

## ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА ИОЧИМИНСКОЙ ПЛОЩАДИ (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)

Основная часть месторождений золота Енисейского кряжа сосредоточена в Центрально-Енисейском золотоносном поясе. Впервые было выявлено проявление золота восточнее Ишимбинского разлома. В результате геохимической съемки на площади выявлены мощные аномалии золота и мышьяка. Данные аномалии тяготеют к контакту разнородных сред и сосредоточены в пределах тектонической зоны рассланцевания и минерализации. По большинству параметров проявление близко к модели золото-кварцевого типа, но отличается низкой степенью метаморфизма. На площади ожидается крупный золоторудный объект с прогнозными ресурсами 81 т.

The majority of the Yenisei Range gold deposits are concentrated in the Central-Yenisei gold-bearing belt. For the first time gold manifestation has been revealed eastwards from the Ishimbinsk fault. As the result of geochemical survey strong anomalies of gold and arsenic were revealed in this area. These anomalies are attributed to contact of heterogeneous surroundings environments and are located within the limits of tectonic foliation and mineralization zones. In majority of its parameters this manifestation is similar to models of the gold-quartz type, but is distinguished by a low degree of metamorphism. A large gold-ore formation with potential resources of 81 tons is expected to be discovered in this area.

Главными промышленными типами коренных месторождений золота на Енисейском кряже являются золото-кварцевый и золото-сульфидный типы, а также месторождения кор выветривания. Основная часть месторождений и проявлений золота сосредоточена в Центрально-Енисейском золотоносном поясе, который ограничен от прилегающих с запада Приенесейской и с востока Чернореченско-Каменской структурно-металлогенических зон соответственно Татарским и Ишимбинским глубинными разломами (рис.1). Здесь разведаны наиболее крупные месторождения региона – Олимпиадинское, Благодатное, Советское, Эльдорадо, Кварцевая гора, Ведугинское, Боголюбовское и др.

По результатам работ ЦГИ «Прогноз» 2002-2005 гг., в которых автор принимал непосредственное участие, впервые на Енисейском кряже было выявлено проявление золота восточнее Ишимбинского разлома в Чернореченско-Каменской зоне, в районе

Енашиминского поднятия. Наиболее перспективный Лево-Иочиминский участок (Лево-Иочиминское проявление) располагается в 25 км на северо-восток от Советского месторождения. Он выделен по данным геохимической съемки масштаба 1:50000 и детализован площадными геохимическими работами масштаба 1:25000. Материалы этих исследований легли в основу настоящей работы, целью которой являлось составление геолого-геохимической модели данного оруденения, выяснение его промышленного типа и определение направления дальнейших поисковых работ.

По результатам геохимической съемки масштаба 1:50000 выявлена крупная аномальная геохимическая зона, которая оконтурена аномалией мышьяка размером  $20 \times 2-5$  км. С юго-восточной ее частью совпала наиболее контрастная аномалия золота размером  $6 \times 3,5$  км с интенсивностью в эпицентре 400-600 мг/т. В поле развития мышьяковой аномалии выделяются три



Рис. 1. Схема тектонического районирования Енисейского кряжа

Главные зоны разрывных нарушений и их номера в кружках:  
 1 – Исацковская; 2 – Ишимбинская; 3 – Приенисейская;  
 4 – Татарская; 5 – Ангаро-Бахтинская; 6 – Низнеангарская;  
 7 – Ковдорская; 8 – Восточно-Саянская

Золоторудные месторождения:  
 1 – Советское; 2 – Эльдорадо; 3 – Олимпиада; 4 – Ведуга;  
 5 – Аяхта; 6 – Бабгора; 7 – Удерейское; 8 – Раздолинское;  
 9 – Боголюбовское; 10 – Попутнинское

I – структуры, сложенные образованиями архейского и карельского времени; II – то же, сухопитского, потоского; III – прогибы, выполненные образованиями киргитейского и осянинского времени; IV – грабены, сложенные образованиями кембрийского, ордовикского и силурийского времени; V – впадины, выполненные образованиями девонско-каменноугольного, пермского мезозойского и кайнозойского времени; V<sub>1</sub> – Борская; V<sub>2</sub> – Вельминский; V<sub>3</sub> – Зыряновский; V<sub>4</sub> – Кемский; V<sub>5</sub> – Погромнинский; V<sub>6</sub> – Кулаковско-Казаченский; V<sub>7</sub> – Нижнетасеевский; V<sub>8</sub> – Рыбинский; пунктир – район работ

аномальных участка с содержанием мышьяка в пробах от 100 до 600 г/т. На двух участках (Мышьяковый-1 и Мышьяковый-2) аномалии имеют изометричную компактную форму и не коррелируют с аномалиями цинка, меди и свинца. Третья, узкая контрастная аномалия мышьяка (участок в левом борту ручья Первого) имеет вытянутую линейную форму. Простижение длинной оси аномалии – северо-западное согласно ориентировке аномалий мышьяка и геологическим структурам района. Данная аномалия является комплексной. С ней пространственно коррелируют высококонтрастные ореолы свинца и цинка.

Аномалии свинца и цинка во вторичном геохимическом поле в пределах Лево-Иочиминской аномальной зоны в пространственном отношении совпадают. Аномалии в целом вытянутые в северо-западном направлении. Интенсивность их достигает: по цинку – до 1000 г/т, по свинцу – до 2000 г/т. По этим аномалиям были выделены для дальнейшего изучения, детализации и заверки три участка: Золотой, Цинковый и участок ручья Первого. Геохимические аномалии меди пространственной корреляции с другими элементами не обнаруживают, явно выраженной структурной причастности к геологическим структурам не имеют.

Детализационными геохимическими работами (опробование рыхлых отложений по сети  $200 \times 40$  м) в пределах этой золотой аномалии оконтурена серия линейных, контрастных ореолов, вытянутых в северо-западном направлении. Размеры аномально-го поля составили  $5,8 \times 3,5$  км. В 11 пробах из рыхлых отложений содержание золота превысило 1 г/т, в четырех достигало 8-10 г/т. Аномалия золота большей частью располагается в поле развития второй пачки удерейской свиты, сложенной серицито-хлоритовыми сланцами и филлитизированными сланцами, и тяготеет к контакту с третьей пачкой удерейской свиты, отличающейся по составу наличием кваз-карбонатно-глинистых сланцев с прослойями (до 1 м) глинистых известняков.

В геолого-структурном отношении минерализованная зона Лево-Иочиминской

площади расположена на крыле антиклинальной складки первого порядка, сложенной отложениями удерейской свиты. Породы полого ( $10-15^\circ$ ) падают на северо-восток. Здесь же проходит зона интенсивной трещиноватости северо-западного направления шириной около 100 м, которая вскрыта канавами и выходит в долинах рек Кото и Доро. В пределах этой зоны наблюдается интенсивное дробление, кливаж, породы смяты в мелкие складки, выявлена система мелких сбросов. Золоторудная минерализация тяготеет к зонам рассланцевания, дробления и тонкого кварцевого прожилкования в светло-серых серицит-кварц-хлоритовых сланцах второй пачки удерейской свиты. Сланцы сильно окварцованны и содержат тонкую густую (местами до 15-20 %) вкрапленность пирита. Во всех наблюдаемых пересечениях пирит полностью замещен лимонитом.

Мощность отдельных зон рассланцевания, вскрытых канавами, составляет 10-12 м. Суммарная мощность зон по наиболее изученному 53-му профилю составляет около 30 м. По данным бороздового опробования канав (пробирный анализ метровых секционных проб) содержание золота в измененных сланцах колеблется от 0,2 до 0,7 г/т. Внутри этих зон на трех интервалах мощностью от 0,2 до 0,4 м, где отмечается наличие тонких кварц-лимонитовых прожилков, содержание золота по данным пробирного анализа составило 1,1; 4,8; 5,6 г/т. Единичная пробы кварца, отобранного из делювия в пределах минерализованной зоны, показала содержание 36,1 г/т.

Микроскопическое изучение образцов, отобранных из интервалов с содержанием золота более 0,42 г/т, выявило следующие особенности. В этих образцах достаточно ярко проявлена филлитизация и филлонизация сланцев. Практически исчезают реликты глинистого вещества, зато хлоритизация и количество кварца в виде микропрояжилков возрастают. Такие кварцевые и хлоритовые прожилки занимают секущее положение по отношению к сланцеватости. Трешины криволинейны и сгруппированы в системы, иногда субпараллельны. Прожилки хлорита имеют метасоматическое происхождение,

также как и часть кварца. Границы хлоритовых прожилков не параллельны и имеют центральную разделительную линию. Рядом с вкрапленными рудными минералами появляются желваки гранулированного кварца. Составы проб сильно разнятся по содержаниям основных компонентов: кварц 30-65 %; серицит 30-60 %; хлорит 7-30 %; рудный 3-35 %. Укрупнение зерен минералов наблюдается вдоль границ смятия, часто вкrest первичной сланцеватости согласно направлению прожилков.

Заметную роль в шлифах играет кварц в виде кварцевых жил и прожилков мощностью до 5 мм. В темных окварцеванных сланцах преобладает гетит до 4 % в виде мелких – до 0,08 мм кольцеобразных выделений. В кварцевых образованиях рудная минерализация также представлена преимущественно гетитом – до 15 %, пиритом – до 3 %, халькопиритом – до 1 % и малахитом до 1 %.

Золото обнаружено при изучении искусственных шлифов, полученных из протолочек. Единичные выделения золота имеют размер менее 0,1-0,2 мм. Форма выделения округлая и уплощенная.

Анализ геохимического поля, структурной обстановки, а также минералогических характеристик Лево-Иочиминского проявления золота позволил предложить концептуальную геолого-геохимическую модель и сравнить ее с моделями ведущих типов месторождений Енисейского кряжа.

Рассмотрим элементы геолого-геохимической модели Лево-Иочиминского проявления золота.

- Литолого-стратиграфические: вмещающие породы представлены серицито-хлоритовыми сланцами удерейской свиты (протерозой), выше налегает серия квашкарбонатно-глинистых сланцев с прослойями глинистых известняков (предполагаемый геохимический барьер).

- Структурные: структурная приуроченность к кругопадающей зоне интенсивной трещиноватости северо-западного простирания, расположенной на крыле антиклинальной складки; контакт литологически разнородных толщ квашкарбонатно-гли-

нистых сланцев и серицито-хлоритовых и филитизированных сланцев.

- Геохимические: аномалии золота, мышьяка, цинка, свинца и меди вытянуты в северо-западном направлении. Аномалии золота и мышьяка имеют тесную пространственную корреляцию.

- Минералогические: повышенное содержание пирита по сравнению со сланцами вне зоны минерализации. Золото содержится как в редких кварцевых прожилках, так и в прокварцованных сланцах. Шлиховые ореолы в среднем и верхнем течении реки Кото и в среднем и нижнем течении р.Иочимо.

Морфологически Лево-Иочиминский объект, очевидно, представляет собой прожилково-вкрапленную (штокверковую) рудно-минерализованную зону, расположенную на контакте второй и третьей пачки удерейской свиты (протерозой) в поле развития катаклиза и рассланцевания. По большинству параметров он близок к модели золото-кварцевого типа. Ближайшим объектом-аналогом может служить месторождение Благодатное, где так же доминируют руды вкрапленно-прожилкового типа, локализованные в субвертикальной зоне тектонического рассланцевания.

Отличительной особенностью золотоносных зон Лево-Иочиминского проявления является низкая степень метаморфизма вмещающих толщ, которая проявлена в минералогической характеристике (кварц-карбонаты-хлорит); отсутствии арсенопириита в коренных и элювиально-делювиальных отложениях при наличии выдержанной аномалии мышьяка во вторичных ореолах расцветания.

Структурной особенностью Лево-Иочиминского проявления является локализация минерализованных золотоносных зон на контакте двух пологозалегающих разнородных сред: серицито-хлоритовой и квашкарбонатно-глинистой пачек сланцев. Взаимодействие этих пачек с вертикальной зоной рассланцевания может дать комбинацию вертикальных рудных тел с горизонтальными, формирующими на геохимическом барьеце вдоль пачки квашкарбонатно-глинистых сланцев. Схематическая

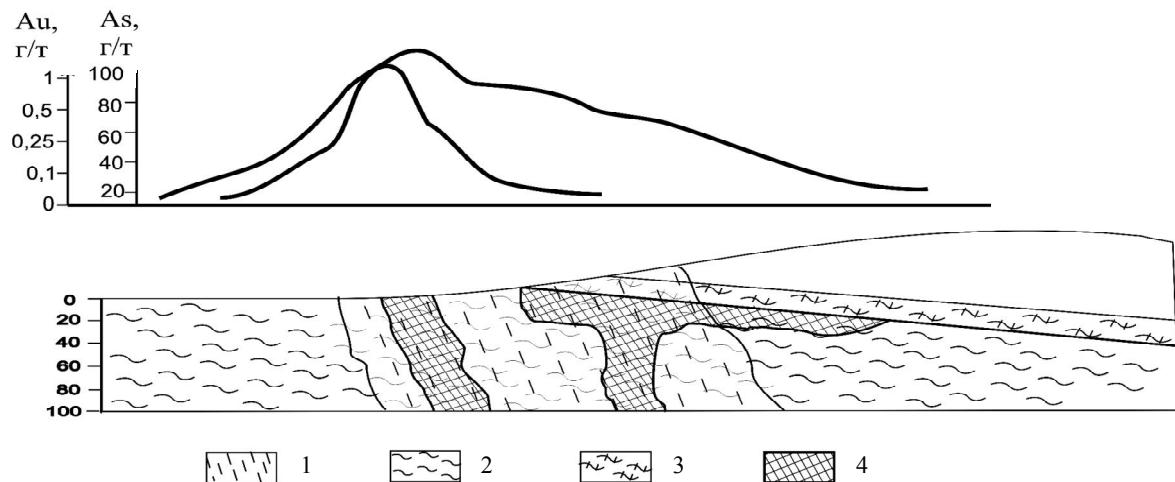


Рис.2. Геолого-структурная модель Лево-Иочиминского проявления золота

1 – зона дробления, рассланцевания и минерализации; 2 – серицито-хлоритовые сланцы; 3 – кварц-карбонатно-глинистые сланцы; 4 – прогнозируемые прожилково-вкрапленные (штокверковые) рудные тела

геолого-структурная модель объекта отражена на рис.2.

Говоря о перспективах оруденения, следует отметить, что повышенные содержания золота во вторичных ореолах и большая площадь их распространения указывают на наличие достаточно крупного золоторудного объекта в недрах. Фактом окисления мощной сульфидизированной зоны в пределах изучаемого объекта является наличие выносов сульфатных растворов из глубин, которые в обнажении на берегу р.Кото образуют зону протяженностью около 20 м при мощности до 5 м. Здесь образуются «розы» и почковидные наросты сульфатов на сланцах. Данные образования расположены в зоне рассланцевания на некотором удалении от эпицентра аномалий.

Оценка прогнозных ресурсов Лево-Иочиминского проявления осуществлена исходя из намечающихся параметров рудноносной зоны: суммарная длина рудных зон – 4000 м; средняя мощность – 30 м; среднее содержание золота – 2,5 г/т. Ресурсы золота при таких параметрах оруденения и удельном весе руды 2,7 т/м<sup>3</sup> и глубине прогнозирования 100 м составят 81 т, что отвечает среднему по масштабам месторождению. Положительная оценка объекта позволит пересмотреть перспективы структур Восточного склона Енисейского кряжа. Геологическая изученность этих структур крайне низка (более 50 % площади не заснято геологической съемкой масштаба 1:50000), что ведет к необъективному снижению их значимости.

Научный руководитель д.г.-м.н. проф. *B.A. Макаров*