзина, М.Эконому-Элиопоулос и др. // ДАН. 2001. Т. 378. № 5. С. 663–667.
5. Шепель А.Б., Гавриленко М.Е., Лепилин В.П., Белоножко Е.А. Золотоносные синтетектонические метасоматиты — руды крупнообъемных месторождений золота нетрадиционного типа // Геология и минералогия Сибири. Новосибирск, 2010. С. 45–56.
6. Щербаков Ю.Г., Рослякова Н.В., Колтаков В.В. Федоровское месторождение золота и перспективы золотоносности Южно-Сибирской рудной провинции // Геология и геофизика. 2003. Т. 44. № 10. С. 979–992.