

УДК 553.491+553.41

А.В. Сначёв¹, В.И. Сначёв², М.А. Романовская³

НОВЫЕ ОБЪЕКТЫ ЗОЛОТОРУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В УГЛЕРОДИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА⁴

Приводится краткое описание геологического строения золоторудных проявлений Осиповское, Ларинское, Амурское, Черноозерское и Отнурок, выявленных авторами в углеродистых отложениях Южного Урала. Показано, что все проявления локализованы в интенсивно дислоцированных, окварцованных и сульфидизированных породах, в большинстве случаев насыщенных дайками различного состава. Выявленная приуроченность наиболее значимых золоторудных объектов к внешней высокотемпературной субфации зеленосланцевой фации в пределах обрамлений Белорецкого и Ларинского куполов может служить важным поисковым критерием.

Ключевые слова: углеродистые сланцы, золотоносность, метаморфические купола, Южный Урал.

The article is a summary of the geological structure of new gold mineralized objects such as Osipovskaya, Larinsky dome, Amur deposit, Chernoozerskoe, Otnurok identified in carbonaceous sediments of the Southern Urals. It is shown that they are confined to the highly dislocated, silicified and sulfidized rocks in most cases saturated dykes with various compositions. The confinement of the most significant gold objects to an external high-subfacies greenschist facies within the frames Beloretskogo and Larin domes is a very important search criteria.

Keywords: carbonaceous shale, gold mineralization, metamorphic dome, Osipovskaya, Amur deposit, Chernoozersk, Otnurok, Larinsky dome, Southern Urals.

Введение. Долгие годы все проводимые на Южном Урале поисковые и разведочные работы были ориентированы на традиционные типы благороднометаллической минерализации (золото-кварцевый, золото-сульфидно-кварцевый, золото-сульфидный). Углеродистые пиритсодержащие отложения рифейского и ранне-среднепалеозойского возраста, несущие знаки золота, а иногда и вмещающие его небольшие проявления, не вызывали должного интереса.

В то же время в пределах палеоконтинентального сектора Южного Урала (Башкирское, Восточно-Уральское и Зауральское поднятия) мощные прослои углеродистых сланцев широко развиты среди рифейских и палеозойских осадочных отложений. На участках с интенсивным проявлением разрывных деформаций они сильно дислоцированы, окварцованы и сульфидизированы. В палеоостроводужном секторе Южного Урала (Магнитогорский, Арамилско-Сухтелинский и Восточно-Уральский синклиналии) палеозойские разрезы характеризуются принципиально иным комплексом отложений, в котором углеродистые толщи пространственно сочетаются преимущественно с гипербазитами и габбро, а также с про-

дуктами вулканизма океанического типа, представляющими собой единую нижнепалеозойскую офиолитовую ассоциацию.

Описание золоторудных объектов. При проведении научно-исследовательских и совместных с ОАО «Челябинскгеосъемка» и ООО «Геопоиск» поисковых работ на Южном Урале нами выявлено несколько новых объектов золоторудной минерализации — Осиповское, Ларинское, Амурское, Черноозерское и Отнурок, залегающих в углеродистых отложениях различных структурно-формационных зон (рис. 1).

Осиповское проявление золота находится в пределах Зауральского поднятия в западном обрамлении крупного Нижнесанарского гранитного массива и локализовано в углеродистых отложениях городищенской свиты нижнего рифея (RF₁gr) [Сначёв и др., 1994]. Здесь среди зеленых полевошпат-амфиболовых, эпидот-хлорит-амфиболовых сланцев, амфиболитов и метабазальтов отмечены мощные прослои графитистых кварцитов. Отложения городищенской свиты интенсивно метаморфизованы и раздроблены, подвергнуты окварцеванию и сульфидизации, прорваны многочисленными дайками разного

¹ Институт геологии Уфимского научного центра РАН, кандидат геол.-минерал. наук, старший научный сотрудник; *e-mail*: SAVant@rambler.ru

² Институт геологии Уфимского научного центра РАН, доктор геол.-минерал. наук, профессор, заведующий лабораторией рудных месторождений; *e-mail*: SAVant@inbox.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, кандидат геол.-минерал. наук, доцент; *e-mail*: maria_roman@mail.ru

⁴ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ-Поволжье (грант № 14-05-97005).

состава (от габбро-диабазов до плагиогранитов). Они прекрасно обнажены на протяжении 800 м в долине руч. 2-й Осиповский Лог, впадающего в р. Уй. Атомно-абсорбционный анализ штучных, а затем бороздовых проб черносланцевых отложений, проведенный в АСИЦ ВИМСа, показал в них промышленное содержание золота (2,75 г/т в среднем по 12 пробам, максимальное значение 25,1 г/т). В одном образце обнаружена золотина с размерами 1,5×1,0 мм.

В 7 км на север от Осиповского проявления по простиранию отложений городищенской свиты в правом борту р. Санарка, на 0,5 км ниже пос. Белокаменка в окварцованных и сульфидизированных графитистых кварцитах, прорванных дайками и силлами плагиогранитов и габбро-диабазов, по 10 пробам получено среднее содержание золота 0,75 г/т (максимальное значение 7,7 г/т), что позволяет нам предположить наличие единой зоны золоторудной минерализации и рекомендовать ее для дальнейших поисковых и оценочных работ.

Ларинское проявление. Ларинский гранито-гнейсовый купол, в пределах которого находится одноименное проявление, расположен на границе Магнитогорской и Арамилско-Сухтелинской мегазон, он представляет собой южное продолжение Ильменогорско-Сысертского поднятия [Сначёв и др., 2006]. В стратиграфическом отношении на рассматриваемой территории выделяются булатовская (S₁-D₁bl) и краснокаменная (D₃kr) толщи (рис. 2). Углеродистые отложения известны и явно преобладают лишь в составе первой из них. Булатовская толща имеет довольно однородный состав — преимущественно кремнисто-углеродистые сланцы, среди которых отмечено переслаивание с их глинисто-кремнисто-углеродистыми разновидностями. В низах разреза иногда встречаются прослои базальтов и туфоалевролитов. По периферии гранитоидных массивов Ларинского купола вулканогенно-осадочные породы булатовской толщи подверглись преобразованиям до амфиболитовой фазии метаморфизма и превращены в биотит-амфиболитовые и амфиболитовые плагиосланцы с прослоями графитистых кварцитов, количество которых увеличивается с приближением к границе зеленосланцевой фазии.

Детальное геологическое картирование восточного обрамления Ларинского купола и опробование на золото сульфидизированных и окварцованных кремнисто-углеродистых отложений булатовской толщи показали его высокое содержание. Так, среднее содержание золота составляет 0,58 г/т, а отдельные определения демонстрируют содержание золота 2,0; 3,6 и 4,9 г/т.

В результате обработки полученных данных выявилась четкая закономерность размещения повышенного содержания золота — все точки с промышленной концентрацией золота укладываются в область развития пород зеленосланцевой

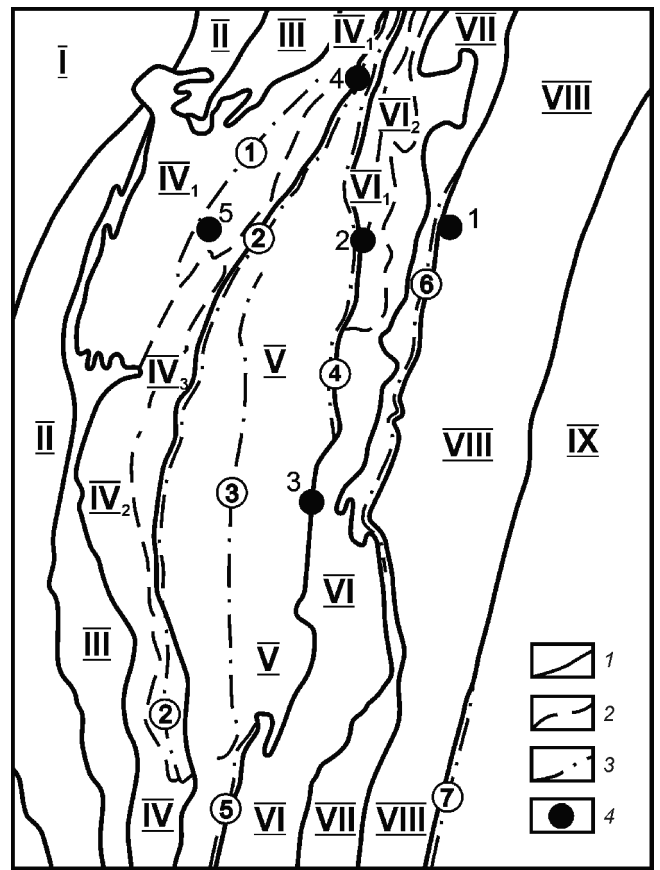


Рис. 1. Схема тектонического районирования Южного Урала: 1–2 — границы структур: 1 — 1-го порядка, 2 — 2-го порядка; 3 — разломы; 4 — золоторудные проявления: 1 — Осиповское, 2 — Ларинское, 3 — Амурское, 4 — Черноозерское, 5 — Отнурок.

I — Русская плита; II — Предуральский краевой прогиб; III — Западно-Уральская зона линейной складчатости; IV — Центрально-Уральское поднятие: IV₁ — Башкирский мегантиклинорий, IV₂ — Зилаирский синклинорий, IV₃ — Уралтауский антиклинорий; V — Магнитогорский мегасинклинорий; VI — Восточно-Уральское поднятие: VI₁ — Сысертско-Ильменогорский антиклинорий, VI₂ — Арамилско-Сухтелинский синклинорий; VII — Восточно-Уральский прогиб; VIII — Зауральское поднятие; IX — Тюменско-Кустанайский прогиб. Цифры в кружках — разломы: 1 — Зюраткульский, 2 — Уралтауский, 3 — Кизильский, 4 — Кацбахский, 5 — Борлинский, 6 — Тарутинско-Наследницкий, 7 — Иргизский

фазии метаморфизма (рис. 2). Наиболее значимое содержание золота (Никольское, Малоувельское, Приданниковское проявления) локализовано в породах внешней высокотемпературной субфазии зеленосланцевой фазии, формирование которой связано с внедрением гранитных массивов варшавского комплекса (массивы Ларинский, Приданниковский), а также в зонах интенсивной метасоматической переработки пород, обусловленной становлением субщелочных массивов краснокаменского комплекса (у пос. Никольский).

Примечательно, что в пределах амфиболитовой фазии нет ни одной точки с содержанием золота ≥0,1 г/т, все они характеризуются значениями либо в области $n \cdot 0,01$ г/т, либо на границе чувствительности метода. Это указывает на существенный вынос золота из пород непосредственно

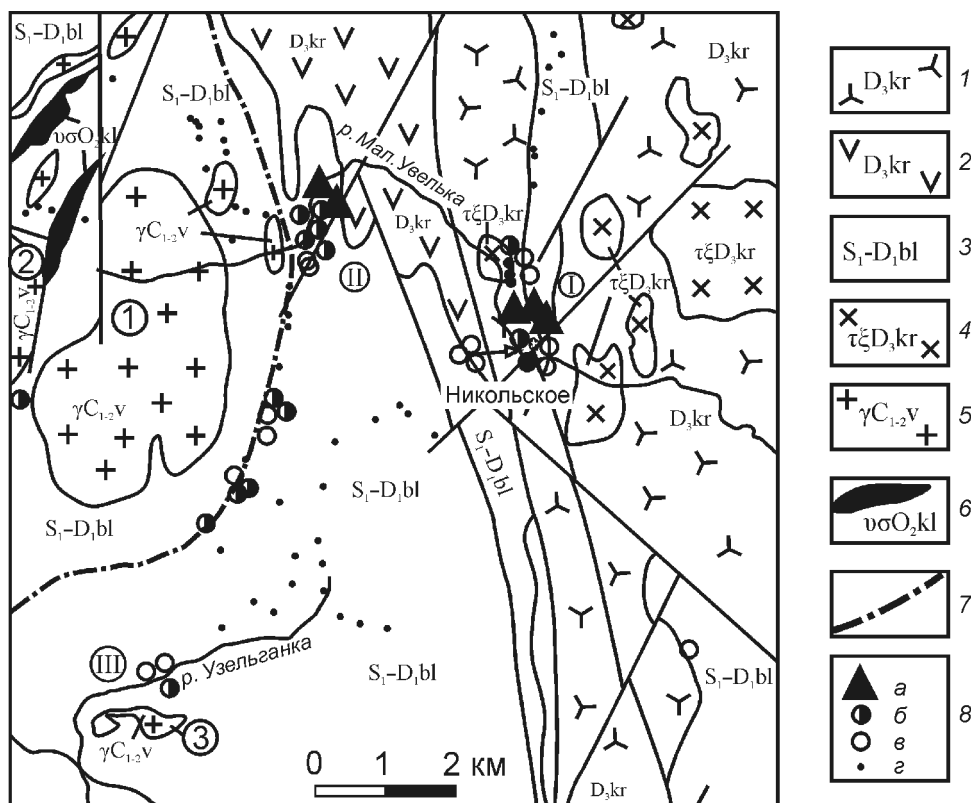


Рис. 2. Геологическое строение Ларинского купола с вынесенными значениями значимого содержания золота: 1–2 — краснокаменная толща: 1 — кремнистые алевролиты, прослоям и туфы кислого состава; 2 — трахибазальты и их туфы, вулканомиктовые песчаники и алевролиты; 3 — булатовская толща, углеродистые сланцы и алевролиты; 4 — краснокаменский комплекс, сиениты, кварцевые монцоидориты; 5 — варшавский комплекс, граниты мусковитовые с гранатом, гранито-гнейсы; 6 — куликовский комплекс, серпентиниты аподунитовые, апогарбуржитовые; 7 — граница амфиболитовой и зеленосланцевой фаций метаморфизма; 8 — содержание золота (г/т): $a \geq 1,0$, $b = 0,5-1,0$, $c = 0,1-0,5$, $d < 0,1$. Цифры в кружках: 1–3 — названия массивов: 1 — Первомайский, 2 — Ларинский, 3 — Приданниковский; I–III — проявления золота: I — Никольское, II — Малоувельское, III — Приданниковское

редственного обрамления Ларинского гранито-гнейсового купола и подтверждает правильность разрабатываемой нами [Сначёв и др., 2013] модели метаморфогенно-гидротермального золотообразования в черносланцевых толщах Южного Урала. Отметим, что наиболее высокое содержание золота в углеродистых сланцах связано с процессами окварцевания, сульфидизации и тектонической проработки.

Таким образом, формирование метаморфической зональности, выразившейся в смене фаций и субфаций метаморфизма, способствовало миграции и переотложению золоторудной минерализации. Приуроченность последней к внешней зоне зеленосланцевой фации метаморфизма — важный поисковый признак при поисках золотого оруденения.

Амурское проявление названо по одноименному стратиформному цинковому месторождению, расположенному в крайней восточной части Магнитогорской мегазоны на 1,0–1,5 км западнее крупного Суундукского гранитного массива и локализованному в западном крыле меридионально вытянутой брахиантиклинальной складки. В геологическом разрезе месторождения выделены две толщи (снизу вверх): рудовмещающая терригенно-сланцево-карбонатная (флишоидная) (D_{2-3}) и вулканогенная (C_1). Последняя не содержит углеродистых отложений и ниже не рассматривается.

Отложения терригенно-сланцево-карбонатной толщи представлены ритмично переслаиваемыми алевролитами, а также глинистыми, углеродисто-глинистыми, кремнисто-глинистыми,

известково-глинистыми, биотитовыми и кварц-полевошпат-биотитовыми сланцами и известняками, метаморфизованными в условиях зеленосланцевой ступени метаморфизма с локальными проявлениями более высокотемпературной ступени в восточной части, наиболее близкой к Суундукскому массиву.

Рудное тело Амурского месторождения, представленное массивными и полосчатыми цинково-серноколчеданными рудами, залегает согласно с общей слоистостью пород, имеет субмеридиональное простирание, пластообразную форму и пологое ($15-30^\circ$) с флексурными изгибами западное падение [Широбокова, 1992]. В центральной и восточной частях месторождения оруденение локализовано в верхней части толщи углеродисто-глинисто-карбонатных сланцев на расстоянии 3–10 м от контакта с вышележащими отложениями вулканогенной толщи и на глубине от 40 до 400 м. В западной части месторождения рудное тело залегает на глубине 400–600 м, локализовано преимущественно в мраморизованных и доломитизированных известняках, реже в углеродисто-кремнистых сланцах.

На рассматриваемой территории нами проведено выборочное штупное опробование сульфидизированных и окварцованных углеродистых сланцев [Сначёв, Сначёв, 2012]. Определение содержания золота в 30 пробах в штупных образцах выполнено в лаборатории анализа минерального вещества ИГЕМ РАН атомно-абсорбционным методом с химико-спектральным окончанием и с термическим атомизатором; а также в 45 пробах

штуфных образцов в Аналитическом центре ФГУП ЦНИГРИ. Немногочисленность проанализированных проб на данном этапе изучения пока не позволяет выявить рудные зоны с промышленным содержанием золота. Однако полученные данные уже сейчас позволяют говорить о высокой перспективности углеродистых отложений терригенной (флишоидной) толщи.

Так, среднее содержание золота в них составляет 0,13 г/т, что в 2,6 раза выше рудогенной аномалии [Юдович, Кетрис, 1988]. Максимальные же значения концентрации золота в углеродистых сланцах достигают 3,19; 1,79; 1,65 г/т и характерны как для восточного, так и для западного флангов месторождения. Более того, если образцы 1 и 3 принадлежат черным сланцам рудоносного уровня и перекрывающего горизонта, то образец АМ-69/421 — рассланцованным туффитам вулканогенной толщи с пирит-пирротиновой минерализацией. Это расширяет спектр пород, перспективных на золото, и позволяет надеяться на выявление золотоносных уровней не только среди углеродистых образований, но и среди интенсивно рассланцованных и сульфидизированных вулканогенных пород, что характерно для области границы вулканогенной и флишоидной толщ. Примечательно, что практически все аномально высокие значения содержания золота пространственно связаны либо непосредственно с участком Амурского месторождения, либо с его северо-восточным флангом, перспективным на цинк.

Изучение перспективности углеродистых отложений Амурского стратиформного месторождения на золото, несомненно, должно быть продолжено, так как его попутное извлечение при отработке цинковых руд представляется весьма актуальным.

Черноозерское проявление. Проявление расположено на 2,0 км восточнее г. Карабаш, где приурочено к участку развития черносланцевых терригенных отложений поляковской толщи (O_{1-2pl}) (рис. 3) [Сначёв и др., 2011; Знаменский, Серавкин, 2001]. Эти отложения представлены переслаивающимися туфами, туффитами, различными сланцами, песчаниками, конгломератами и оталькованными породами. Среди них отмечены слои углеродисто-глинистых, углеродисто-кремнистых и углеродисто-серицит-кварцевых сланцев. Терригенные отложения прослеживаются в субмеридиональном направлении вдоль восточного склона Карабашских гор в виде неширокой (<1 км) полосы на протяжении свыше 3,5 км. Из хорошо обнаженной части площади (обнажение 3038) бороздовым способом опробованы черносланцевые отложения с длиной борозды от 1,5 до 2,5 м (рис. 3).

Определения золота выполнены в лаборатории анализа минерального вещества ИГЕМ РАН. Установлено, что во всех 22 пробах присутствует

золото в количестве от 0,019 до 18,11 г/т (среднее 1,47 г/т). Примечательно, что наиболее высокие значения содержания золота локализованы в интенсивно дислоцированных и сульфидизированных участках углеродистых метаалевролитов и метапесчаников. Кроме того, эти отложения характеризуются аномальными концентрациями элементов-индикаторов (Cu, Zn, Pb, Ag, As, Sb, Cd, Bi).

Таким образом, наличие повышенного содержания золота и аномально высокая концентрация элементов-индикаторов в углеродсодержащих отложениях Черноозерского проявления позволяют говорить об их высокой перспективности на обнаружение промышленного золотого оруденения, приуроченного к черносланцевой формации. Этот объект заслуживает дальнейшего изучения и постановки в его пределах специальных поисковых работ. Отметим, что это первый объект такого рода на Южном Урале, который связан с черными сланцами, входящими в состав офиолитовой формации.

Проявление Отнурок находится в пределах Белорецкого зонального метаморфического комплекса, расположенного в восточной части Башкирского мегантиклинория (рис. 4) [Сначёв и др., 2010]. Рассматриваемый комплекс подковообразно огибает северное замыкание Зилаирского синклинория и протягивается в северо-восточном направлении на расстояние ~120 км при ширине от 20 до 40 км. Комплекс сложен ниже-, средне- и верхнерифейскими отложениями [Алексеев и др., 2009]. Наиболее широко углеродистые сланцы развиты в составе зигазино-комаровской свиты (RF_{2zk}).

Нами проведено выборочное штуфное опробование сульфидизированных и окварцованных углеродистых сланцев. Полученные данные позволяют говорить о перспективности углеродистых отложений зигазино-комаровской свиты на золото, среднее содержание которого составляет 0,290 г/т (21 проба), что в 4–6 раз выше концентрации, принятой для рудогенной аномалии. Максимальные же значения концентрации золота в углеродистых сланцах зигазино-комаровской свиты достигают 2,05 г/т в небольшом карьере между г. Белорецк и пос. Отнурок-1 и 1,42 г/т на горе Мягкая (рис. 4). Наиболее интересен разрез углеродистых сланцев в карьере у пос. Отнурок, где вскрыта интенсивно дислоцированная толща углеродистых сланцев, в которой отмечены линзы сплошных и участки тонкослоистых окварцованных бурых железняков. Они опробованы бороздовым способом (длина борозды до 6 м) с целью определения мощности рудоносного уровня. После этого длину борозд сократили до 0,5–1,5 м для уточнения локализации оруденения в пределах конкретной пачки углеродистых отложений. Анализ на благородные металлы 6-метровой бороздовой пробы № 7134/36 показал

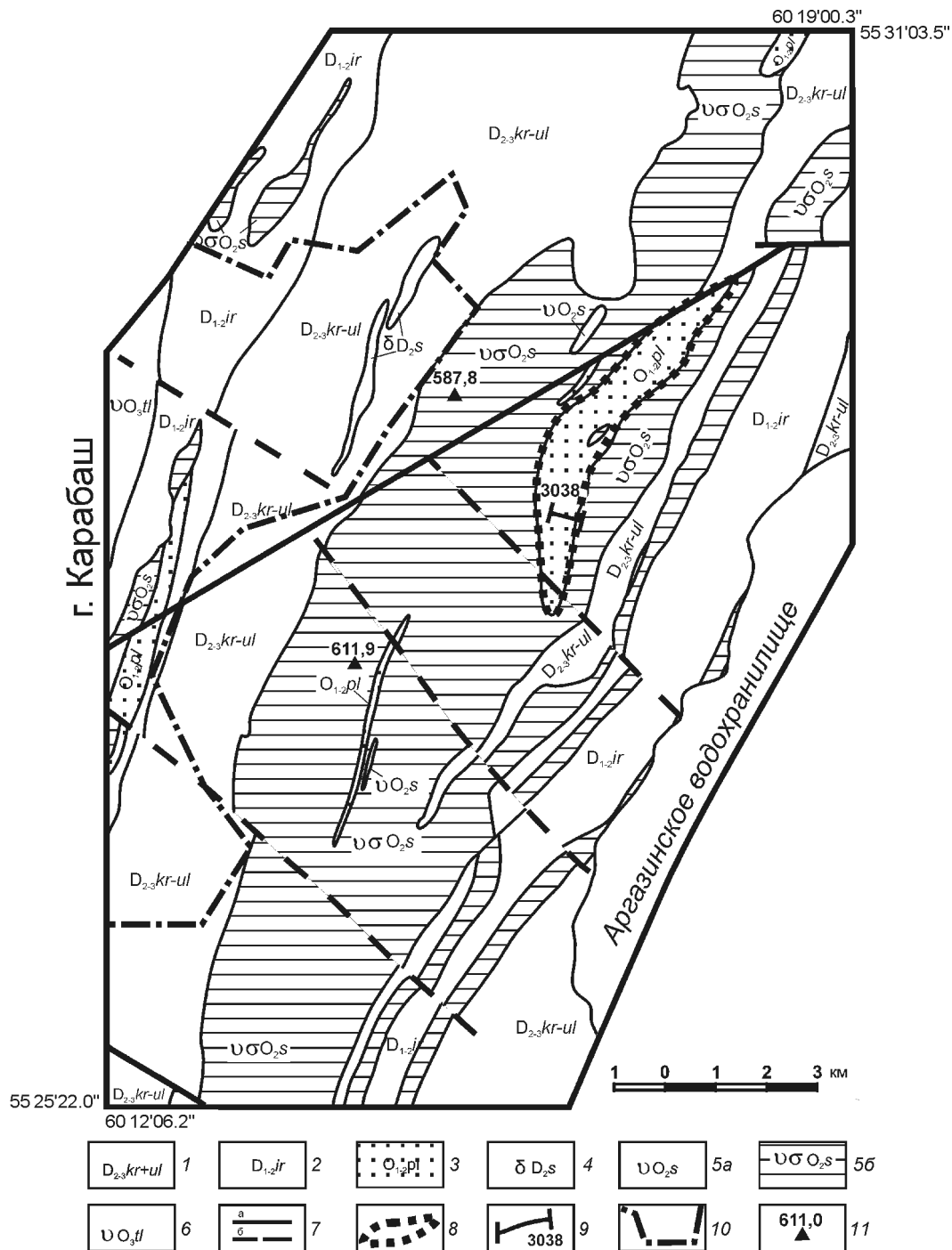


Рис. 3. Схема геологического строения Карабашского гипербазитового массива: 1 — карамалыташская и улутауская свиты; 2 — ирендкская свита; 3 — поляковская толща; 4 — салаватский комплекс диорит-плаггиогранитный; 5 — сакмарский комплекс габбро-дунит-гарцбургитовый (а — габбро, б — гарцбургиты, дуниты, ортопироксениты, серпентиниты); 6 — таловский комплекс дунит-верлит-клинопироксенит-габбровый (клинопироксениты, верлиты, дуниты серпентинизированные); 7 — тектонические нарушения (а — достоверные, б — предполагаемые); 8 — комплексная геохимическая аномалия; 9 — геохимический профиль и его номер; 10 — контур г. Карабаш; 11 — высотные отметки (611,9 м — гора Карабаш)

содержание металла 0,44 г/т, а пробы № k-126-5 (ее 0,5-метровый фрагмент) — 3,43 г/т. Эти результаты позволяют нам предложить этот участок для дальнейших исследований, тем более что пачка интенсивно дислоцированных окварцованных и сульфидизированных пород с промышленным содержанием золота прослежена по простиранию в северо-восточном направлении на 7,2 км.

В результате обработки опубликованных и фондовых материалов о золотоносности углеродистых отложений белорецкого метаморфического комплекса и его обрамления, а также по данным ~200 анализов собственных штучных и бороздовых проб выявлена четкая закономерность размещения повышенного содержания золота, подобная описанной выше в обрамлении Ларинского купола.

В частности, проявления Отнурок, Кудашманово, Улу-Елга, Ишля, Кагарманово, Гадильшино, высокое содержание золота на горе Широкая, хр. Маярдак, а также все точки с промышленными значениями концентрации золота укладываются в область развития пород зеленосланцевой фации метаморфизма (рис. 4).

Закключение. Приведенные результаты изучения углеродистых отложений Южного Урала указывают на весьма высокие перспективы выявления в них золотого оруденения. Обрамление Ларинского, Белорецкого гранито-гнейсовых куполов, а также западные экзоконтакты Суундукского и Нижнесанарского гранитных массивов, в которых развиты углеродистые отложения, насыщенные магматическими породами различного состава и возраста и подвергшиеся умеренному метаморфизму, являются первоочередными объектами для проведения поисковых работ.

В связи с этим приуроченность золоторудных проявлений к внешней высокотемпературной субфации зеленосланцевой фации служит весьма важным поисковым критерием. Выявленные здесь золоторудные проявления Ларинское, Отнурок, Амурское и Осиповское подтверждают правильность сделанного нами вывода. Большой интерес представляют и углеродистые отложения среди пород офиолитовой формации. Высокая степень их дислоцированности, окварцевания и сульфидизации, что отмечено, в частности, в пределах Черноозерского проявления, может служить дополнительным критерием перспективности черносланцевых толщ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев А.А., Ковалёв С.Г., Тимофеева Е.А. Белорецкий метаморфический комплекс. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2009. 210 с.

Знаменский С.Е., Серавкин И.Б. Структурные условия локализации позднеколлизийных месторождений золота Магнитогорского мегасинклиория // Руды и металлы. 2001. № 6. С. 26–36.

Сначёв В.И., Кузнецов Н.С., Рачёв П.И., Ковалёв С.Г. Магматизм и металлогения северной части Восточно-Уральской рифтовой системы: Препринт. Уфа: УНЦ РАН, 1994. 33 с.

Сначёв А.В., Кузнецов Н.С., Сначёв В.И. Черноозерское проявления золота — первый объект на Южном Урале в углеродистых отложениях офиолитовой ассоциации // Докл. РАН. 2011. Т. 439, № 1. С. 83–85.

Сначёв А.В., Пучков В.Н., Савельев Д.Е., Сначёв В.И. Геология Арамилско-Сухтелинской зоны Урала. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2006. 176 с.

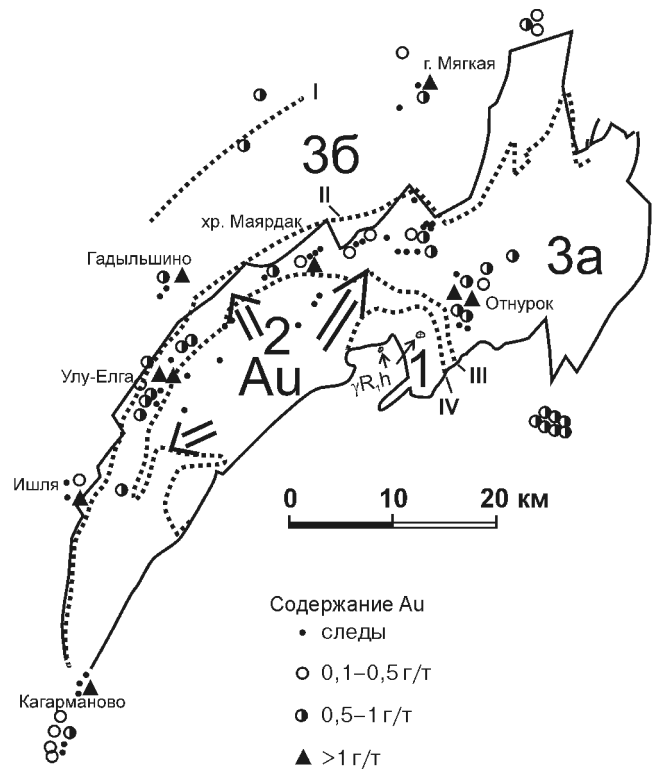


Рис. 4. Схема размещения проявлений золота в пределах Белорецкого метаморфического комплекса: 1–3 — фации метаморфизма: 1 — эклотитовая, 2 — амфиболитовая, 3 — зеленосланцевая (субфации: 3а — высокотемпературная, 3б — низкотемпературная); I–IV — изограды: I — хлоритоида, II — биотита, III — граната, IV — омфацита; $\gamma R, h$ — выходы гранитоидов Ахмеровского массива на поверхность

Сначёв А.В., Рыкус М.В., Сначёв М.В., Романовская М.А. Модель золотообразования в углеродистых сланцах Южного Урала // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2013. № 2. С. 49–57.

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 М.В. Рудная минерализация углеродистых отложений Амурского стратиформного цинкового месторождения (Южный Урал) // Докл. РАН. 2012. Т. 444, № 6. С. 640–643.

Широбокова Т.И. Стратиформное полиметаллическое и баритовое оруденение Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1992. 141 с.

Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимия черных сланцев. Л.: Наука, 1988. 271 с.

Поступила в редакцию
13.03.2015