

## ЭНДОГЕННАЯ РУДНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ МАЙСКО-ЛЕБЕДСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ

Т.В. Тимкин

Томский политехнический университет

E-mail: timkintv@mail.ru

*Изучена первичная рудно-метасоматическая зональность Майско-Лебедского рудного поля (Горная Шория). Показано нахождение и распределение рудного вещества на уровне: рудного тела, месторождения и рудного поля в целом. Установлено, что золоторудные участки имеют небольшой эрозионный срез и перспективу их на глубину.*

### **Ключевые слова:**

*Оруденение, уровни организации вещества, золото, рудно-метасоматическая зональность.*

### **Key words:**

*Mineralization, levels of the organization of substance, gold, rudno-metasomatic zonality.*

### **Введение**

Теория эндогенной зональности сегодня является важным разделом учения о рудных месторождениях. Она описывает и объясняет закономерности локализации руд различного состава во времени и пространстве любого объема (уровня) — от крупных регионов до рудных тел. Накопленный эмпирический материал, данные экспериментов и моделирования, теоретические разработки в области физико-химической динамики рудообразующих гидротермальных систем однозначно свидетельствуют о том, что зональность есть наиболее общее свойство месторождений полезных ископаемых. На уровне современного состояния теория зональности является единственно реальной основой детального прогнозирования, в особенности скрытого оруденения. Все это определяет высокий интерес к проблеме и актуальность ее исследования на примере месторождений различных металлов [1].

Автором выполнены исследования по выявлению зональности: минералогической, метасоматической и геохимической на примере Майско-Лебедского золоторудного поля (Горная Шория). Целями исследования являлось реконструкция рудно-метасоматической зональности и прогноз золотого оруденения.

Майско-Лебедское рудное поле находится на северо-востоке Горного Алтая в пределах Северо-Алтайского золотоносного пояса. В региональном плане рудное поле расположено в области сочленения субмеридиональных структур Кузнецкого Алатау и субширотных Западного Саяна в пределах Алтайско-Кузнецко-Западно-Саянского вулканоплутонического пояса, что обусловило длительную историю его формирования с неоднократными импульсами тектоно-магматической активности и гидротермальной деятельности [2].

Территория характеризуется высокой россыпной золотоносностью, широким развитием высокопродуктивных ореолов рассеяния золота и элементов спутников Ag, Bi, As, Pb, Cu, Zn. В пределах рудного поля известно Майское золото-магне-

титовое (скарновое) месторождение, которое частично отработано, а также большое количество перспективных рудопроявлений золота.

В качестве исходного материала использовались данные, полученные в результате проведения работ по изучению рудно-метасоматических образований на территории Майско-Лебедского золоторудного поля в период с 2004 по 2008 гг., выполненные работниками кафедры геологии и разведки полезных ископаемых Томского политехнического университета в сотрудничестве с ООО «Тэтис-Т» г. Новокузнецк [3].

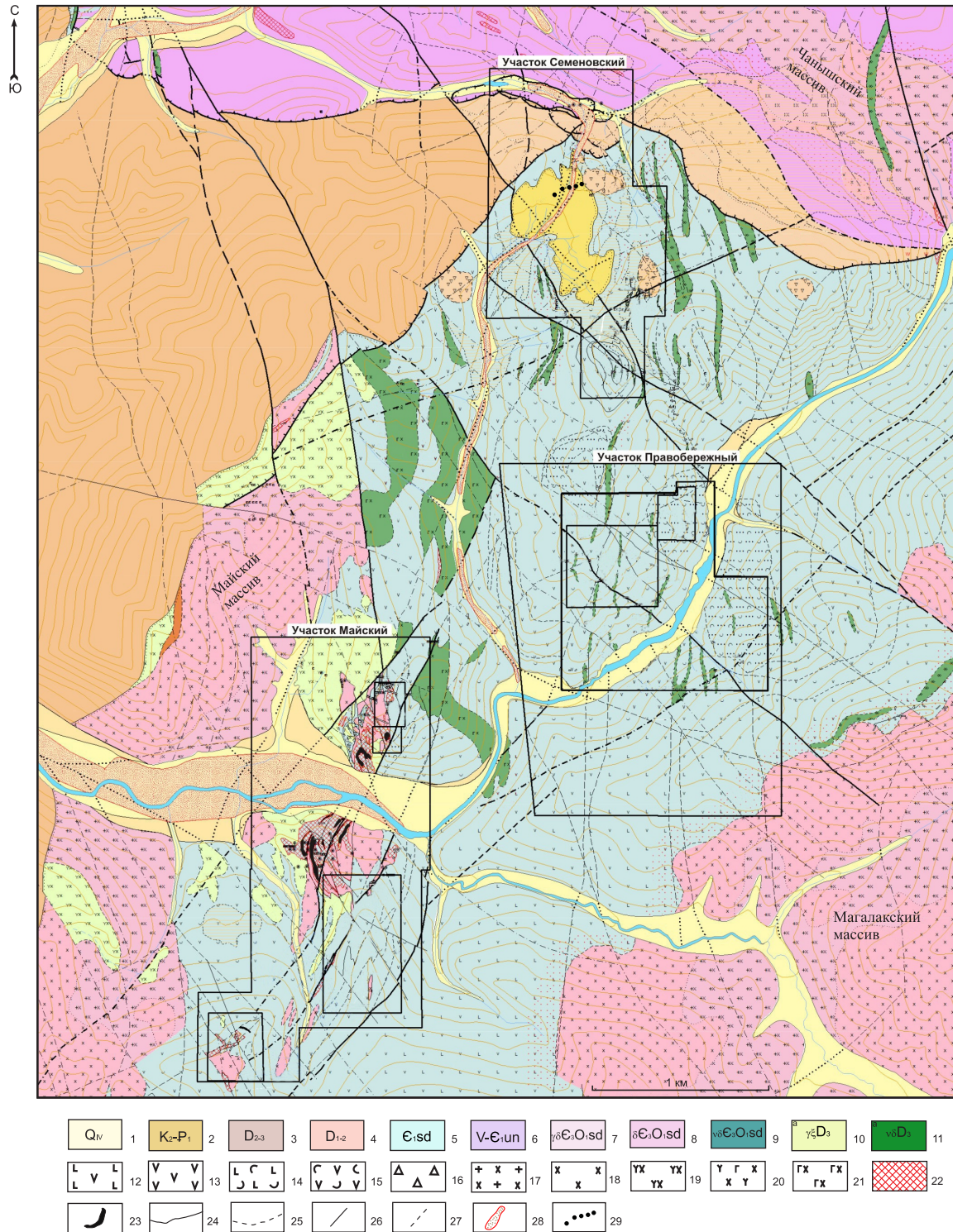
Под рудно-метасоматической зональностью понимается закономерное пространственное размещение минеральных парагенезисов руд и метасоматитов, обусловленных эволюцией единого потока флюидов.

Для различных уровней организации вещества зональность характеризуется специфическими морфологическими и генетическими особенностями, поэтому целесообразно рассмотреть ее отдельно в масштабе рудного тела, рудоносных участков (месторождений) и рудного поля в целом.

### **Зональность ранга рудных тел**

Эталонными объектами для изучения зональности на этом уровне организации вещества нами приняты рудные тела вскрытых выработками и скважинами рудных зон Майского месторождения и Семеновского рудопроявления (рис. 1).

Рудные тела описываемых объектов занимают вполне определенное положение в зональных рудно-метасоматических конструкциях. В выделяемом Майско-Лебедском рудном поле присутствуют два разновозрастных геолого-промышленных типа оруденения: контактово-метасоматические залежи золото-магнетит-сульфидных руд в апоскарновых пропилитах, отнесенных нами к каледонскому этапу рудообразования, и минерализованные зоны золото-сульфидно-кварцевых прожилково-вкрапленных руд герцинского этапа (табл.), приуроченных к метасоматитам березитового типа, вложенных в линейные зоны пропилитов [3].



**Рис. 1.** Геологическая карта Майско-Лебедского золоторудного поля (по материалам ООО «Тэтис-Т»): 1) аллювиальные отложения пойм: галечники, пески, супеси; 2) пестроцветные продукты кор выветривания: глины и суглинки каолинит-гидрослюдистые с обломками выветрелых пород; 3) андезиты, андезитодациты, их туфы и эксплозивные лавобрекчии, реже лавы риодацитов и прослой карбонатных пород; 4) красноцветные песчаники, алевролиты, гравелиты, конгломераты; 5) андезибазальты, андезиты и их туфы, туфобрекчии, туфопесчаники, туфоаргиллиты, известняки; 6) базальты и их туфы, туфопесчаники, туфоалевролиты; 7) плагиограниты, кварцевые диориты; 8) диориты, гранодиориты; 9) габбро, габбродиориты; 10) монцодиориты, граносиениты; 11) габбро, габбродиориты, диориты; 12) андезибазальты; 13) андезиты; 14) туфы базальтового состава; 15) туфы андезитов крупнообломочные; 16) эксплозивные и экструзивные брекчии; 17) гранодиориты, плагиограниты; 18) диориты кварцевые; 19) сиенодиориты; 20) монцодиориты; 21) габбродиориты; 22) скарны гранат-пироксеновые, скарнирование; 23) рудно-магнетитовые тела; 24–25) геологические границы прослеживаемые и предполагаемые; 26–27) разрывные нарушения прослеживаемые и предполагаемые; 28) россыпи; 29) скважины № 78–8–9–10–21



**Таблица.** Последовательность минералообразования и вещественный состав руд Майско-Лебедского рудного поля

Металлогеническая эпоха	Палеозойская Pz (Є <sub>2</sub> -O <sub>1</sub> )		Палеозойская Pz (D <sub>3</sub> )		
Этап минерализации	каледонский		герцинский		
Стадия минерализации	скарновая	послескарновая (пропилитовая)	березитовая		
	допродуктивная	ранняя продуктивная	поздняя продуктивная	поздняя постпродуктивная	
Минеральный комплекс	скарново-магнетитовый	золото-магнетит-сульфидный	золото-сульфидно-карцевый		кальцитовый
Минеральная ассоциация	эпидот-гранат-магнетитовая	золото-халькопирит-пиритовая	кварц-золото-полисульфидная	золото-серебро-теллуридно-висмутовая	кальцитовая
Минералы	Гранат Пироксен Волластонит Магнетит I Эпидот	Кварц Пирит I Магнетит II Халькопирит I Сфалерит I Пирротин Золото I Кобальтин Алтаит Кальцит	Кварц Пирит II Арсенопирит Сфалерит II Халькопирит II Галенит Тетраэдрит Золото II	Кварц Теллуровисмутит Тетрадимит Цумоит Бенжаминит Золото III Серебро Кальцит	Кальцит

Рудные объекты Майского месторождения локализованы в восточном экзоконтакте одноименного гранодиорит-диоритового интрузивного массива в мощной зоне скарнирования и кварц-эпидот-хлоритовых, кварц-серицит-карбонатных метасоматитах (рис. 1).

На Майском месторождении проявлено два структурно-морфологических типа золоторудных тел: контактово-метасоматические залежи и минерализованные вкраплено-сульфидные зоны.

Контактово-метасоматические залежи представлены, как правило, скарновыми телами, по которым развиты магнетитовые тела (магнетит I), с последующим их дроблением и наложением золото-магнетит-сульфидной минерализации (табл.).

Основными рудными минералами золото-магнетит-сульфидного комплекса являются пирит, магнетит II и халькопирит. Содержание этих минералов колеблется в широких пределах и обычно составляет десятки процентов. К более редким, но характерным минералам этого комплекса, относятся пирротин и кобальтин. Пирротин развивается в виде вкрапленности, реже образует сливные руды.

Минерализованные зоны с золото-сульфидно-кварцевыми прожилково-вкрапленными рудами приурочены к зонам кварц-эпидот-хлоритовых, кварц-серицит-карбонатных метасоматитов, отнесенных нами к березитам. Они представлены кулисообразной системой крутопадающих жильно-прожилковых тел с неравномерно распределенной сульфидной минерализацией, пересекающие скарны и магнетитовые тела.

Рудные тела Семеновского участка представлены золото-сульфидно-кварцевыми линзами мощностью 0,1...0,7 м, редко более. Промежутки между жильными линзами выполнены сульфидизированными березитами, мощность которых достигает 10...15 м. Протяженность минерализованных зон метасоматитов варьирует от десятков до несколь-

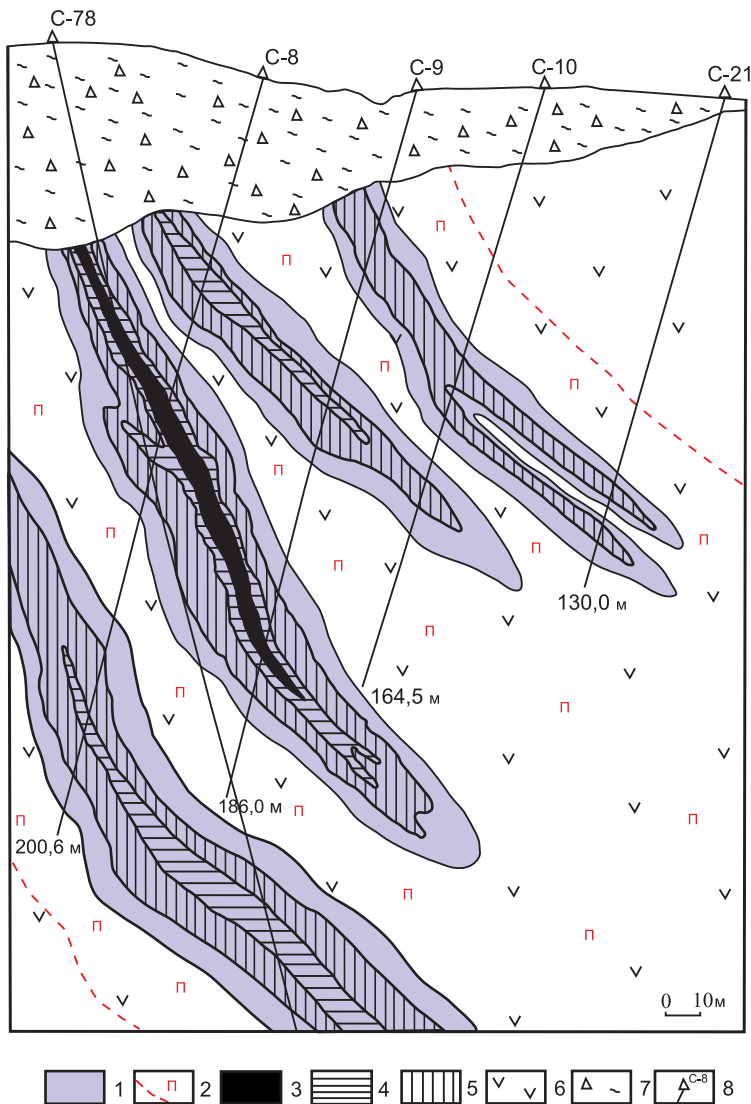
ких сотен метров (рис. 2). Зональность определяется сменой минерального и химического состава руд и метасоматитов по мощности, простиранию и падению рудных тел.

Вмещающие породы участка сложены вулканогенными породами нижнего кембрия (садринская свита). Гидротермальные изменения выражены зонами развития пропилитов и березитов. Они приурочены к структурам повышенной проницаемости, что проявляется в характере распределения рудных тел. Последние тяготеют к участкам пересечения кварцевых жил с зонами повышенной проницаемости, фиксируемых кварц-эпидот-хлоритовыми, кварц-серицит-карбонатными новообразованиями.

Минеральная зональность рудных тел всех участков является концентрической с последовательным сокращением объема продуктов рудоотложения от ранних ступеней минералообразования к поздним и приуроченностью последних к рудоподводящим зонам проницаемости (рис. 2). В центральных частях рудных тел проявлена наиболее поздняя золото-серебро-теллуридно-висмутовая ассоциация, представленная относительно низкотемпературными минералами: теллуровисмутит  $Bi_2Te_3$ , цумоит  $Bi_2Te_2$  и тетрадимит  $Bi_2Te_2S$ . Из сульфосолей Ag-Bi обнаружен бенжаминит [4].

По мере удаления от центра рудных тел фиксируется более ранняя кварц-золото-полисульфидная ассоциация минералов: галенит, сфалерит, халькопирит, блеклая руда (табл.).

Характерно явное преобладание сурьмы над мышьяком в составе блеклой руды, что позволяет отнести ее к тетраэдриту. Галенит, сфалерит, халькопирит, тетраэдрит развиваются в виде прожилков, секущих пирит и арсенопирит, иногда цементируют раздробленные зерна последних, либо нарастают на их грани и ребра. Последовательность выделения минералов этой ступени: сфалерит – халькопирит – галенит – тетраэдрит.



**Рис. 2.** *Метасоматическая зональность рудных тел уч. Семеновского по линии скважин № 78–8–9–10–21. 1) березиты с золото-сульфидно-кварцевой минерализацией; 2) пропилиты; 3–5) области развития минеральных ассоциаций: 3) теллуrowисмутит, цумоит, тетраэдрит, бенжаминит; 4) сфалерит, халькопирит, галенит, тетраэдрит; 5) пирит и арсенопирит; 6) вулканогенно-осадочные образования; 7) кора выветривания; 8) скважины, рис. 1*

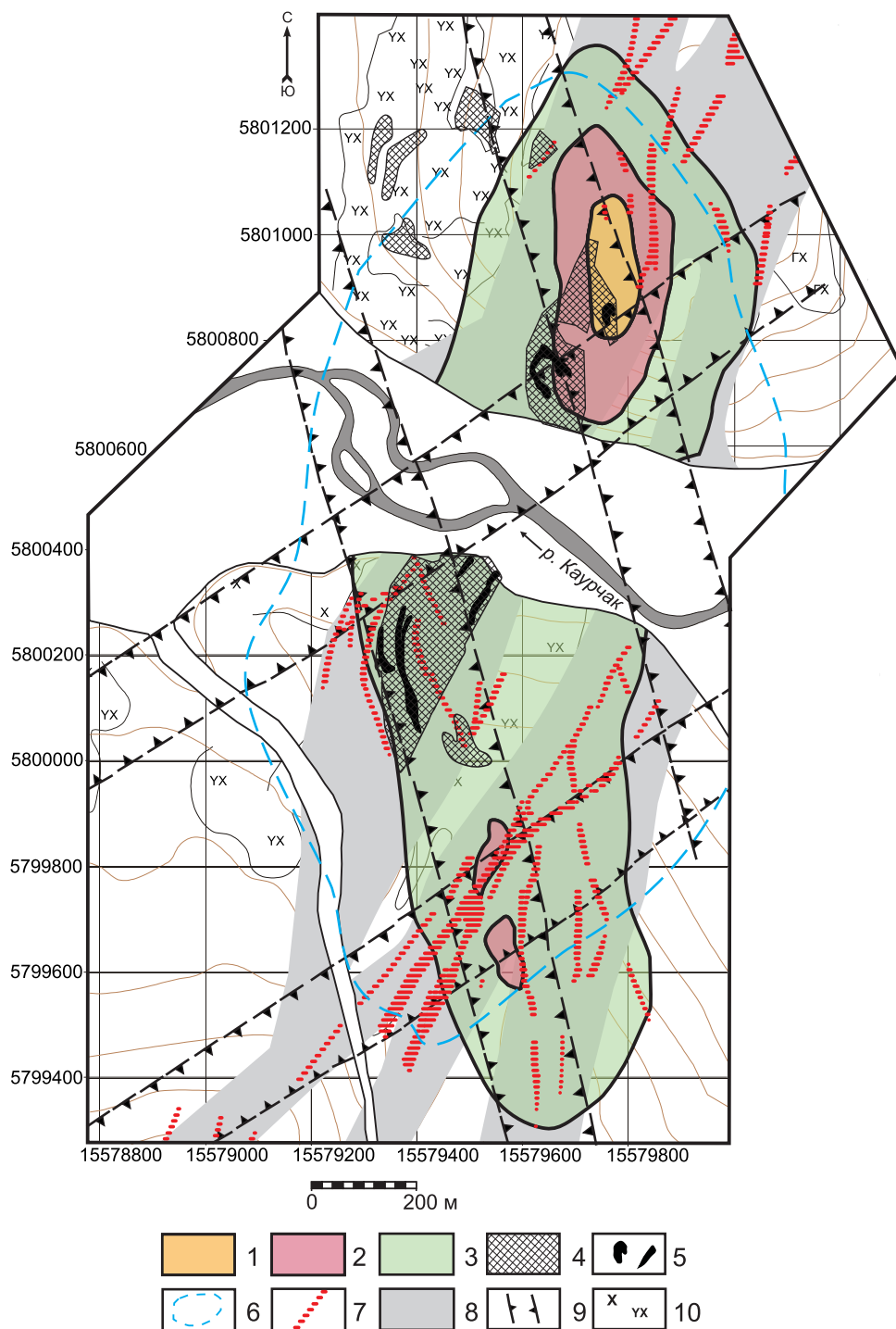
Периферия рудного тела фиксируется только наиболее ранним рудным минералом пиритом, который ближе к центру замещается и цементируется арсенопиритом. В арсенопирите отмечаются повышенные концентрации сурьмы (до 9 %), что свидетельствует в пользу малого эрозионного среза оруждения на Семеновском участке.

По простираению рудных тел закономерно меняется термоЭДС пиритов, на периферии рудного тела преобладают пириты с дырочным типом проводимости, а в центральной части – с электронным [5]. Здесь же исчезают кристаллы пирита I морфологического типа (чистые кубы) и появляются сложные кристаллы куб-пентагондодекаэдрического и пентагон-октаэдрического габитусов. Их особенностью является развитие на всех кристаллах грани октаэдра, не встречающейся в участках преобладания свинцово-цинковой минерализации.

В целом, морфологическая зональность рудных тел является объемной, концентрической, центростремительной, с постепенным сокращением площади рудоотложения к концу процесса рудообразования.

#### Зональность месторождений

Большое количество жил, залежей рудного поля сконцентрированы в трех рудных участках. Они различаются геологической обстановкой и минералого-геохимическими особенностями руд и метасоматитов. Выделяются Майский, Правобережный и Семеновский участки, соответствующие по рангу месторождениям (рис. 1). Майское месторождение является собственно золото-скарновым, Правобережное и Семеновское проявления представлены пропилит-березитовыми зонами с прожилково-вкрапленной золото-сульфидно-кварцевой минерализацией. Зональность этих объектов



**Рис. 3.** Поперечная зональность рудно-метасоматических образований в пределах уч. Майского: 1) центральная зона с золото-серебро-теллуридно-висмутовой минерализацией; 2) промежуточная зона с золото-полисульфидной минерализацией; 3) внешняя зона с пирит-арсенопритовой минерализацией; 4) известковые скарны; 5) магнетитовые тела; 6) область развития апоскарновых пропилитов с сопутствующей золото-магнетит-сульфидной минерализацией; 7) березиты с золото-сульфидно-кварцевой минерализацией; 8) линейные зоны пропилитов; 9) интрузивные образования; 10) тектонические зоны повышенной трещиноватости

имеет как общие черты, так и специфические особенности.

Рудно-метасоматическая зональность Майского месторождения проявляется в зональности слагающих его рудных жил и залежей, различающихся

по минералогическому составу. В центральной части месторождения на скарно-магнетитовые залежи наложено золото-магнетит-сульфидное оруденение первого этапа. Здесь же развиты крутопадающие маломощные зоны кварц-эпидот-хло-

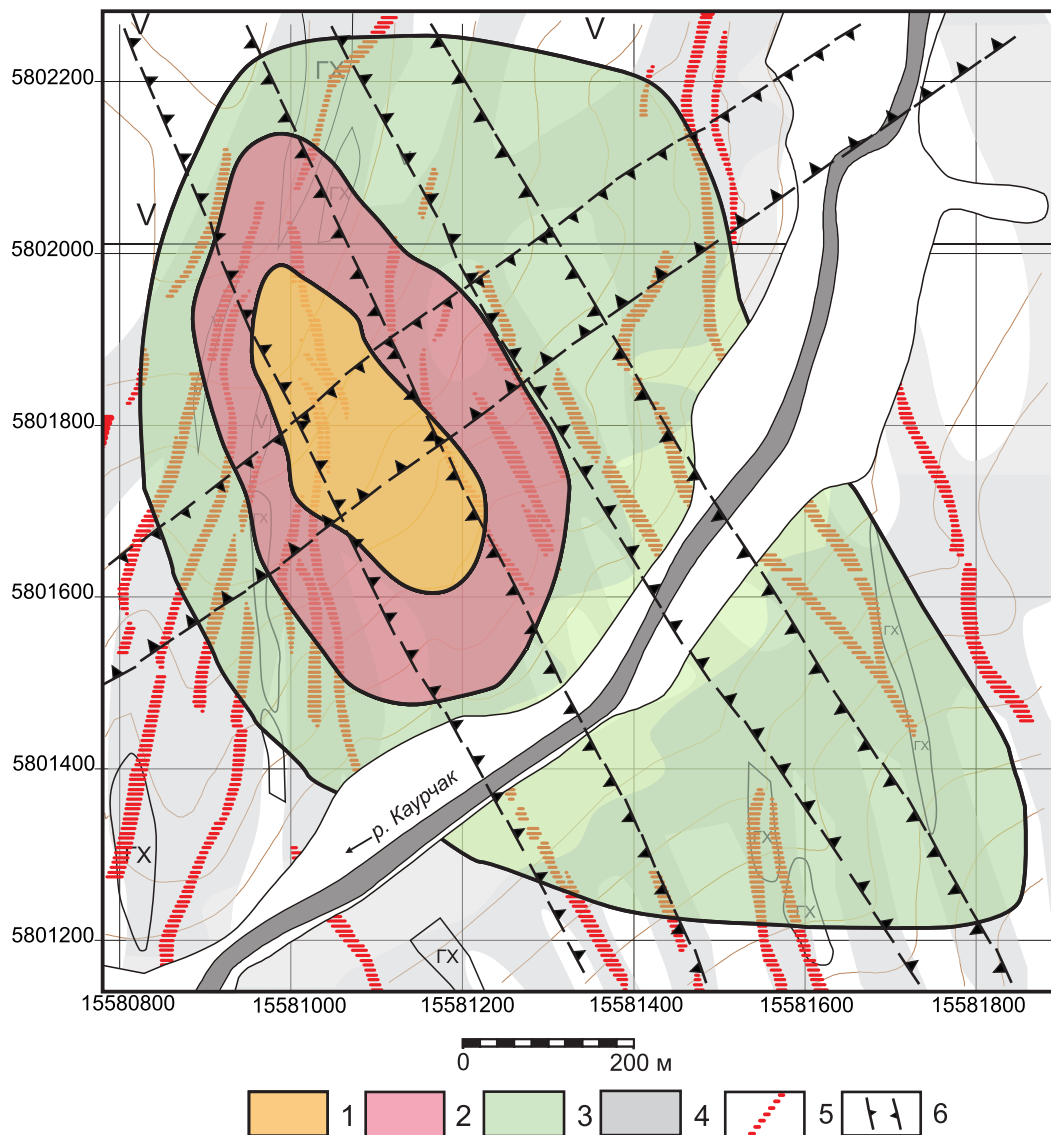


Рис. 4. Минералогическая зональность руд участка Правобережного. Условные обозначения на рис. 3

ритовых, кварц-серицит-карбонатных березитоподобных метасоматитов с золото-сульфидно-кварцевыми прожилково-вкрапленными рудами второго этапа. К периферии месторождения приурочены участки развития пропилитов с пиритовой минерализацией (рис. 3).

Для Правобережного и Семеновского рудопроявлений рудно-метасоматическая зональность выразилась в развитии линейных зон пропилитов с постепенным переходом в березиты, на которые наложено золото-сульфидно-кварцевое оруденение второго этапа.

Минеральная зональность руд наиболее контрастно проявилась по простиранию рудовмещающей структуры. В центральной части месторождения развиты: золото-серебро-теллуридно-висмутовая и кварц-золото-полисульфидная ассоциации, в промежуточной – пирит-арсенопиритовая вкрапленная минерализация, а внешняя часть характеризуется наличием участков с рассеянной пирито-

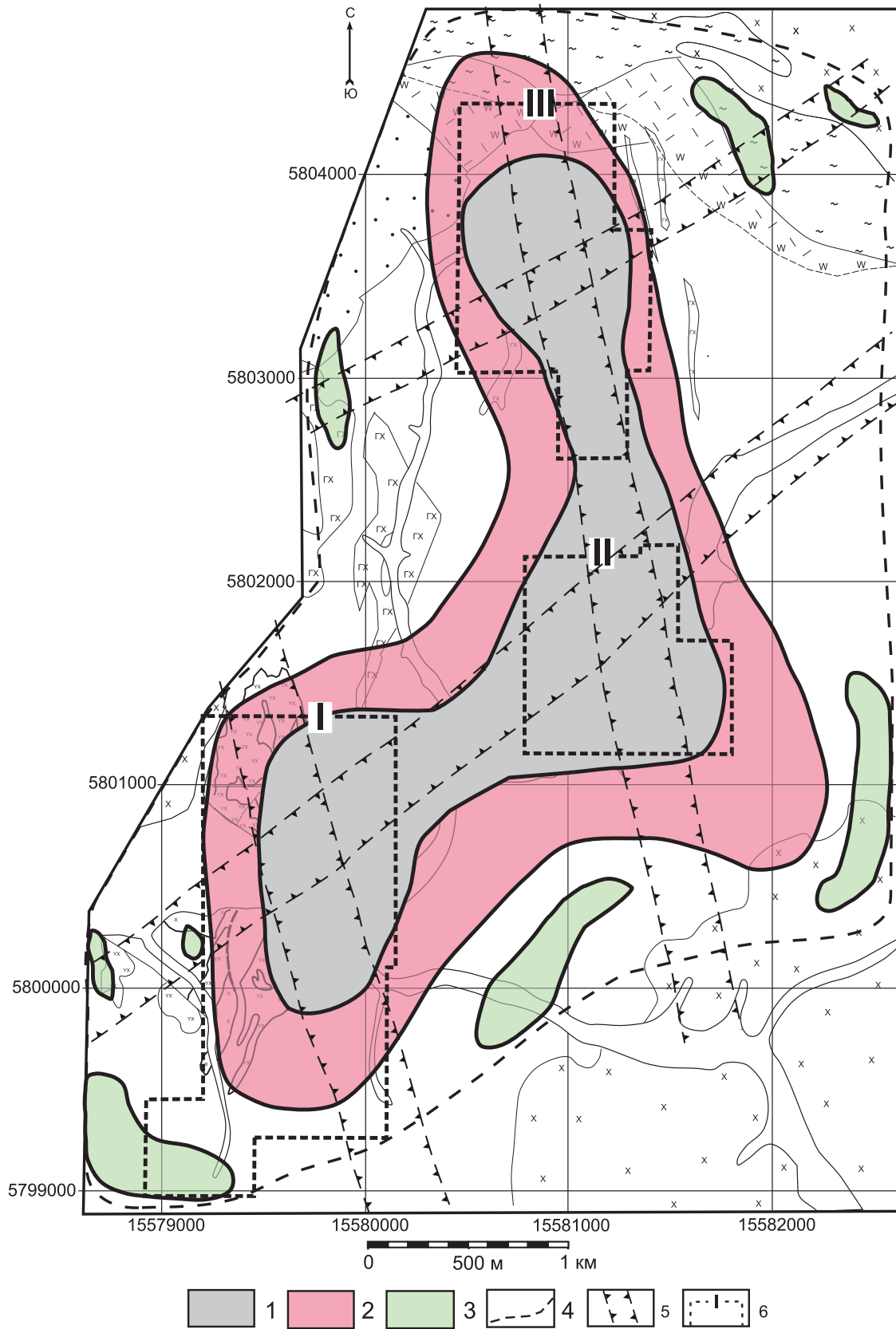
вой минерализацией (рис. 4). В том же направлении возрастает доля пиритов с дырочным типом проводимости.

Таким образом, зональность месторождений является центростремительной, с концентрацией поздних продуктивных парагенезисов в их центральных частях.

#### Зональность рудного поля

Эндогенная зональность рудного поля определяется совокупностью слагающих его рудных участков в сочетании с закономерным изменением состава метасоматитов. Она отражает эволюцию плутогенной гидротермальной палеосистемы в целом.

Для рудного поля характерна поперечная зональность, которая обусловлена сочетанием моно- и многоактного механизмов ее формирования. При моноактном отложении ее зональность обычно центробежная, что отражает растекание растворов в сто-



**Рис. 5.** Поперечная рудно-метасоматическая зональность рудного поля: 1) центральная зона развития околорудных метасоматитов с золото-сульфидной минерализацией; 2) промежуточная зона: пропилиты и пирит-арсенопиритовая минерализация; 3) фронтальная зона с участками рассеянной притовой минерализацией; 4) предполагаемый контур внешней зоны; 5) зоны повышенной трещиноватости; 6) контуры рудных участков: I) Майский; II) Правобережный; III) Семеновский; остальные условные обозначения на рис. 1



роны от подводящего канала и выражается в зональном размещении элементов-примесей в минералах руд и метасоматитов. При многоактном минералообразовании происходит перекристаллизация и очистка от микропримесей кварца, полевых шпатов, светлых слюд, сульфидов и относительное накопление сидерофильных и литофильных элементов в темноцветных (хлорит, эпидот, пироксен, амфибол) и аксессуарных минералов преимущественно по периферии областей рудоотложения. Вследствие преобладающего сокращения объема рудообразующей системы в процессе ее эволюции, поперечная зональность квалифицируется как концентрическая, сходящаяся. Она выражается наличием в центральной зоне околорудных метасоматитов с золото-магнетит-сульфидной и золото-сульфидно-кварцевой минерализацией. Промежуточная зона рудного поля характеризуется развитием пропилитов с пирит-арсенипиритовой минерализацией, внешняя зона рудного поля представлена участками с рассеянной (непромышленной) минерализацией, преимущественно пиритовой (рис. 5). ТермоЭДС пиритов в целом сменяется с электронного на дырочный от центра к периферии рудного поля.

На фоне описанной поперечной зональности, связанной со структурными условиями рудоотложения, отчетливо фиксируется осевая зональность рудного поля, обусловленная снижением температуры рудоотложения с юга на север.

Проявлением осевой зональности оруденения является закономерное изменение минерального состава золотоносных зон и типоморфных свойств минералов с юга на север рудного поля. В общем виде рудная минерализация представлена следующим набором минералов: кварц, магнетит, пирит, арсенипирит, сфалерит, халькопирит, галенит, тетраэдрит, теллуриды и сульфосоли. Типоморфными минералами для Майского месторождения являются магнетит, пирротин и кобальтин. Для участков Правобережного и Семеновского характерно отсутствие магнетита и пирротина и возрастание роли поздних минералов: теллуровисмута, тетрадимита, цумоита и бенжаминита.

Отмечается также тенденция увеличения пробыности золота в ряду: участок Семеновский (среднее – 729 ‰) → Правобережный (786 ‰) → Майский (838 ‰) [6]. В целом, соотношение серебра и золота в рудах с юга на север рудного поля возрастает на порядок: от 1:1 до 10:1.

Эндогенная температурная зональность рудного поля находит отражение и в пространственном размещении метасоматитов. Кварц-полевошпатовые метасоматиты, известковые скарны и околоскарновые пропилиты развиты только на южном фланге рудного поля. Линейные пропилиты и околорудные березиты в наибольшей степени развиты в северной части рудного поля. В пределах рудного поля можно выделить три блока, каждый из которых обладает специфическими чертами рудно-метасоматической зональности: южный, центральный и северный.

Для южного блока, где располагается Майское месторождение, характерны следующие основные особенности: 1 – развитие площадных метасоматитов: кварц-полевошпатовых, скарнов и околоскарновых пропилитов; 2 – небольшая мощность окололожильных кварц-серицит-карбонатных березитов (0,3...0,8 м); 3 – из рудных минералов характерны: магнетит, пирротин и кобальтин; 4 – золото крупное высокопробное, средняя проба 838 ‰; 5 – отношение Ag/Au в рудах 0,5...2.

Отличительными чертами центрального блока, куда входит участок Правобережный, являются: 1 – развитие пропилитов линейного типа и березитов; 2 – средняя мощность окололожильных березитов 0,8...1,0 м; 3 – из рудных минералов кроме пирита, развиты сфалерит и галенит, реже встречаются халькопирит, тетраэдрит, теллуриды и сульфосоли; 4 – золото менее крупное, чем в ядерном блоке, средняя проба 786 ‰; 5 – отношение Ag/Au в рудах 3...5.

Северный блок включает участок Семеновский и обладает следующими специфическими особенностями: 1 – повышенная мощность окололожильных березитов до 10...15 м; 2 – максимальное разнообразие рудной минерализации (пирит, арсенипирит, сфалерит, галенит, тетраэдрит, теллуровисмутит, тетрадимит, бенжаминит); 3 – золото мелкое (менее 0,1 мм), средняя проба 729 ‰; 4 – отношение Ag/Au в рудах 8...10.

Установлено, что латеральная зональность наиболее контрастно проявлена по простиранию оси удлинения рудного поля с юга на север, по мере удаления от Майского массива и комплекса позднедевонских габбро-монзонит-граносиенитовых интрузивов. Выявленная осевая зональность рудного поля указывает на парагенетическую связь оруденения с указанными интрузивными комплексами.

#### Выводы

Установлена рудно-метасоматическая зональность трех иерархических уровней: ранга рудного поля, месторождения и рудного тела. Выявленная поперечная зональность на всех уровнях классифицируется как концентрическая сходящаяся, с выделением в пределах рудоносных структур трех зон. В центральной зоне развиты околорудные метасоматиты с золото-магнетит-сульфидной и золото-сульфидно-кварцевой минерализацией. Промежуточная зона характеризуется развитием пропилитов с пирит-арсенипиритовой минерализацией. Для внешней зоны характерны участки с рассеянной (непромышленной) минерализацией. Поперечная зональность обусловлена структурными условиями локализации оруденения и отражает дифференцированный характер проницаемости геологических структур. На ее фоне зафиксирована осевая зональность рудного поля, обусловленная снижением температуры рудоотложения с юга на север по мере удаления от рудогенерирующих интрузивов. В масштабе рудного поля она вырази-



лась в закономерной смене высокотемпературных метасоматитов более низкотемпературными, в закономерном снижении пробы золота, увеличении отношения Ag/Au в рудах, изменении типоморфных свойств пирита и минералов метасоматитов. Все это свидетельствует о небольшом эрозион-

ном срезе рудных участков и перспективе их на глубину.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки. АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы (2009–2011 годы)». Регистрационный номер: 2.1.1/12705.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нарсеев В.А. Теория эндогенной зональности рудных месторождений // Отечественная геология. – 1994. – № 5. – С. 3–10.
2. Санин В.Н. Модель золоторудных проявлений в структурах Майско-Лебедской площади, Республика Алтай // Руды и металлы. – 2009. – № 4. – С. 42–54.
3. Тимкин Т.В. Критерии локализации золотого оруденения в Майско-Лебедском рудном поле (Горная Шория) // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2011. – Т. 48. – № 1. – С. 58–63.
4. Ворошилов В.Г., Санин В.Н., Тимкин Т.В. Аномальные геохимические поля зон сульфидной минерализации Майско-Ле-

- бедского золоторудного узла // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309. – № 3. – С. 36–41.
5. Коробейников А.Ф., Нарсеев В.А., Пшеничкин А.Я., Ревякин П.С., Арифудов Ч.Х. Пириты золоторудных месторождений. – М.: ЦНИГРИ, 1993. – 213 с.
6. Калинин Ю.А., Росляков Н.А., Прудников С.Г. Золотоносные коры выветривания юга Сибири. – Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2006. – 339 с.

*Поступила 18.03.2011 г.*

УДК 552.11:552.3:550.4:550.93(571.51)

## ГЕОХРОНОЛОГИЯ И МАГМАТИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ЩЕЛОЧНЫХ ПОРОД И КАРБОНАТИТОВ ЮЖНОГО ЗААНГАРЬЯ, ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ

В.В. Врублевский, А.М. Сазонов\*, И.Ф. Гертнер, П.А. Тишин, Ю.В. Колмаков\*\*

Томский государственный университет

\*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

\*\*Томский политехнический университет

E-mail: labspm@ggf.tsu.ru

*Производные мантийного магматизма в южном Заангарье Енисейского кряжа представлены среднетатарским ийолит-фойяитовым и пенченгинским фенит-карбонатитовым комплексами неопротерозоя. Начальные фазы их становления (~725...680 млн л назад) совпадают с одной из эпох плюмовой активности и рифтогенеза на окраине Сибирского палеоконтинента. Источники родоначальных магм по Nd-Sr-изотопным параметрам соответствуют материалу деплетированной мантии PREMA/FOZO-типа и E-MORB при некотором смещении с обогащенным веществом EM I. Предполагаются сходный геодинамический режим и изначальная пространственная сближенность проявлений позднедокембрийского мантийного щелочного магматизма Енисейского кряжа и Восточного Саяна.*

#### Ключевые слова:

*Щелочной магматизм, карбонатиты, мантийный плюм, Енисейский кряж.*

#### Key words:

*Alkaline magmatism, carbonatites, mantle plume, Yenisei Ridge.*

#### Введение

В геологическом строении Енисейского кряжа принимают участие неопротерозойские разноформационные магматические комплексы и массивы щелочных пород и (или) карбонатитов, которые, предположительно, сформировались в обстановке пульсационной плюмовой активности и континентального рифтинга [1–4]. Согласно одной из существующих геодинамических моделей докембрийский складчато-надвиговый пояс Енисейского кряжа образовался в результате последовательной аккреции нескольких террейнов к окраине Сибирского кратона. При этом считается, что глав-

ные коллизионные события в интервалах 880...860 и 760...720 млн л назад сопровождались внедрением крупных гранитоидных интрузивов тейского, аятинского и глушихинского комплексов, расположенных в центральной и западной частях Заангарья [5, 6]. На этой территории выделяются два этапа коллизионного метаморфизма с возрастными пиками 862...849 и 802...798 млн л, а также стадии охлаждения горных пород, эксгумированных при надвигах, в диапазонах ~849...815 и ~795...773 млн л назад соответственно [7–9]. Предполагается, что на рубеже рифея – венда (~700...630 млн л назад), происходило присоединение к палеоконтиненту островодужных