

## Прогнозные ресурсы золота в углеродистых отложениях зигазино-комаровской свиты Белорецкого метаморфического комплекса (Южный Урал)

В работе рассмотрено геологическое строение Белорецкого зонального метаморфического комплекса, описана серия коренных обнажений, проведено изучение углеродистых отложений в его пределах на золото. Показано, что наиболее крупные проявления золота приурочены к интенсивно тектонически проработанным, окварцованным и сульфидизированным породам черносланцевой формации, расположенным во внешней высокотемпературной зоне зеленосланцевой фации метаморфизма, что является очень важным поисковым признаком при проведении дальнейших работ по периферии Белорецкого метаморфического купола. Именно в такой геологической обстановке выявлено золоторудное проявление Отнурок, штуфное и бороздовое опробование углеродистых отложений, на котором выделена рудоносная пачка пород мощностью шесть метров. Эта зона золотонесущей минерализации прослежена в северо-восточном направлении на несколько километров по простиранию по серии высоких содержаний металла, что дало возможность подсчитать прогнозные ресурсы золота по категории  $P_2$ .

**Ключевые слова:** Белорецкий метаморфический комплекс, углеродистые сланцы, золотоносность, прогнозные ресурсы, зональный метаморфизм.

В работах многочисленных исследователей (Буряк, 1982; Коробейников, 1985) показано, что при процессах метасоматоза и сульфидизации происходит миграция золота. Однако наиболее отчетливо механизм концентрации золота проявлен при наложении на углеродсодержащие отложения более высоких ступеней метаморфизма. В частности, нами (Сначёв и др., 2006, 2010, 2011, 2012; Сначёв, Сначёв, 2014) на примерах южноуральских объектов показана приуроченность золотосульфидной минерализации к определенным субфациям зеленосланцевой фации, которая считается зоной осаждения золота, в то время как более высокотемпературные фации – зонами потенциального выноса. Примечательно, что месторождения и рудопроявления золота, имея четкую приуроченность к зеленосланцевой фации, в большинстве случаев концентрируются вблизи или почти на границе с амфиболитовой фацией метаморфизма. Такая зона с благоприятной обстановкой в пределах фации зеленых сланцев фиксируется в обрамлении Белорецкого зонального метаморфического комплекса, расположенного в восточной части Башкирского мегантиклинория в пределах Маярдакского антиклинория (Рис. 1) (Сначёв и др., 2007; Сначёв, Пучков, 2010). Рассматриваемый комплекс подковообразно огибает северное замыкание Зилаирского синклинория и протягивается в северо-восточном направлении на расстоянии около 120 км при ширине от 20 до 40 км. Сложен он ниже-средне- и верхнерифейскими отложениями, общая мощность которых составляет, по данным различных исследователей, от 4 до 5 км (Алексеев, 1984).

Исходными породами для Белорецкого метаморфического комплекса являются преимущественно песчано-глинистые и карбонатные отложения с довольно мощными прослоями углеродистых образований, заметно реже – интрузивные тела и эффузивы основного состава. В поздневендское (?) время породы испытали метаморфизм под действием расположенного на глубине крупного гранитного или гранитно-мигматитового интрузивного тела, четко фиксируемого геофизическими методами, в резуль-

тате чего сформировался зональный метаморфический комплекс, центральная часть которого (диаметр 7-8 км) сложена образованиями эклогитовой фации метаморфизма, промежуточная (ширина 2-10 км) – амфиболитовой и внешняя – зеленосланцевой (ширина 15-20 км) (Алексеев, 1984). В пределах последней выделяются высоко- и низкотемпературная субфации, граница между которыми проходит по изограде биотита (Рис. 1). Согласно исследованиям А.А. Алексеева и др. (Алексеев и др., 2009), основанным на изучении плагиоклаз-роговообманкового, гранат-биотитового, гранат-амфиболового и других термобарометров, породы эклогитовой, амфиболитовой и зеленосланцевой фаций метаморфизма образовались соответственно при следующих  $P-T$  – условиях: 12-13 кбар и 600-650 °С; 5,0-5,5 кбар и 500 °С; 2-3 кбара и 350-400 °С. На поверхности гранитоидный массив проявлен серией небольших выходов гнейсовидных и метаморфизованных гранитов ранней фазы внедрения (Ахмеровский массив), возраст которых по последним данным оценивается в  $1381 \pm 23$  млн. лет (Краснобаев, 2008). Известно, что гранитно-мигматитовые купола являются многофазными и формируются на протяжении нескольких сотен миллионов лет (Кейльман, 1988). С заключительной (вендской?) фазой становления рассматриваемого гранитоидного массива, по-видимому, и связано образование Белорецкого зонального метаморфического комплекса.

Нами был собран имеющийся опубликованный и фондовый материал по золотоносности углеродистых отложений Белорецкого метаморфического комплекса и его обрамления, а также проведено около 200 анализов собственных штуфных и бороздовых проб, 49 из которых отобраны в районе проявления Отнурок (Рис. 2) и приведены в таблицах 1, 2. Определения золота выполнены в лаборатории геохимии ИГЕМ РАН (глав. науч. сотрудник В.В. Дистлер) химико-спектральным методом с предварительным концентрированием на органическом полимерном сорбенте “Полиоргс-4”. Нижние пределы количественных определений элемента – 0,0005 г/т.

В результате обработки полученных данных выявилась очень четкая закономерность размещения повышенных содержаний золота – все точки с промышленными значениями золота укладываются в область развития пород с зеленосланцевой фацией метаморфизма (проявления Отнурок, Кудашманово, Улу-Елга, Ишля, Кагарманово, Гадьльшино, высокие содержания на горе Широкая, хребте Маярдак и т.д.) (Сначёв, Пучков, 2010; Сначёв, Сначёв 2014). Наиболее значимые проявления (Отнурок, Улу-Елга, хр. Маярдак) приурочены к внешней высокотемпературной субфации зеленосланцевой фаций. Примечательно, что практически все проявления и точки минерализации золота на рассматриваемой площади приурочены к углеродистым сланцам, которые, как известно, являются хорошими его концентраторами. Близкие выводы были получены и другими исследователями, занимающимися изучением золотоносности углеродистых отложений Южного Урала (Ковалёв, 2004; Знаменский, Серавкин, 2001; Знаменский, Знаменская, 2009). Хорошим тому примером является наиболее крупное на рассматриваемой территории проявление золота Отнурок, выявленное нами в пределах Белорецкого метаморфического комплекса (Сначёв и др., 2007).

Здесь промышленные содержания золота образуют

стратиграфический уровень интенсивно дислоцированных, окварцованных и сульфидизированных пород мощностью порядка 6 метров среди слабо измененных углеродистых отложений (Рис. 3):

1) 0,0-11,0 м – Слабо дислоцированные плитчатые, кварц-полевошпат-мусковитовые гофрированные сланцы с мелкими будинами кварца.

2) 11,0-17,0 м – Интенсивно дислоцированная толща углеродистых сланцев. В интервале 15,5-17,0 м в них отмечается зона смятия, в которой отмечены обособленные линзы или тонкое переслаивание окварцованных бурых железняков. Углеродистые сланцы интенсивно дислоцированы по сравнению с окружающими кварц-полевошпат-мусковитовыми сланцами.

3) 17,0-23,0 м – Сланцы слюдястые гофрированные с окисленным пиритом размером 0,1-2 мм.

4) 23,0-29,0 м – Переслаивание слюдястых сланцев гофрированных и слоев, сложенных рыхлыми охрами, возможно-образованными по зонам интенсивной сульфидизации.

Большие борозды, длиной до 6 метров отбирались для определения мощности рудоносного уровня (Рис. 3, Табл. 1). После этого длина борозды была сокращена до 0,5-1,5 метров для локализации оруденения в пределах

конкретной пачки углеродистых отложений. Анализ на благородные металлы общей бороздовой пробы 7134/36 показал 0,44 г/т золота, а пробы к-126-5 (являющейся её 0,5 метровым фрагментом) – 3,43 г/т. что позволяет предлагать нам этот участок для дальнейших исследований.

Другой протяженный коренной разрез зигазино-комаровской свиты среднего рифея был описан нами на левом берегу р. Нура, между пос. Отнурок и лесхоз Белорецкий (точки 7130, 7131, 5132, рис. 2). Документация разреза проводилась с запада на восток, начиная от моста через р. Нура. Общая протяжённость разреза составляет 1582 м. Ниже приведено описание его фрагмента (660-960 м) (Рис. 4):

**Слой 1.** Инт. 660-835 м – Углеродисто-кварцевые сланцы тёмно-серого до чёрного цвета, тонкоплитчатые, слабо мусковитизированные по плоскостям рассланцевания.

Инт. 660-710 м – Сланцы залегают моноклиально с падением на северо-восток (55°, ∠30°). Для них характерна интенсивная лимонитизация как по плоскостям трещин, так и по всему объёму пород. Часто присутствуют разрозненные крупные (до 1 см) пустоты выщелачивания с квадратным сечением (по пириту), значительно реже можно наблюдать вкрапленность окисленных кристаллов пирита или гнездовые обособления бурых железняков размером до 5-7 см.

Инт. 710-835 м – Зона смятия в угле-

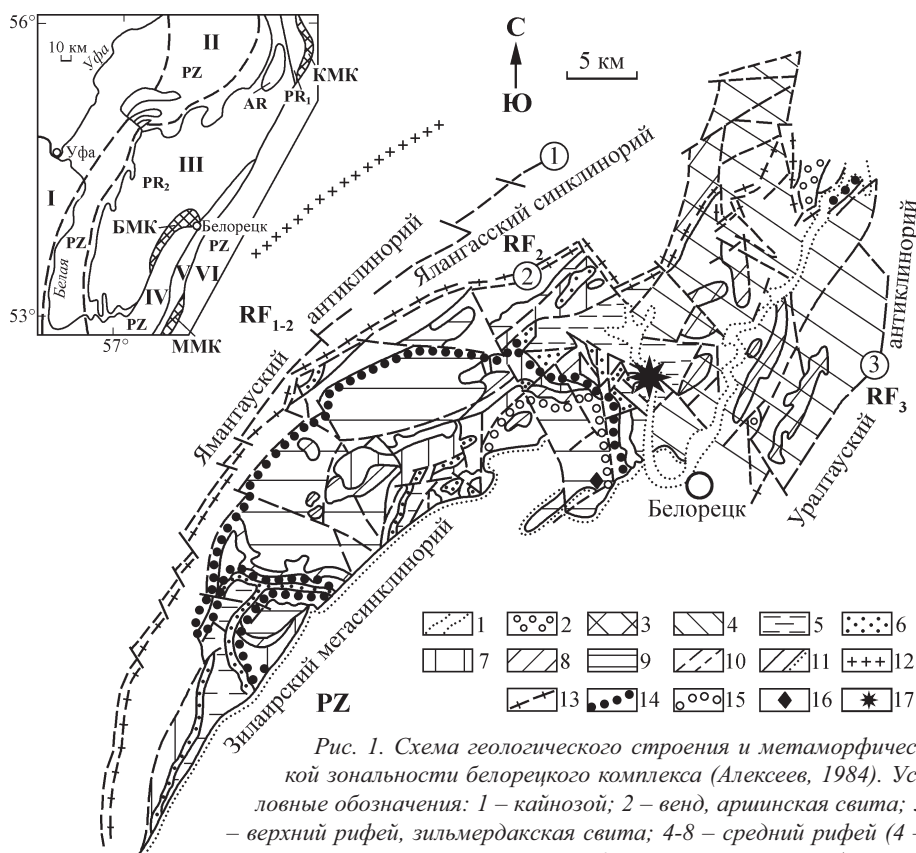


Рис. 1. Схема геологического строения и метаморфической зональности белорецкого комплекса (Алексеев, 1984). Условные обозначения: 1 – кайнозой; 2 – венд, аршинская свита; 3 – верхний рифей, зильмердакская свита; 4-8 – средний рифей (4 – авзянская, 5 – зигазино-комаровская, 6 – зигальгинская, 7 – белетарская, 8 – аюсапканская свиты); 9 – нижний рифей, кызылташская и буганакская свиты; 10 – разрывные нарушения региональные (а) и местного значения (б); 11 – геологические границы согласные (а) и несогласные (б); 12-15 – изограды (12 – хлоритоида, 13 – биотита, 14 – граната, 15 – омфацита); 16 – участок развития кианитальковых сланцев; 17 – положение проявления Отнурок. На врезке: I – Восточно-Европейская платформа, II – Предуральский прогиб, III – Башкирский мегантиклинорий, IV – Зилаирский синклинорий, V – Уралтауский антиклинорий, VI – Магнитогорский мегасинклинорий; КМК – куртинский эклогит-сланцевый комплекс, БМК – белорецкий эклогит-сланцевый комплекс, ММК – максютовский эклогит-глаукофановый комплекс; PZ – палеозойские, PR<sub>2</sub> – верхнепротерозойские, PR<sub>1</sub> – нижнепротерозойские, AR – архейские породы.

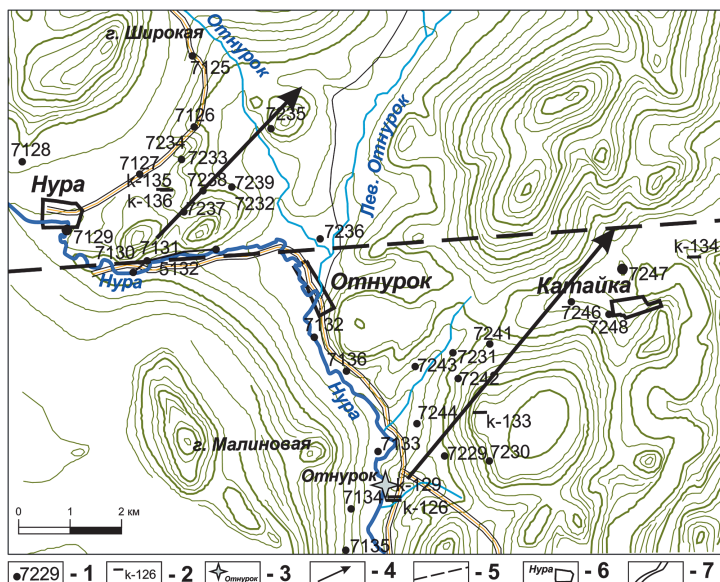


Рис. 2. Карта фактического материала района проявления Отнурок. Условные обозначения: 1 – точки отбора штифных проб; 2 – расположение канав и их номер; 3 – проявление Отнурок; 4 – положение рудоносного уровня; 5 – тектоническое нарушение; 6 – населенные пункты; 7 – грунтовая дорога.

родисто-кварцевых сланцах. Представлена серией опрокинутых и лежачих складок, осложнённых более мелкими флексурными изгибами, плейчатостью и микроскладками. Широко проявлен послойный кливаж. Характерная особенность – интенсивное ожелезнение (лимонитизация) пород и обилие пустот выщелачивания по пириту. Эпизодически встречается гнездовое и прожилковое окварцевание.

Инт. 762-780 м – углеродисто-кварцевые сланцы содержат обильную сульфидную (пирит) минерализацию, приуроченную к пологопадающему ( $\angle 15^\circ$ ) в восточном направлении крылу складки. По простирацию пиритизированные сланцы прослежены на 18 м, мощность сульфиди-

зированной зоны составляет 50 м. Сульфидная минерализация образует послойную вкрапленность, линзовидные объединения, сплошные прожилковидные выделения мощностью до 1 см. Пирит представлен кубическими кристаллами размером 1-5 мм, их агрегатными сростаниями или сплошными массами. Среднее содержание сульфидов 5-7 %, на отдельных интервалах до 10-12 %.

Инт. 780-835 м – Те же углеродисто-кварцевые сланцы с очень бедной вкрапленностью мелких кристалликов пирита. В этом интервале интенсивность деформаций в сланцах заметно снижается.

**Слой 2.** Инт. 835-875 м – Известковистые полевошпат-кварцевые песчаники светло-серого цвета, среднезернистые, массивные с хорошо проявленной тонкой и средней плитчатой отдельностью. Отмечается слабое и неравномерное ожелезнение (лимонитизация) пород. Песчаники смяты в антиклинальную складку: аз. пад. западного крыла  $50^\circ$ ,  $\angle 45^\circ$ , восточного –  $305^\circ$ ,  $\angle 35^\circ$ . Основная система трещин: аз. пад.  $290^\circ$ ,  $\angle 40^\circ$  (4-5 шт./п.м).

**Слой 1.** Инт. 875-960 м – Углеродисто-кварцевые сланцы тёмно-серого, чёрного цвета, неравномерно ожелезненные (лимонитизация), с пустотами выщелачивания по пириту. По всему интервалу сланцы интенсивно деформированы и собраны в серию небольших складок. Здесь же отмечается вкрапленность одиночных кристаллов пирита. Основные системы трещин: инт. 890 м – аз. пад.  $50^\circ$ ,  $\angle 60^\circ$  (10 шт./п.м); инт. 919 м – аз. пад.  $25^\circ$ ,  $\angle 35^\circ$  (8 шт./п.м).

Определенный интерес для подсчета прогнозных ресурсов золота представляет коренной разрез углеродистых сланцев зигазино-комаровской свиты, обнаженной в щебеночном карьере (Рис. 5; канавы к-135, к-136 на рис. 2).

Инт. 0,0-38,0 м – Выходы серых углеродистых сланцев. Сланцы массивные по трещинам отдельности имеют красновато-коричневый цвет. Аз. пад.  $315^\circ$ ,  $\angle 50^\circ$ . В сланцах наблюдаются прожилки, состоящие из интенсивно обохренных сланцев, мощностью до 10 см. Много прослоев с окис-

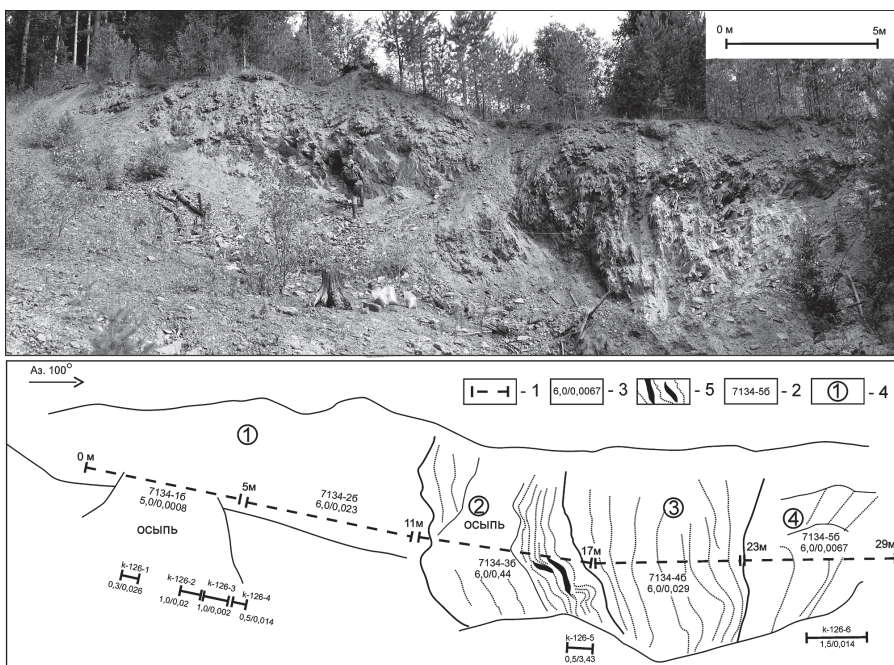


Рис. 3. Общий вид и схема опробования разреза углеродистых отложений зигазино-комаровской свиты на проявлении Отнурок. Условные обозначения: 1 – линия борзодового опробования, 2 – номер пробы, 3 – длина борзоды / содержания Au (г/т) (см. табл. 1), 4 – номер слоя, 5 – зона интенсивного окварцевания и ожелезнения.

№ п/п	№ борзоды	Длина борзоды (м)	Au, г/т
1	7130/16	5,0	0,0055
2	7130/26	6,0	0,0025
3	7130/36	4,0	0,0120
4	7134/16	5,0	0,0008
5	7134/26	6,0	0,0230
6	7134/36	6,0	0,4400
7	7134/46	6,0	0,0290
8	7134/56	6,0	0,0067
9	к-126-1	0,3	0,0260
10	к-126-2	1,0	0,0200
11	к-126-3	1,0	0,0016
12	к-126-4	0,5	0,0140
13	к-126-5	0,5	3,4300
14	к-126-6	1,5	0,0140
15	к-129-1	1,0	0,0320
16	к-135-1	1,0	0,0100
17	к-135-2	1,0	0,0150
18	к-135-3	1,0	0,0084
19	к-136-1	1,0	0,0430

Табл. 1. Содержание золота в борзодовых пробах углеродистых отложениях зигазино-комаровской свиты. Примечание. №№ п/п 1-3 – разрез по р. Нура; №№ п/п 4-15 – проявление Отнурок; №№ п/п 16-19 – щебеночный карьер (см. рис. 5).

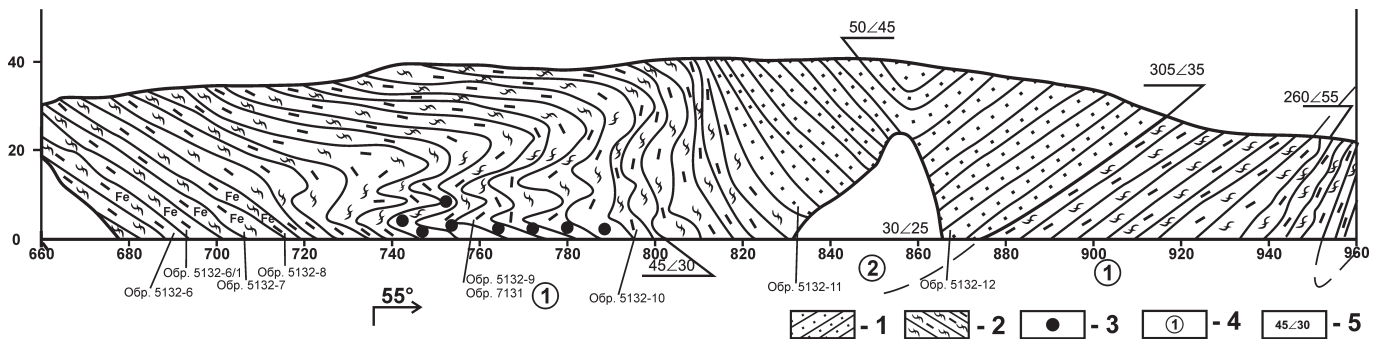


Рис. 4. Фрагмент коренного разреза (660-960 м) зигзазино-комаровской свиты, расположенного на левом берегу р. Нура (номера точек отprobования 7130-7131 см. рис. 2). Условные обозначения: 1 – песчаник, 2 – углеродисто-кварцевый сланец, 3 – вкрапленность пирита, 4 – слой и его номер, 5 – элементы залегания.

ленными сульфидами. Отметка 17 м – кварцевая будина мощностью 0,3 м, насыщенная окисленными сульфидами размером до 3 мм.

Инт. 38,0-60,0 м – Сланцы серые с «щеповатой» отдельностью и многочисленными сульфидами. Сульфиды как одиночные до 0,5 см, так и мелкие в виде шпиров и прожилков, иногда выщелочены. Местами сланцы окварцованы сетью жил, а также содержат разобщенные будины кварца мощностью до 2 см. Аз. пад., 290/55.

Инт. 60,0-70,0 м – Серые тонкоплитчатые, полосчатые сланцы. Полосы появляются за счет более светлых (окисление  $C_{орг}$ ?) и насыщенных сульфидами прослоев до 1 см. Сульфиды очень мелкие, равномерно заполняют светлые прослои.

Инт. 70,0-90,0 м – Серые углеродистые сланцы с брусчатой отдельностью. Бруски 5-10 см местами насыщены пустотами выщелачивания сульфидов размером до 5 мм.

Инт. 90,0-100,0 м – Слюдистые и кремнисто-углеродистые сланцы. Местами интенсивно гематитизированные и железные. Аз. пад. 290, /50.

Учитывая северо-восточное простирание зигзазино-комаровской свиты (35-40°) на золото были отprobованы углеродистые отложения от проявления Отнурок вплоть

до п. Катайка (Рис. 2) (юго-восточный участок), далее от коренного разреза вдоль широтного течения р. Нура (т.т. 7130-7131) (Рис. 4) до щебеночного карьера, который находится в 2 км на восток – северо-восток от п. Нура (к-135, к-136), а затем в сторону точки 7235 (северо-западный участок). Изучение золотоносности углеродистых отложений этих двух участков объясняется тем, что по данным геолого-съемочных работ 2005-2008 гг., проведенных ООО «Геопоиск» (г. Челябинск, ответственный исполнитель В.М. Мосейчук, лист N-40-XVII, Тирлян, масштаб 1:200 000), зигзазино-комаровская свита по широтному разлому смещена к западу на 7-7,5 км и тот стратиграфический уровень, отprobованный нами на юго-восточном участке, прослеживается в северо-восточном направлении в пределах северо-западного участка (Рис. 2).

Штуфное отprobования углеродистых сланцев юго-восточного участка показало, что наиболее значимые содержания золота в них прослеживаются от проявления Отнурок через т. 7241 (0,26 г/т) до п. Катайка т. 7247 (0,76 г/т) (Табл. 1, 2). Остальные значения золота на этой площади колеблются в пределах 0,01-0,1 г/т и представляют собой, в лучшем случае, рудогенную аномалию.

Продолжение рудной зоны начинается от протяжен-

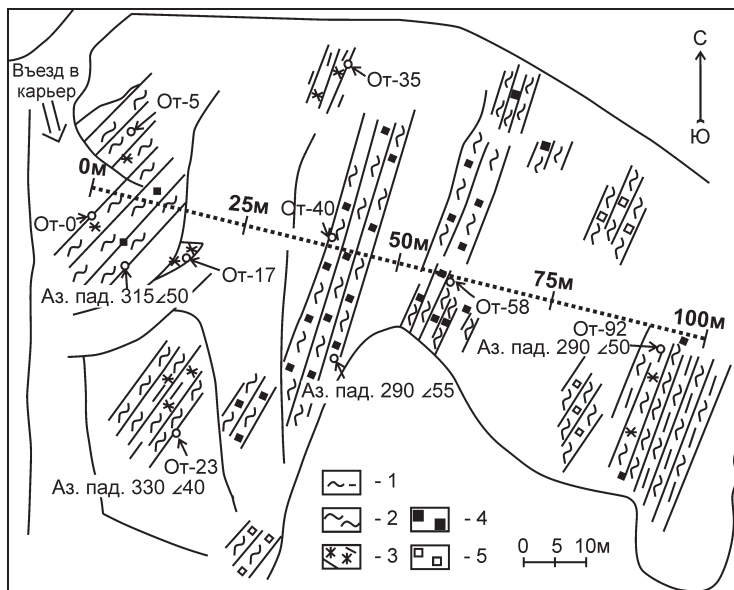


Рис. 5. Геологическая зарисовка и схема отprobования сланцев зигзазино-комаровской свиты в щебеночном карьере (к-135, к-136; см. рис. 2). словные обозначения: 1 – слюдистые кремнисто-углеродистые сланцы, 2 – кремнисто-углеродистые сланцы, 3 – ожелезнение (бурые железняки), 4 – сульфиды не окисленные, 5 – сульфиды окисленные.

№ п/п	№ образца	Au г/т	№ п/п	№ образца	Au г/т
1	7126-1	0,019	16	7238	0,26
2	7127	0,089	17	7241	0,26
3	7128	0,033	18	7244	<0,0005
4	7128-1	0,037	19	7247	0,76
5	7130	0,016	20	К-133-1	0,082
6	7131	0,47	21	К-134-1	0,033
7	7134	2,05	22	К-134-2	0,02
8	7134-1	0,28	23	К-134-3	0,024
9	7136	0,016	24	К-134-4	0,008
10	7136-1	0,07	25	От-05	0,06
11	7229	0,019	26	От-23	0,01
12	7231	0,005	27	От-35	0,04
13	7233	<0,0005	28	От-40	0,01
14	7235	0,37	29	От-58	0,04
15	7237-1	0,23	30	От-92	0,17

Табл. 2. Содержание золота в штуфных пробах углеродистых отложениях зигзазино-комаровской свиты. №№ n/n 1,2,5,6 и 13-16 – Северо-западный участок; №№ n/n 3,4, 7-12 и 17-24 – Юго-восточный участок. №№ n/n 25-30 – щебеночный карьер (канавы к-135 и к-136; см. рис. 5).

ного (около 1600 м) коренного разреза зигазино-комаровской свиты (от т. 7130 до 7131 и далее), фрагмент которого показан на рис. 4. Хорошо видно, что содержание золота в 0,47 г/т приурочено к интенсивно дислоцированной окварцованной и сульфидизированной 50-метровой рудной зоне, которая в северо-восточном направлении прослеживается через т. 7237/1 (0,23 г/т) и т. 7238 (0,26 г/т) к т. 7235 с содержанием золота 0,37 г/т. Немного западнее от нее находится щебеночный карьер, в полотно которого вскрыт разрез углеродистых отложений зигазино-комаровской свиты (Рис. 2, 5). Содержания золота здесь не высокие (0,01-0,17 г/т, табл. 2). Однако максимальные содержания приурочены именно к окварцованным и сульфидизированным участкам углеродистых сланцев.

Приведенный выше аналитический материал позволяет отнести углеродистые отложения зигазино-комаровской свиты к высокоперспективным на поиски золотого оруденения. Поисковые работы в ее пределах несомненно должны быть продолжены.

Обратимся к подсчёту прогнозных ресурсов.

При прогнозе ресурсов отдельных рудных тел, месторождений и продуктивных образований по категории  $P_2$  можно использовать формулу (Гинзбург, Фельдман, 1982):

$$Q = k \times S \times H \times C_m \times D,$$

где  $Q$  – прогнозные ресурсы компонента или руды, т;  $S$  – предполагаемая площадь распространения оруденения на некотором горизонте (например, площадь выхода на дневную поверхность),  $m^2$ ;  $H$  – экстраполируемая глубина распространения оруденения (глубина прогнозирования), м;  $C_m$  – содержание компонента в руде, удельная продуктивность или коэффициент рудоносности (содержание руды в продуктивных образованиях, г/т);  $D$  – средняя плотность пород объектов,  $t/m^3$ ;  $k$  – коэффициент надёжности прогноза; его значения принимаются на основании экспертной оценки ( $k = 0,3-0,5$  при низкой,  $0,5-0,8$  – при высокой,  $0,8-1,0$  – при очень высокой достоверности данных).

Исходные данные для подсчёта ресурсов по категории  $P_2$  следующие:

1. Протяженность рудоносной зоны на юго-восточном участке – 4,5 км, на северо-западном – 2,7 км, в итоге – 7,2 км.

2. Мощность золотоносной пачки в пределах рудоносной зоны составляет, судя по бороздovому опробованию на проявлении Отнурок, 6 м. Именно в борозде такой длины зафиксировано содержание золота (0,44 г/т), сопоставимое с данным по другим точкам в пределах золотоносной пачки (0,26-0,76-0,47-0,37-0,23-0,26 г/т).

3. Экстраполируемая глубина распространения оруденения ( $H$ ) – 100 м.

4. Среднее содержание золота в перечисленных выше пробах составляет 0,4 г/т.

5. Средняя плотность углеродистых образований ( $D$ ) – 2,6  $t/m^3$ , коэффициент надёжности прогноза ( $K$ ) – 0,7.

Тогда прогнозные ресурсы золота по категории  $P_2$  составляют:

$$Q = 0,7 \times 7200 \text{ м} \times 6 \text{ м} \times 100 \text{ м} \times 2,6 \text{ т/м}^3 \times 0,4 \text{ г/т} = 3,15 \text{ т.}$$

Таким образом, проведенные исследования по изучению золотоносности углеродистых отложений зигазино-комаровской свиты в пределах Белорецкого зонального метаморфического комплекса позволили выявить пер-

спективное проявление Отнурок. С помощью бороздovого опробования довольно мощной рудоносной зоны выделена локальная пачка интенсивно тектонизированных, окварцованных и сульфидизированных пород с промышленным содержанием золота, которая была прослежена по простиранию на несколько километров. В результате удалось подсчитать прогнозные ресурсы золота по категории  $P_2$  в размере около 3 т. Учитывая тот факт, что северо-восточный фланг рудного тела не оконтурен, поисковые работы на северо-западном участке рассматриваемой территории должны быть продолжены.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ-Поволжье №14-05-97005.*

## Литература

- Алексеев А.А. Рифейско-вендский магматизм западного склона Южного Урала. М: Наука. 1984. 136 с.
- Алексеев А.А., Ковалёв С.Г., Тимофеева Е.А. Белорецкий метаморфический комплекс. Уфа: ДизайнПолиграфСервис. 2009. 210 с.
- Буряк В.А. Метаморфизм и рудообразование. М: Недра. 1982. 256 с.
- Гинзбург А.И., Фельдман Л.Г. Руководство по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. М: ВИМС. 1982. 320 с.
- Знаменский С.Е., Знаменская Н.М. Роль сдвиговых дуплексов в региональном структурном контроле позднепалеозойского золотого оруденения Магнитогорской мегазоны (Южный Урал). *Литосфера*. 2009. № 4. С. 83-92.
- Знаменский С.Е., Серавкин И.Б. Структурные условия локализации позднеколлизионных месторождений золота Магнитогорского мегасинклиниория. *Руды и металлы*. 2001. № 6. С. 26-36.
- Кейльман Г.А. Гранитизация и тектоника. Свердловск: Изд. СГИ. 1988. 36 с.
- Ковалёв С.Г. Сложнодислоцированные углеродсодержащие породы западного склона Южного Урала. *Доклады академии наук*. 2004. Т. 396. № 4. С. 511-514.
- Коробейников А.Ф. Особенности распределения золота в породах черносланцевых формаций. *Геохимия*. 1985. № 12. С. 1747-1757.
- Краснобаев А.А., Козлов В.И., Пучков В.Н., Родионов Н.В., Нехорошова А.Г., Кисеева К.Н. Ахмеровский гранитный массив – представитель мезопротерозойского интрузивного магматизма на Южном Урале. *Докл. АН*. 2008. Т. 418. № 2. С. 241-246.
- Сначёв А.В., Кузнецов Н.С., Сначев В.И. Черноозерское проявление золота – первый объект на Южном Урале в углеродистых отложениях офиолитовой ассоциации. *Доклады Академии Наук*. 2011. Т. 439. № 1. С. 83-85.
- Сначёв А.В., Пучков В.Н. Первые находки палладий-золото-редкометалльной минерализации в докембрийских углеродистых сланцах западного склона Южного Урала. *Докл. РАН*. 2010. Т. 433. № 1. С. 77-80.
- Сначёв А.В., Пучков В.Н., Савельев Д.Е., Сначёв В.И. Геология Арамильско-Сухтелинской зоны Урала. Уфа: ДизайнПолиграфСервис. 2006. 176 с.
- Сначёв А.В., Савельев Д.Е., Сначёв В.И. Палладий-золото-редкометалльная геохимическая ассоциация в углеродистых сланцах зигазино-комаровской свиты (Южный Урал). *Руды и металлы*. 2010. № 4. С. 14-19.
- Сначёв А.В., Сначёв В.И., Рыкус М.В., Савельев Д.Е., Бажин Е.А., Ардисламов Ф.Р. Геология, петрогеохимия и рудоносность углеродистых отложений Южного Урала. Уфа. ДизайнПресс. 2012. 208 с.
- Сначёв В.И., Пучков В.Н., Савельев Д.Е., Мосейчук В.М., Сначёв А.В., Шиянова А.А., Рыкус М.В. Рудоносность углеродистых отложений северной половины Маярдакского и Ямантауского антиклинориев. *Геологический сборник № 6*. ИГ УНЦ РАН. Уфа. 2007. С. 227-232.
- Сначёв В.И., Сначёв А.В. Закономерности размещения золоторудных проявлений в углеродистых отложениях Белорецкого метаморфического комплекса (Южный Урал). *Вестник ВГУ, серия геология*. 2014. № 2. С. 79-87.

**Сведения об авторах**

*Александр Владимирович Сначёв* – канд. геол.-мин. наук, старший научный сотрудник

*Владимир Иванович Сначёв* – доктор геол.-мин. наук, профессор, заведующий лабораторией «Рудных месторождений»

*Фаниз Ринатович Ардисламов* – канд. геол.-мин. наук, научный сотрудник

Институт геологии Уфимского научного центра РАН  
450077, г. Уфа, ул. К. Маркса, 16/2  
Тел: (347) 272-06-64

## Forecast Reserves of Gold in Komarovskian Carbon Sediments of Beloretsky Metamorphic Complex (The South Urals)

*A.V. Snachev, V.I. Snachev, F.R. Ardislamov*

*Institute of Geology Ufa Scientific Center Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia*  
e-mail: savant@inbox.ru

**Abstract.** The paper considers geological structure of Beloretsky zonal metamorphic complex, describes original outcrops and presents studies of carbon deposits for gold. The largest gold occurrences are associated with intense tectonic silicified and sulfidized rocks of black shale located in the external high-temperature zone of green shale facies. It is a very important feature for further works on the periphery of Beloretsky metamorphic dome. In such geological conditions gold ore Otnurok is found, where lump and trench sampling of carbon deposits allocated ore-bearing rocks of six meters. This gold-mineralized zone was traced in northeastern direction for several kilometers along the series of high metal content, making it possible to calculate forecast resources of gold at the P2 category.

**Keywords:** Beloretsky metamorphic complex, carbonaceous shale, gold bearing, forecast resources, zonal metamorphism.

**References**

- Alekseev A.A. Rifeysko-vendskiy magmatizm zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [Riphean-Vendian magmatism of the western slope of the Southern Urals]. Moscow: «Nauka» Publ. 1984. 136 p.
- Alekseev A.A., Kovalev S.G., Timofeeva E.A. Beloretskiy metamorficheskiy kompleks [Beloretsk metamorphic complex]. Ufa: «DizaynPoligrafServis» Publ. 2009. 210 p.
- Buryak V.A. Metamorfizm i rudoobrazovanie [Metamorphism and mineralization]. Moscow: «Nedra» Publ. 1982. 256 p.
- Ginzburg A.I., Fel'dman L.G. Rukovodstvo po otsenke prognoznykh resursov tverdykh poleznykh iskopaemykh [Guidelines for the evaluation of solid minerals resources forecast]. Moscow: «VIMS» Publ. 1982. 320 p.
- Znamenskiy S.E., Znamenskaya N.M. Rol' sdvigovykh dupleksov v regional'nom strukturnom kontrole pozdnepaleozoyskogo zolotogo orudneniya Magnitogorskoy megazony (Yuzhnyy Ural) [The role of shear duplexes in the regional structural control of late paleozoic gold mineralization of the Magnitogorsk megazone (Southern Urals)]. *Litosfera* [Lithosphere]. 2009. № 4. Pp. 83-92.
- Znamenskiy S.E., Seravkin I.B. Strukturnye usloviya lokalizatsii pozdnepaleozoyskikh mestorozhdeniy zolota Magnitogorskogo megasinklinoriya [Structural conditions of late collision gold deposits localization of the Magnitogorsk megasinklinoria]. *Rudy i metally* [Ores and metals]. 2001. № 6. Pp. 26-36.
- Keyl'man G.A. Granitizatsiya i tektonika [Granitization and tectonics]. Sverdlovsk: «SGI» Publ. 1988. 36 p.
- Kovalev S.G. Slozhnodislotsirovannye uglerodsoderzhaschie porody zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [Complex dissociated carbonaceous rocks on the western slope of the Southern Urals]. *Doklady akademii nauk* [Reports of the Academy of Sciences]. 2004. V. 396. № 4. Pp. 511-514.
- Korobeynikov A.F. Osobennosti raspredeleniya zolota v porodakh chernoslantsevyykh formatsiy [Features of the distribution of gold in black shale rock formations]. *Geokhimiya* [Geochemistry]. 1985. №12. Pp. 1747-1757.
- Krasnobaev A.A., Kozlov V.I., Puchkov V.N., Rodionov N.V.,

Nekhoroshova A.G., Kiseeva K.N. Akhmerovskiy granitnyy massiv – predstavitel' mezoproterozoyskogo intruzivnogo magmatizma na Yuzhnom Urale [Akhmerovsky granite massif – the representative of Mesoproterozoic intrusive magmatism in the southern Urals]. *Doklady Akademii Nauk* [Reports of the Academy of Sciences]. 2008. V. 418, № 2. Pp. 241-246.

Snachev A.V., Kuznetsov N.S., Snachev V.I. Chernoozerskoe proyavleniya zolota – pervyy ob'ekt na Yuzhnom Urale v uglerodistykh otlozheniyakh ofiolitovoy assotsiatsii [Chernoozersky occurrences of gold – the first body in the southern Urals in carbonaceous sediments of ophiolite association]. *Doklady Akademii Nauk* [Reports of the Academy of Sciences]. 2011. V. 439. № 1. Pp. 83-85.

Snachev A.V., Puchkov V.N. Pervye nakhodki palladiy-zoloto-redkometal'noy mineralizatsii v dokembriyskikh uglerodistykh slantsakh zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [The first finds of palladium-gold-rare-metal mineralization in Precambrian carbonaceous shales of the western slope of the Southern Urals]. *Dokl. RAN* [Reports of Russian Academy of Sciences]. 2010. V. 433. № 1. Pp. 77-80.

Snachev A.V., Puchkov V.N., Savel'ev D.E., Snachev V.I. Geologiya Aramil'sko-Sukhtelinskoy zony Urala [Geology of Aramil'sko-Sukhtelinsky area of the Urals]. Ufa: «DizaynPoligrafServis» Publ. 2006. 176 p.

Snachev A.V., Savel'ev D.E., Snachev V.I. Palladiy-zoloto-redkometal'naya geokhimicheskaya assotsiatsiya v uglerodistykh slantsakh zigazino-komarovskoy svity (Yuzhnyy Ural) [The palladium-gold-rare-metal geochemical association in carbonaceous shales of zigazino-Komorowsky Formation (Southern Urals)]. *Rudy i metally* [Ores and metals]. 2010. № 4. Pp. 14-19.

Snachev A.V., Snachev V.I., Rykus M.V., Savel'ev D.E., Bazhin E.A., Ardislamov F.R. Geologiya, petrogeokhimiya i rudonosnost' uglerodistykh otlozheniy Yuzhnogo Urala [Geology, ore bearing and petrogeochemistry of carbonaceous deposits of the Southern Urals]. Ufa. «DizaynPress» Publ. 2012. 208 p.

Snachev V.I., Puchkov V.N., Savel'ev D.E., Moseychuk V.M., Snachev A.V., Shiyanova A.A., Rykus M.V. Rudonosnost' uglerodistykh otlozheniy severnoy poloviny Mayardakskogo i Yamantauskogo antiklinoriev [Ore bearing of carbon deposits of the northern half of the Mayardaksky Yamantausky anticlinoria]. *Geologicheskii sbornik* [Geological collection]. № 6. Ufa. IG UNTs RAN. 2007. Pp. 227-232.

Snachev V.I., Snachev A.V. Zakonomernosti razmescheniya zolotorudnykh proyavleniy v uglerodistykh otlozheniyakh Beloretskogo metamorficheskogo kompleksa (Yuzhnyy Ural) [Laws of distribution of gold occurrence in carbon deposits of the Beloretsk metamorphic complex (Southern Urals)]. *Vestnik VGU, seriya geologiya* [Bulletin of the Voronezh State University, series geology]. 2014. № 2. Pp. 79-87.

**Information about authors**

*Aleksandr V. Snachev* – PhD (Geol. and Min.), Senior Researcher

*Vladimir I. Snachev* – Doctor of Sciences (Geol. and Min.), Senior Researcher, Head of the Laboratory «Ore deposits»

*Faniz R. Ardislamov* – PhD (Geol. and Min.), Associate Researcher

Institute of Geology Ufa Scientific Center Russian Academy of Sciences. 450077, Russia, Ufa, K. Marks str., 16/2. Phone: (347) 272-06-64