

Порфирово-эпитермальные системы Баимской рудной зоны, Западная Чукотка

А.Ф. Читалин**, Ю.Н. Николаев*, И.А. Бакшеев*, В.Ю. Прокофьев***, Е.В. Фомичев**,
В.В. Усенко**, Е.В. Нагорная*, Л.И. Марущенко*, Ю.Н. Сидорина*, Г.Т. Джеджея*

* ООО «Геохимпоиски», ** ООО «Институт геотехнологий», *** ИГЕМ РАН

Аннотация

Выделены и охарактеризованы порфирово - эпитермальные рудные системы (ПЭС) Баимской рудной зоны, которые развивались в начале раннего мела (139-137 млн. лет). Положение ПЭС и их структурная эволюция контролировались глубинным сдвигом. В эволюции ПЭС выделяется три главных этапа: мезотермальный Cu-Mo-Au порфировый, субэпитермальный полиметаллический, эпитермальный золотосеребряный. Выявленные закономерности строения ПЭС позволяют прогнозировать новые месторождения в Баимской рудной зоне. Основные особенности ПЭС согласуются с «классической» моделью порфирово-эпитермальной системы, но есть и отличия от «классической» модели.

Введение

Баимская рудная зона (БРЗ) расположена в Билибинском районе на западе Чукотского АО. Она включает месторождения и рудопоявления медно-порфировых и эпитермальных золотосеребряных руд. Наиболее изученным является золото-молибден-серебро-медно-порфировое месторождение Песчанка, входящее в двадцатку крупнейших медно-порфировых месторождений мира.

Баимская рудная зона изучалась в 1960-1990 гг. геологами Анюйского геологоразведочного управления, а также специалистами других организаций (Волчков и др., 1982; Каминский, 1984; Мигачев и др., 1984, 1995). Были открыты промышленные россыпи золота, выявлены крупные медно-порфировые объекты – месторождение Песчанка и Находкинское рудное поле, эпитермальное золотосеребряное месторождение Весеннее. В 2008 г компания ООО «ГДК Баимская» возобновила поисково-оценочные работы на Баимской площади под управлением ООО «Региональная горнорудная компания». Финансирование работ осуществляется инвестиционной компанией ООО Миллхауз».

Запасы категорий C_1+C_2 , утвержденные в ГКЗ РФ, и прогнозные ресурсы категории P_1 месторождения Песчанка по состоянию на 1 января 2012 г при бортовом содержании условной меди 0,4% суммарно составили: руды 960,11 млн т, меди 6,68 млн.т, молибдена 177,35 тыс.т, золота 378,11 т, серебра 3497 т при средних содержания меди 0,54-0,76%, молибдена 0,013-0,02%, золота 0,27-0,45 г/т, серебра 2,97-4,06 г/т (Читалин и др., 2013).

Ресурсный потенциал центральной части Баимской рудной зоны по категориям $C_1+C_2+P_1+P_2+P_3$ составляет 22,9 млн. т меди, 1 976,6 т золота, 9 124 т серебра, 325,3 тыс. т молибдена (Читалин, Николаев и др., 2014).

Авторы настоящей статьи в 2009-2015 гг. принимали непосредственное участие в разведке месторождения Песчанка и Находкинского рудного поля и поисково-оценочных работах на перспективных участках Баимской рудной зоны. Проведены геохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния, поисковые маршруты, изучена минералогия руд и метасоматитов. Поисковые работы сопровождалась наземными геофизическими работами на месторождении Песчанка и Находкинском рудном поле. Была выполнена комплексная аэрогеофизическая съемка Баимского лицензионного участка. Анализ и синтез всех полученных данных позволил выделить порфирово-эпитермальные рудные системы, изучить их строение, историю и условия формирования.

Тектоническое положение и геология Баимской рудной зоны

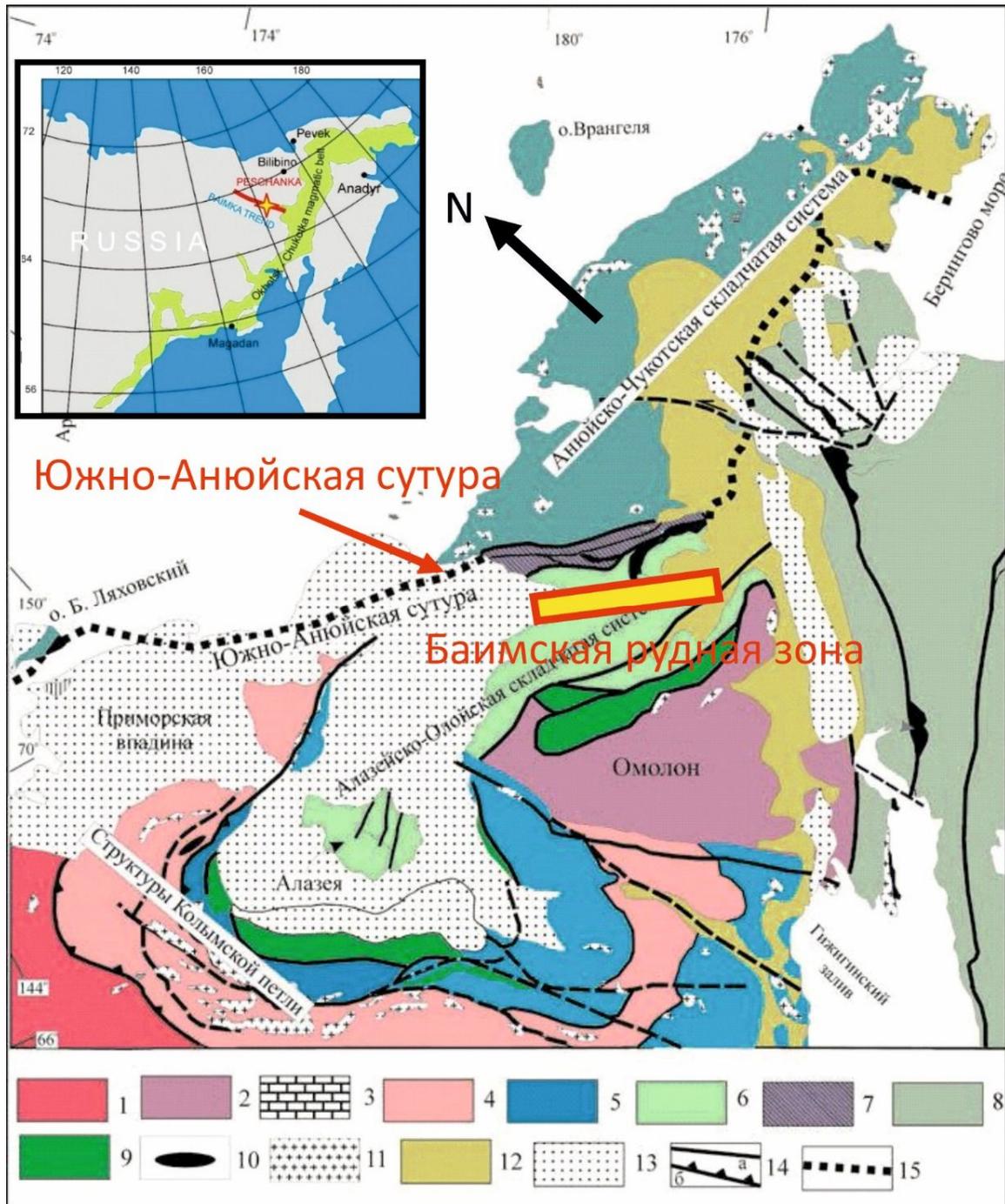


Рис. 1. Тектоническое положение Баимской рудной зоны.

Основные тектонические элементы Северо-Восточной Азии (Nokleberg et al., 1994):

1 – Сибирская платформа; 2 – блоки с древней докембрийской континентальной корой; 3 – деформированный палеозойско-мезозойский чехол Новосибирско-Чукотской складчатой области; 4 – верхоянский комплекс и его эквиваленты; 5 – деформированный палеозойско-мезозойский чехол Верхояно-Колымской складчатой области; 6 – Алазейско-Олойская складчатая система; 7 – Южно-Анхойская сutura; 8 – Корякско-Камчатская складчатая область; 9 – палеозойско-мезозойские островодужные комплексы; 10 – офиолиты; 11 – граниты; 12 – Охотско-Чукотский вулканогенный пояс; 13 – кайнозойский чехол 14 – тектонические границы: а – сдвиги, б – надвиги; 15 – Южно-Анхойской сutura.

Баимская рудная зона принадлежит Алазейско-Олойской складчатой системе и ассоциирует с позднеюрским – раннемеловым островодужным вулканоплутоническим комплексом (рис.1). Рудная зона протягивается параллельно Южно-Ануйской сuture, имеющей покровно-складчато-надвиговое строение с наложенными правосдвиговыми деформациями. Эта коллизионно-офиолитовая сutura маркирует зону субдукции позднеюрского-раннемелового океанического бассейна и раннемеловой коллизии Колымо-Омолонского и Ануйско-Чукотского террейнов (Соколов и др., 2001).

Баимская рудная зона вытянута более чем на 170 км в северо-западном направлении вдоль глубинного разлома, который контролирует размещение раннемеловых рудоносных интрузивов, а также парагенетически связанных с ними медно-порфировых систем и золотосеребряных и полиметаллических проявлений, россыпей золота. Ширина БРЗ около 20 км. На юго-востоке она перекрывается верхнемеловыми вулканитами Охотско-Чукотского магматического пояса и интрузируется комагматичными им интрузиями. На северо-западе в пределах зоны расположена раннемеловая Мангазейская вулканоструктура, к которой приурочены рудопроявления медно-порфирового типа и эпитермальные золотосеребряные проявления с сопутствующими россыпями золота (рис.2). Рудоносные гипабиссальные интрузии диоритового весеннинского и монцонитоидного егдыгкычского комплексов прорывают смятые в складки вулканогенно-осадочные отложения верхней юры-нижнего мела. Позднеаптская терригенная угленосная айнакургенская свита на северном фланге месторождения Песчанка несогласно залегает на размытых метасоматически измененных и оруденелых монцодиоритах и монцодиорит-порфирах Егдыгкычского плутона.

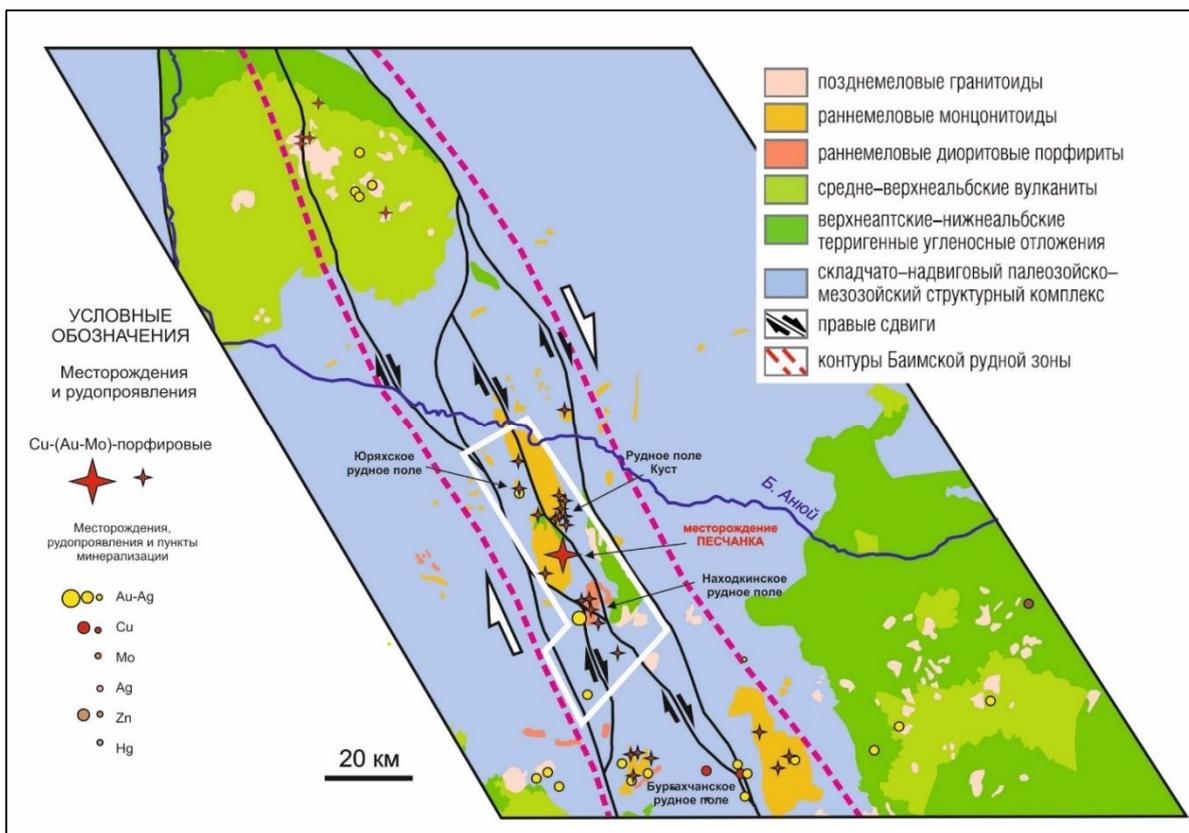


Рис. 2. Геологическое строение и минерализация Баимской рудной зоны (Читалин и др., 2013).

Изученные нами разномасштабные структурные парагенезы разрывов позволяют интерпретировать Баймскую зону как глубинную структуру правого сдвига (Chitalin et al, 2012). Медно-порфировые месторождения в обстановке сдвига формировались кулисообразно в ловушках растяжения (сбросы, отрывы) преимущественно меридионального простирания. Рудные штокверки рассечены пострудными сбросо-сдвигами. В Баймской рудной зоне нами установлены относительно разновозрастные надвиги, сбросы, раздвиги, сдвиги и сбросо-сдвиги.

Порфирово-эпитеpмальные системы Баймской рудной зоны

Порфирово-эпитеpмальная система (ПЭС) - полихронная рудно-магматическая система с прожилково-вкрапленной минерализацией медно-порфиpового типа и парагенетически связанной с ней эпитеpмальной золотосеребряной минерализацией. Медная минерализация развивается по порфиpовой гранитоидной интрузии и по вмещающим ее породам. Медно-порфиpовая система наследуется и обрамляется эпитеpмальными жилами и штокверками с полиметаллической и Au-Ag минерализацией. ПЭС обладают вертикальной и латеральной рудно-метасоматической зональностью. В истории развития ПЭС выделяется два этапа: ранний мезотермальный и поздний эпитеpмальный этапы, которые состоят из нескольких стадий. Порфиpово- эпитеpмальные системы формируются в магматических дугах над зонами субдукции. За рабочую модель ПЭС нами принята модель R. H. Sillitoe (рис.3).

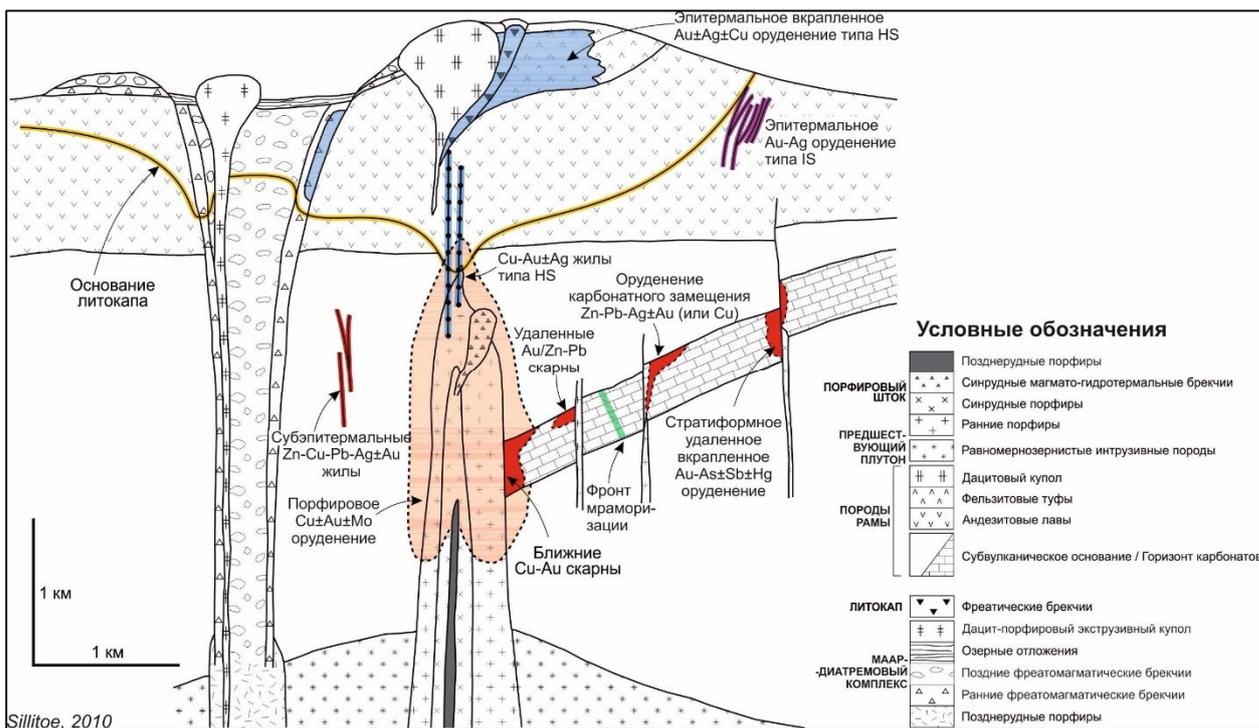


Рис. 3. Модель порфиpово-эпитеpмальной системы (Sillitoe, 2010).

В центральной части Баймской рудной зоны выделяется четыре ПЭС, ассоциирующие с Егдыгкычским плутоном монцитонитов и Верхне-Баймским штоком диоритовых порфиpитов. ПЭС имеют эллипсовидные очертания, их размеры в плане достигают 20 x 10 км, они могут включать несколько рудных полей (рис. 4). Месторождения и рудопроявления распределены вдоль Баймской зоны с шагом 20 – 10 км, что отражает дискретный характер распределением структур растяжения (рудных ловушек) вдоль зоны глубинного сдвига. Глубина эрозии рудных объектов в пределах ПЭС различная, в южной

части Баимской зоны выделяются слабо эродированные и прогнозируются «слепые» рудные тела.

ПЭС отчетливо выражены в геохимическом поле вторичных (почвенных) аномалий меди, золота, молибдена, а также других рудогенных элементов-спутников. Площадная продуктивность и содержания золота ($P=37 \text{ м}^2\%$, $C_{\text{ср.}}=0,1-0,2 \text{ г/т}$) в ореолах над эпitherмальными жильно-прожилковыми зонами выше, чем над Cu-Mo-Au-порфировыми штокверками (рис. 5).

Юряхская и Егдыгкычская ПЭС выделяются на северном отрезке центральной части Баимской рудной зоны (рис.6).

Егдыгкычская ПЭС включает рудные поля Куст и Егдыгкыч. По данным поискового бурения глубиной до 300 м в ядерных частях почвенных аномалий была выявлена лишь непромышленная минерализация медно-порфирового типа в калишпатизированных монцодиоритах, часто катаклазированных в зоне влияния Егдыгкычского разлома. Минерализованные зоны имеют меридиональное простирание. Не исключено выявление более богатой минерализации на глубине более 300 м, так как на забое некоторых скважин отмечается увеличение содержаний меди. В западной части рудного поля Егдыгкыч скважины пересекли зону полого надвига, по которому минерализованные монцодиориты надвинуты к западу на пострудные угленосные отложения айнахургенской свиты. Надвиг смещается более поздними сдвигами. В разломных зонах породы сильно деформированы – рассланцованы, катаклизированы и милонитизированы, выделяются линзы blastomylonites. Установлены тектонические трещины различной ориентировки, которые выполнены хлоритовыми прожилками, несущими сдвиговые и надвиговые зеркала скольжения.

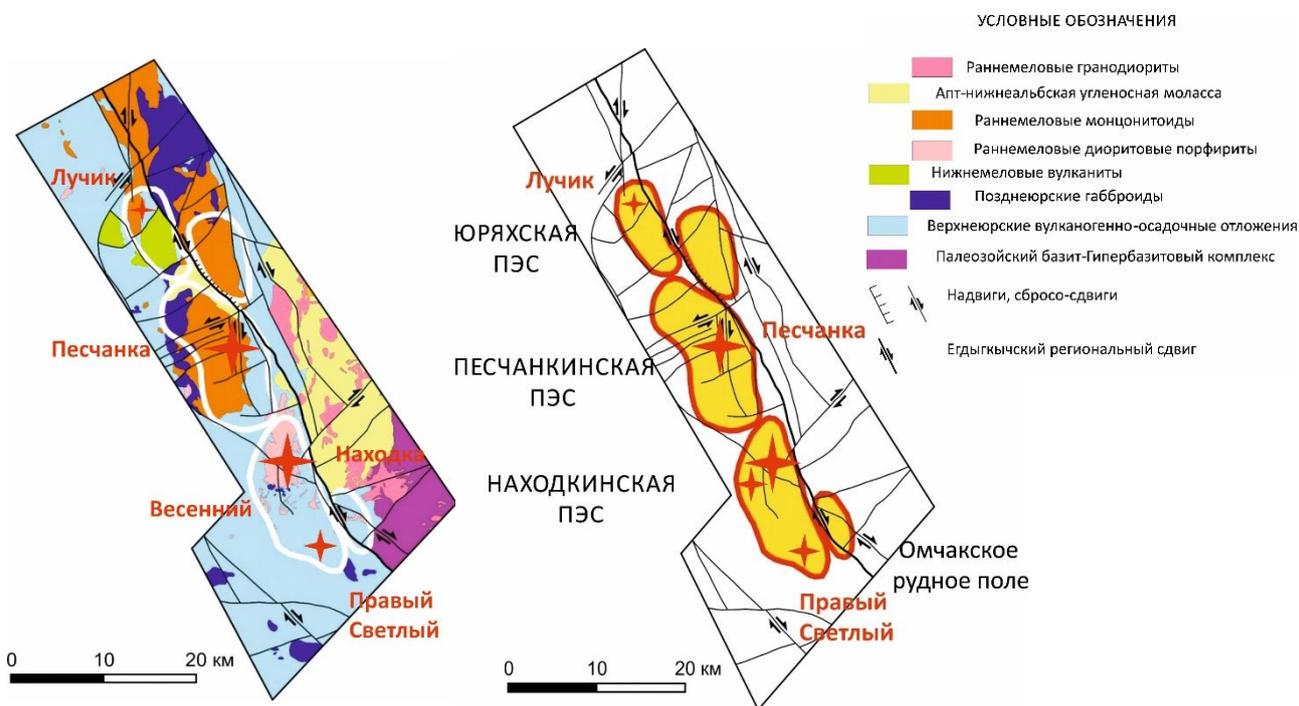


Рис. 4. Геология и ПЭС Центральной части Баимской рудной зоны.

Юряхская ПЭС включает рудные поля Лучик и Топь. По данным поискового бурения в их пределах оконтурены меридиональные зоны рудной минерализации медно-порфирового типа и наложенной на нее эпitherмальной золотосеребряной минерализации жильно-прожилкового типа. В скважинах установлены протяженные интервалы с промышленными содержаниями меди и золота. Рудопроявления слабо обнажены и требуют

дальнейшего опоискования с применением глубинной геохимии, картировочного и поискового бурения.

Песчанкинская ПЭС включает месторождение Песчанка, аномальные геохимическое поле (медно-порфировое рудопроявление) Таллах, а также участок Восточная Песчанка, где по данным аэрогеофизики и почвенной геохимии на глубине прогнозируется слепая рудная минерализация (рис. 7). Зоны эпитермальной золотосеребряной минерализации локально установлены в плотике долины Правая Песчанка (под россыпью), а также предполагаются на участке Таллах, где выявлены высокопродуктивные почвенные аномалии золота, а в штучных пробах песчаников с кварц-сульфидной прожилковой минерализацией установлены высокие содержания меди и золота. В пределах ПЭС выявлено несколько аномальных геохимических полей, в контурах которых известны рудопроявления и пункты минерализации меди и золота. Эти геохимические поля требуют дальнейшего изучения.

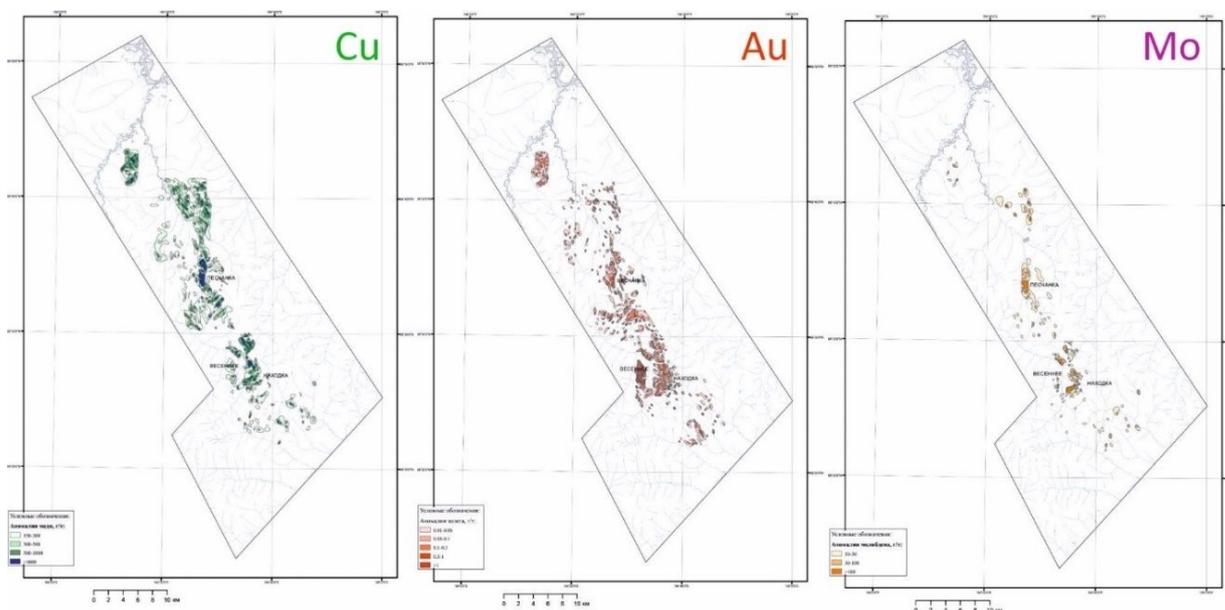


Рис. 5. Почвенные аномалии меди, золота, молибдена в контурах порфирово-эпитермальных систем центральной части Баимской рудной зоны.

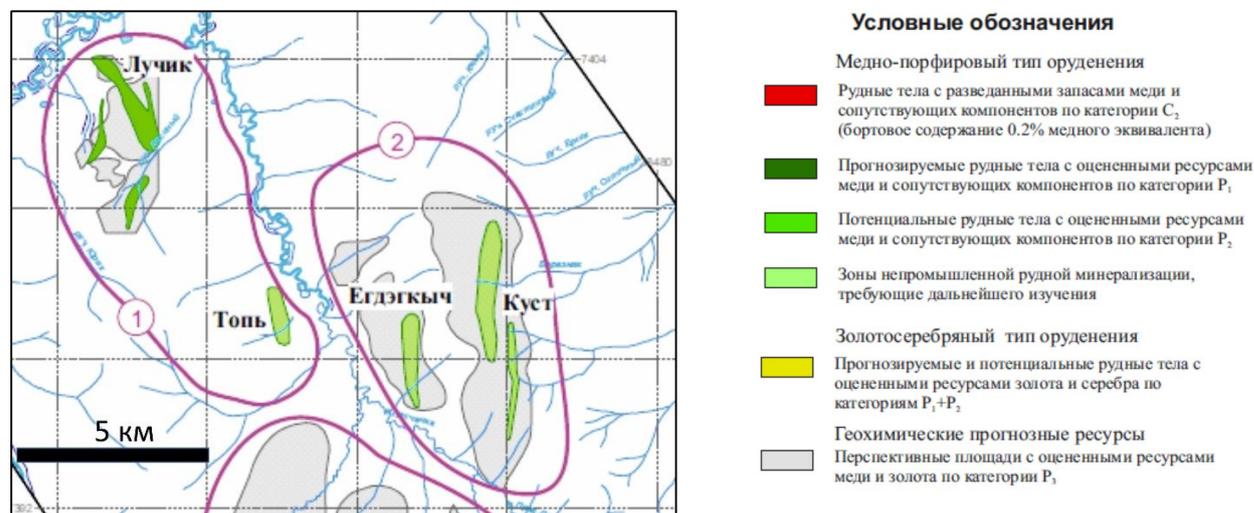


Рис. 6. Юряхская и Егдыгкычская порфирово-эпитермальные системы

Находкинская ПЭС включает на севере Находкинское рудное поле с медно-порфировыми и золотосеребряными рудопроявлениями, расположенными в ядерных частях аномальных геохимических полей, а также аномальные геохимические поля в центральной и южной частях ПЭС (рис.8). В южной части ПЭС нами были выявлены проявления медно-порфировой и золотосеребряной эпитермальной минерализации, указывающие на наличие в ядрах геохимических аномалий слабо эродированных и слепых рудных объектов. В плотике ручья Правый Светлый была выявлена богатая медно-порфировая минерализация.

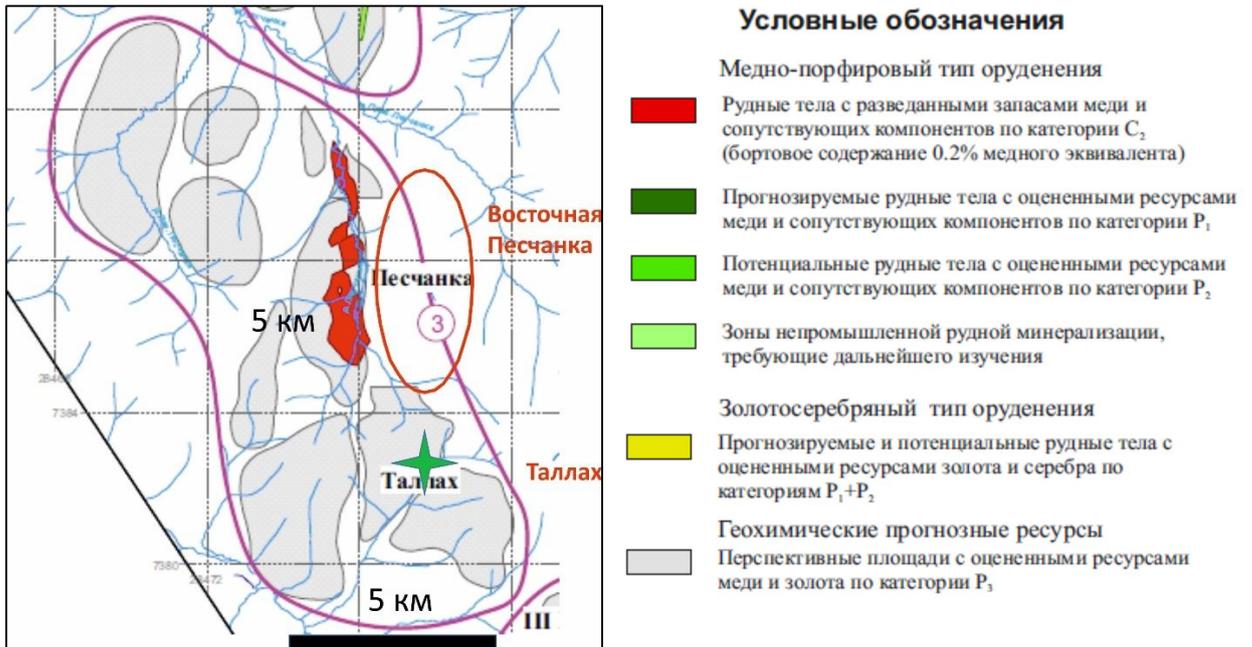


Рис. 7. Песчанкинская порфирово-эпитеpмальная система.



Рис. 8. Находкинская порфирово-эпитеpмальная система.

Строение месторождения Песчанка и Находкинского рудного поля

Строение месторождения Песчанка и Находкинского рудного поля показано на рисунках 9, 10. Строение их рудоносных штокверков во многом сходно.

Месторождение Песчанка представляет собой линейный полихронный сложный штокверк протяженностью 7 км и шириной до 1 км, разобщенный на 3 части пострудными сбросо-сдвигами. Рудный штокверк (прожилково-вкрапленная сульфидная минерализация) сформировался по метасоматически измененным монцодиорит-порфирам второй фазы, образующим линейное тело сложного строения, а также по вмещающим их монцодиоритам первой фазы, также измененным.

Рудная минерализация находится в контуре биотит-калишпатовых метасоматитов, которые на флангах месторождения сменяются эпидот-хлорит-актинолитовыми пропилитами по монцодиоритам и вмещающим их ороговикованным вулканогенно-осадочным породам верхней юры.

Многочисленные разномасштабные линейные зоны кварц-серицитовых метасоматитов (филлизитов, D-veins), несущих рудную минерализацию, образуют метасоматический штокверк, наложенный на калиевые метасоматиты и частично на пропилиты (рис. 9). В филлизитовом штокверке преобладают зоны СВ-простираения.

Филлизиты и калиевые метасоматиты пересекаются кварцевыми и сульфидно-кварцевыми прожилками выполнения, также образующими штокверк. Кварц в прожилках светло-серый, часто тонко полосчатый за счет пылевидных скоплений молибденита. Сульфиды (борнит, халькопирит, пирит, молибденит, блеклые руды) наложены на кварцевые прожилки, концентрируясь в их зальбандах, а также в секущих жильный кварц и вмещающие породы трещинах и микрозонках дробления, где часто ассоциируют с более поздним белым кварцем и карбонатом.

По объемному количеству жильного кварца в кварцевом штокверке выделяются линзовидные ядерные части, где мощность прожилков кварца достигает нескольких сантиметров, а суммарный объем кварцевых прожилков достигает 10 % и более (рис.12). Как правило, ядерные части кварцевого штокверка не несут сульфидной минерализации или она крайне убогая. Выделяется до четырех систем кварцевых прожилков и минимум две генерации кварца. В разведочных канавах установлено, что преобладают (по количеству и мощности) меридиональные кварцевые прожилки, заполняющие извилистые трещины отрыва.

Наиболее поздними рудными образованиями являются субэпитермальное моно- и полисульфидные (пирит, халькопирит, борнит, молибденит) жилы, часто золотоносные (до 12-12 г/т золота в керновых пробах). Эти жилы имеют преимущественно крутое падение и простираются субмеридионально, образуя пучок в корневой части рудного штокверка под долиной р. Песчанка.

На месторождении Песчанка установлена классическая рудная зональность – богатое борнитовое ядро, промежуточная халькопиритовая зона и внешняя пиритовая оболочка, совпадающая с пропилитами (рис. 11). Пространственные соотношения порфирирового штока, зон филлизитов, кварцевого штокверка, борнитовых руд показаны на трехмерных геологических моделях, построенных по данным детальной разведки 2015 г (рис. 12).

Рудные тела имеют форму мощных пластин крутого западного и восточного падения, которые на отдельных разрезах смыкаются в виде арки в осевой части месторождения (рис.10, 11). Ниже зоны окисления (30-150 м) и внутри нее выделяется слабо проявленная зона вторичного сульфидного обогащения (халькозин, ковеллин).

По данным глубинной геофизики (аудио-магнито-теллурическое зондирование), рудный штокверк месторождения Песчанка прослеживается до глубины 1 км, что подтвердилось глубоким бурением. Рудный штокверк картируется интенсивной аномалией вызванной поляризации и аномалией низкого кажущегося сопротивления, отрицательной аномалией магнитного поля. Магнитный минимум обусловлен демагнетизацией пород -

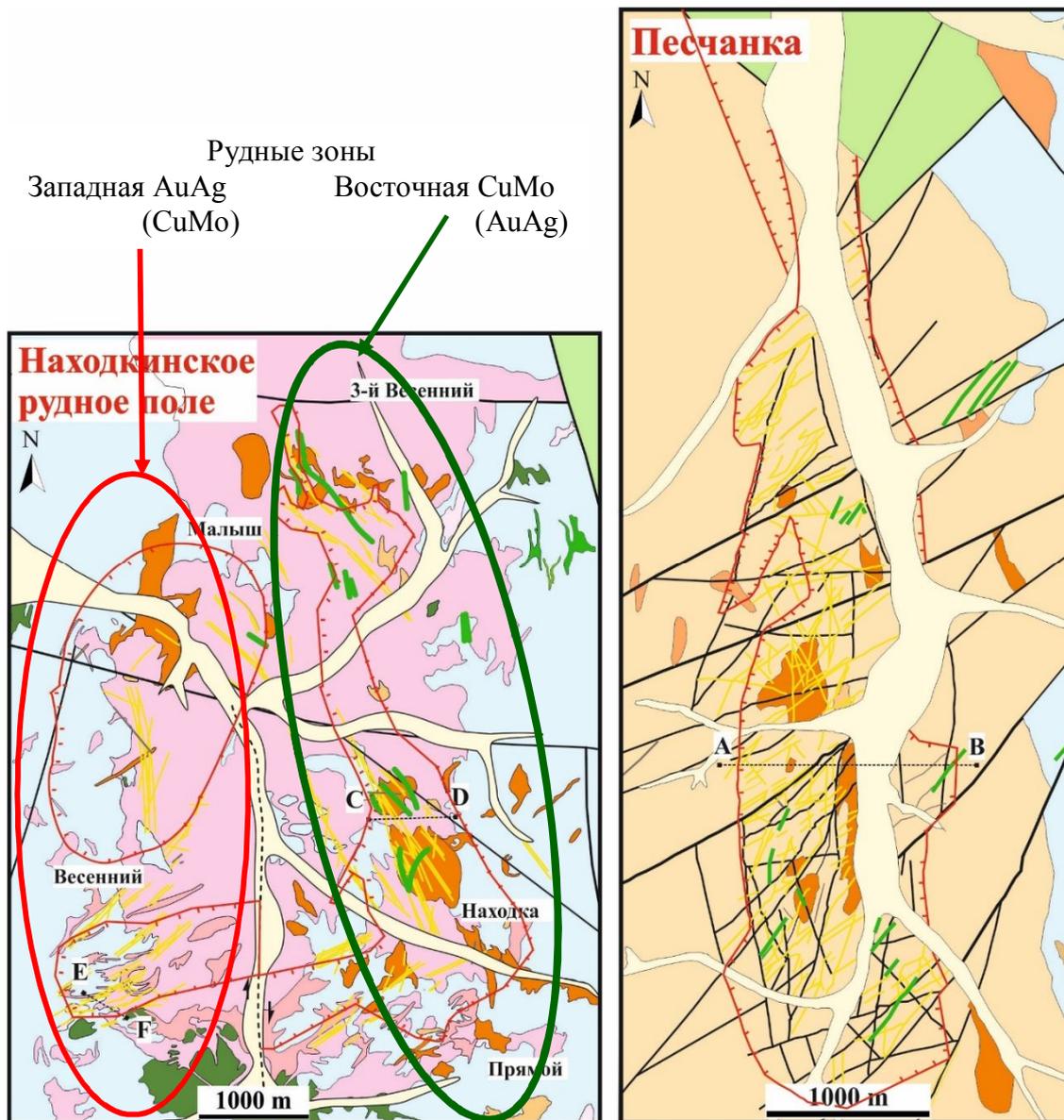
замещением гематитом первичного магматического и вторичного гидротермального магнетита.

В пределах **Находкинского рудного поля** золото-молибден-медная минерализация локализуется в Восточной зоне, в краевой части штока диоритовых- порфиров (рис. 9). Здесь выделяется три участка с промышленной минерализацией медно-порфирирового типа, севера на юг: 3-Весенний, Находка, Прямой-восток. Разведочным бурением глубиной до 500 м в их пределах оконтурено несколько линзовидных кулисообразных в плане и в разрезе рудных тел субмеридионального простирания. Рудоносными являются зоны филлизитов и кварц-сульфидные прожилки, аналогичные выделяемым на месторождении Песчанка. Установлены и аналогичные Песчанке метасоматическая и рудная зональности. Рудные тела имеют форму мощных (до 150 м) пластин, круто падающих на восток (рис. 10). Установлено, что самой ранней является молибден-порфирировая минерализация, предшествующая продуктивной золото-медно-порфирировой минерализации.

Западная зона Находкинского рудного поля характеризуется эпитермальной золотосеребряной минерализацией жильно-прожилкового типа, наложенной на сильно метасоматически окварцованные диоритовые порфириды и вмещающие их верхнеюрские андезиты и их туфы (рис. 9). Наиболее изученным является золотосеребряное месторождение Весеннее, где, помимо богатых кварц-карбонатных золотосеребряных-полиметаллических жил установлено крупнообъемное штокверковое оруденение с более бедными рудами. Золотоносные кварц-карбонатные штокверки образуют сближенные рудные тела (рис.10). Нами установлено, что эпитермальная минерализация наложена на медно-порфирировый штокверк, эпитермальные полосчатые жилы пересекают и «съедают» кварц-сульфидные прожилки (рис. 20).

В пределах НРП широко проявлены гидротермальные брекчии, часто рудоносные. Они образуют линзовидные тела и изометричные штоки, контролируемые линейными зонами филлизитов. В обломках брекчий содержатся в основном вмещающие метасоматически измененные оруденелые породы, реже – обломки аллохтонных пород. Цемент брекчий представлен гидротермальными минералами: кварцем, карбонатом, гематитом, магнетитом, сульфидами (халькопирит, пирит, борнит). Установлены текстуры «обломок в обломке», что свидетельствует о многоактном формировании гидротермальных брекчий. Согласно классической модели, гидротермальные брекчии характерны для верхнего уровня медно-порфирировой системы (рис. 3), что не противоречит нашим выводам о верхнерудном эрозионном срезе Находкинского рудного поля. Гидротермальные брекчии пересекаются эпитермальными кварц-карбонатными жилами и прожилками, а также пострудными дайками андезитов (рис. 18, 20).

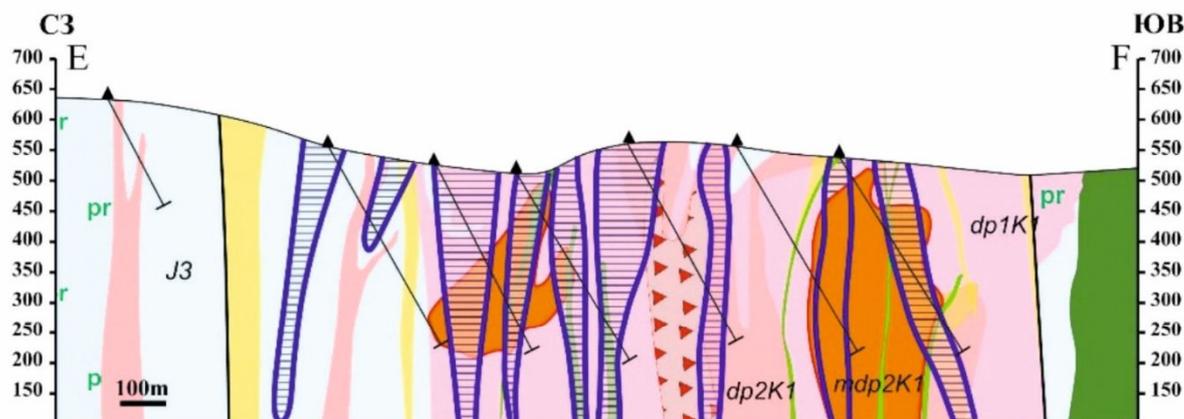
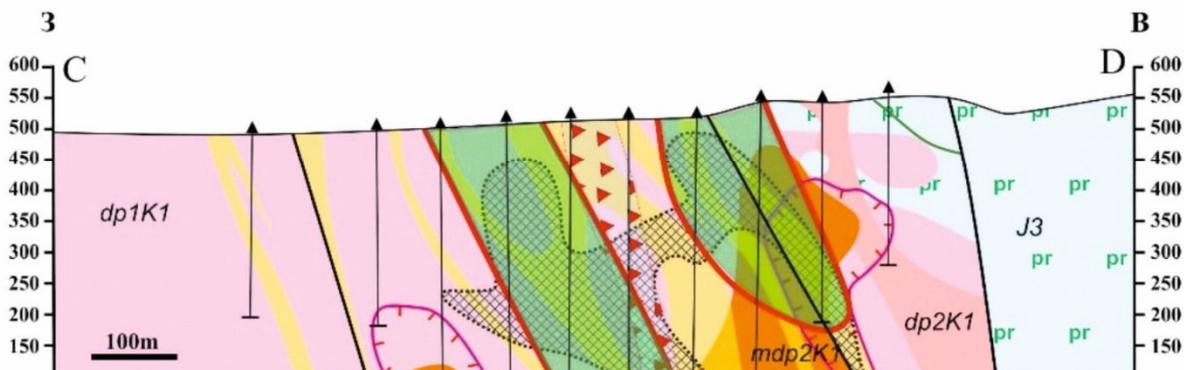
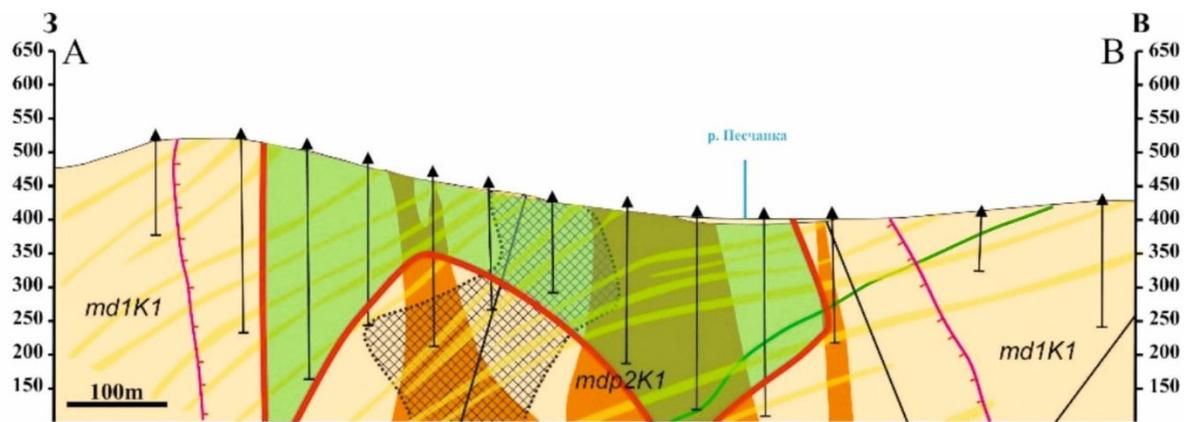
Соотношения рудных зон и залежей с молибден-порфирировой, медно-порфирировой минерализации, а также наложенной эпитермальной золотосеребряной минерализацией показано на трехмерной модели (рис. 13).



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- | | | | |
|------------------------------|--|--|--|
| | Четвертичный аллювий | | Позднеюрские габброиды |
| | Позднемеловые субвулканические тела и дайки базальтов | | Верхне-юрские вулканогенно-осадочные отложения |
| | Пострудные терригенные угленосные отложения баррема-апта | | Контур калиевых (Ksp, Bt) метасоматитов |
| Егдыкычский комплекс | | | |
| | Кварцевые сиенит-порфиры третьей фазы | | Минерализованные зоны филлизитов (Q-Strc) |
| | Монцодиорит-порфиры второй фазы | | Сбросы и взбросы |
| | Монцодиориты первой фазы | | Сдвиги |
| Раннемеловые интрузии | Весеннинский комплекс | | Линии разрезов |
| | Диоритовые порфиры второй фазы | | |
| | Диоритовые порфиры первой фазы | | |

Рис. 9. Схематические геологические карты месторождения Песчанка и Находкинское рудное поля.



Условные обозначения

- | | |
|--|---|
|  Кварцевый штокверк по контуру 5 об.% |  Медно-порфировая минерализация по контуру CuEq 0.2% |
|  Гидротермальная брекчия |  Эпитермальная Ag-Au минерализация (рудные тела жильно-штокверкового типа) |
|  Пропилиты (Ep, Chl) |  Скважины |

(остальные обозначения - на предыдущем рисунке)

Рис. 10. Схематические геологические разрезы месторождения Песчанка и Находкинского рудного поля.

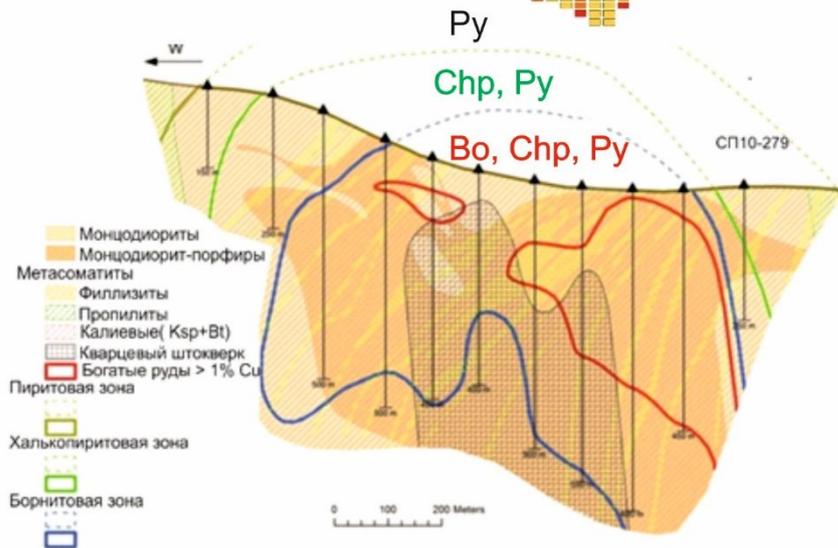
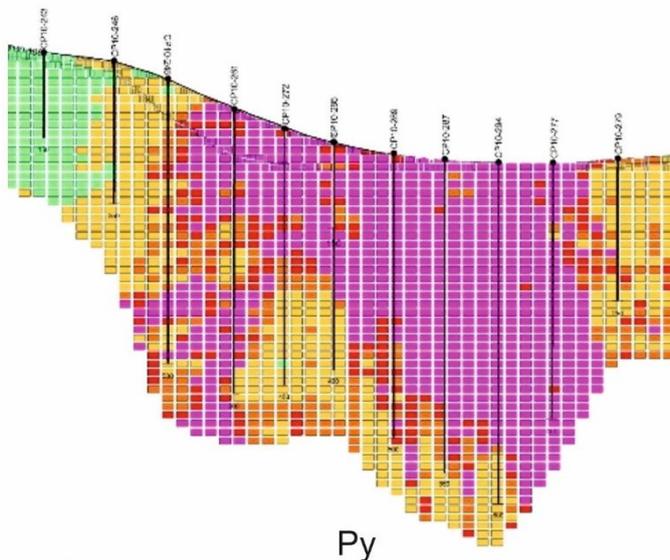
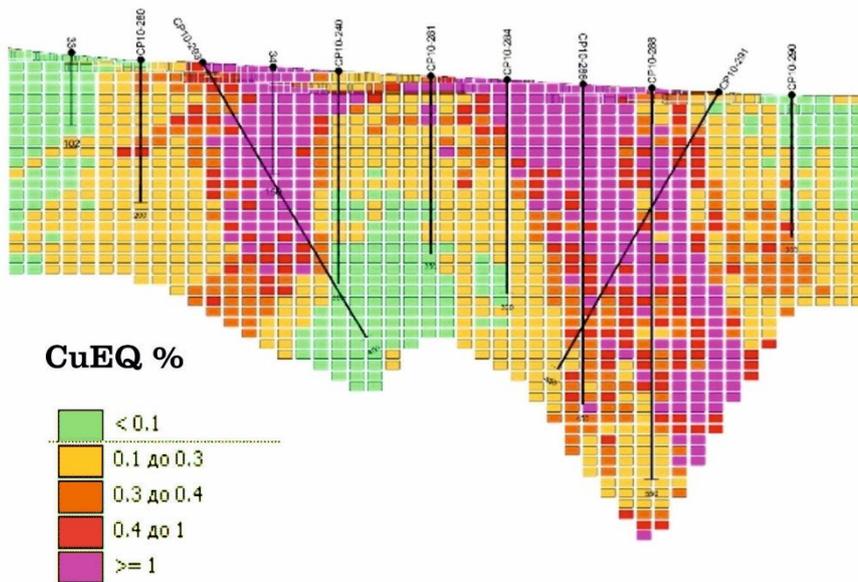
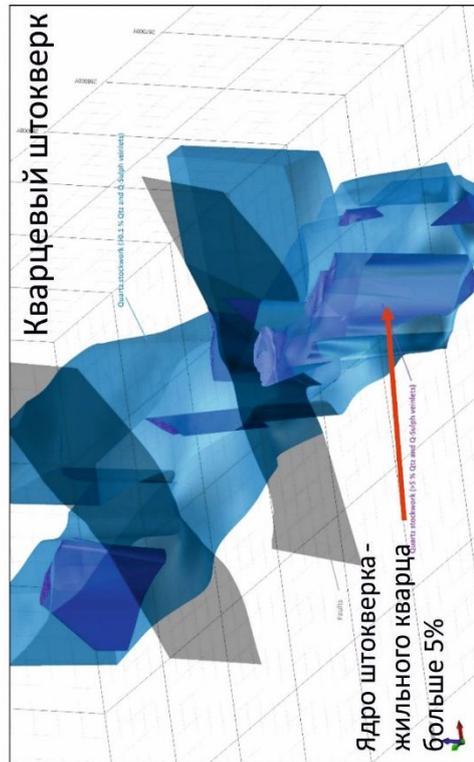
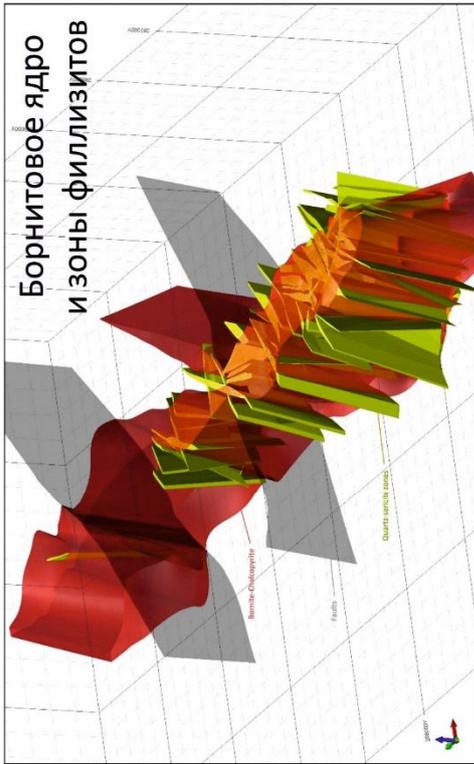
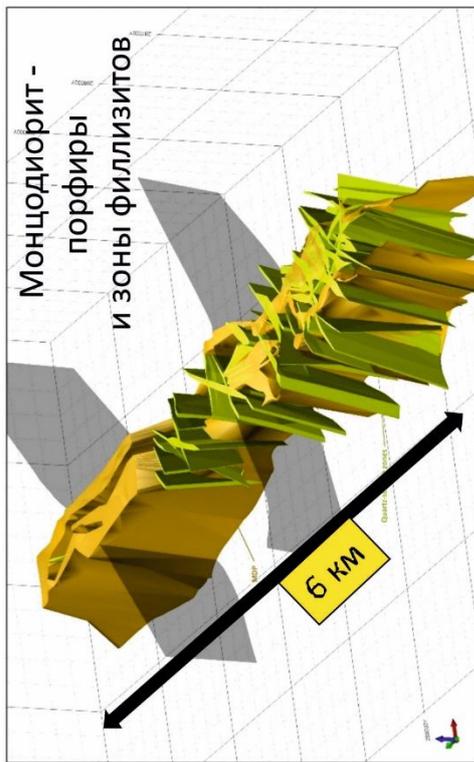


Рис. 11. Разрезы блочной модели минеральных ресурсов Главного рудного тела месторождения Песчанка и рудная минеральная зональность по данным разведки 2010 г.



Богатая борнитовая минерализация тяготеет к краевой части кварцевого штокерка (2-5% кварца). Центральная часть штокерка (5-20 % кварца) слабо минерализована

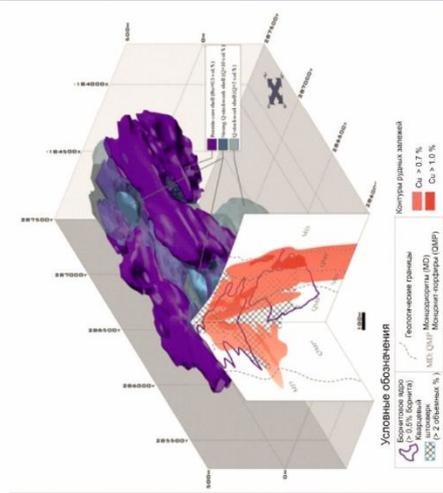


Рис. 12. Объемная геологическая модель месторождения Песчанка по данным детальной разведки 2015 г

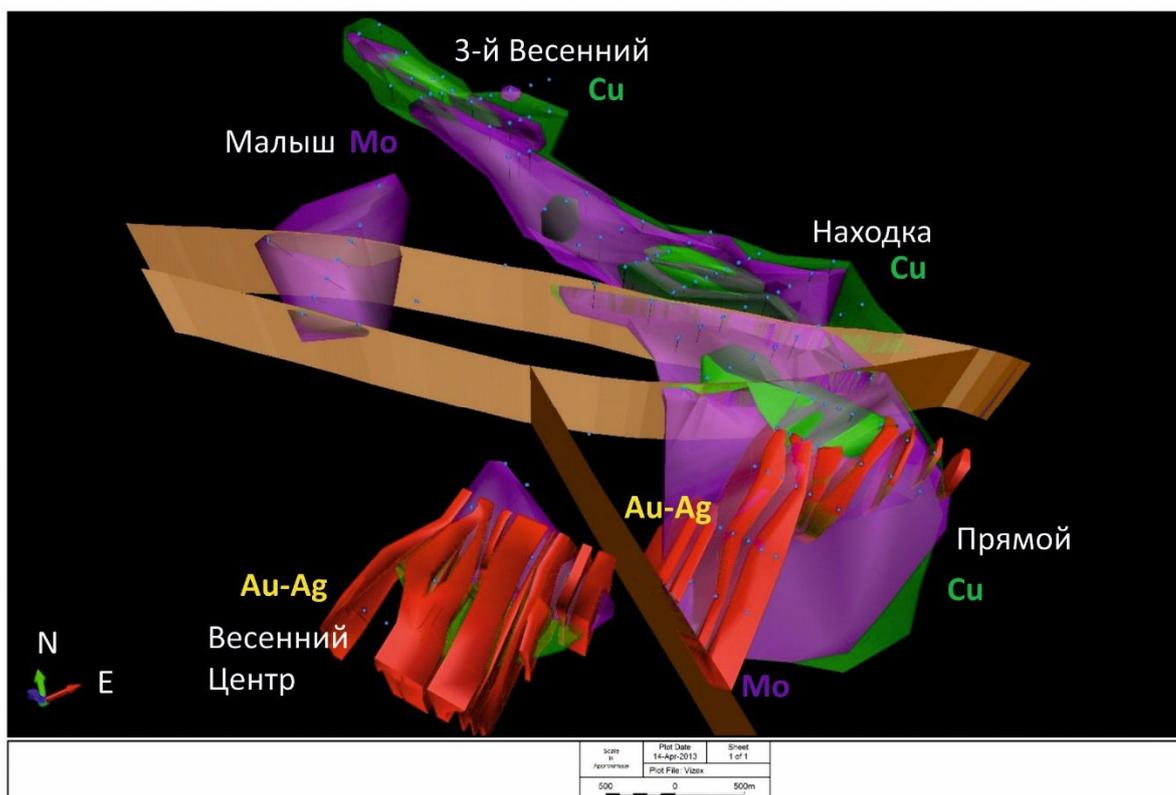


Рис. 13. Находкинское рудное поле. Объемная модель рудных тел (2013 г). Зеленая оболочка – медно-порфировая минерализация, сиреневая оболочка – молибден-порфировая минерализация, красная оболочка – эпитермальное золотосеребряные жильно-прожилковые зоны. Светло-коричневым цветом показаны пострудные сбросо-сдвиги.

Эпитермальное золотосеребряное месторождение Весеннее в 2011 и 2013 гг. оценивалось горно-буровыми работами на предмет выявления здесь промышленной объемной штокверковой минерализации. Установлены сближенные линейные сетчатые штокверки СВ-простираия, состоящие из кварц-карбонатных прожилков с полиметаллической и золотосеребряной минерализацией. Линейные золотоносные штокверки наследуют, в основном, зоны кварц-серицитовых метасоматитов и гидротермальные брекчии порфирового этапа развития ПЭС. Штокверки часто включают полосчатые кварц-карбонатные жилы с пиритом, галенитом, сфалеритом и блеклыми рудами (Рис. 10). Эти жилы характеризуются богатыми содержаниями золота и серебра – именно они и являлись предметом поисков и разведки в 60-90х годах прошлого века. Предшественники установили и штокверковую эпитермальную минерализацию и рекомендовали оценить участок на наличие объемного оруденения.

По результатам оценочных работ 2011 г, прогнозные ресурсы категории P_1 участка Весенний-Центр составили в жилах золота 14.9 т, серебра 137.6 т (средние содержания золота 3.4 г/т, серебра 31.4 г/т), а в штокверке золота 97.1 т, серебра 895.5 т (средние содержания золота 1.48 г/т, серебра 13.6 г/т), итого суммарно золота – 112 т, серебра – 1033 т (Читалин и др., 2013). В 2013 г поисково-заверочное бурение на северном фланге участка Весенний привело к обнаружению новых золотоносных жил и штокверков. С учетом размеров геохимической аномалии, размеры рудного поля могут быть значительно

увеличены на юг и на север, при этом предполагается также значительное увеличение ресурсного потенциала участка.

Рудоносная структура участка Весенний показана на рис. 14. Основу структуры составляет мега-мезоштокверк зон кварц-серицитовых метасоматитов (филлизитов) медно-порфирикового этапа. Преобладают зоны филлизитов северо-восточного простирания, подчиненное значение имеют зоны север-западного, широтного и меридионального простираний. СВ-зоны по ряду структурных признаков являются зонами скалывания левосдвигового типа. Зоны филлизитов рассекают слабо-умеренно окварцованные и серицитизированные диоритовые порфириты первой и второй фаз весеннинского комплекса и секущие их монцодиорит-порфириты егдгкычского комплекса, также метасоматически измененные, с реликтами калиевых и биотитовых метасоматитов. Зоны филлизитов простираются и за пределы интрузии во вмещающие ее ороговикованные, пропилизитизированные и окварцованные андезиты и туфы верхней юры.

Зоны филлизитов пересекают линейные тела кварцевых метасоматитов-вторичных кварцитов, в филлизитах отмечаются тектонические брекчии с обломками вторичных кварцитов, сцементированных милонитизированными и каолинитизированными кварц-серицитовыми метасоматитами (аргиллизиты).

Серые кварцевые (сульфидно-кварцевые) прожилки медно-порфирикового этапа пересекают метасоматиты и часто образуют штокверки, похожие на штокверки Восточной медно-порфириковой зоны.

Линейные тела гидротермальных брекчий наследуют зоны вторичных кварцитов и филлизитов.

Эпитермальные золотоносные кварц-карбонатные жилы и зоны прожилкования (линейные штокверки) наследуют и пересекают все вышеописанные структуры медно-порфирикового этапа развития ПЭС, включая и сульфидно-кварцевые прожилки.

Пострудные образования

Рудоносные штокверки и жилы месторождения Песчанка и Находкинского рудного поля пересекаются пострудными дайками андезитов, андезибазальтов и базальтов позднемелового (?) возраста. Дайки имеют преимущественно субмеридиональное простирание; известны как субвертикальные, так и наклонные (вплоть до пологих) дайки. В дайках отмечается неравномерное осветление пород (серицитизация) и редкая вкрапленность пирита. Дайки пересекают все рудоносные структуры ПЭС, включая гидротермальные брекчии и субэпитермальные и эпитермальные золотоносные жилы и прожилки (рис. 18, 19).

Наиболее поздними по времени образования являются пострудные кальцитовые и гипс-ангидритовые прожилки волокнисто-шестоватого строения, которые отмечены на разных глубинных уровнях рудных штокверков и даже на дневной поверхности. Эти прожилки часто наследуют и пересекают рудные прожилки, развиты они и в пострудных дайках андезитов. Пострудные прожилки выполняют преимущественно субгоризонтальные трещины отрыва, которые концентрируются кулисно в пределах наклонных пологих зон мощностью до 50 м, эти пологие зоны деформации мы интерпретируем как пострудные надвиги позднемелового или более позднего возраста. С этими надвигами также часто ассоциируют пострудные «сухие» зоны дробления с какиритами мощностью до 50-150 м (Рис. 15).

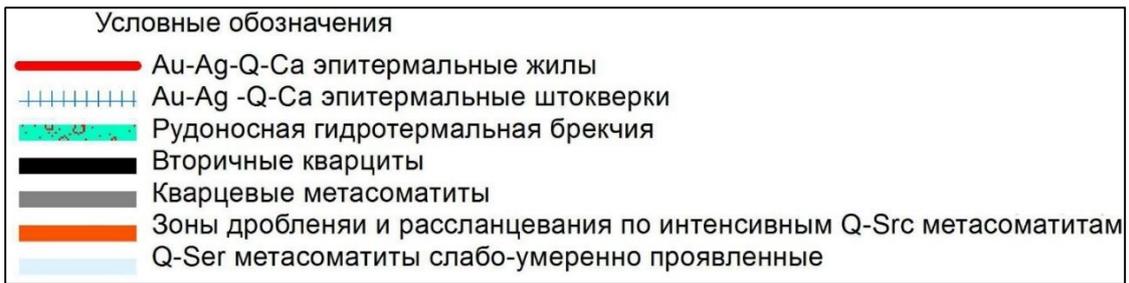
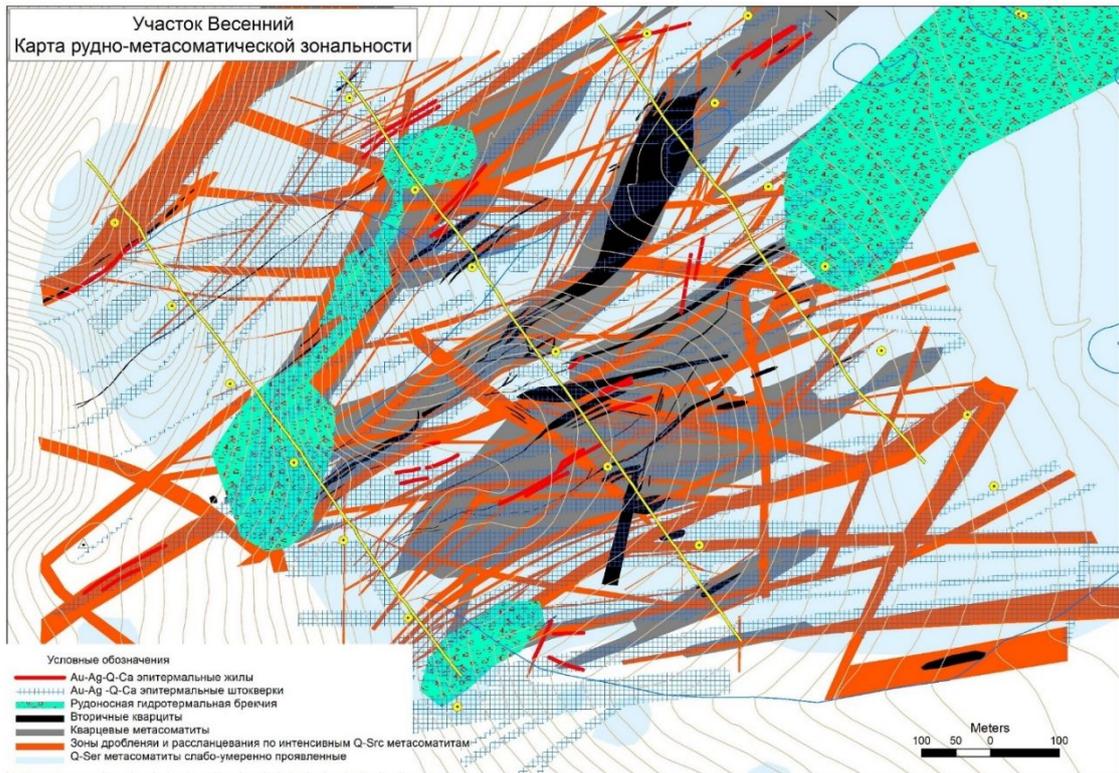


Рис. 14. Карта рудно-метасоматической зональности участка Весенний. Составил А.Ф. Читалин по результатам работ 2011 г и данным предшественников (Читалин, Николаев и др.2014).

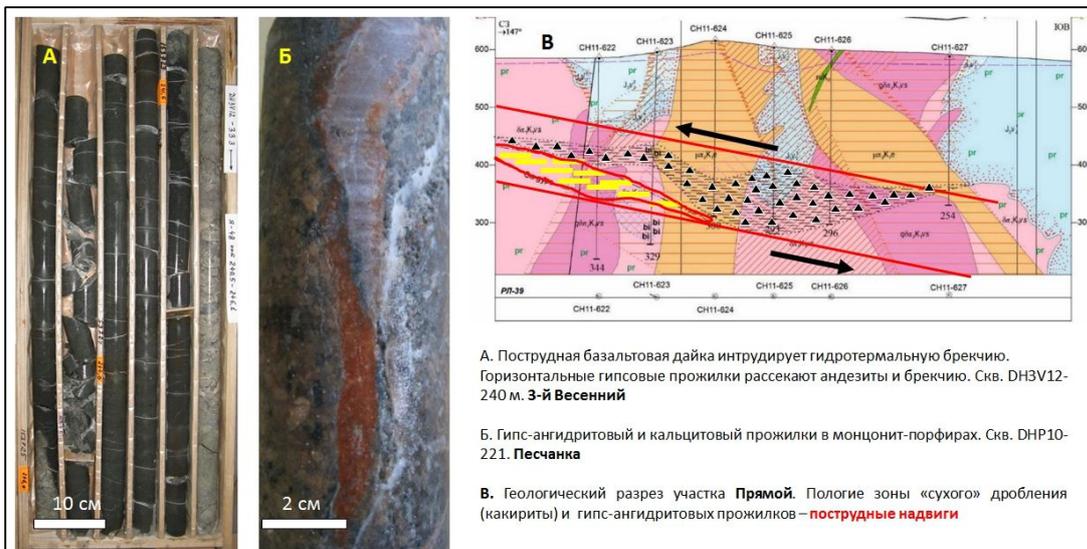


Рис. 15. Пострудные дайки базальтов, карбонатные и гипс-кальцитовые прожилки и зоны дробления.

Структурный контроль рудной минерализации

На фотографиях (рис. 16-21) показано строение рудоконцентрирующих структур и синрудная кинематика перемещений крыльев прожилков, характерные для месторождения Песчанка и рудопроявлений Находкинского рудного поля.

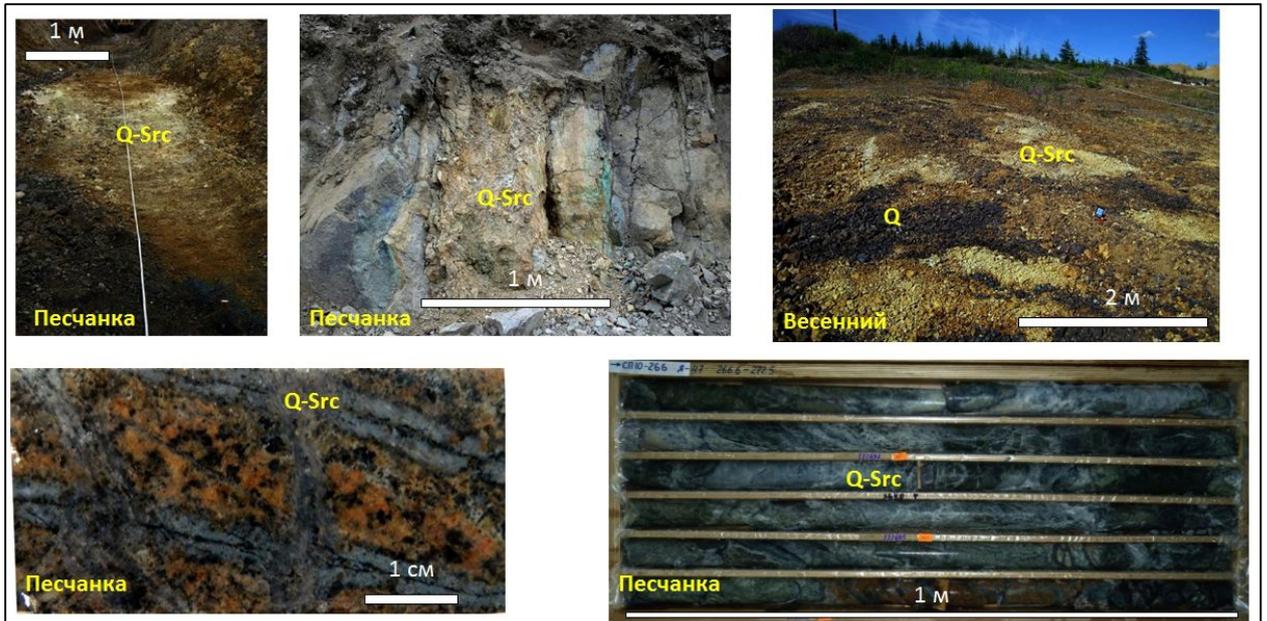


Рис. 16. Рудоносные зоны кварц-серицитовых метасоматитов (филлизитов), часто брекчированных и аргиллизированных. Обозначения: Q-Src – кварц-серицитовые метасоматиты, Q – кварцевые метасоматиты.

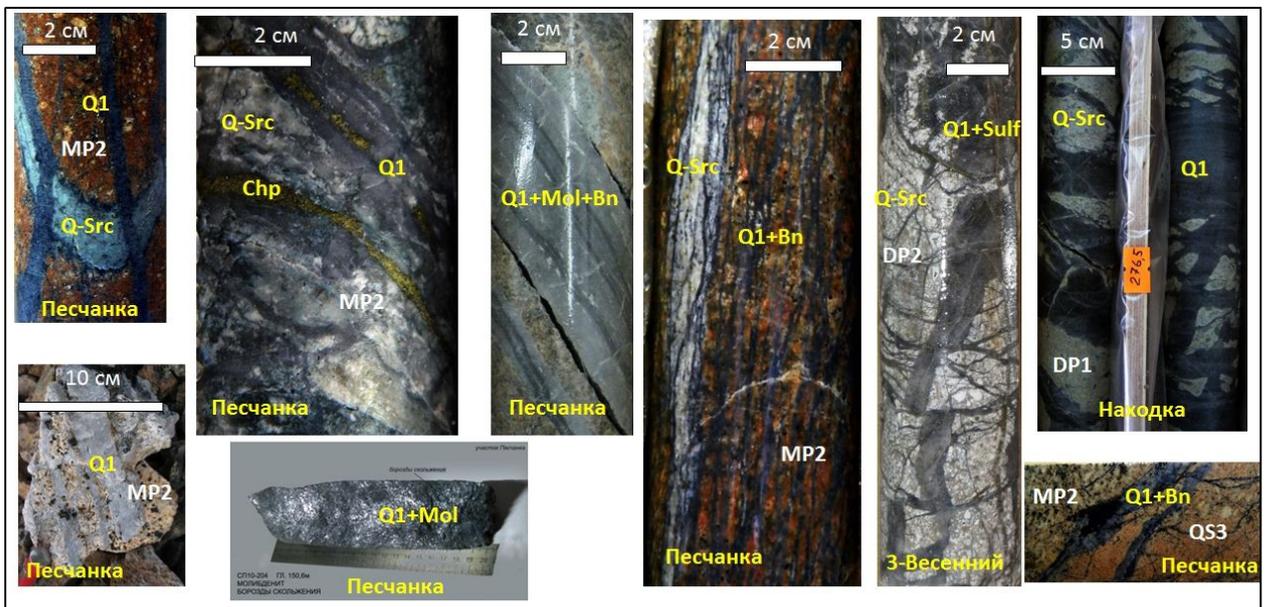


Рис.17. Кварцевый (сульфидно-кварцевый) штокверк. Обозначения: весеннинский интрузивный комплекс: DP1, DP2 – диорит-порфиры первой и второй фаз; егдыгкычский интрузивный комплекс: MP2 - монзонит-порфиры второй фазы; Q-Src -зоны кварц-серицитового метасоматоза, Q1 – серые кварцевые прожилки первой генерации, Mol - молибденит, Bn - борнит, Chr – халькопирит, Sulf - сульфиды.

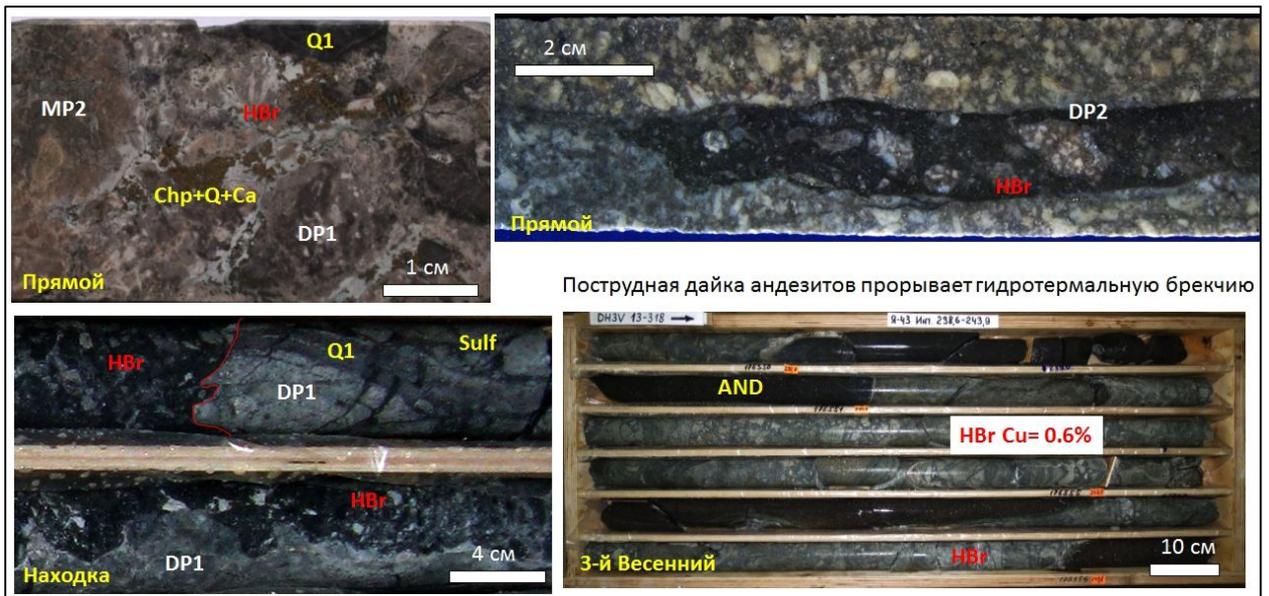


Рис.18. Гидротермальные брекции. Обозначения: AND – пострудные дайки андезитов; HBr – гидротермальная брекция; Q-кварц, Ca - карбонат. Остальные обозначения см. на рис. 17. На левой нижней фотографии видно срезание серого сульфидно-кварцевого прожилка контактом тела гидротермальной брекции. На правой верхней фотографии видно, что даечка гидротермальной брекции надстраивает по восставию кварцевый прожилок (слева).

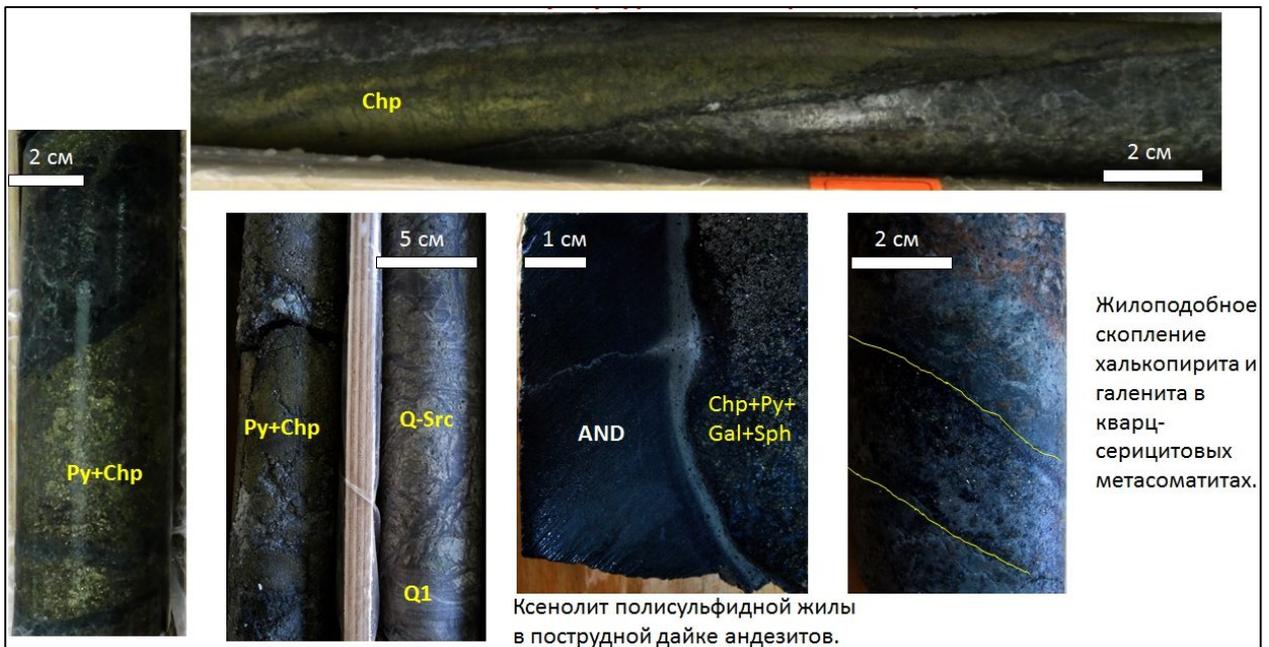


Рис.19. Золотоносные сульфидные жилы (месторождение Песчанка). Обозначения: Py – пирит, Gal - галенит, Sph – сфалерит. Остальные обозначения см. на рис. 17. Контакты жил бывают как четкие, так и расплывчатые-диффузные.



Рис.20. Эпитеpмальные золотиносные кварц-карбонатные полисульфидные жилы и прожилки (Находкинское рудное поле - месторождение Весеннее, участок Прямой). Обозначения см. на рис. 17.

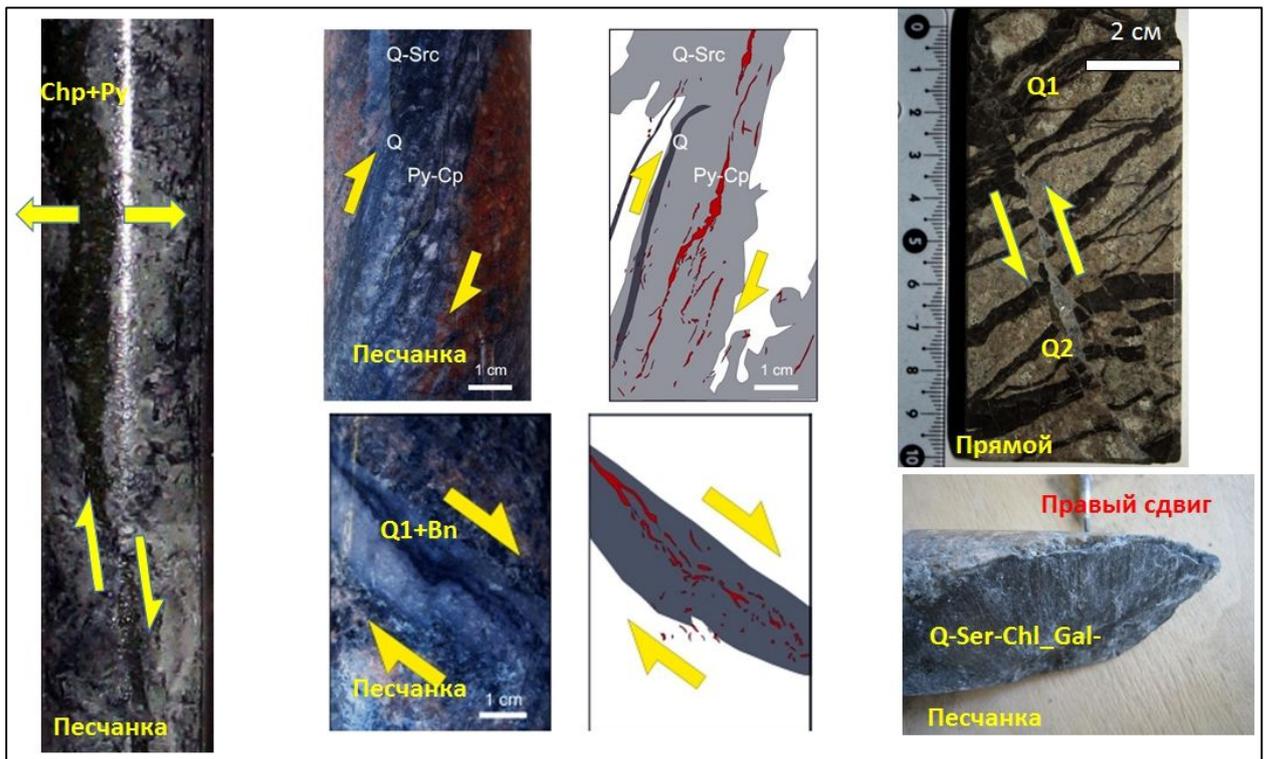


Рис. 21. Синрудная кинематика прожилков, формировавшихся в различных тектонических условиях (надвиговые, сбросовые и сдвиговые поля напряжений). Обозначения: Q2 – кварцевые прожилки второй генерации. Остальные обозначения см. на рис. 17.

Структурные схемы и модели

Структурные схемы и модели месторождения Песчанка и Находкинского рудного поля показаны на рисунках 22 и 23. При создании структурных схем и моделей учитывались как прямые кинематические индикаторы - направления смещение контактов, прожилков, даек по разрывам и трещинам, так и характеристики тектонитов и приразломных структурных элементов, наблюдавшихся в естественных обнажениях, в канавах и в керне скважин. Анализировалась пространственная ориентировка тектонических трещин, зон милонитизации – глинки трения, дробления и брекчирования, ориентировка рудоносных метасоматических зон, прожилков, жил, их мощность, заполнение ими трещин отрыва или скалывания, ориентировка зеркал и борозды скольжения, рисунок SC-тектонитов в приразломных зонах с кливажированием и рассланцеванием; анализировались строение и ориентировка шарниров и осевых поверхностей приразломных складок волочения. В ряде случаев фиксировалось наложение разновозрастных штрихов скольжения друг на друга на одном зеркале скольжения. Для разломов определялись также направления перемещений их крыльев при анализе геологических карт и структурных схем.

Линейный рудоносный штокверк месторождения Песчанка интерпретируется нами как полихронная структура растяжения, которая сформировалась в начале раннего мела в несколько стадий в обстановке локального широтного растяжения, реализованного в зоне регионального правого сдвига северо-западного простирания (Chitalin et al, 2012). В штокверке основную роль играют субвертикальные меридиональные трещины отрыва и зоны растяжения вдоль сбросов, заполненные наиболее мощными кварц-сульфидными прожилками и жилами; зоны растяжения маркируются также зонами богатой рудной минерализации. Диагональные вертикальные, наклонные и пологие трещины (прототектонические и тектонические) также раскрывались и заполнялись жильными минералами, но амплитуда их раскрытия была относительно невелика и могла быть минимальной или даже нулевой в поперечных широтных трещинах.

Структурная модель медно-порфирового этапа Находкинского рудного поля похожа на структурную модель месторождения Песчанка. Восточная медно-порфировая зона представляет собой структуру субширотного горизонтального растяжения, состоящую из линейных рудных штокверков (рудных тел) преимущественно север-северо-западного простирания, которые располагаются кулисообразно, отражая наличие правосдвиговой компоненты перемещения по рудоконтролирующим зонам северо-западного простирания. Рудоносные линейные зоны филлизитов северо—западного простирания являются правыми сдвигами, а зоны северо-восточного простирания – сопряженными левыми сдвигами. Кварцевые линейные штокверки в Восточной зоне имеют субмеридиональное простирание, наиболее мощные прожилки в штокверках имеют субвертикальное падение и также меридиональное простирание.

Структура эпitherмального этапа Находкинского рудного поля сформировалась в ином поле напряжений. Направление горизонтального растяжения было северо-западным, а горизонтального сжатия – северо-восточным. В такой обстановке сформировались преимущественно субширотные золотоносные жилы и зоны прожилкования (линейные штокверки), которые кулисно сгруппированы в протяженных сдвиговых зонах – выделяются сопряженные меридиональных правые сдвиги и широтные левые сдвиги. Наиболее отчетливо это видно на участке Весенний (рис. 24). Ядерные части почвенных аномалий золота здесь имеют СВ-простирание, согласное с простиранием рудоконтролирующих зон кварц-серцитового метасоматоза и наложенных линейных золотоносных кварц-карбонатных прожилков и жил с сульфидами. Аномалии расположены кулисообразно в пределах сближенных зон меридионального простирания, которые

интерпретируются как зоны правого сдвига. Пять поисковых скважин, пробуренных в 2013 г. в ядрах золотых аномалий участка Весенний-Север, пересекли золотоносные жилы и штокверки. Золотоносные жилы и линейные штокверки являются структурами локального растяжения в зоне сдвига. Они наследуют зоны скалывания левосдвигового типа – кварц-серицитовые зоны медно-порфирирового этапа. Слабые аномалии меди отражают наличие медно-порфирировой минерализации на глубине.

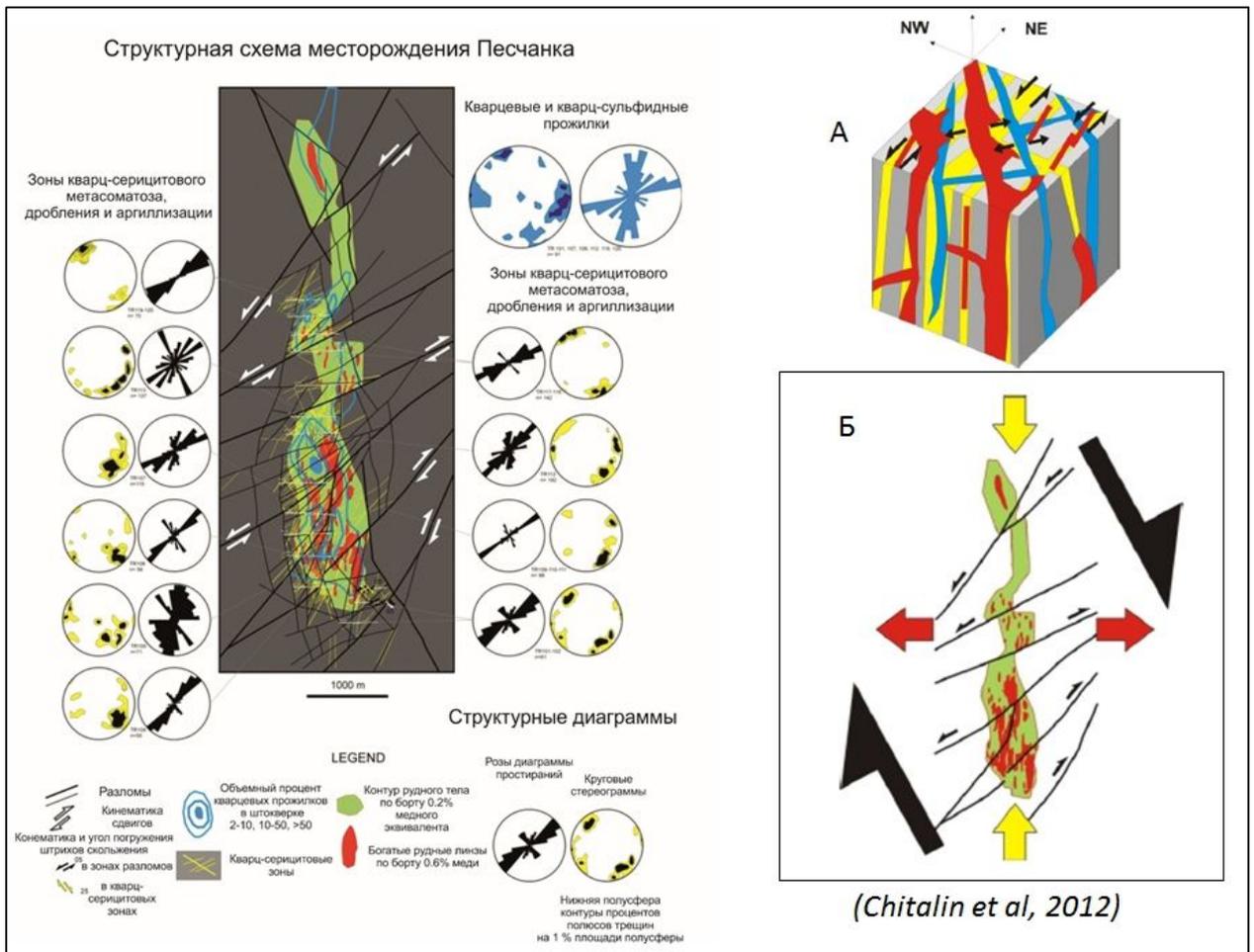


Рис. 22. Структурная модель месторождения Песчанка (Chitalin et al, 2012).

А. Принципиальная схема структуры полихронного рудного штокверка месторождения Песчанка. Желтый цвет – зоны кварц-серицитового метасоматоза, синий цвет – кварцевые прожилки, красный цвет – рудная гипогенная минерализация, черные стрелки – кинематика перемещений блоков. Б. Структурная модель месторождения Песчанка. Красным цветом показаны богатые руды, зеленым цветом – контур рудной залежи по борту 0.2% условной меди. На структурных диаграммах показана ориентировка зон филлизитов (зоны сдвигов) преимущественно СВ-простираия и кварцевых прожилков в штокверке (продольные меридиональные прожилки по трещинам отрыва и поперечно-диагональные ВСВ простираия по трещинам скалывания).

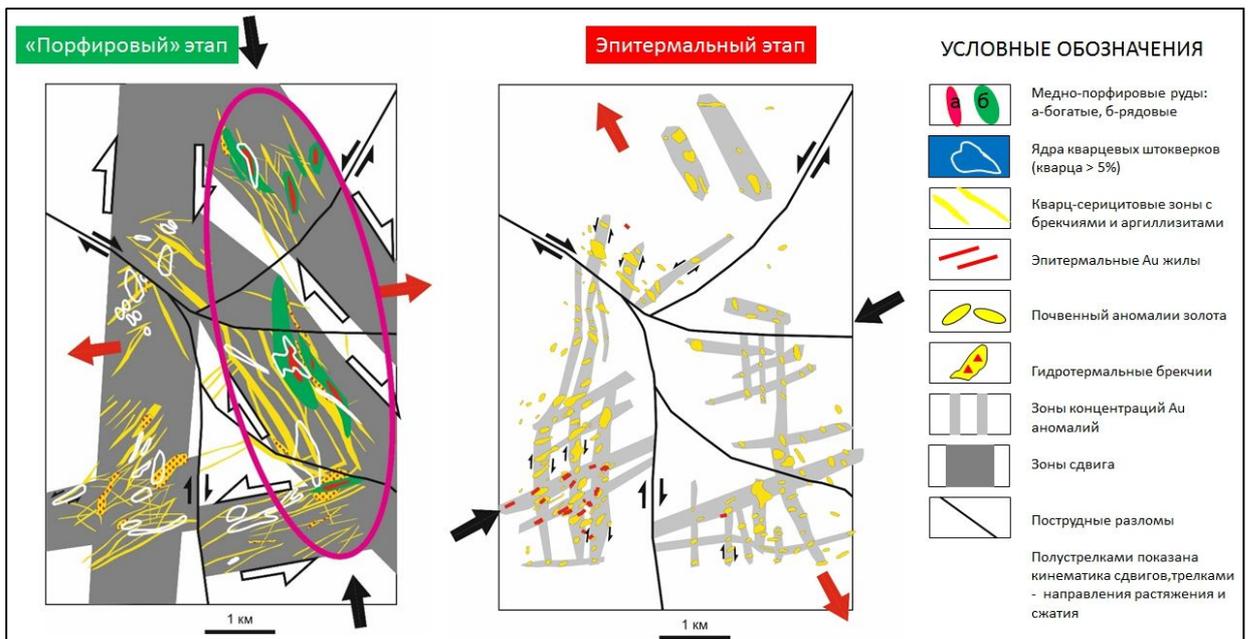


Рис. 23. Структурная модель Находкинского рудного поля. Восточная медно-порфировая зона представляет собой структуру субширотного горизонтального растяжения, состоящую из линейных рудных штокверков (рудных тел) преимущественно север-северо-западного простирания, которые располагаются кулисообразно, отражая наличие правосдвиговой компоненты перемещения по рудоконтролирующим зонам северо-западного простирания. Структура эпитермального этапа сформировалась в ином поле напряжений.

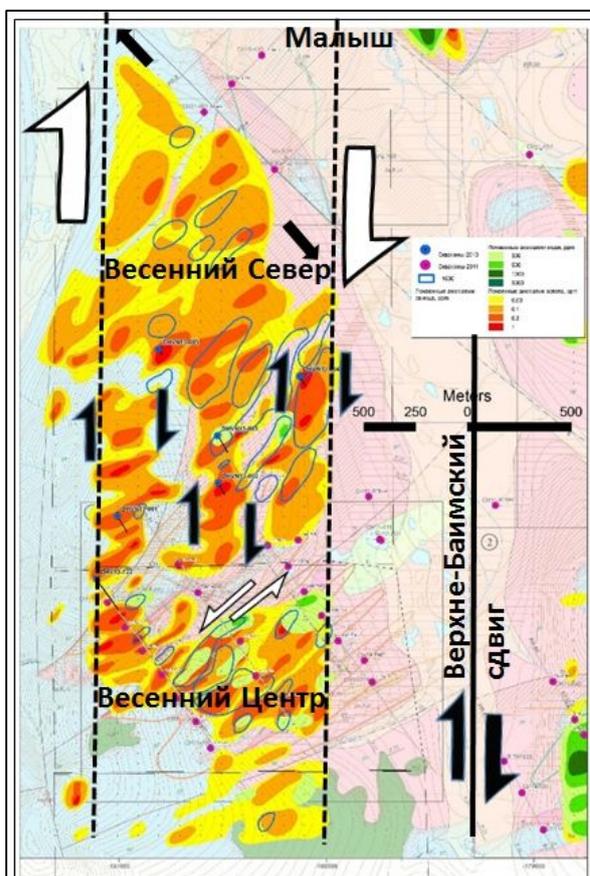


Рис. 24. Сдвиговые зоны, контролирующие золотоносные жилы и штокверки на участке Весенний. Направление горизонтального растяжения было северо-западным, а горизонтального сжатия – северо-восточным. В такой обстановке сформировались преимущественно субширотные золотоносные жилы и зоны прожилкования (линейные штокверки), которые кулисно сгруппированы в протяженных сдвиговых зонах

Минералогия метасоматитов и руд

Ниже перечислены основные методы исследования метасоматитов и руд и результаты исследований.

- Оптическая микроскопия – выявлены разновозрастные минеральные ассоциации;
- Электронно-микроскопические и микрорентгеноспектральные исследования - изучен химический состав основных породообразующих силикатных минералов и сульфидов;
- ЭПР-исследования - получены данные распределения Ti, Al и Li в кварцевых прожилках месторождения Песчанка. Установлена корреляция с содержаниями меди;
- Катодная люминесценция - выявлено зональное строение кварцевых прожилков, содержащих рудную минерализацию;
- ICP-MS - измерены валовые содержания РЗЭ элементов в породах и минералах.
- Исследования газовой-жидких включений – установлена температура и соленость флюидов разных минеральных ассоциаций.

Результаты минералогических исследований опубликованы в работах (Бакшеев и др., 2013; Марущенко, Нагорная, 2012, 2013; Марущенко, 2012, 2013; Нагорная, 2011, 2013; Нагорная и др., 2011, 2012). Были выделены и описаны разновозрастные минеральные ассоциации различных стадий (этапов) эволюции порфирово-эпитермальных систем Баимской рудной зоны (табл. 1, 2).

Газово-жидкие включения

Изучались газово-жидкие включения из ранних кварцевых прожилков месторождения Песчанка (Nikolaev, Prokof'ev et al, 2014). Установлено, что газовые включения в раннем кварце характеризуют верхнюю часть кварцевого штокверка медно-порфировой системы. Кварц содержит высокотемпературный Na-K хлоридный рассол и газовые включения. Выделяются три зоны, снизу вверх: зона высокотемпературных рассолов с газовыми включениями (506–374°C, соленость 55.0–44.7 масс. % экв. NaCl); зона преимущественно газовых включений (447–406°C 2.9–1.7 масс. % экв. NaCl); зона двухфазных флюидных включений (293–117°C; 7.5–0.4 масс. % экв. NaCl). Кровля высокотемпературной зоны с богатыми рудами находится в 20 м ниже уровня современного рельефа. Предполагается, что рудоносный кварцевый штокверк слабо эродирован, а его распространение прогнозируется до глубины 1 км (что подтверждается данными глубокого бурения и глубинной геофизики).

Изучение газово-жидких включений участка Весенний Находкинский рудного поля показало следующее (Бакшеев, Нагорная и др., 2012). Температура гомогенизации включений в кварце прожилков, содержащих сульфидные минералы, локализованных в серицитизированных калиевых метасоматитах, составляет 420-390 С⁰, соленость 11.1-19.7 мас.% экв. NaCl. Температура гомогенизации включений в кварце прожилков с сульфидами, локализованных в филлизитах без реликтов замещаемых пород - 360-240 С⁰, соленость 0.9-10.0 мас.% экв. NaCl. Эти условия характеризуют стадию мезотермального кварц-серицитового метасоматоза и Cu-Mo-порфировой минерализации. Газово-жидкие включения в сфалерите эпитермальной ассоциации характеризуются температурой гомогенизации 120-170 С⁰, соленостью 0.7-5.1 мас.% экв. NaCl.

Таким образом, установленный интервал температур и солености гидротермальных растворов характеризует физико-химические условия формирования Песчанкинской и Находкинской порфирово-эпитермальных систем. Эти данные следует рассматривать как предварительные - продолжается изучение газово-жидких включений из прожилков разных генераций, из образцов, отобранных из керна разведочных скважин с разных глубин.

Таблица 1. Минеральные ассоциации и стадии формирования Песчанкинской ПЭС.

Тип метасоматитов	Стадия минерализации	Минеральный состав
Биотит-калишпат-кварцевые метасоматиты	Реликтовая магматическая	Авгит, магнезиогастингсит, кварц, калишпат, плагиоклазы, высокотитанистый биотит
	Новообразованная	Низкотитанистый биотит, обогащенный Ва калишпат, кварц, магнетит, халькопирит
Пропилиты	Дорудная	Эпидот, калишпат, альбит-олигоклаз, магнезиогорблендит, актинолит, пренит, клинохлор, кварц, кальцит, апатит, магнетит, пирит
Кварц-серицитовые метасоматиты	Предрудная	Кварц, мусковит, фенгит, альбит, калишпат, клинохлор, шамозит, дравит
	РАННЯЯ ПОРФИРОВАЯ (Mo) Молибденит-халькопиритовая (продуктивная)	Халькопирит, молибденит, пирит
	ПОЗДНЯЯ ПОРФИРОВАЯ (CuAu) Борнит-халькопиритовая (продуктивная)	Борнит, халькопирит, пирит, клаусталит, селенистый галенит, высокожелезистый теннантит до высокоцинкистого тетраэдрита, высокопробное самородное золото
	СУБЭПИТЕРМАЛЬНАЯ Карбонат-полисульфидная	Кварц, мусковит, низкоMn доломит, низкоCa дравит, пирит, галенит, сфалерит, высокоZn теннантит-тетраэдрит, тетрадимит, гессит, петцит, низкопробное самородное золото, фрудит(?). Пострудная аргиллизация. Каолинит, кварц, флюорит, гипс, пирит

Таблица 2. Минеральные ассоциации и стадии формирования Находкинской ПЭС.

Тип метасоматитов	Стадия минерализации	Минеральный состав	Участки
Биотит-калишпат-кварцевые метасоматиты	Реликтовая магматическая	Диопсид, магнезиогастингсит, кварц, калишпат, плагиоклазы, высокотитанистый биотит	Малыш, Прямой, Весенний
	Новообразованная	Низкотитанистый биотит, обогащенный Ва калишпат, кварц, магнетит, халькопирит	
Пропилиты	Дорудная	Эпидот, калиевый полевой шпат, альбит-олигоклаз, магнезиогорблендит, актинолит, пренит, клинохлор, кварц, кальцит, апатит, магнетит, пирит	
Кварц-серицитовые метасоматиты	Предрудная	Кварц, мусковит, фенгит, альбит, калишпат, клинохлор, шамозит, дравит	Находка, III-Весенний
	РАННЯЯ ПОРФИРОВАЯ (Mo) Молибденит-халькопиритовая (продуктивная)	Халькопирит, молибденит, пирит	
	ПОЗДНЯЯ ПОРФИРОВАЯ (CuAu) Борнит- халькопиритовая (продуктивная)	Борнит, халькопирит, пирит, клаусталит, селенистый галенит, высокопробное самородное золото	
	СУБЭПИТЕРМАЛЬНАЯ Карбонат-полисульфидная	Кварц, мусковит, низкоMn доломит, низкоCa дравит, галенит, сфалерит, цинкистый теннантит-тетраэдрит, пирит	
Аргиллизиты	ЭПИТЕРМАЛЬНАЯ благородно-металлическая (Au-Ag) (продуктивная)	Иллит, кварц, клинохлор, дравит-магнезиофойтит, барит, родохрозит, высокоMn доломит, высокоAs пирит, сфалерит, галенит, халькопирит, энаргит, цинкистый теннантит-тетраэдрит, электрум, самородное золото, гессит, петцит, алтаит, самородный теллур, курилит, минералы систем Pb-Bi-Se-Te-, Ag-Te-Se, штютцит, пирсеит, акантит, арсенопирит, пирротин	Малыш, Прямой, Весенний

Изотопный возраст интрузивных пород, метасоматитов и руд

Изотопный возраст рудоносных интрузивных пород, околорудных метасоматитов и молибденита определялся с помощью различных методов. Результаты этих определений изложены в публикациях (Бакшеев, Беляцкий и др, 2012; Котова и др., 2012).

На рис. 25 показаны полученные датировки. Они соответствуют интервалу времени от позднего берриасса до раннего валанжина включительно. Следует обратить внимание, что выделявшиеся ранее на геологических картах Баимской зоны позднемеловые гранитоиды омчакского комплекса по абсолютному возрасту оказались раннемеловыми, одновозрастными интрузиям егдыгкычского и весеннинского комплексов. Последние также оказались одновозрастными по изотопным датировкам, хотя их геологический возраст различный – монцонитоиды егдыгкычского комплекса прорывают диоритовые порфиры весеннинского комплекса. Полученные данные требуют осмысления и уточнения геологического возраста некоторых интрузивных комплексов Западной Чукотки.

Следует также отметить, что полученный изотопный возраст околорудных метасоматитов и молибденита в большинстве случаев моложе возраста рудовмещающих интрузивов на 2-5 млн. лет. Такой временной разрыв, вероятно, является неслучайным – он характеризует длительный интервал формирования магматогенной рудной системы и указывает на запаздывание гидротермального рудного процесса по отношению ко времени становления и остывания интрузий. В научных публикациях приводятся многочисленные примеры длительного формирования эпитермально-порфировых систем.

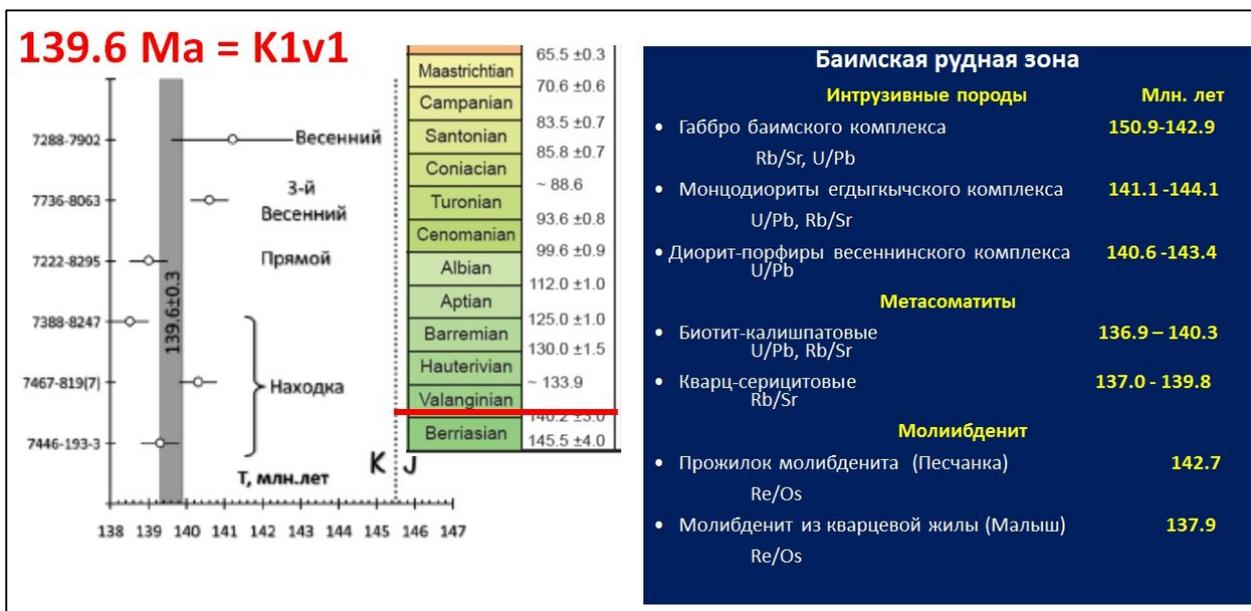


Рис. 25. Изотопный возраст рудоносных интрузивных пород, метасоматитов и рудных минералов Баимской рудной зоны. Слева: график результатов U-Pb исследования циркона из гранитоидов различных участков Находкинского рудного поля. Серая полоса – доверительный интервал для общего значения возраста по 305 анализам циркона (Котова и др, 2012). Справа – изотопный возраст и методы его определения для интрузивных пород, метасоматитов и молибденита с различных участков Баимской рудной зоны.

Геохимия порфирово-эпитеpмальных систем

В процессе геохимических поисков собран обширный фактический материал по геохимии вторичных ореолов рассеяния, образующих аномальные геохимические поля порфирово-эпитеpмальных систем, рудных полей, месторождений и рудопроявлений. В основу изучения первичной геохимической зональности легли данные ICP-OES анализа керновых проб и минералогического описания керна скважин месторождения Песчанка и Находкинского рудного поля. Картирование геохимических ассоциаций позволило выявить латеральную и вертикальную геохимическую зональность рассматриваемых объектов. На основе выявленных закономерностей прогнозируются слепые рудные тела. Результаты изучения геохимической зональности изложены в публикациях (Николаев и др., 2011; Николаев, Сидорина и др., 2013; Николаев, Бакшеев и др., 2013; Николаев и др., 2016; Сидорина и др., 2013, 2014, 2016; Сидорина, 2015).

В пределах Находкинского рудного поля выделяется шесть геохимических ассоциаций, соответствующих различным минеральным парагенезисам (Табл.3). Au-пиритовая зона (фактор F3) обрамляет Cu±Mo-порфиpовые штокверки. Максимальные значения фактора F2 соответствуют богатым ядрам штокверков, где развит борнит с примесью Au, Bi, Se. Эпитеpмальная блеклорудная минерализация с золотом (F4) проявлена только в южной части системы. Субэпитеpмальное Au-Ag-полиметаллическое оруденение (F1) локализовано в основном в западной части рудного поля. Au-Ag эпитеpмальная минерализация (F5) накладывается на все ранее сформированные штокверки. Сложная морфология рудных тел (блоки, столбы, кулисы) и полистадийность оруденения усложняют выявление вертикальной зональности медно-порфиpового оруденения.

Таблица 3. Геохимические ассоциации Находкинского рудного поля.

Фактор	Геохимическая ассоциация	Стадия	Основные рудные минералы
F3	Fe(AuBiMn)	Au-порфиpовая (Au-пиритовая)	Py
F6	Mo(TeCu)	Mo-Cu-порфиpовая ранняя	Mol, Chal
F2	CuSeBi(AuAs)	Cu-Mo-порфиpовая поздняя	Bo, Chal, Fh
F1	CdZnPbMnAgAu(Te)	Субэпитеpмальная Ag-полиметаллическая	Spl, Gn, Py
F4	SbAs(AuCu)	Эпитеpмальная блеклорудная с золотом	Fh, Chal
F5	Te(SeAgSb)	Эпитеpмальная Ag-Au-теллуридная	

На месторождении Песчанка выделяются следующие геохимические ассоциации (факторы): борнитовая, полиметаллическая, субэпитеpмальная, пиритовая оболочка порфиpовой системы. Установлено пространственное совмещение и разобщенность ассоциаций. Для различных частей месторождения установлена несколько различающаяся геохимическая зональность (Табл. 4).

Таблица 4. Вертикальная геохимическая зональность месторождения Песчанка.

Главный штокверк Западный блок	Главный штокверк Восточный блок	Центральный штокверк
Au	Mo	As
Cu	Au	Au
Mo	Cu	Ag
Ag	Ag	Sb
Pb	As	Pb
Zn	Sb	Mo
As	Se	Cu
Sb	Bi	Bi
Bi	Te	Mn
Se	Pb	Se
Te	Fe	Te
Mn	Zn	Fe
Fe	Mn	Zn

Оценка эрозионного среза ПЭС

Для оценки уровня эрозионного среза ПЭС предлагается показатель зональности $AgPbZn/CuBiMo$, а для оценки уровня среза собственно медно-порфирового оруденения – показатель $AgAsSb/CuBiMo$ (Сидорина, 2015; Sidorina, 2015).

Для Находкинского рудного поля по значениям показателя $AgPbZn/CuBiMo$ проведена оценка уровня эрозионного среза, от менее к более эродированному объекты сменяют друг друга в следующем порядке: Весенний – Прямой – Находка – III Весенний (рис. 26). Эпитермальная Au-Ag минерализация Находкинской порфировой системы может быть отнесена к субэпитермальному типу и является индикатором слепого или слабо эродированного Cu-Mo-порфирового оруденения в Баимском районе.

В центральной части Баимской рудной зоны подрудный, нижнерудный и среднерудный уровень среза установлен преимущественно для ПЭС в северной части площади, а верхнерудный и надрудный уровни среза - для ПЭС в ее южной части (рис. 27). Для относительно глубоко эродированных Cu-Mo-Au-порфировых месторождений и проявлений Баимского района характерно либо отсутствие, либо ограниченное развитие эпитермального Au-Ag оруденения. Практическое значение Au-Ag минерализация имеет только в Находкинской ПЭС, где она приурочена к ее наименее эродированной юго-западной части.

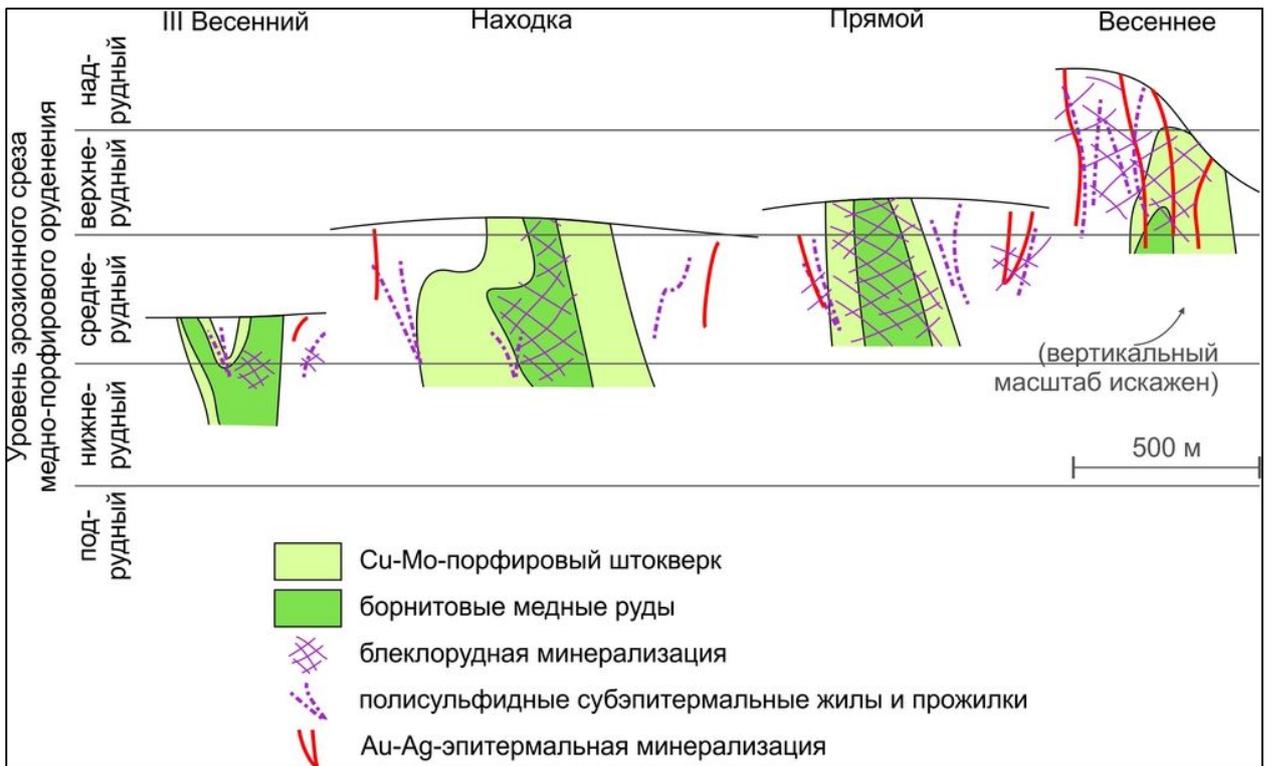


Рис. 26. Уровень эрозионного среза медно-порфировых штокверков Находкинского рудного поля.

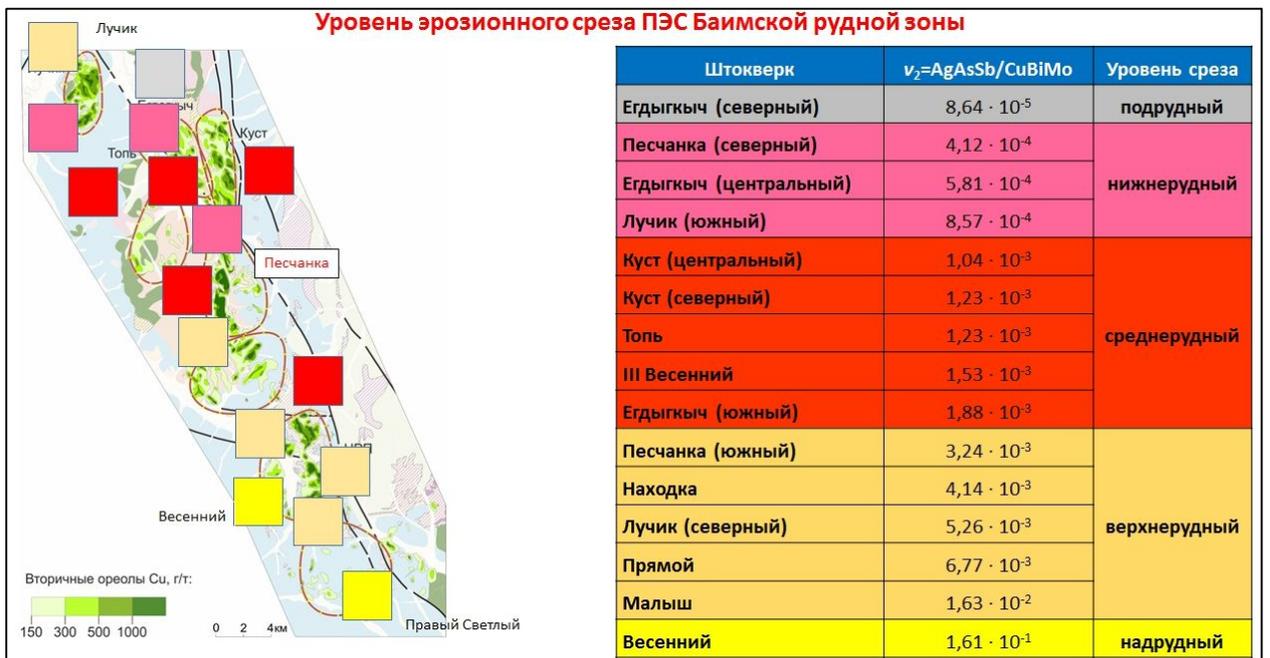


Рис. 27. Уровень эрозионного среза ПЭС центральной части Баимской рудной зоны.

Прогноз месторождений

Прямые и косвенные поисковые признаки рудных объектов (метасоматоз, рудная минерализация, геохимические и геофизические аномалии) установлены на нескольких участках, где, с учетом выполненной оценки эрозионного среза ПЭС, прогнозируются слабо эродированные и слепые медно-порфировые и эпитермальные золотосеребряные месторождения. Это участок Таллах в южной части Песчанкинской ПЭС и участки Правый Светлый, Вилка-II в южной части Находкинской ПЭС. Схематические геологические разрезы прогнозируемых месторождений показаны на рис. 28.

Участок **Таллах** примыкает к южному флангу месторождения Песчанка. По минеральным ассоциациям и характеристикам высокопродуктивных и контрастных вторичных аномалий меди, золота и других элементов здесь установлен верхнерудный эрозионный срез рудной колонны, что косвенно подтверждается отсутствием крупных выходов порфировых интрузий на дневной поверхности. Штуфные пробы, отобранные из туфопесчаников с тонкими кварц-сульфидными прожилками, показывают высокие содержания меди и золота. На участке проявлена минерализация медно-порфирового типа и эпитермальная золотосеребряная минерализация.

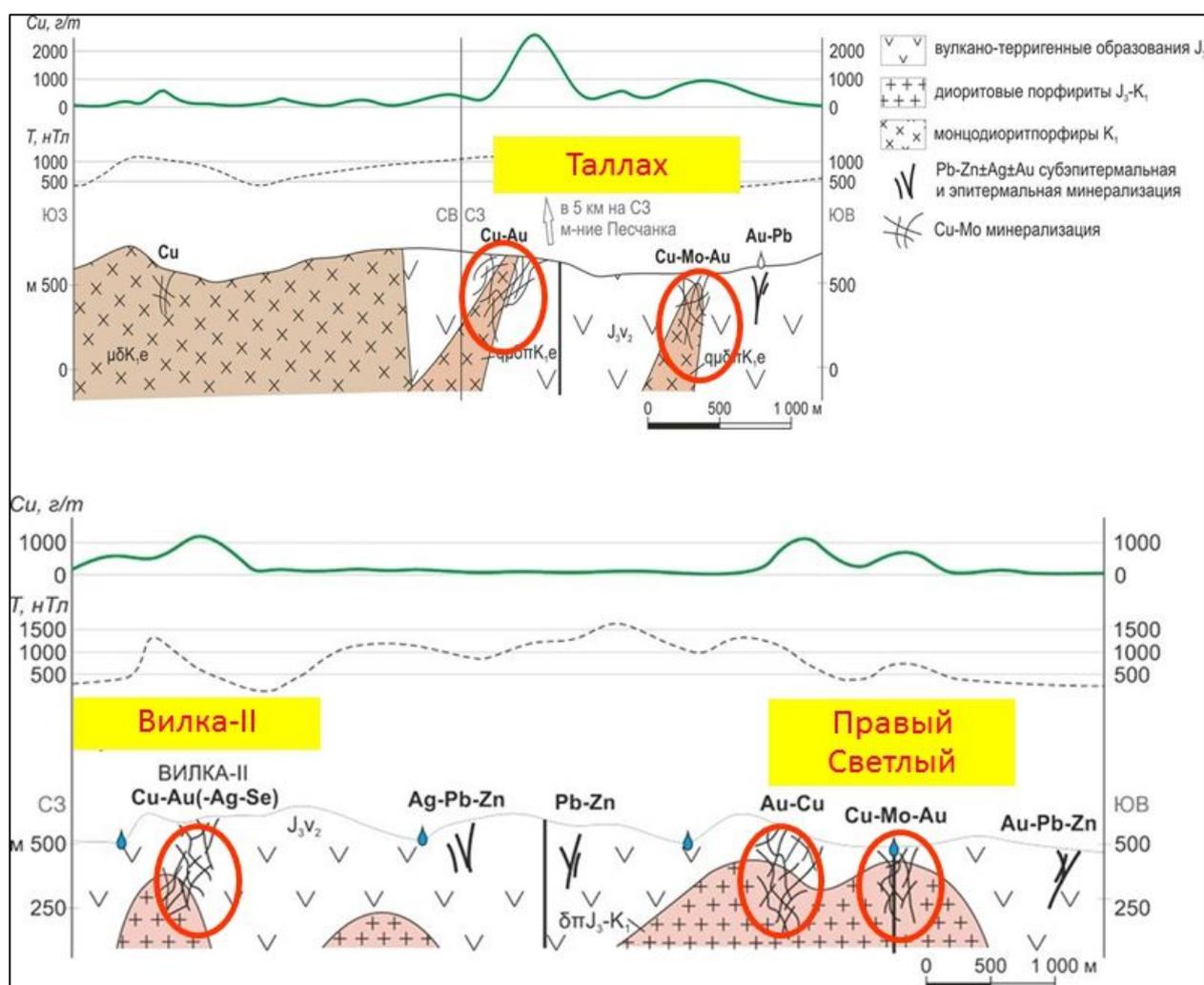


Рис. 28. Прогнозируемые месторождения Баимской рудной зоны.

На участке **Вилка-II** в контуре обширной вторичной аномалии меди слабой интенсивности в тальвеге ручья установлены выходы минерализованных андезитов верхней юры. Рудные минеральные ассоциации характеризуют оруденение медно-

порфиrowого типа и золотосеребряную эпитеpмальную минерализацию. Для участка предполагается надрудный эрозионный срез.

Участок Правый Светлый

Нашими предшественниками в верховьях руч. Прав. Светлый была выявлена кварцевая жила мощностью 0.2 м с содержанием золота в штуфной пробе 3 г/т; жила не прослежена по простиранию из-за плохой обнаженности. По руслу ручья выявлен комплексный поток рассеяния золота, серебра, меди, цинка, вольфрама, на склоне выделяется зона аргилизованных туфов андезитов с содержанием золота около 10 г/т и серебра 53.2 г/т. Россыпь золота в ручье характеризуется высокой продуктивностью, содержит самородки золота весом до 300 г.

В 2011 г. в истоках руч. Правый Светлый старателями артели «Луч» при отработке россыпи в плотике отобраны образцы пород с вторичной медной минерализацией, найдены самородки меди весом от 2-15 до 100-150 г (рис. 29). Изучение полигона размером 100x50 м показало, что в нем вскрыты в коренном залегании алевропесчаники и габброиды. Все породы неравномерно окварцованные по массе, пронизаны кварцевыми и кварц-карбонатными прожилками. Отчетливо видны протяженные линзы и зоны желто-оранжевого цвета, сложенные каолинитизированными кварц-серицитовыми метасоматитами с прожилково-вкрапленной минерализацией, представленной первичными и вторичными минералами меди – халькопиритом, борнитом, малахитом, азуритом, халькозином, а также пиритом, магнетитом и развивающимся по ним лимонитом. Установлено зональное распределение минерализации – медные минералы тяготеют к краям зон кварц-серицитового метасоматоза и вмещающим их кварцевым метасоматитам. Простирание зон преимущественно западное и запад-северо-западное, в подчиненном количестве отмечаются зоны меридионального и северо-восточного простирания. В северной части полигона отмечена маломощная (5 см) дайка метасоматически измененных и минерализованных монзонит-порфиров раннемелового Егдыгкычского интрузивного комплекса. Визуально отмечается обогащенность минералами меди западной половины полигона, в которой распространение медной минерализации имеет неравномерный линейно-площадной характер, в то время как в восточной половине полигона медная минерализация отмечается в виде отдельных пятен и зон. Вероятно, линейные зоны богатой медной минерализации имеют субмеридиональное простирание (так же как на месторождении Песчанка и на участках Находкинского рудного поля).

Медная минерализация отмечается и в бортах действующего старательского полигона. Она представлена выделениями, примазками, натекami малахита и азурита, прожилками пирита и халькопирита. В составе сульфидов редко отмечается галенит и борнит, по трещинам в них – гипергенный халькозин.

В целом строение участка очень похоже на строение отдельных фрагментов месторождения Песчанка, а также рудных участков Находкинского рудного поля. Впоследствии установлено, что рудный штокверк распространяется на склоны за пределы старательского полигона, где он перекрыт четвертичными пролювиально-аллювиальными и техногенными отложениями.

Содержания меди в площадных сколковых пробах 0.1-0.7%, молибдена 0.0014 – 0.0244%, золота 0.1-0.13 г/т. В штуфных пробах, отобранных из пород, обильно пропитанных малахитом и азуритом, содержание меди превышает 1-2%.

Наличие самородной меди в россыпи свидетельствует о размыве зоны вторичного сульфидного обогащения (самородная медь, развивающаяся по гипергенному халькозину установлена на месторождении Песчанка и на Находкинском рудном поле).

По минеральным ассоциациям и геохимическим характеристикам для участка установлен надрудный эрозионный срез. В золотой россыпи отмечена киноварь, наличие которой также свидетельствует о надрудном эрозионном срезе рудного объекта.

Размеры вторичной аномалии меди, в контурах которой установлена рудная минерализация медно-порфиrowого типа, составляет 4 кв. км, что позволяет

прогнозировать среднее-крупное месторождение медно-порфирового типа с сопутствующей эпитермальной золотосеребряной минерализацией.

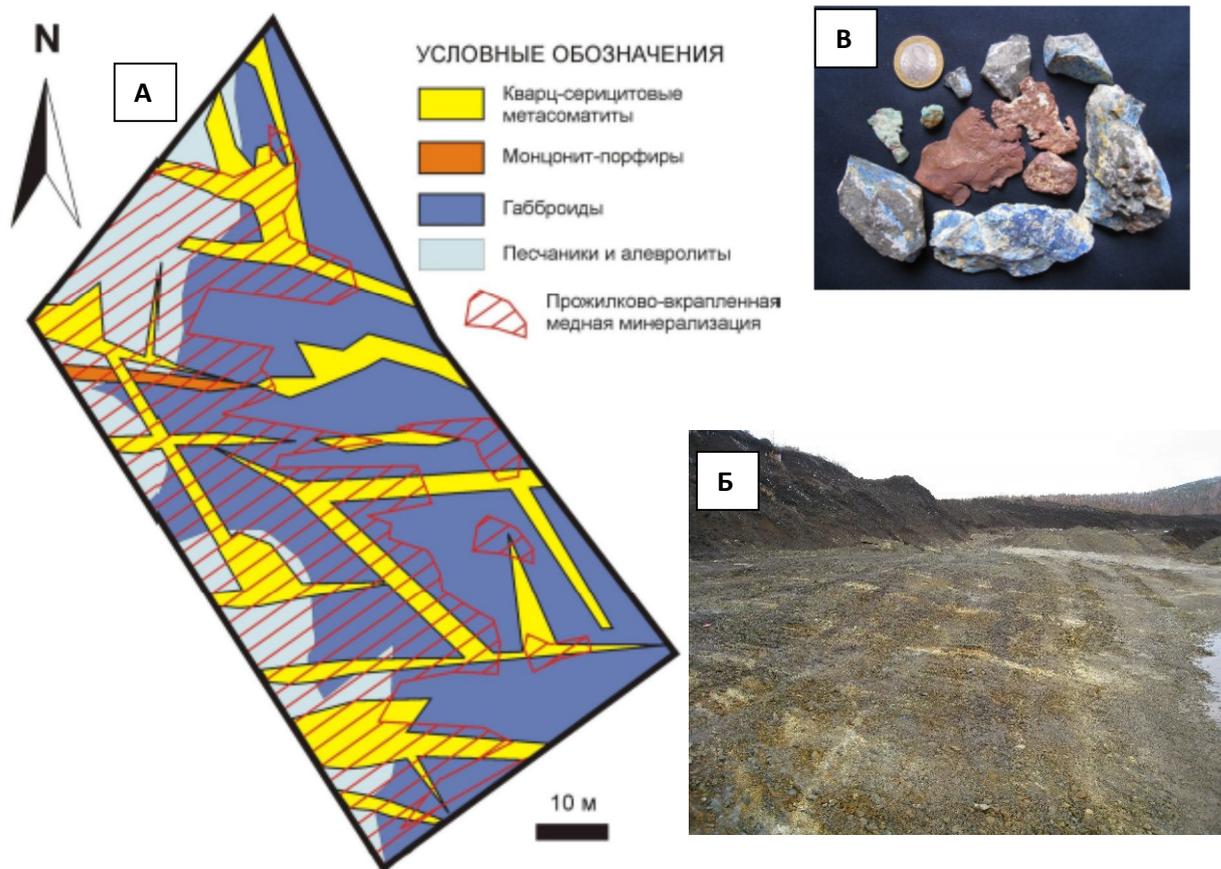


Рис. 29. А- Схема строения старательского полигона в долине ручья Правый Светлый (составлена А.Ф. Читалиным, 2011 г.); Б – вид полигона; В - образцы самородной меди и габброидов с прожилками азурита

Закключение

Порфирово - эпитермальные рудные системы Баимской рудной зоны развивались в начале раннего мела (139-137 млн.лет – ранний валанжин)

Положение ПЭС и их структурная эволюция контролировались глубинным сдвигом.

В эволюции ПЭС выделяется три главных этапа:

1. Мезотермальный Cu-Mo-Au порфировый
2. Субэпитеpмальный полиметаллический
3. Эпитеpмальный золотосеребряный

Выявленные закономерности строения ПЭС позволяют прогнозировать новые месторождения в Баимской рудной зоне.

Основные особенности изученных ПЭС согласуются с «классической» моделью порфирово-эпитеpмальной системы, но есть и отличия от «классической» модели.

Литература

1. Бакшеев И.А., Беляцкий Б.В., Крымский Р.Ш., Николаев Ю.Н., Калько И.А., Нагорная Е.В. Особенности Re-Os датирования мелкодисперсного молибденита кварцевых жил Cu-Mo порфировых месторождений // Геохронометрические изотопные системы, методы их изучения, хронология геологических процессов. Мат-лы V Российской конференции по изотопной геохронологии. М.: ИГЕМ РАН. 2012. С. 52-55.
2. Бакшеев И.А., Нагорная Е.В., Джеджева Г. Т., Прокофьев В.Ю., Николаев Ю.Н. Первые данные о RТ- параметрах формирования и составе минералообразующих флюидов медно-порфировых месторождений рудного поля Находка, Западная Чукотка // XV Всероссийской конференции по термобарогеохимии. М: ИГЕМ РАН. 2012. С.14-15.
3. Бакшеев И.А., Николаев Ю.Н., Прокофьев В.Ю., Нагорная Е.В., Читалин А.Ф., Сидорина Ю.Н., Марущенко Л.И., Калько И.А. Золото-молибден-медно-порфирово-эпитермальная система Баимской рудной зоны, Западная Чукотка, Россия // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России. Материалы всероссийской научно-практической конференции, ИПК СВФУ Якутск, 2013, том 1, с. 58–61
4. Волчков А.Г., Сокиркин Г.И., Шишаков В.Ф. Геологическое строение и состав Анойского медно-порфирового месторождения Северо-Востока СССР// Геология рудных месторождений. 1982, №4 - С. 89-94.
5. Каминский В.Г. Комплексная геолого-поисковая модель медно-порфирового месторождения Баимской зоны//Советская геология. 1984, №11 – С.46-56.
6. Котова М.С., Нагорная Е.В., Аносова М.О., Костицын Ю.А., Бакшеев И.А., Николаев Ю.Н., Калько И.А. Датирование метасоматического процесса и рудоносных гранитоидов медно-порфировых месторождений Находкинского рудного поля (Западная Чукотка) // Геохронометрические изотопные системы, методы их изучения, хронология геологических процессов. Мат-лы V Российской конференции по изотопной геохронологии. М.: ИГЕМ РАН. 2012.С.181-184.
7. Марущенко Л. И., Нагорная Е. В. Минералогия руд медно-молибден-порфировых и молибден-медно-порфировых месторождений Баимского рудного узла, Чукотка. Тезисы докладов четвертой научно-практической конференции ученых и специалистов. ФГУП "ВИМС". 2012. С. 75-76.
8. Марущенко Л. И. Минералогия метасоматитов медно-порфирового месторождения Песчанка (Чукотка, Россия). Электронный сборник материалов Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2012». М.: МАКС Пресс, 2012.
9. Марущенко Л.И. Минералогия пропилитов крупного медно-порфирового месторождения Песчанка (Западная Чукотка) // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология, 2013, №2, С. 22-30.
10. Марущенко Л. И. Эволюция состава блеклых руд медно-порфирового месторождения Песчанка (Чукотка, Россия) // Тезисы докладов Третьей Российской молодежной Школы с международным участием " Новое в познании процессов рудообразования", Москва, ИГЕМ РАН, 2013, С. 164-167.
11. Марущенко Л.И., Нагорная Е.В. Минералогия руд крупного медно-порфирового месторождения Песчанка, Западная Чукотка // Материалы III Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов памяти академика А.П. Карпинского, 11-15 февраля 2013 г., Санкт-Петербург, ВСЕГЕИ. С. 249-254.
12. Мигачев И.Ф., Шишаков В.Б., Сапожников В.Г., Каминский В.Г. Рудно-метасоматическая зональность медно-порфирового месторождения на Северо-Востоке СССР//Геология рудных месторождений. 1984, №5 – С.91-94.
13. Мигачев И.Ф., Гирфанов М.М., Шишаков В.Б. Медно-порфировое месторождение Песчанка//Руды и металлы. 1995, №3 – С.48-58.

14. Нагорная Е. В. Эволюция химического состава блеклых руд медно-молибден-порфировых месторождений Находкинского рудного поля. // Разведка и охрана недр, 2011, №8. С.11-16.
15. Нагорная Е.В. Минералогия и зональность молибден-медно-порфирового рудного поля находка, Чукотка // Автореферат, Москва, РЕГЛЕТ, 2013, с. 27.
16. Нагорная Е.В., Бакшеев И. А., Николаев Ю. Н., Калько И.А. Минералы системы Au-Ag-Te-Se-S медно-молибден-порфировых месторождений рудного поля Находка, Чукотка // Электронный сборник материалов Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2011», <http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1186049&uri=nagornaya.html>.
17. Нагорная Е.В., Бакшеев И.А., Брызгалов И.А., Япаскерт В.О. Минералы системы Au-Ag-Pb-Te-Se-S медно-молибден-порфировых месторождений рудного поля Находка (Чукотка) // Вестник Моск. ун-та, сер. 4, Геология, 2012, № 4. С. 26-31.
18. Николаев Ю. Н, Читалин А.Ф., Калько И.А., Бакшеев И.А., Сидорина Ю.Н., Нагорная Е.В. Новые данные по геологии, минералогии и геохимии Находкинской золото-молибден-медно-порфировой системы // Электронный сборник материалов Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2011», <http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1186049&uri=nikolaev.html>
19. Николаев Ю.Н., Сидорина Ю.Н., Калько И.А., Аплеталин А.В., Прокофьев В.Ю., Читалин А.Ф. Геохимические поля порфирово-эпитермальных систем, их интерпретация и оценка на основе современных геологических и генетических представлений. Разведка и охрана недр, издательство Недр (М.), 2013, № 8, с. 45-50.
20. Николаев Ю.Н., Бакшеев И.А., Прокофьев В.Ю., Нагорная Е.В., Сидорина Ю.Н., Читалин А.Ф., Калько И.А. Медно-молибденовая и золото-серебряная минерализация Находкинской порфирово-эпитермальной системы // XI Международная конференция Новые идеи в науках о Земле, МГГРИ-РГГРУ Москва, 2013, том 1, с. 343–346.
21. Николаев Ю.Н., Бакшеев И.А., Прокофьев В.Ю., Нагорная Е.В., Марущенко Л.И., Сидорина Ю.Н., Читалин А.Ф., Калько И.А. Благороднометалльное оруденение Баимской зоны, Западная Чукотка: минералогия, геохимия и флюидные включения, 2016 (в печати).
22. Сидорина Ю.Н., Попова Т.В., Джеждея Г.Т. Перспективы Выявления Объектов с медно-молибденовой и золоторудной минерализацией в Баимском рудном районе // Тезисы докладов Третьей Российской молодежной Школы с международным участием "Новое в познании процессов рудообразования", ИГЕМ РАН, 2013.
23. Сидорина Ю.Н, Николаев Ю.Н., Попова Т.В. Геохимическая зональность Находкинской порфирово-эпитермальной системы (Чукотка) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: материалы Всероссийской научно-практической конференции. — Якутск: Издательский дом СВФУ, 2014. — С. 445-449.
24. Сидорина Ю.Н., Попова Т.В. Геохимическая зональность как отражение стадийности рудообразования в Находкинской порфирово-эпитермальной системе // Материалы научной конференции «Ломоносовские чтения 2014», секция Геологии. — Москва: МГУ, 2014. — Режим доступа: <http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1187684> ; свободный. — Дата обращения: 29.02.2016.
25. Сидорина Ю.Н. Геохимическая зональность Находкинской порфирово-эпитермальной системы (Западная Чукотка) // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология. 2015. № 2. С. 77-83.
26. Соколов С. Д., Бондаренко Г. Е., Морозов О. Л., Ганелин А. В., Подгорный И. И. Покровная тектоника Южно-Ануйской сутуры (Западная Чукотка)// Доклады РАН. Том 376. 2001, № 1. С. 80-84.

27. Читалин А.Ф., Усенко В.В., Фомичев Е.В. Баимская рудная зона – кластер крупных месторождений цветных и драгоценных металлов на западе Чукотского АО. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 6, 2013. С. 68-73.
28. Читалин А.Ф., Николаев Ю.Н. и др. Отчет по объекту: «Поисково-оценочные работы на медь и золото в пределах Баимской перспективной площади в 2009–2014 гг.». РФГФ. 2014.
29. Chitalin A., Fomichev E., Usenko V., Agapitov D., Shtengelov A. Structural model of Peschanka porphyry Cu-Au-Mo deposit, Western Chukotka, Russia. Structural Geology and Resources-2012. Bulletin № 56-2012. Symposia 26-28 September 2012, KALGOORLIE WA
30. Nikolaev Yu. N., Prokof'ev V. Yu., Baksheev I. A., Chitalin A. F., Marushchenko L. I. and Kal'ko I. A.. The First Data on the Zoned Distribution of Fluid Inclusions in the Ore-Forming System of the Peschanka Gold-Copper Porphyry Deposit (Northeast Russia)//Dokl.Earth Scie., 2014, vol. 459, no.2, pp 1615-1618.
31. Nokleberg W.J., Parfenov L.M., Monger J.W.H. et al. Circum-north Pacific tectonostratigraphic terrane map. USGS. Open file report 94-714. 1994. 221 p.
32. Sidorina Yu.N. The geochemical zoning of the Nakhodka porphyry-epithermal system (West Chukotka) // Moscow University Geology Bulletin. 2015. Vol. 70. Issue 2. P. 152-158.
33. Sillitoe, R.H., 2010. Porphyry copper systems: Economic Geology, v. 105, p. 3–41.