

Мельников А.В.

**ПЛАТИНОНОСНОСТЬ ЗОЛОТОРУДНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ И РУДОПРОЯВЛЕНИЙ
ПРИАМУРСКОЙ ПРОВИНЦИИ**

Au-Pt-Pd-Os-Ir-Rh-Ru

Российская академия наук
Дальневосточное отделение
Институт геологии и природопользования
Амурское отделение минералогического общества

Мельников А.В.

**ПЛАТИНОНОСНОСТЬ
ЗОЛОТОРУДНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ И
РУДОПРОЯВЛЕНИЙ
ПРИАМУРСКОЙ ПРОВИНЦИИ**

Благовещенск

2021

УДК 552.491 (571.6)

ББК

Мельников А.В. Платиноносность золоторудных месторождений и рудопроявлений Приамурской провинции. – Благовещенск: «Царское слово», 2021. – 112 с.

В монографии приведены новые сведения по платиноносности руд, метасоматитов, концентратов, хвостов и отвалов золоторудных месторождений Приамурья различных генетических типов: плутоногенных, вулканогенных, плутоногенно-метаморфогенных, субвулканических, телетермальных.

Даны рекомендации о необходимости продолжения научных исследований, ревизионных и переопробовательских работ на платиноиды других комплексных руд месторождений и рудопроявлений Верхнего Приамурья.

Книга рассчитана на специалистов-геологов, занимающихся вопросами изучения платинометальной минерализации золоторудных месторождений Дальнего Востока, представляет интерес для предпринимателей и спонсоров, а также преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

*Ответственный редактор – Заслуженный деятель науки РФ,
д-р геол.-минер. наук, профессор В.А. Степанов*

Рецензенты:

д-р геол.-минер. наук Н.С. Остапенко,

канд. геол.-минер. наук Н.В. Моисеенко

The monograph provides new information on the platinum-bearing nature of ores, metasomatites, concentrates, tailings and dumps of gold ore deposits of the Amur Region of various genetic types: plutogenic, volcanogenic, plutogenic-metamorphogenic, subvulcanic, telethermal.

Recommendations are given on the need to continue scientific research, revision and re-testing work on platinoids of other complex ores of deposits and ore manifestations of the Upper Amur Region.

The book is designed for geologists involved in the study of platinum-metal mineralization of gold deposits in the Far East, is of interest to entrepreneurs and sponsors, as well as teachers, graduate students and university students.

A.V. Melnikov. Platinum content of gold ore deposits and ore occurrence of the Upper Amur province. - Blagoveshchensk: «Tsarskoe Slovo», 2021. – 112 pages.

Responsible Editor - Honored Worker of Science of the Russian Federation, Dr. Geol.-miner. of Sciences, Professor V.A. Stepanov

Reviewed by:

Dr. Geol.-miner Sciences N.S. Ostapenko,

Cand. Geol.-miner. of sciences. N.V. Moiseenko

© Мельников А.В., 2021

© ООО «Издательство «Царское слово», 2021

© ИГиП ДВО РАН, 2021

© Амурское отделение минералогического общества, 2021

ВВЕДЕНИЕ

Рост мировой потребности и стабильность высоких цен платиновых металлов ставит их в разряд наиболее перспективных полезных ископаемых на ближайшие десятилетия. Причина этого заключается в уникальности свойств элементов платиновой группы (Pt, Os, Ir, Pd, Rh, Ru), в первую очередь их каталитическая активность, высокая температура плавления, устойчивость к коррозии. Это определяет широкое применение платиноидов в автомобильной, химической, электронной промышленности. Россия является одним из важнейших поставщиков платиноидов (первое место по добыче палладия, второе после ЮАР – по платине), в первую очередь палладия, на мировой рынок.

В России традиционными районами добычи платиноидов служат Урал, Таймыр и Кольский полуостров. Сравнительно недавно к ним добавились Северо-Восток с платиновыми россыпями Корякии, а также Дальний Восток (россыпи Кондер, Чад и др.). Несмотря на сравнительно небольшую ежегодную добычу, перспективы выявления платиноидов на Дальнем Востоке оцениваются достаточно высоко. В первую очередь внимание исследователей привлекают как широкое площадное развитие платинометаллической минерализации, так и разнообразие типов их проявлений. Среди последних преобладают находки минералов элементов платиновой группы (ЭПГ) в интрузиях гипербазитового и базитового состава в парагенезе с медно-никелевыми, хромитовыми или титаномагнетитовыми рудами, в рудах золоторудных, золото-серебряных месторождений различных генетических типов, и даже в месторождениях бурого угля. Особенно следует отметить широкое проявление платиновых минералов в россыпях золота, нередко их концентрация достигает величин, достаточных для попутной отработки.

Автор в течение 30 лет занимался изучением геохимии и минералогии платиноидов золоторудных месторождений плутоногенного, плутоногенно-метаморфогенного, вулканогенного и субвулканического генетических типов Приамурья. Проведён широкий комплекс геологических, минералогических и аналитических исследований.

Для установления платиноносности золоторудных и золотосодержащих месторождений плутоногенного, плутоногенно-метаморфогенного, вулканогенного и субвулканического генетических типов Верхнего Приамурья нами проведён широкий комплекс геологических, минералогических и аналитических исследований.

Геологические (полевые и камеральные) работы включали маршрутное исскаживание с отбором бороздовых, штуфных, сколковых проб и эталонных образцов из делювия, а также проходку канав и расчисток с описанием и опробованием коренных пород.

Для анализа горных пород, руд и мономинеральных фракций на платиноиды использовался следующий набор аналитических методов: полуколичественный спектральный, инверсионный вольтамперометрический, атомно-абсорбционный анализы, пробирный с атомно-абсорбционным окончанием, атомно-эмиссионная спектроскопия (ICP-AES). Спектральный анализ проводился методами просыпки или испарения на спектрометре СТЭ-1. Атомно-абсорбционный анализ на элементы группы платины (Pt, Os, Ir, Pd, Rh, Ru) проводился на спектрофотометрических анализаторах КФК-2МП и Hitachi 180-50 с предварительным концентрированием указанных элементов на никелевый штейн с последующим растворением в соляной кислоте для отделения нерастворимого остатка ЭПГ.

Минералогический анализ протоколов проводился шлиховым методом с определением оптических показателей минералов в иммерсионных жидкостях; отбор монофракций благородных металлов для их геохимической и морфологической характеристики. Полировки руд и мономинералов исследовались на рудном микроскопе и рентгеноспектральном микроанализаторе системы Jeol. Фотографии в режиме отражённых электронов выполнены на электронном микроскопе (LEO-1420). Кроме того, отбирались монофракции ассоциирующих минералов для определения изотопного состава.

Особое внимание уделялось изучению морфологии, состава и внутреннего строения минералов ЭПГ. Они выявлялись под бинокляром, с заверкой структуры на приборе ДРОН-2. Состав элементов-примесей определялся количественным спектральным анализом. Внутренняя структура кристаллов, состав микровключений и сростков исследовались на аналитическом сканирующем электронном микроскопе JSM-35C JEOL, оснащённом

спектрометром типа 35-SDS с волновой дисперсией, позволяющим фиксировать элементы от Si до U. При этом использовались количественный и качественный анализы состава и картины распределения элементов по поверхности на основе характеристического рентгеновского излучения.

Вначале образцы исследовались без структурного разрушения в режиме вторичных электронов. В результате получены формы кристаллов, структуры и микроструктуры поверхности. Затем образцы запрессовывали в шашки, залитые эпоксидной смолой и готовили полированные шлифы.

При исследовании минералов ЭПГ большое внимание обращалось на точность определения химического состава. При определении химического состава минерала предъявлялись жесткие требования к качеству полированной поверхности образца и эталона. Угол выхода рентгеновских лучей 35° .

При изучении полного химического состава минералов для каждого химического элемента проводилось от трех до пяти измерений интенсивности его характеристического излучения в разных участках. Фон измерялся на эталоне и образце.

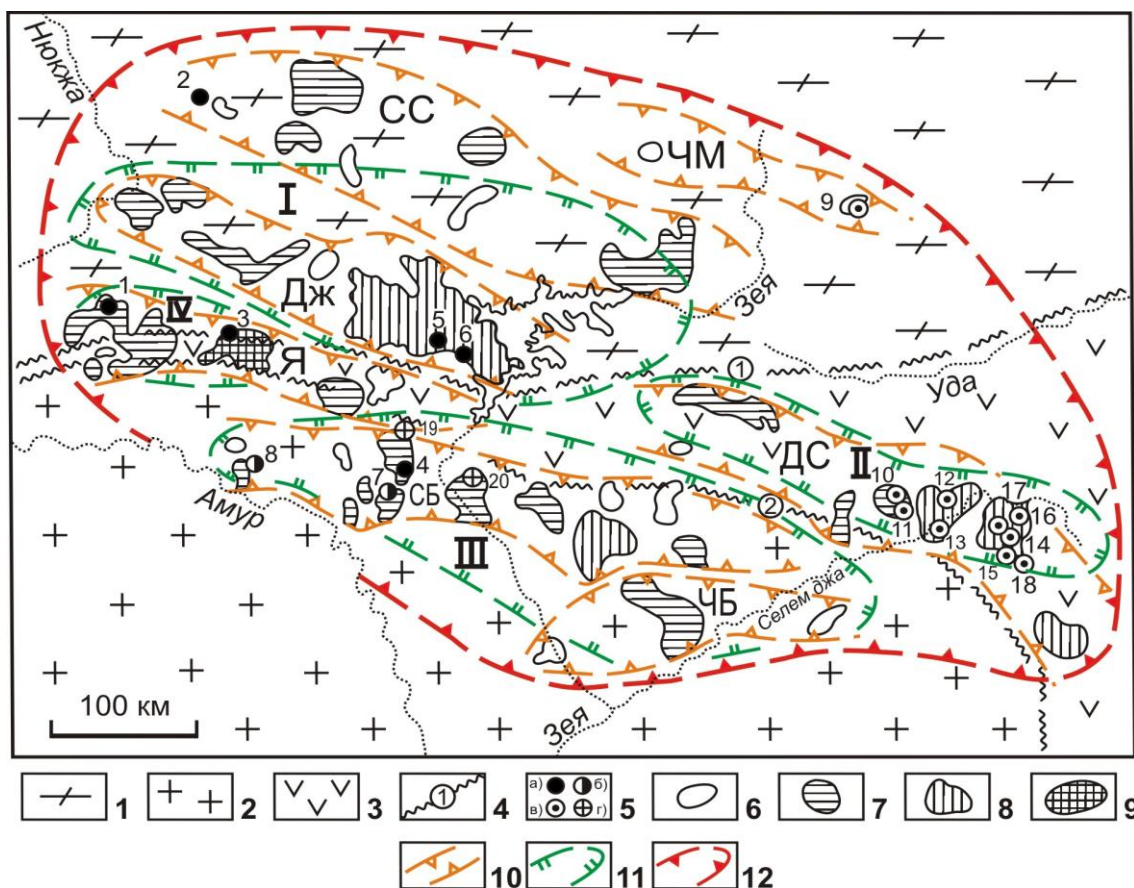
Электронно-микроскопические и рентгено-спектральные определения выполнены в лаборатории физических методов исследования ИГиП ДВО РАН.

Целью исследования являлось не только показать основные типы, закономерности размещения и многообразие минеральных форм элементов и минералов платиновой группы Приамурской платиноносной провинции, но и помочь определить перспективы выявления на этой обширной, плохо обнаженной и как следствие слабо изученной территории платиносодержащих рудных месторождений.

Автор благодарен академику В.Г. Моисеенко и д.г.-м.н. В.А. Степанову за поддержку исследований поведения золота и платиноидов в природном рудообразующем процессе и роли платиноидов в формировании золоторудных месторождений, постоянное внимание и помощь в решении этой задачи. Ценные советы, предложения и рекомендации автор получил от коллег-геологов д.г.-м.н. Г.И. Неронского, д.г.-м.н. Л.В. Эйриша, д.г.-м.н. В.Е. Стрихи, д.г.-м.н. В.Д. Мельникова, д.г.-м.н. А.А. Сорокина, д.г.-м.н. И.В. Бучко, к.г.-м.н. Л.И. Рогулиной, к.г.-м.н. Н.В. Моисеенко и многих других. Наимоверно благодарен аналитикам к.г.-м.н. С.М. Радомскому, к.х.н. В.И. Радомской, к.х.н. Н.А. Бородиной, Н.Н. Козловой, Е.Е. Зайцевой в помощи с аналитическими исследованиями по определению платиноидов в рудах месторождений и рудопроявлений золота, С.Н. Аношенко, Е.Ю. Горбачевской в оформлении монографии.

ГЛАВА 1. ПРИАМУРСКАЯ ПЛАТИНОМЕТАЛЬНАЯ ПРОВИНЦИЯ: РАЙОНИРОВАНИЕ, ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ

Территория Верхнего Приамурья имеет блоковое геологическое строение и включает три крупных фрагмента: Становую складчато-блоковую систему, Амуро-Охотскую геосинклинально-складчатую систему и Буреинский срединный массив (Геологическая..., 1982; Красный и др., 1999; рис. 1). Разнообразие и разновозрастность геологических структур региона предопределяет многообразие формационных типов благороднометального оруденения, в том числе платинометального (Мельников и др., 2006).



1 - Становая складчато-блоковая система; 2 - Буреинский срединный массив; 3 - Амуро - Охотская геосинклинально-складчатая система; 4 - границы геоблоков, представленные глубинными разломами (1 - Монголо-Охотский, 2 - Южно-Тукурингский); 5 - месторождения золота: а) плутоногенного (1 - Березитовое, 2 - Бамское, 3 - Кировское, 4 - Пионер, 5 - Успенское, 6 - Золотая Гора), б) вулканогенного (7 - Покровское, 8 - Буриндинское), в) плутоногенно-метаморфогенного (9 - Колчеданный Утёс, 10 - Маломыр, 11 - Ворошиловское, 12 - Токур, 13 - Сагур, 14 - Харгинское, 15 - Афанасьевское, 16 - Унгличкан, 17 - Ясное, 18 - Эльгинское), г) субвулканического (19 - Боргуликан, 20 - Двойное) классов; 6-9 - золотороссытные узлы, содержащие россыпи с суммой добытого и разведанного золота (в т): 6 - 0.1-0.9, 7 - 1-9, 8 - 10-90, 9 - более 100; 10 - границы золотоносных металлогенических зон: СС - Северо-Становая, ЧМ - Чапско-Майская, Дж - Джелтулакская, Я - Янкано-Тукурингская, ДС - Джагды-Селемджинская, СБ - Северо-Буреинская, ЧБ - Чагойан-Быссинская, 11 - контур платиносных металлогенических зон и углов: I - Дамбукино-Тындинская зона, II - Джагды-Селемджинская зона, III - Северо-Буреинская зона, IV - Соловьёвский узел); 12 - контур Приамурской золото-платиносной провинции

Рис. 1. Платиноносность и золотоносность Приамурской провинции
(по В.А. Степанову, 2000)

Платиновая минерализация в Верхнем Приамурье концентрируется в полосе субширотного простирания, совпадающей с контурами Приамурской золотоносной провинции (Степанов, 2000; Мельников, Степанов, 2004). На этой площади выделяются три потенциальные платиноносные металлогенические зоны: Дамбукино-Тындинская, Джагды-Селемджинская и Северо-Буреинская, а в их пределах потенциальные платиноносные узлы.

Под *потенциальной платиноносной металлогенической зоной* автором понимается площадь в пределах металлогенической провинции, характеризующаяся сходными условиями формирования и размещения рудных и россыпных месторождений и проявлений платиноидов, предопределенными геолого-структурными и металлогеническими особенностями.

Под *потенциальным платиноносным узлом* автором понимается локальная площадь изометричной и неправильной формы в пределах металлогенической зоны. Узел включает пространственно сближенные рудные и россыпные месторождения и проявления платиноидов, близкие по условиям формирования и связанные с одним или несколькими источниками питания.

1.1 Дамбукино-Тындинская платиноносная металлогеническая зона

Дамбукино-Тындинская платиноносная металлогеническая зона протягивается вдоль южной окраины Становой складчато-глыбовой системы. Здесь развиты породы метаморфических комплексов от раннего архея до раннего протерозоя, прорванные многочисленными мелкими телами архейских и протерозойских метаультрабазитов и метагаббро, а также более поздними интрузиями ультраосновных и основных пород. В пределах зоны отмечаются многочисленные находки минералов ЭПГ в россыпях золота, реже коренных проявлениях (г.Лукинда и др.). Среди минералов ЭПГ преобладают сперрилит и самородная платина, реже встречаются ферроплатина и иридомин. Здесь можно выделить семь потенциально платиноносных рудно-россыпных узлов (с запада на восток): Каларский, Лукиндинский, Соловьевский, Верхнебрянтинский, Дамбукинский, Сугджарский и Верхнемайский.

Каларский платиноносный рудно-россыпной узел находится в западной части Дамбукино-Тындинской платиноносной зоны. Узел приурочен к западной части Становой плутоно-метаморфической области. Геологическое строение узла определяют ранне- и позднеархейские метаморфические комплексы, прорванные в различное время крупными базитовыми интрузиями Каларского массива, сиенитами Тасского массива, гранитоидами Седольчинского и Черемхалакского массивов. В северной части узла находятся крупнейшие на Дальнем Востоке зоны диафтореза, трассирующие Становой и Южноалданский региональные разломы, по которым сочленяются Алданский метаморфический щит и Становая плутоно-метаморфическая область.

Важное значение в структуре узла имеет *Каларский массив*, сложенный породами *олекмо-каларского интрузивного комплекса*. Породы комплекса представлены Каларским массивом и рядом более мелких тел, сформировавшихся в результате двухфазового внедрения. Породы первой фазы (андезиниты, лабрадориты, анортозиты, лейкогаббро и т.д.) преобладают. Образования второй фазы развиты ограничено. Массивы обнаруживают расслоенность. Границы между разновидностями пород как расплывчатые, так и контрастные, отчетливые. Внутренние части массивов лейкократовые, краевые - относительно меланократовые. Породы олекмо-каларского интрузивного комплекса принадлежат анортозитовой формации. Большинство образований соответствуют натриевой серии нормального ряда.

Платиноносность узла выявлена в 1980-1983 гг. тематическими работами АмурКНИИ. На титано-магнетитовом месторождении *Большой Сэйим* Pt была установлена в магнетит-ильменитовых – 0.5 г/т и бедных магнетит-ильменитовых рудах – 1.0 г/т. На *Куранахском*

титано-магнетитовом месторождении в титано-магнетитовых рудах содержание Pt составило 0.1-0.5 г/т (Моисеенко и др., 2004).

В бассейне *р.Имангра* в пиритизированных габбро-диоритах содержание Pt – 0.02-0.1 г/т. В долине *р.Тас-Юрях* в мусковит(серицит)-графит-полевошпатовых метасоматитах с сульфидами установлено содержание Pt – 1.65 г/т. На золоторудном проявлении Ледяное в жильном кварце с сульфидами установлена Pt в количестве 0.03-0.1 г/т.

В габбро-норитах, оливиновых габбро, габбро-порфиридах ультраосновных массивов в районе слияния рек *Олекма* и *Нюкжа* установлено содержание Pt – 0.02-0.1 г/т, Pd – 0.08 г/т.

В 2002 году при проведении разведочных работ на титано-магнетитовом месторождении Куранах были установлены повышенные содержания Au (0.005-0.05 г/г), Pt (0.01-0.3 г/т), Pd (0.01-0.015 г/т) и Sc (0.003-0.03%).

С 2003 г. в бассейне *р.Имангракан* проводятся поисковые работы на участках Баякит и Хотогу-Чабиникит.

Участок *Баякит* сложен метаморфическими породами ниже-верхне архейского возраста, раннеархейскими гранитоидами, габбро-анортозитами, серпентинизированными пироксенитами и перидотитами олекмо-каларского интрузивного комплекса. Выходы последних имеют мощность не менее 0.5 км и протяженность более 3.5 км. В них установлена неравномерная сингенетическая шпировая, гнездовая и рассеянная (до 5-7%, участками до 20%) сульфидная минерализация визуальными пирротин, халькопирит, пентландитового состава. Перидотиты с рассеянными сульфидами содержат до 0.3 г/т Pt, их катаклазированные разности - Au до 3 г/т. Ожидаемый тип платинометального оруденения - медно-никелевый в ультраосновных породах. Содержания Ni - до 0.7%.

Участок *Хотогу-Чабиникит* сложен преимущественно гранитоидами, гнейсовидными гранитоидами раннего протерозоя, среди которых отмечаются тела габбро, габбро-диабазов, серпентинизированных перидотитов, пироксенитов, мощностью первые 10 м, протяженностью - до 1 км. В ультраосновных и основных породах установлена сульфидная минерализация, представленная пирротином и пиритом. Содержание платиноидов достигает 0.3 г/т. Гранитоиды в зонах тектонических разломов в значительной мере катаклазированы, в них широко проявлены процессы хлоритизации и серицитизации. Наиболее измененные разности кварц-хлорит-серицитового состава содержат вкрапленность пирита и содержат Au до 3.4 г/т. Возможные типы платинометального оруденения - медно-никелевый или хромитовый в серпентинитах и оливиновых пироксенитах.

Лукиндинский платиноносный рудно-россыпной узел включает Лукиндинский массив ультраосновных пород и его ближайшее обрамление. Площадь его около 100 кв. км. Массив приурочен к пересечению Джелтулакской системы северо-восточной ориентировки с нарушениями широтного и меридионального плана. Лукиндинский массив имеет очертания вытянутого в широтном направлении эллипсоидального тела длиной 16 км при ширине до 3.0-5.5 км. Породы массива объединяются в две расслоенные серии: нижнюю - дуниты, троктолиты, оливиновые габбро с прослоями анортозитов; верхнюю - габбро (в т.ч. титаномагнетитовое), габбро-нориты с маломощными прослоями пироксенитов и анортозитов. Перечисленные породы прорваны дайками аплитовидных гранитов, пегматитов кварц-полевошпат-мусковитового (с гранатом) состава. В ряде участков внутри массива закартированы мелкие (1.0-1.5 км²) штоки гранитов тукурингского комплекса. В контуре массива широко развиты гидротермальные образования: жилы кварца, жилы и прожилки кварц-карбонатного, карбонатного состава и их брекчии. Проведенными в разные годы поисковыми работами в массиве установлены многочисленные проявления и точки сульфидной медно-никелевой, хромитовой, магнетитовой (титано-магнетитовой), урановой минерализации, а также геохимические аномалии Au, Hg, As, Pt. Лукиндинский узел перспективен прежде всего на платиноиды, ассоциирующие с Cu-Ni минерализацией (Моисеенко и др., 2004).

Соловьевский платиноносный рудно-россыпной узел расположен к югу от Лукиндинского узла. В его строении принимают участие мезозойские отложения Стрелкинского прогиба, кайнозойские отложения Яканской впадины Монголо-Охотской складчатой области, метаморфогенно-плутонические образования Аносовской зоны

Становой области. Общая площадь узла порядка 1500 км². В его пределах известно несколько удлиненных интрузивов ультраосновных пород архейского и раннепротерозойского возраста в аллохтонном залегании в верховьях рек Малый, Большой и Средний Уркан, Крестовка. Площади массивов не превышают 5-10 км², максимальный – 24 км². Самые крупные из них располагаются на юго-западном фланге узла - в бассейнах рек Уруша и Хайкта, где слагают тектонические пластины длиной до 25 км.

Впервые платиноиды в виде единичных зерен сперрилита отмечены в 1935 г. С.И.Набоко в мелких телах анортозитов в районе Константиновского (Березитового) золоторудного месторождения (Меняйлов, Набоко, 1936).

Детально изучался **Веселкинский массив**, расположенный в долине руч. Веселый, правого притока р. Средний Уркан. Массив вытянут в широтном направлении на 8 км при ширине до 3 км. Форма массива плитообразная, мощность около 2 км. Он имеет зональное строение и расслоен. Центральное перидотитовое ядро окружено пироксенитами, затем габбро, габбро-норитами. Элементы платиновой группы обнаружены в центре массива в дунитах, гарцбургитах, сульфидизированных габбро сцинтилляционно-спектральным анализом (г/т): Pt – 0.2, Pd – 0.47, Rh – 0.03, Ir – 1.02 (Бучко, 1999).

Проведенными в этом районе работами АмурКНИИ в габброидах бассейна **р. Сергачи** установлено содержание Pt и Pd до 1.0 г/т, что позволяет положительно оценить эту территорию на платиноиды. Перспективным является и другой тип платиновой минерализации, выявленный сотрудниками АмурКНИИ в бассейне р. Малый Ольдой. Здесь минералы платины приурочены к медноколчеданным рудам Малахитового проявления стратиформного типа. Вскрытая мощность зоны метасоматитов 20-40 м, протяженность - 70 м, рудной зоны, соответственно, 0.2-1 и 50 м. В колчеданных рудах содержатся Cu - 0.4%, Pb - до 0.3%, Ag - до 4.1 г/т, Au - до 1.6 г/т, Pd - до 1.0 г/т, Pt - до 0.5 г/т (Моисеенко и др., 2004).

Верхнебрянтинский платиноносный рудно-россыпной узел расположен в центральной части Становой плутоно-метаморфической области и тяготеет к истокам р.Брянта, крупного левого притока р. Зея. Узел расположен между Унахинским и Мульмугинским гиганто-плутонами. Строение узла сложное. Здесь сочетаются разновозрастные интрузивные образования (базиты, ультрабазиты, гранитоиды), вулканы, контрастные по составу метаморфические толщи (гнейсы, амфиболиты), а также субвулканические интрузии. Массив г. Луча относится к формации никеленосных дунито-троктолитовых интрузий Станового хребта и детально охарактеризован петрологически (Щека, 1969). Лучанский массив относится к формации апатитоносные пироксенит-габбро-норитовые интрузивов (Октябрьский, 1978). Он находится восточнее массива г. Луча, представлен лополитообразным телом шириной до 4 км, длиной до 15 км и более. Осевая часть и северо-западные края массива прорваны и уничтожены никеленосным интрузивом горы Луча и более поздними биотитовыми гранодиоритами и гранитами. Возраст массива по взаимоотношениям с окружающими породами и определениям абсолютного возраста никеленосных троктолитов - нижнепротерозойский (Щека, 1969). Особенность узла является значительное развитие меловых вулканических пород, выделяемых в качестве Верхнебрянтинской вулканической структуры.

Платиноносность **Лучинского массива** изучалась неоднократно. В 1967 г. С.С.Щекой платиноиды установлены (в г/т): в пироксенитах – Pt – 0.075, Pd – 0.069, в габбро - Pt – 0.006, в габбро-норитах – Pt – 0.001, Pd – 0.005, в троктолитах - Pt – 0.001, в амфиболитах - Pd – 0.005. Ревизионными работами коллекционных образцов сотрудниками ДВИМСа на Лучинском массиве платиноиды установлены в количестве (в г/т): в сульфидизированном габбро – 0.006-0.01, в троктолите – Pt – 0.01, в габбро-норите – Pt – 0.006-0.01.

В пределах **Брянта-Утугайского массива** платиноиды установлены (в г/т): в амфиболитизированном пироксените – Pt – 0.01, в амфиболите рассланцованном - Pd – 0.06, в горнблендите - Pd – 0.06, в перидотите - Pd – 0.006, в габбро-амфиболите - Pd – 0.006, в гранатовом амфиболите - Pd – 0.006 (Щека, 1969; Моисеенко и др., 2004).

Имеются сведения о находках платиноидов (сперрилит, самородная платина) в аллювии рек Брянта, Унаха, Олонгро, Ильдеус, Тексика, ручьев Бончок, Случайный, Михайловский в количествах от единичных до нескольких знаков.

Положение *Дамбукинского платиноносный рудно-россыпной узла* определяется одноименным блоком раннеархейских метаморфических пород, насыщенных мелкими телами ультраосновного состава. По гравиметрическим характеристикам Дамбукинский блок является одним из самых «тяжелых» в пределах Становой складчато-блоковой системы. Несмотря на уникально богатые россыпи золота и наличие множества проявлений других полезных ископаемых (железо, уран, алмазы, графит, цеолиты, кварц и др.), площадь узла слабо изучена. Кондиционная геологическая съемка масштаба 1:50000 проведена в 1990-1991 гг. в центральной и восточной частях узла (от р. Ульдегит до Зейского водохранилища). Магнитная съемка проведена в масштабе 1:50000 и крупнее, гравиметрическая - в масштабе 1:200000. Длительное время площадь опосредовывалась и оценивалась только на Au и U.

Платиноносность узла изучалась в 1982-1985 гг. сотрудниками АмурКНИИ ДВО РАН. В 1992 г. были проведены ревизионные полевые работы ГМК-500. Платиновая минерализация установлена на всей площади узла: в россыпях золота, золоторудных проявлениях и основных породах. Платинометалльные минералы установлены в золотоносных россыпях рр. Джалта, Малый, Средний и Большой Ульдегиты, Хугдер, Дамбуки, Могот и др. Минеральная форма - преимущественно сперрилит, реже самородная платина, изоферроплатина, иридиевая платина, очень редко осмистый иридий (Сафронов, Моисеенко, 1999). Обломки платиносодержащих массивных медно-никелевых руд выявлены здесь в 2000 г., а при дальнейших поисковых работах перспективные участки на платиноидное медно-никелевое оруденение (Степанов и др., 2001).

Сугджарский платиноносный рудно-россыпной узел расположен на пересечении Сугджарской меридиональной зоны с субширотной - Бомнакской. Узел сложен раннеархейскими и позднеархейскими гнейсами, амфиболитами и кристаллическими сланцами, прорванными комплексами интрузий основного и ультраосновного состава. Они включают габбро, габбро-нориты, габбро-диабазы, долериты, дуниты. Породы в значительной степени гранитизированы и метасоматически преобразованы. Среди метасоматитов фиксируются уран-торий-редкоземельные и железорудные объекты. В габброидных телах часто отмечаются обособления пирротина, халькопирита, пентландита. Наличие таких линзо-прожилковых обособлений и массивных медно-никелевых руд подтверждено работами АмурКНИИ (Моисеенко и др., 2004). Магматические и метасоматические породы площади специализированы на платиноиды (платину и палладий). Изучение структурного элювия пород гранулитового комплекса показало, что платиноиды характерны как для интрузий базитов, входящих в состав этого комплекса, так и для сланцев основного и ультраосновного состава первичного магматического происхождения (коматииты).

Наиболее крупные россыпепроявления Pt отмечаются по р. Гарган и ее притокам. По устным сообщениям старателей содержание Pt в россыпях золота по р. Гарган достигают 70-90 г на 0.005 м³ шлихового концентрата. При этом наблюдается прерывистое четкообразное расположение платиноносных участков (струй). Протяженность их до 200 м, при мощности пластов 0.6-0.9 м на глубине до 4 м. В целом по бассейну р. Гарган содержание платиноидов в шлиховых концентратах золотых россыпей составляет от 1.6 до 223 г/т, при выходе шлиха 8-10 кг/м³. Установлена повышенная платиноносность самородного золота по р. Гарган и руч. Антониновскому (6-28 г/т). Максимальные содержания палладия зафиксированы в руч. Антониновском - 210 г/т в шлиховом концентрате (Моисеенко и др., 2004).

Минеральная форма платиноидов: сперрилит, изоферроплатина, куперит, осмирид, эрлихманит - лаурит, самородная платина, платинистое и палладистое золото, золотоплатиновые твердые природные сплавы. Преобладающим минералом является сперрилит. Он представлен крупными (0.2-1.0 мм) округлыми, слабоокатанными додекаэдрическими кристаллами. В его составе, кроме Pt и As, отмечаются Ru, Rh, Pd. Самородная и железистая платина наблюдается в виде мелких (<0.5 мм) зерен (Моисеенко и др., 2004).

Большая площадь распространения платиноидов, их сложный минерально-видовой состав и другие признаки выдвигают Сугджарский узел в число наиболее перспективных на обнаружение россыпных и коренных месторождений платины.

Верхнемайский платиноносный рудно-россыпной узел ограничивается Оконой-Майским (Оконойским) и Туксанийским разломами. Ему отвечает Джугдырский блок, расположенный на границе между Алданским массивом и Становой складчато-блоковой системой. Узел сложен метаморфическими породами преимущественно раннеархейского возраста с небольшими телами ультраосновных пород того же возраста. Широко развиты магматиты мезозойского возраста. Узел хорошо выражен в геохимических аномалиях хрома, никеля, кобальта, меди, золота. В его пределах зафиксированы объекты золотой, полиметаллической, железной, урановой, серебряной минерализации. Наиболее известные из них золотое месторождение Колчеданный Утес, рудопроявления полиметаллов Молодежное и Сфалеритовое.

Для Верхнемайского узла можно отметить и некоторые уникальные с противоречивой информацией объекты на платину. В сульфидных рудах золоторудного месторождения **Колчеданный Утес** (бассейн р. Мая-Половинная) в 1911 г. К.В. Гроховским установлено суммарное содержание платиноидов 72.6 г/т (в том числе содержание платины 69.8 г/т). В.В. Купер-Конин в 1926 г. определил в этом гнезде 1384 г/т ЭПГ. Более поздние работы П.С.Бернштейна, Л.П.Карсакова не подтвердили наличия здесь таких высоких содержаний Pt. По данным научно-исследовательских работ АмурКНИИ, содержание Pt в кварц-сульфидных рудах месторождения Колчеданный Утес составляет 0.5-1 г/т. В самородном золоте из березитизированной породы содержание Pt составило 491 г/т (Мельников, Степанов, 2004).

В 2001-2007 гг. ФГУПП «Дальгеофизика» и ЗАО «Кун-Манье» в юго-западной части Кун-Маньёнского массива метагабброидов проведены поисково-разведочные работы на никель, кобальт и платиновое оруденение (Гурьянов и др., 2006). В пределах рассматриваемой территории выделена Атагинская никелеворудная прогнозируемая рудная зона. В этой зоне, в краевой части Кун-Маньёнского массива метагабброидов, установлен пояс даек с пирротин-пентландитовой минерализацией с содержаниями никеля 0.5-1.67%, меди 0.25-0.76%, кобальта 0.01-0.03%, платиноидов - до 0.5 г/т, золота – 0.08 г/т, серебра - 1-3 г/т. По бороздovому опробованию, в одном из сечений содержания никеля составляют 0.91% на 14 м, в том числе 1.49% на 1 м. Руды в основном тонковкрапленные, реже гнездовые и прожилково-вкрапленные, приурочены к висячим и лежащим контактам тел ультрабазитов.

1.2 Джагды-Селемджинская платиноносная металлогеническая зона

Джагды-Селемджинская платиноносная металлогеническая зона располагается на восточном фланге Амуро-Охотской складчатой области. Она совпадает с площадью широкого развития терригенных и вулканогенно-терригенных, так называемых «черносланцевых» толщ раннего и среднего палеозоя, метаморфизованных в фации зеленых сланцев. В пределах зоны широко распространены золоторудные месторождения золото-кварцевого (Токур и др.), золото-сульфидного типа (Маломыр), а также многочисленные богатые россыпи золота. В россыпях золота наблюдаются платина и сперрилит. Существенная примесь платиноидов характерна для руд месторождения Маломыр (Буряк, Пересторонин, 2000). Кроме того, отмечается примесь Pt и Pd в самородном золоте ряда рудных и россыпных месторождений. В пределах Джагды-Селемджинской зоны выделяются Унья-Бомский, Маломыр-Токурский и Златоустовский потенциальные платиноносные узлы.

Унья-Бомский платиноносный рудно-россыпной узел расположен на западном фланге Джагды-Селемджинской металлогенической зоны Приамурской провинции, занимая верховья рек Уньи, Бома и Дугды. В геологическом строении узла принимают участие вулканогенно-осадочные и флишевые толщи позднепалеозойского и мезозойского возраста (амканская, нектерская, бочагорская, джескогонская, уньинская свиты), разделенные региональным Уньинским надвигом. Породы метаморфизованы в фации зеленых сланцев и

содержат многочисленные кварцевые жилы альпийского типа. Интрузивные образования не установлены (Степанов, 2000).

Наиболее крупные россыпепроявления платины отмечаются по *рр. Унья* и *Бом* и их многочисленным притокам. По устным сообщениям старателей на прииске Александро-Невский (р. Бом) в 1903 г. было добыто несколько фунтов платины. Трестом «Амурзолото» в шлихах площади этого же прииска обнаружен сперрилит в виде окатанных кристаллов, было намыто около 35 гр. сперрилита, позже еще 4 гр. сперрилита. Установлена повышенная платиноносность самородного золота на *рудопроявлении Счастливом* (до 0.005%). В самородном золоте россыпи *р.Сирик-Макит* содержание платины достигает 0.0006-0.0015% (Неронский, 1998).

По данным добычных работ старателями содержание платиноидов в россыпях *рр. Унья, Сирик-Макит, Бом, Сера, руч. Джескогон, Северного* достигало 6 г/т. По *р. Улягир* (правый приток р. Норы) в одном из шурфов в 1927 г. из 30 пудов породы намыто 1.5 гр. платины.

Маломыр-Токурский платиноносный рудно-россыпной узел находится в Селемджино-Кербинском блоке Монголо-Охотского терригенного складчатого пояса. Здесь развиты Токурская и Селемджинская структурно-формационные зоны, соответственно, в северной и южной частях описываемого узла. Кроме того, именно на площади узла выделяется так называемая "Экимчанская структурно-формационная зона". В нее включены отложения, выполняющие приразломные грабены в верховьях р. Верхняя Стойбы (Мариинский) и в среднем течении близ пос.Лукачек. Предполагается, что эти грабены трассируют тектоногенные понижения в пределах поднятия дна крупного триасово-юрского бассейна, простиравшегося некогда от берегов современного Охотского моря до окраинных участков Буреинского массива. Грабены выполнены терригенным алеврито-песчаниковым материалом без примеси вулканогенного, содержащим морскую норийскую (Мариинский грабен) и юрскую (Стойбинский грабен) фауну. Породы метаморфизованы в филлитовой субфации зеленосланцевой фации метаморфизма. Как нам представляется, поскольку эти грабены как тела-индивиды весьма невелики, то при общетектоническом районировании они вполне могут быть включены в зоны Селемджино-Кербинского блока в качестве тел-включений. В западной части узла расположен Лукачекский гранитоидный массив, относимый к верхнепалеозойскому ингаглинскому комплексу. В восточной части узла находится крупный Ингаглинский массив - петротипный для одноименного комплекса, датируемого поздним палеозоем. Состав пород его варьирует от пироксенсодержащих гранодиоритов до кварцевых диоритов и плагиогранитов.

Платиноносность узла известна с начала XX века. Самородная платина и сперрилит встречалась при старательской отработке россыпей золота по *р. Нижняя и Верхняя Стойба, Караурак, Семертак* в количестве от единичных знаков до весовых. Тематическими работами в 1980-85 гг. в самородном золоте рудных месторождений платина установлена (г/т): *Токур* - 1-95, *Сагур* - 10, в самородном золоте россыпи *р.Караурак* содержание платины 8-10 г/т. В 90-х годах XX века в рудах *месторождения Маломыр* платиноиды обнаружены при поисково-разведочных работах НП «Центр» до 20 г/т (Буряк, Пересторонин, 2000).

Златоустовский платиноносный рудно-россыпной узел сложен терригенно-осадочными и метаморфическими породами преимущественно среднепалеозойского возраста, прорванными небольшими интрузивами ультраосновных пород того же возраста. Узел выражен в геохимических аномалиях Au, Sn, W, Mo, Ag. В его пределах известны объекты золотой, оловянной, полиметаллической, вольфрамовой, молибденовой, железной и серебряной минерализации. Наиболее известные из них золоторудные месторождения Харгинское, Афанасьевское, Ясное, Ингагли, золото-шеелитовое Унгличиканское, месторождение сурьмы Верхнеталыминское, оловянное Талыминское.

Самородная платина в довольно больших количествах встречалась в золотоносных россыпях на приисках верховий *р. Селемджи*. Причем на одном прииске она преобладала над золотом. На *Верхнемайском прииске* встречен сперрилит. Сперрилит и самородная платина в россыпях *рр. Эльгакан, Харга, Большая Эльга и Малый Караурак* отмечались в

количестве от знаков до первых десятков г/т. В золоторудных месторождениях Pt обнаружена тематическими работами АмурКНИИ. В самородном золоте рудных месторождений Pt установлена (г/т): Харгинское - 0.3-32, Афанасьевское - 3, Ясное - 2-11. В самородном золоте россыпных месторождений содержание Pt (г/т): Большая Эльга - 0.9-9, Эльгакан - 2-9, Малый Наэрген - 4, Харга - 8, Большие Ингагли – 8.5-10 (Моисеенко и др., 2004).

Ульминский потенциально платиноносный рудно-россыпной узел. В бассейне *р. Ульма*, левого притока р.Селемджа платиноносность узла известна с 50-х годов XX века. Здесь при поисках россыпного золота в шлихах ручьев *Дямкундя, Тан-Ксы, Сохатиный, Извилистый* отмечались платиноиды в количестве единичных знаков. В 1990-1991 гг. при разведочных работах на россыпное золото платиноиды зафиксированы в количестве единичных знаков по *р.Исикан* (левый приток р.Иса) и *руч.Сюгдулки* (левый приток р.Тан-Ксы). Тематическими работами ДВИМСа в 1980-82 гг. были проанализированы коллекционные образцы, отобранные при геологической съемке масштаба 1:50000 в бассейнах *рр. Тан-Ксы и Джалинда*. Содержание платины составило (в г/т): в метагаббро – 0.006, в пироксенитах – 0.006, Pd – 0.02, в серпентинизированных габбро – 0.006, в метаморфических габбро – 0.01 (Моисеенко и др., 2004).

Архаринский потенциально платиноносный рудно-россыпной узел расположен в южной части Приамурской провинции в пределах Туранского блока. Он сложен гранитоидами от рифейского до мезозойского возраста. Гранитоиды перекрыты неогеновыми базальтами (Малохинганское плато) и неоген-четвертичными отложениями сазанковской и белогорской свит.

В золотоносных россыпях узла *рр. Малый Урил, Талакан, руч. Грязный, Игоревский, Каменец, Архара, Илга* известны многочисленные находки самородной платины и сперрилита в количествах до 1.3 г/м³. При ревизионных работах ГМК-500 в штуфной пробе из дайки габбро-диоритов установлено содержание Pt в количестве 0.07 г/т (Мельников, Степанов, 2004).

1.3 Северо-Буреинская платиноносная металлогеническая зона

Северо-Буреинская платиноносная металлогеническая зона зона приурочена к северной окраине Буреинского срединного массива (Керулено-Аргуно-Мамунского геоблока, сложенного разновозрастными интрузивными комплексами, среди которых фрагментарно сохранились геосинклинальные и орогенные комплексы докембрия и палеозоя (Красный и др., 1999). Среди них отмечаются массивы ультрабазитов рифейского возраста, наиболее широко развитые в бассейне р. Гарь-2 (бассейн р.Селемджа). Характерным является преобладание в золотоносных россыпях осмистого иридия, а на западном фланге зоны самородной платины и сперрилита над другими минералами ЭПГ. В пределах Северо-Буреинской зоны выделяются четыре потенциально платиноносных рудно-россыпных узла – Тыгда-Улунгинский, Умлеканский, Гарьский (Депско-Гарьский) и Чагоянский.

Тыгда-Улунгинский платиноносный рудно-россыпной узел расположен в юго-восточном секторе Гонжинского выступа и приурочен к локальному сводовому поднятию фундамента Буреинского срединного массива, выполненному гранодиоритами магдагачинского, верхнеамурского и буриндинского комплексов. Узел объединяет бассейны рек Тыгды, Ольги и нижнего течения р. Уркан. Вулканогенно-осадочные образования представлены лавами и туфами среднего состава, а также туфопесчаниками и туфоконгломератами (талданская свита), выше их залегают эффузивы кислого и умеренно-кислого состава (керакская свита), еще выше – риолиты и андезито-базальты (галькинская свита). Терригенно-осадочные породы поздней юры и раннего мела представлены песчаниками, алевролитами с прослоями аргиллитов и гравелитов (аякская, осежинская, депская и молчанская свиты) (Моисеенко и др., 2004).

Платиноносность узла известна в конце XIX - начале XX века. Самородная платина и сперрилит встречалась при старательской отработке россыпей золота по руч.Алкагаи и р.Улунга в виде единичных знаков.

Тематическими работами АмурКНИИ в 1980-1983 гг. платиноиды установлены в золотоносных россыпях р.Улунга, пр.Апрельский – 14-42 г/т, пр.Пионер – 112 г/т. Кроме того, в самородном золоте из золотоносных россыпей руч. Алкаган, Пролетарка, Агорта, Самоваринский, Сергеевский установлена Pt до 91 г/т.

При изучении платиноносности золоторудных месторождений Верхнего Приамурья, в кварцево-сульфидных телах **Покровского месторождения** установлены (в г/т): Pt – 0.25-1.0, Os – 0.031-0.051, Pd – 0.044-0.079 (Мельников и др., 2008).

Гарьский (Депско-Гарьский) платиноносный рудно-россыпной узел образован ареалом массивов ультраосновных пород в междуречье рек Зея, Деп и Гарь-2. Ареал включает массивы Усть-Депский, Дуте, и группу мелких дайкообразных тел в бассейне р. Гарь-2. По геофизическим данным они являются поверхностными выходами единого массива площадью около 400 кв.км. Породы представлены, главным образом, серпентинизированными гарцбургитами, перидотитами, диабазами, встречаются родингиты. Для них характерна высокая магнезиальность и низкая железистость. Сравнительно недавно установлена их принадлежность к офиолитовой ассоциации. Возраст пород – поздний протерозой.

В отдельных золотоносных россыпях этого района (**рр.Гарь-2, Деп и руч. Золотой**, впадающий в р. Зею против устья р. Деп) платиноиды установлены еще в конце XIX века. Нередко в этих россыпях содержание платиноидов было сопоставимо с содержанием золота, а чаще всего, по данным П.А.Сушкова и других исследователей, содержание Pt здесь составляло 7-10% от веса намытого золота (Моисеенко и др., 2004).

По данным Октябрьского прииска в россыпи **р. Гарь-2** по разведочной траншее № 10 количество иридийной платины составляло 5% от общего количества тяжелой фракции, а общее содержание осмистого иридия по этой россыпи оценивается в 15 мг/м³ горной массы.

По **руч. Завершающему** (правый приток р. Гарь-2) в двух пробах гидравлической эксплуатации 1983 г. суммарные содержания платиноидов в черном шликсе составили, соответственно, 228.6 и 5070.4 г/т.

Наиболее высокие содержания платиноидов были установлены в золотоносной россыпи **р. Гарь-1**. Здесь на полигоне ГМУ № 332 в 1983 г. в пробе черного шликса установлено суммарное содержание платиноидов 23 кг 111 гр. с преобладанием осмистого иридия. В самородке золота весом 5735 г., с небольшой (9% от общего веса) примесью кварца из коры выветривания зеленокаменных пород содержание платины составило 24-959 г/т.

В Гарьском (Депско-Гарьском) узле из платинометаллических минералов наиболее распространены иридосмины и осмириды, реже встречаются сперрилит и самородная платина (Сафронов, Моисеенко, 1999). Широкое развитие в бассейнах **рек Гарь-2 и Гарь-1** осмиридов, область распространения которых совпадает с областью развития здесь многочисленных ультрамафитовых интрузий, существенно отличает платинометаллическую минерализацию данного узла от Сугдजारского и Дамбукинского, профилирующим минералом которых является арсенид платины – сперрилит, что, видимо, свидетельствует о разнотипных рудных источниках.

Рекогносцировочные исследования, выполненные сотрудниками АмурКНИИ в 1983 г. подтвердили наличие минералов платины в районе **Усть-Депского массива** ультраосновных пород не только в четвертичных отложениях, но и в юрских терригенных породах, где они встречаются вместе с золотом (Моисеенко и др., 2004).

Приведенные данные, особенно по бассейну рек Гарь-1 и Гарь-2 выдвигают Гарьский (Депско-Гарьский) узел в один из наиболее перспективных на обнаружение россыпных и коренных месторождений платиноидов. По-видимому, высоки перспективы на платину и в южной части Гарьского (Депско-Гарьского) узла в россыпях, приуроченных к Усть-Депскому массиву ультраосновных пород, где еще в XIX веке попутно с золотом добывались платиноиды.

Чагоянский платиноносный рудно-россыпной узел расположен в среднем течении реки Зея и приурочен к Чагоянскому ксенолиту Мамынского выступа Буреинского срединного массива. На площади узла развиты венд-кембрийские карбонатно-терригенные отложения чагоянской свиты (доломиты, мраморизованные известняки, мрамора) и силурийские терригенные породы норской серии (песчаники, алевролиты, аргиллиты). Интрузивные образования представлены палеозойскими биотит-роговообманковыми катаклазированными гранитами, гранодиоритами, габброидами (массивы Дымо, Джурканский, Малочуканский, Овсянниковский шток) и раннемеловыми габбро, габбро-диоритами, диоритами и гранодиоритами (Усть-Туйский массив, Владимировский шток). В Чагоянском узле находится Чагоянское полиметаллическое месторождение, Малочуканское рудопроявление золота, целый ряд россыпей и мелких проявлений коренного золота, а также проявления железа, полиметаллов, меди, марганца, титана.

Платиноносность узла изучалась в 1989-1995 гг. при разведочных работах на россыпное золото (Мельников, 2000). Изучались, в основном, элементы-примеси самородного золота из рудопроявлений и россыпей золота. Так, на **Малочуканском рудопроявлении** в самородном золоте содержание Pt – 1 г/т, Os – 74 г/т, на **Неожиданном рудопроявлении**, соответственно, 2 г/т и 62 г/т. В самородном золоте россыпей (**Елтуш, Малый Чукан, Большой Чукан, Малютка, Сивагли, Юхта, Осетиновский, Зеленковский, Павловский, Чагоян** и др.) содержание Pd достигает 98 г/т, Os – до 500 г/т.

Кроме того, в 1997 г. по программе “Плотик” изучались метасоматически-измененные породы, отобранные из плотиков большинства россыпей. На платину были проанализированы габбро-диориты **Владимировского штока** (3 пробы) и габброиды **Овсянниковского штока** (2 пробы). Содержание суммы ЭПГ составило, соответственно, до 2.2 г/т и до 1.8 г/т.

В бассейне **р. Бысса** поисковыми работами на россыпное золото в 50-х гг. прошлого века отмечались единичные знаки сперрилита в золотоносных россыпях **рр. Синникан, Джилинка и руч. Будулакит, Безымянный** и др. Тематическими работами ДВИМСа в 1980-1982 гг. был проанализирован на платиноиды коллекционный образец метагаббро, отобранный при проведении геологической съемки масштаба 1:50000 на левобережье **р. Селемджа**. Содержание платины составило 0.01 г/т (Моисеенко и др., 2004).

* * *

Таким образом, выделенные потенциальные платиноносные металлогенические зоны, а в их пределах потенциальные узлы конформны золотоносным. Вместе с этим постоянные находки минералов ЭПГ в золотоносных россыпях и ЭПГ в самородном золоте указывают на то, что коренными источниками минералов ЭПГ в россыпях, служат как базит-гипербазитовые массивы с медно-никелевой сульфидной минерализацией, так и золоторудные месторождения и рудопроявления. Различия в составе ЭПГ различных зон и узлов, зависят от формационной принадлежности и состава руд месторождений. Это ставит вопрос о проведении ревизионных работ на золоторудных, золото-серебряных, медно-молибденовых, колчеданно-полиметаллических месторождениях Приамурской провинции на платиноиды, указывает на возможность выявления комплексных с платиноидами месторождений. Наличие ресурсов платиноидов при комплексном освоении может значительно повысить рентабельность эксплуатации этих месторождений (Степанов, 2000; Мельников, Степанов, 2004).

ГЛАВА 2. ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ГЕНЕЗИС ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИАМУРСКОЙ ПРОВИНЦИИ

Мезозойский этап тектоно-магматической активизации Приамурской провинции вызван тесным сближением (коллизией) Алдано-Станового и Амурского геоблоков, в результате которого расположенная между ними Монголо-Охотская складчатая система приобрела форму узкого клиновидного блока, расширяющегося к востоку (Геологическая..., 1986). В течение этого этапа, длившегося с конца триаса до окончания позднего мела, произошло внедрение серии интрузивных и вулканических комплексов, с которыми парагенетически связано формирование месторождений рудного золота Приамурья.

2.1 Типы золоторудных месторождений

Золоторудные месторождения и рудопроявления Приамурской провинции, согласно классификации В.И. Смирнова (1982), отнесены к гидротермальной группе за исключением редких рудопроявлений контактово-метасоматического скарнового происхождения (табл. 1).

Классификация месторождений золота Верхнего Приамурья

Таблица 1

Группа	Класс	Золоторудные месторождения
Гидротермальная	Плутоногенный	Кировское, Березитовое, Пионер, Бамское, Золотая Гора, Успенское, Снежинка, Светлое, Апсаканская и Горациевская группа рудопроявлений
	Вулканогенный, близповерхностный	Покровское, Буриндинское
	Плутоногенно-метаморфогенный	Колчеданный Утес, Маломир, Ворошиловское, Токур, Сагур, Харгинское, Афанасьевское, Унгличикан, Ясное, Эльгинское
	Субвулканический	Боргуликан, Двойное, Отрадное, Олоно, Елна
	Телемагматический (скарновый)	Чагоянское, Желтулак

Гидротермальные золоторудные месторождения по условиям и глубине образования, связи с определенными эндогенными процессами, интрузивными, вулканогенными и метаморфическими образованиями разделены на плутоногенный, плутоногенно-метаморфогенный, вулканогенный и субвулканический классы (Смирнов, 1982; Степанов, 2000). По глубине рудообразования выделяются близповерхностные, субвулканические, гипабиссальные и мезоабиссальные месторождения золота (Воларович, 1969; Моисеенко, Эйриш, 1996; Моисеенко, Степанов, 2001).

По морфологии рудных тел месторождения относятся к жильным (Харгинское, Сагурское, Кировское, Буриндинское, Прогнозное), жильно-брекчиевым (Токур), прожилково-жильным (Покровское), прожилково-вкрапленным (Унгличикан, Маломир), штокверковым (Березитовое) или комбинированным (Бамское, Нонинское). На некоторых объектах промышленный интерес представляла только зона окисления (Ворошиловское, Золотая Гора).

По соотношению сульфидов и кварца выделяются следующие типы руд: золото-кварцевые убогосульфидные (Покровское, Прогнозное, Буриндинское), золото-кварцевые малосульфидные (Токур, Харгинское, Сагурское, Бамское, Унгличикан, Пионер), золото-кварцевые умеренносульфидные или золото-кварц-сульфидные (Березитовое, Кировское, Золотая Гора) и золото-сульфидные (Нони, Маломир, Ворошиловское, Колчеданный Утес).

2.2 Возраст золотого оруденения

Определение возраста золоторудных месторождений в Приамурье сопряжено со значительными трудностями, заключающимися в том, что большинство месторождений располагается среди докембрийских метаморфических и магматических комплексов пород, возраст которых значительно древнее оруденения. Поэтому нижняя возрастная граница обычно существенно занижена. Верхнюю возрастную границу по геологическим данным определить бывает непросто. С уверенностью можно судить лишь о возрасте оруденения золото-серебряной формации, коррелирующим с возрастом вмещающих оруденение вулканитов (месторождения Покровское, Буринда, Желтунак). На первый план выходит определение изотопного возраста золотого оруденения провинции. Наиболее точный U-Pb метод определения возраста по цирконам мало применим, так как в рудах этого минерала нет, а соответствие возраста магматических образований и золотого оруденения доказать бывает достаточно сложно. Поэтому предпочтительным является изотопное определение возраста золотого оруденения Rb-Sr, Ag-Ag или K-Ag методами по входящим в состав руд минералам (серициту, полевым шпатам, карбонатам).

Наиболее полные сведения об изотопном возрасте золоторудных месторождений Приамурья получены нами при помощи Rb-Sr метода (табл. 2).

Изотопный Rb-Sr возраст месторождений золота Приамурской провинции

Таблица 2

Месторождения, рудопроявления	Стадия минерализации	Исследуемый минерал	Параметры изохрон, млн. лет
Снежинка	Рудная	Серицит	$T = 212 \pm 5$; $Sr_0 = 0.7062 \pm 0.00021$
Золотая Гора	Рудная	КПШ	$T = 155 \pm 7$; $Sr_0 = 0.7052 \pm 0.0002$
Покровское	Ранняя рудная	Адуляр	$T = 129 \pm 14$; $Sr_0 = 0.7065 \pm 0.0004$
	Поздняя рудная	Кальцит	$T = 136 \pm 18$; $Sr_0 = 0.7072 \pm 0.0008$
Бамское	Рудная	Серицит	$T = 129 \pm 3.6$; $Sr_0 = 0.7083 \pm 0.0006$
	Ранняя рудная	Серицит	$T = 131$; $Sr_0 = 0.7079$
Кировское	Средняя рудная	Серицит	$T = 128$; $Sr_0 = 0.7079$
	Поздняя рудная	Серицит	$T = 126 \pm 8.8$; $Sr_0 = 0.7069 \pm 0.0002$
Ворошиловское	Рудная	КПШ	$T = 85.8$; $Sr_0 = 0.70877$
Токур	Рудная	КПШ	$T = 65.3 \pm 5.3$; $Sr_0 = 0.70852 \pm 0.00024$
Буровое	Рудная	КПШ	$T = 65.3 \pm 5.3$; $Sr_0 = 0.70852 \pm 0.00024$

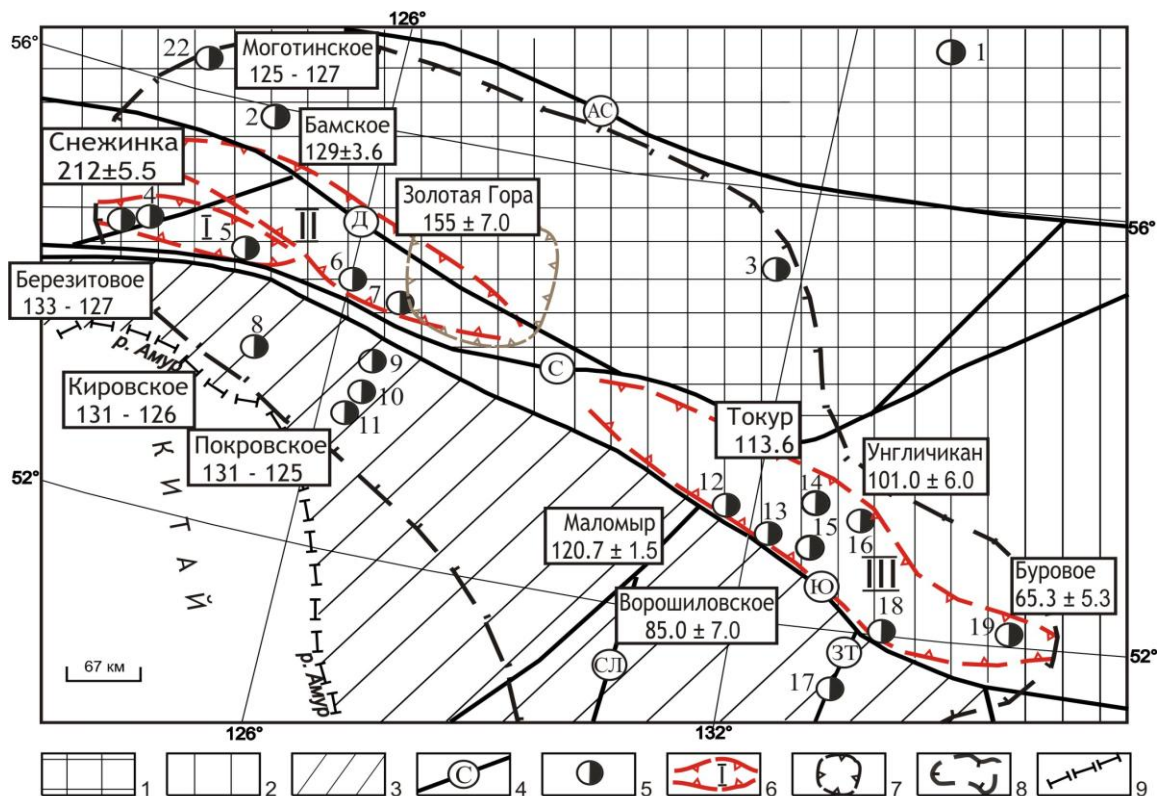
Примечание. Анализы выполнены в лаборатории изотопной геологии ВСЕГЕИ (аналитики – Ю.П. Шергина и П.Б. Лебедев).

Изучались мономинеральные фракции сопровождающих золото минералов (серицита, полевого шпата, кальцита) рудных стадий минерализации, отобранных из протолочных проб руд ряда месторождений золота (Бамское, Покровское, Кировское, Токур, Ворошиловское, Золотая Гора и др.).

Определение содержания рубидия и стронция, а также изотопного состава указанных элементов выполнялось в отделе изотопной геологии (ныне Центр изотопных исследований) ВСЕГЕИ (Санкт-Петербург) на масс-спектрометре МИ-1201Т (аналитики Ю.П. Шергина и П.Б. Лебедев). Расчет изохрон был выполнен по программе ISOPLOT (Степанов, 2011).

Для отдельных месторождений имеются данные определения изотопного возраста K-Ag и Ag-Ag методами по околорудным метасоматитам и сопровождающим золотое оруденение дайковым образованиям (рис. 2). В целом они совпадают с мезозойским, преимущественно меловым возрастом золоторудных месторождений, определенном рубидий-стронциевым методом.

Так, по Бамскому месторождению имеются определения возраста березитизированных околорудных пород и дайки диоритовых порфириров. Возраст меняется от 104 ± 12 до 129 ± 4 млн. лет, что отвечает раннему мелу (Степанов, 2000).



1-3 – геоблоки: 1 - Алдано-Становой, 2 – Монголо-Охотский, 3 – Амурский; 4 – (АС – Алдано-Становой, С – Северо-Тукурингский, Ю – Южно-Тукурингский, Д – Джелтулакский, З – Западно-Туранский, СЛ – Селемджинский); 5 – месторождения золота (1 – Рябиновое, 2 – Бамское, 3 – Колчеданный Утёс, 4 – Березитовое, 5 – Кировское, 6 – Успенское, 7 – Золотая Гора, 8 – Буринда, 9 – Боргуликан, 10 – Пионер, 11 – Покровское, 12 – Маломир, 13 – Ворошиловское, 14 – Токур, 15 – Сагур, 16 – Албын, 17 – Иорик, 18 – Буровое, 19 – Кербинское, 20 – Унгличкан, 21 – Снежинка, 22 – Моготинское, в знаменателе – изотопный возраст в млн. лет; 6 - границы металлогенических зон (I – Янканская, II – Джелтулакская, III – Джагды-Селемджинская; 7 – Зей-Гилуёвская структура центрального типа; 8 – контур Приамурской провинции; 9 – государственная граница между Россией и Китаем.

Рис. 2. Изотопный возраст золоторудных месторождений Приамурской провинции

Для Березитового месторождения К-Аг методом получен возраст дорудной дайки метапорфиров – 141 ± 3 млн. лет. Для грандиорит-порфиров и гранит-порфиров абсолютный возраст меняется от 112 ± 1 до 137 ± 13 млн. лет, для пострудных спессартитов – от 107 ± 4 до 109 ± 9 млн. лет. Для этого же месторождения Л.П. Гуров приводит абсолютный возраст в 130 млн. лет, определенный калий-аргоновым методом по серицитам из зоны березитизации (Гуров, 1971). По Кировскому месторождению имеется определение абсолютного возраста в 105 млн. лет, выполненное по ортоклазу из околорудной зоны метасоматитов (Гуров, 1971). На месторождении Токур К-Аг методом исследовался возраст пострудных даек диабазовых и диоритовых порфиров (Эйриш и др., 1998). Он меняется в нешироких пределах – от 147 до 157 млн. лет, что отвечает поздней юре. Но по тем же дайкам имеется абсолютный возраст в 100 и 108 млн. лет, определенный калий-аргоновым методом (Фатьянов, Лэйер, 1995). Кроме того, калий-аргоновые определения указывают на раннемеловой возраст околорудных метасоматитов месторождения Токур в пределах 112-133 млн. лет (ранний мел), а аргон-аргоновое определение возраста адуляр-кварцевого прожилка дает возраст 113.6 млн. лет (Фатьянов, Лэйер, 1995). Определение изотопного возраста золотоносных метасоматитов месторождения Маломир Ag-Ag методом по монофракциям плагиоклаза показало 120.7 ± 1.5 млн. лет (Бучко и др., 2011). Изотопный возраст Моготинского месторождения, определенный $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ методом, составляет 127-125 млн. лет (Бучко др., 2011).

В целом можно считать установленным, что изотопный возраст формирования золоторудных месторождений и рудопроявлений Приамурской провинции является позднемезозойским.

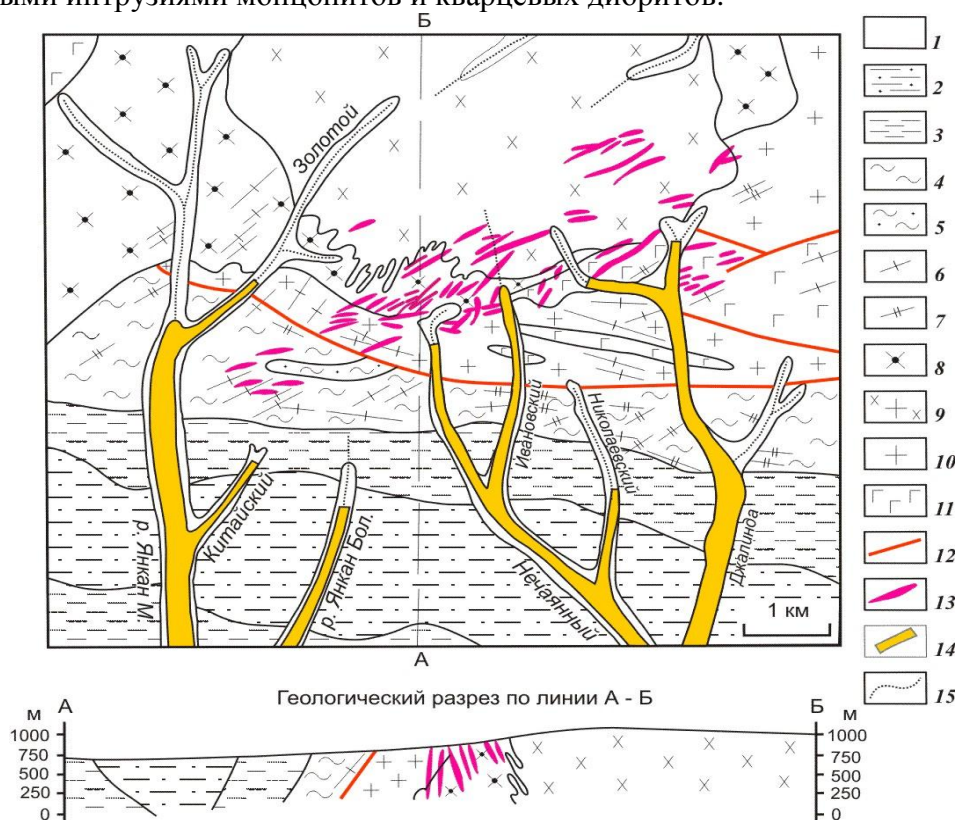
Возраст колеблется в интервале от позднего триаса (рудопроявление Снежинка – 212 млн. лет) до верхов позднего мела (месторождение Буровое – 65.3 млн. лет). Отрезок времени формирования золотого оруденения составляет порядка 150 млн. лет. Отмечается тенденция омоложения золоторудных месторождений и рудопроявлений с запада на восток. Для западного фланга провинции характерен раннемеловой возраст золотого оруденения (месторождения Бамское, Покровское, Кировское), в то же время возраст некоторых рудопроявлений и месторождений является более древним - поздне триасовым (Снежинка) или позднеюрским (Золотая Гора). На восточном фланге провинции располагаются месторождения более молодого, от раннемелового (Унгличкан, Маломыр) до поздне мелового (Ворошиловское, Буровое) возраста.

ГЛАВА 3. ПЛАТИНОНОСНОСТЬ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ

3.1. Золоторудные месторождения и рудопроявления плутоногенного класса

К плутоногенному классу гидротермальной группы отнесена наиболее многочисленная группа месторождений золота Верхнего Приамурья: Кировское, Березитовое, Пионер, Бамское, Золотая Гора, Успенское, рудопроявление Светлое, Апсаканская группа проявлений и Горациевская группа проявлений, Якут. Общими свойствами перечисленных месторождения является контроль оруденения интрузивными образованиями и структурами центрального типа, повышенная сульфидность руд, из которых наряду с золотом нередко возможно извлечение полиметаллов и висмута, своеобразный геохимический спектр руд (золото-серебро-свинец-цинк-медь-висмут-сурьма), грейзенизация и березитизация вмещающих пород, свободное золото средней и высокой пробы.

КИРОВСКОЕ золоторудное месторождение расположено на стыке Становой складчато-блоковой и Амуро-Охотской геосинклинальной складчатой систем (рис. 3), сочленение которых происходит по Монголо-Охотскому глубинному разлому (Эйриш, 2002). Площадь месторождения сложена позднеархейскими гранитоидами, прорванными раннемеловыми интрузиями монцонитов и кварцевых диоритов.



1 – аллювиальные пески, галечники, гравий голоцена, 2–3 - стрелкинская толща, 2 - верхняя пачка: конгломераты и гравелиты с прослоями песчаников и алевролитов, 3 – нижняя пачка: песчаники с прослоями углистых алевролитов, 4-5 – долохитская толща, 4 - верхняя пачка: песчаники и алевролиты с прослоями туфогенных конгломератов, гравелитов и туфов риодацитов, 5 – нижняя пачка: песчаники и углистые алевролиты, 6–7 дайки нижнего мела, 6 - диоритовые порфириды, 7 – гранодиорит-порфиры, 8-9 – верхнеамурской комплекс нижнего мела, 8 - гранодиориты второй фазы, 9 – кварцевые монцониты и кварцевые диориты первой фазы, 10 – граниты и гранодиориты верхнего архея, 11 – габбро, габбро-анортозиты, анортозиты нижнего архея, 12 – разломы, 13 – золоторудные жилы, 14 – россыпи золота, 15 – водотоки

Рис. 3. Кировское золоторудное месторождение (Васильев и др., 2000)

В южной части обнажаются мезозойские терригенные образования, выполняющие крупную близширотную синклиналиную структуру (Моисеенко, Эйриш, 1996; Васильев и др., 2000). Наиболее богатые рудные тела концентрируются в местах пересечения широтных и северо-восточных нарушений. Известно более 300 рудных жил, из которых 55 разведывались и еще меньшее количество эксплуатировалось. Глубина отработки достигала 200 м. Длина жил до 600-700 м, мощность до 1.5 м, падение крутое (60-90°) на северо-запад и юго-запад. Контакты жил обычно четкие, часты разветвления и апофизы. Рудные жилы сложены молочно-белым и серовато-белым кварцем с вкрапленностью арсенопирита, халькопирита, висмутина, пирита, магнетита, сфалерита, тетрадимита, шеелита, пирротина, редко самородного висмута, блеклых руд, энаргита, золота. Выделяются жилы малосульфидные и умеренно сульфидные.

Из жильных минералов кроме кварца, составляющего до 98% жильной массы, отмечаются мусковит, анкерит, кальцит, турмалин, халцедон. Содержание золота в рудах крайне неравномерное, среднее - от 3 до 95.8 г/т. Характерно присутствие крупного золота в тончайших (доли миллиметра) кварцевых прожилках, а также в околорудных породах. Высокие содержания золота отмечаются в местах с висмутовой и медной минерализацией. В рудах преобладает мелкое (до 1 мм) чешуйчатое и пластинчатое золото, хотя иногда встречаются выделения до 2 мм и более. Проба золота 920-970, иногда снижается до 850. Кроме золота в рудах содержатся (до %): Bi, As - 1.63, Cu - 0.9, Zn - 1.8, Pb - 2, Sb - 1.5, W - 0.42, Mo - 0.009, Sn - 0.1, Ni - 0.63, Co - 0.08, Fe - 0.007, Se - 0.001, Ag - 134 г/т.

На месторождении выделяются 6 минеральных ассоциаций (от ранних к поздним): 1) турмалин-магнетитовая, 2) существенно кварцевая, 3) висмутин-халькопиритовая, 4) пирит-арсенопиритовая, 5) полиметаллическая, 6) антимонитовая с халцедоновидным кварцем и киноварью (Гуров, 1969). Все они золотоносны, но наиболее продуктивны висмутин-халькопиритовая и пирит-арсенопиритовая. Золото тонкодисперсное, величина выделений до 0.005 мм, проба 850.

На месторождении проявлена зональность в околорудных метасоматитах. Метасоматическая колонка для измененных пород, вмещающих промышленные рудные тела, следующая (от жилы): 1) ортоклаз-кварц, 2) ортоклаз-кварц-кальцит-хлорит (пеннин)-эпидот, 3) кальцит-мусковит (серицит)-кварц, 4) серицит (мусковит)-кварц.

Распределение платиноидов в рудах Кировского месторождения. Анализ геохимических данных, полученных на основе инверсионно-вольтамперометрического определения (ИВА) платиноидов в сульфидизированных метасоматитах и жильных кварц-золото-сульфидных рудах Кировского месторождения (табл. 3), проведенного в геолого-аналитическом центре «Золото-платина» при Томском политехническом университете, показал следующее (Мельников, 2008).

1. Из 30 проанализированных штучных проб содержание платины установлено в количестве от 0.13 до 1.24 г/т, в среднем 0.67 г/т. Это свидетельствует о том, что в данном месторождении все типы руд несут значительные концентрации платины.

2. Содержание палладия в этих же рудах колеблется от 0.032 до 0.29 г/т, в среднем - 0.14 г/т. Содержание Ir, Os, Ru, Rh не превышает первых сотых долей г/т (Ir - 0.007-0.044 г/т, Os - 0.006-0.03 г/т, Ru - 0.001-0.007 г/т, Rh - 0.001-0.008 г/т).

3. Прожилково-вкрапленные пирит-халькопиритовые руды характеризуются устойчиво умеренными концентрациями Pt в пределах 0.77-1.19 г/т. При этом минимальное содержание этого элемента в этих рудах составляет 0.77-0.89 г/т, а максимальное - 1.07-1.19 г/т. Сульфидизированные березиты по кварцевым диоритам показали 1.24 г/т Pt и 0.18 г/т Pd, березитизированные гранодиориты - 0.67 г/т Pt и 0.13 г/т Pd, кварц-серицит-сульфидные метасоматиты по гранит-порфирам - 1.16 г/т Pt и 0.15 г/т Pd, сульфидно-кварцевые метасоматиты по гранитоидам - 1.17 г/т Pt и 0.29 г/т Pd. Лишь в жильном кварце с пирит-халькопиритовой минерализацией, выявлены аномально повышенные концентрации Pt в 1.79 г/т и Pd - 0.43 г/т.

4. Оценка среднего содержания Pt в разнообразных типах руд и метасоматитах Кировского месторождения составила 0.77 г/т (30 проб), для прожилково-вкрапленных пирит-халькопиритовых руд - 0.98 г/т (5 проб), для сульфидизированных березитов по

кварцевым диоритам – 0.69 г/т (5 проб), для березитизированных гранодиоритов – 0.51 г/т (4 пробы), для кварц-серицит-сульфидных метасоматитов по гранит-порфирам – 0.59 г/т (6 проб), для сульфидно-кварцевых метасоматитов по гранитоидам – 0.65 г/т (7 проб), а для жильного кварца с пирит-халькопиритовой минерализацией – 1.22 г/т (3 пробы).

Содержание платиноидов в жильном кварце и околорудных метасоматитах Кировского месторождения

Таблица 3

Типы руд и метасоматитов	Число проб	Содержание, г/т					
		Pt	Pd	Ir	Os	Ru	Rh
Березитизированные гранодиориты	4	0.34-0.67	0.078-0.13	0.011-0.029	0.006-0.03	0.002-0.004	0.002-0.003
Березиты по кварцевым диоритам с сульфидами	5	0.13-1.24	0.044-0.18	0.008-0.022	0.009-0.016	0.003-0.007	0.001-0.005
Кварц-серицитсульфидные метасоматиты по гранит-порфирам	6	0.022-1.16	0.065-0.15	0.007-0.023	0.009-0.021	0.002-0.005	0.002-0.004
Сульфидно-кварцевые метасоматиты по гранитам и гранит-порфирам	7	0.13-1.17	0.032-0.29	0.009-0.033	0.007-0.024	0.001-0.004	0.004-0.008
Жильный кварц с пиритом и халькопиритом	3	0.65-1.79	0.11-0.43	0.022-0.044	0.010-0.011	0.002-0.004	0.001-0.002
Прожилково-вкрапленные пирит-халькопиритовые руды	5	0.77-1.19	0.22-0.45	0.017-0.029	0.010-0.014	0.003-0.004	0.005-0.008

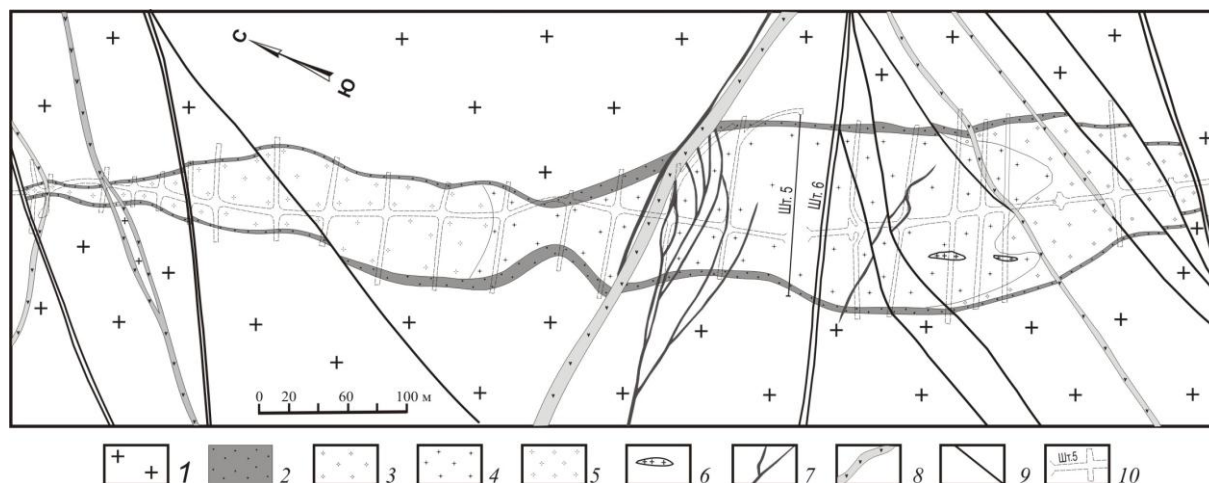
5. Кировское месторождение следует рассматривать как комплексный, весьма крупный объект золото-висмутовых (с серебром и платиноидами) руд.

6. Комплексное благороднометальное оруденение Кировского месторождения сходно с таковым оруденением Покровского, Буриндинского и Пионерского золоторудных месторождений.

БЕРЕЗИТОВОЕ золото-полиметаллическое месторождение расположено в пределах восточной части Селенгино-Станового супертеррейна в бассейне верховьев реки Ольдой (рис. 4). Месторождение частично эксплуатировалось с конца 30-х годов XX века и исследовалось не одним поколением геологов. Основные результаты этих исследований, обобщенные в работе (Вольский, Старк, 1975; Старк, 1976; Эйриш, 2002), сводятся к следующему. Рудная зона месторождения представлена гранат-кварц-серицитовыми метасоматитами с золото-полиметаллической минерализацией, окаймленной гранат-кварц-серицит-калишпатовыми метасоматитами (Васильев и др., 2000). Она имеет линзовидную в плане форму, мощность от 110 до 10-12 м, простирание ее северо-западное при крутом падении на юго-запад. В рудных телах промышленный интерес представляют золото (2-7 г/т), серебро (15-20 г/т), цинк (0.97%), свинец (0.92%), возможно медь. Основные рудные минералы, количество которых составляет до 10-12% объема пород, представлены сфалеритом, галенитом, самородным золотом, пиритом, пирротинном; второстепенные и редкие - марказитом, аргентитом, арсенопиритом, халькопиритом, блеклыми рудами, висмутином, самородным висмутом, халькозином, самородной медью, станнином, шеелитом, молибденитом, гематитом, натролитом, алтаитом, калаверитом, киноварью, касситеритом.

Форма сульфидных выделений вкрапленная, гнездовая и прожилковая. Прожилки слагают линейный штокверк. Золото в рудах самородное, редко отмечаются теллуриды золота. Средняя проба золота - 747. Зональность распределения типов руд сверху вниз и от оси месторождения к периферии состоит в последовательной смене пирротин-сфалеритовых руд сфалеритовыми, галенит-сфалеритовыми и пирротинными. Повышенные содержания

золота характерны для галенит-сфалеритовых и сфалеритовых руд, низкие - для халькопирит-пирротин-сфалеритовых.



1 – порфировидные гранодиориты раннего архея, 2-5 – основные типы рудовмещающих метасоматических пород: 2 – гранат-ортоклаз-биотит-анортит-мусковит-кварцевые с пиритовой минерализацией, 3 – турмалин-гранат-ортоклаз-мусковит-кварцевые с преимущественно пиритовой минерализацией, 4 – турмалин-гранат-мусковит-кварцевые с золото-полиметаллической минерализацией, 5 – турмалин-гранат-кварц-мусковитовые с золото-полиметаллической минерализацией, 6 – ксенолиты метасоматически измененных гранодиоритов, 7 – дайки метапорфиров турмалин-мусковит-биотит-кварц-анортитового состава, 8 – дайки спессартитов и диоритовых порфиров, 9 – разломы, 10 – подземные горные выработки.

Рис. 4. Строение рудного тела Березитового месторождения на горизонте 676 м (Сорокин и др., 2008)

Для геохронологических исследований были использованы два образца метасоматитов (обр. А-439 и А-440), отобранных из основного рудного тела в центральной части месторождения. Образец А-439 представляет собой гранат-кварц-мусковит-серицит-калишпатовый, образец А-440 - мусковит-кварц-серицитовый метасоматит. Изотопное $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датирование выполнено по монофракциям серицита, отбор которых производился из измельченных образцов вручную под бинокулярной лупой из фракции 0.25-0.15 мм. Характер графика ступенчатого отжига образца А-440 позволяет выделить плато, соответствующее возрасту 131.3 ± 2.3 млн. лет (92 % выделенного аргона) при интегральном возрасте 132.0 ± 2.9 млн. лет. Возраст плато образца А-439 соответствует возрасту 132.4 ± 2.2 млн. лет (84 % выделенного аргона), при интегральном возрасте 140.3 ± 2.6 млн. лет. Близкий возраст получен и при расчете в изохронном варианте: 129.7 ± 3.2 млн. лет (MSWD = 1.16, $(^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar})_0 = 339.9 \pm 32$) и 127.3 ± 4.4 млн. лет (MSWD = 1.82, $(^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar})_0 = 356.5 \pm 63$). Приведенные экспериментальные данные позволяют оценить возраст формирования рудных метасоматитов Березитового золото-полиметаллического месторождения в диапазоне 133-127 млн. лет (Сорокин и др., 2008; Мельников и др., 2009).

Распределение платиноидов в рудах месторождения. Анализ геохимических данных, полученных на основе инверсионно-вольтамперометрического определения платиноидов в сульфидизированных метасоматитах и жильных кварц-золото-сульфидных рудах Боргуликанского месторождения (табл. 4), проведенного в лаборатории Томского политехнического университета, показал следующее (Мельников, Хряпченко, 2005; Мельников и др., 2007, 2009).

1. Из 22 проанализированных штучных проб содержание платины установлено в количестве 0.07-1.45 г/т. Это свидетельствует о том, что в данном месторождении все типы руд несут значительные концентрации платины.

2. Содержание палладия в большинстве проб из этих же руд обычно не превышает фоновых значений от 0.001 до 0.03 г/т, максимальные количества достигают 0.1-0.47 г/т.

3. Сульфидная минерализация в кварц-серицит-калишпатовых метасоматитах характеризуется устойчиво умеренными концентрациями платины в пределах 0.85-1.15 г/т. При этом минимальное содержание этого элемента в этих рудах составляет 0.55-0.85 г/т, а максимальное – 1.150-1.45 г/т. Сульфидизированные гранат-кварц-серицитовые метасоматиты показали до 1.26 г/т Pt, жильный кварц с сульфидами – до 1.12 г/т Pt, кварц-сульфидный агрегат – до 1.24 г/т Pt.

4. Оценка среднего содержания платины в сульфидизированных кварц-серицит-калишпатовых и гранат-кварц-серицитовых метасоматитах составила 1.15 и 0.78 г/т соответственно, для кварц-сульфидного агрегата – 0.72 г/т (7 проб), а для кварцево-жильных сульфидизированных образований – 0.65 г/т (3 пробы).

5. Анализ мономинеральных фракций рудогенного пирита из зон золотоносных метасоматитов показал, что в данном сульфиде локализуется 0.76–14.1 г/т платины, 0.016–0.101 г/т палладия, 0.45–0.675 г/т рутения. Мономинеральные фракции халькопирита из золото-полиметаллических руд месторождения обнаружил существенно пониженное, по отношению к пириту, содержание платины от 0.56 до 4.72 г/т и более высокое содержание палладия от 0.081 до 0.4 г/т.

Содержания элементов платиновой группы в рудах, метасоматитах и монофракциях сульфидов Березитового месторождения по результатам различных лабораторий (г/т)

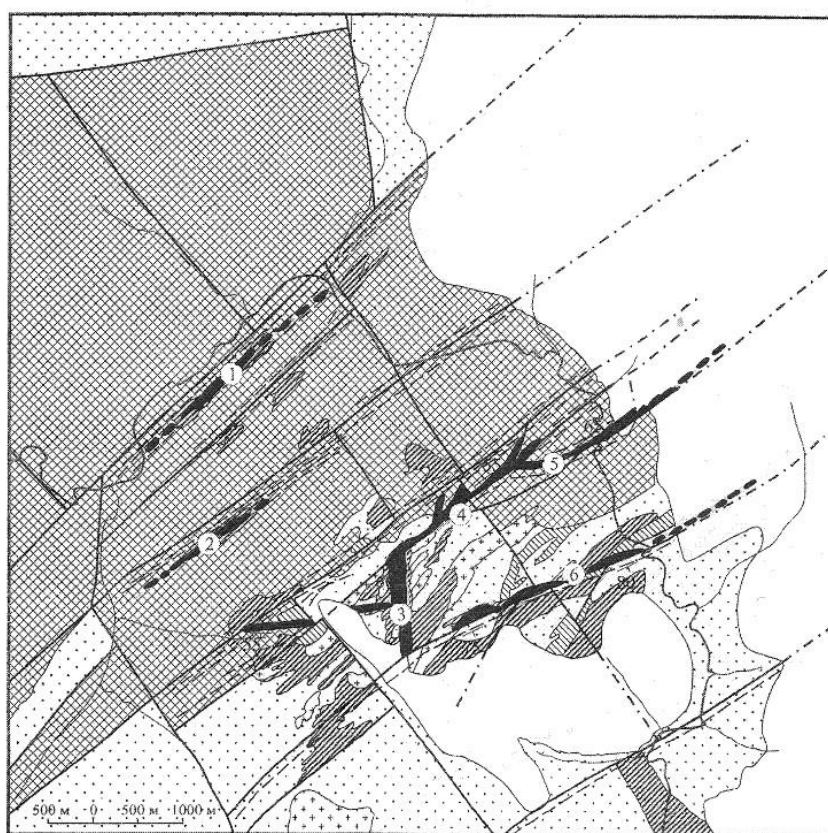
Таблица 4

Платиноиды	Методы анализов			
	Пробирный с ICP-AES окончанием	Инверсионный вольт-амперометрический	Атомно-абсорбционный	Химико-спектральный
1. Золото-полиметаллические руды				
Pt	0.29–1.43 (3)	0.11–2.77 (4)	0.15–1.25 (4)	0.23–1.16 (3)
Pd	0.001–0.008 (3)	0.008–0.023 (4)	0.008–0.013 (4)	0.035–0.048 (3)
Rh	0.02–0.07 (3)	0.10–0.25 (4)	0.003–0.008 (4)	0.011–0.016 (3)
Ru	–	–	0.082–0.13 (4)	0.042–0.15 (3)
Ir	–	–	0.013–0.045 (4)	0.009–0.037 (3)
Os	–	–	0.043–0.087 (4)	–
2. Метасоматиты				
Pt	0.15–1.38 (3)	0.22–4.31 (4)	0.38–2.95 (4)	0.13–1.28 (3)
Pd	0.012–0.036 (3)	0.016–0.11 (4)	0.008–0.092 (4)	0.016–0.072 (3)
Rh	0.017–0.039 (3)	0.009–0.031 (4)	0.003–0.02 (4)	0.010–0.015 (3)
Ru	–	–	0.037–0.287 (4)	0.022–0.099 (3)
Ir	–	–	0.018–0.053 (4)	0.02–0.075 (3)
Os	–	–	0.081–0.127 (4)	–
3. Монофракция пирита				
Pt	1.91–6.48 (3)	2.17–14.10 (3)	1.38–5.57 (4)	0.76–4.99 (3)
Pd	0.016–0.048 (3)	0.04–0.06 (3)	0.084–0.101 (4)	0.051–0.067 (3)
Rh	0.03–0.05 (3)	0.018–0.037 (3)	0.02–0.04 (4)	0.017–0.038 (3)
Ru	–	–	0.45–0.525 (4)	0.45–0.675 (3)
Ir	–	–	0.014–0.042 (4)	0.036–0.064 (3)
Os	–	–	0.045–0.051 (4)	–
4. Монофракция халькопирита				
Pt	1.19–3.03 (4)	1.45–4.72 (3)	1.03–3.37 (4)	0.56–4.45 (3)
Pd	0.084–0.191 (4)	0.124–0.40 (3)	0.081–0.27 (4)	0.099–0.157 (3)
Rh	0.023–0.061 (4)	0.05–0.10 (3)	0.031–0.044 (4)	0.044–0.063 (3)
Ru	–	–	0.525–0.60 (4)	0.45–0.525 (3)
Ir	–	–	0.042–0.213 (4)	0.014–0.064 (3)
Os	–	–	0.045–0.095 (4)	–

Примечание: в скобках – количество анализов; прочерк – анализы на данный элемент не выполнялись

Таким образом, геолого–геохимические исследования показали, что «Березитовое» золото–полиметаллическое месторождение следует рассматривать как нетрадиционное комплексное золото–полиметаллическо–платиновое, что существенно увеличивает его промышленную ценность. Все это требует дальнейших ревизионных массовых работ на месторождении и детальных минералого–геохимических исследований форм нахождения платиновых металлов в рудах и метасоматитах.

Золото-серебряное месторождение ПИОНЕР находится в пределах Западно-Умлеканского звена Умлекано-Огоджинского вулканоплутонического пояса, возникшего вследствие сложных процессов коллизии, аккреции и орогенеза, имевших место в позднем мезозое (J-K) вдоль границы взаимодействия Монголо-Охотской складчато-надвиговой системы и Буреинского микроконтинента, севером фрагментом которого является Гонжинский выступ (Хомич и др., 2005). Этот выступ допалеозойских кристаллических пород, сопровождаемый региональным минимумом силы тяжести, является крупным (100 x 130 км) и длительно развивавшимся (400-500 млн лет) интрузивно-купольным сооружением с гранитным ядром в центре (рис. 5).



1 – неогеновые озерно-аллювиальные пески, глины, 2 – верхнеюрские песчаники, алевриты, 3 – нижнемеловые диорит-порфириды, 4 – нижнемеловые гранит-порфиры, 5 – нижнемеловые диориты, гранодиориты, 6 – верхнеюрские гранит-порфиры, 7 – золоторудные штокверковые зоны (1 – Звездочка, 2 – Западная, 3 – Южная, 4 – Промежуточная, 5 – Бахмут, 6 – Андреевская), 8 – разломы и зоны трещиноватости, 9 – элементы залегания рудных зон.

Рис. 5. Золото-серебряное месторождение Пионер (Хомич и др., 2005)

Геологическая позиция Пионерного месторождения определяется его размещением на периферии Гонжинского выступа, в краевой части Ольгинского массива, зоне «замыкания» одноименного интрузивно-купольного поднятия и сопряжения с меловой Улунгинской вулканотектонической депрессией.

Наиболее характерные вещественно-структурно-тектоническими элементами этой позиции являются: Гонжинский выступ докембрия, его интрузивное обрамление, удаленная от выступа торцевая часть межформационного гранитоидного массива, залегающего среди юрских терригенных толщ; зона сопряжения с меловой вулканической депрессией, наличие глубинных разломов, местных палеовулканических построек, субвулканических тел и даек. Перечисленные структурно-вещественные элементы присущи многим известным золоторудным полям Забайкалья и Дальнего Востока. На этом основании можно предполагать, что потенциальные перспективы Пионерного рудного поля достаточно высоки и раскрыты еще не в полной мере.

Специфика положения Пионерного месторождения заключается в очевидной приуроченности к узлу пересечения тектонических зон сдвигового заложения северо-восточной и субмеридиональной ориентировки. Первая из них располагается на юго-западном продолжении глубинного разлома, оперяющей Тукурингский линеймент, и зафиксированного в виде крупной градиентной зоны в поле силы тяжести. Влияние и рудоконтролирующее значение тектонических зон северо-восточного простирания в структуре Пионерного рудного поля (ПРП) всегда подчеркивалось предшественниками. На существовании же субмеридиональных зон, также влияющих на размещение оруденения, внимание особенно не акцентировалось. Вместе с тем, приуроченность Южной рудоносной структуры Пионерного месторождения к крупной - шириной порядка 400 м - разломной зоне, контроль этой зоной многих разновозрастных субвулканических тел диоритовых порфириров, гранит-порфириров, даек андезитов, а также явные признаки правосдвигового перемещения по ней мощных даек гранит-порфириров, свидетельствуют о ее существенном влиянии на размещение оруденения и, по-видимому, равной роли с разломами северо-восточной ориентировки в возникновении Пионерного рудного поля. Масштабность субмеридиональной сдвиговой зоны подчеркивается существованием в месте ее нахождения и крупной градиентной зоны в региональном магнитном поле, что следует из материалов аэромагнитной съемки площади масштаба 1:100 000.

Взаимодействие правых (субмеридиональных) и левых (северо-восточных) сдвигов I порядка обусловило возникновение в рудном поле сложной сдвиговой системы, и как следствие этого, появлению сдвигов второго, третьего и более высоких порядков, ориентированных в северо-западном, юго-восточном, субширотном и иных направлениях. Такие нарушения и приуроченные к ним дайки, жильно-прожилковые тела фиксируются в разных частях рудного поля. Имеются основания предполагать, судя то смещению крупных тел гранит-порфириров в противоположных бортах долины р. Улунги, существование крупной субмеридиональной сдвиговой зоны на восточном фланге рудного поля, названной нами Улунгинской, субпараллельной выше охарактеризованной. Возможно существование и третьей - Медвежьей - субмеридиональной сдвиговой зоны в тальвеге ручья Медвежий (Стюк) вдоль западной границы рудоносной площади.

Вероятно, и Улунгинская, и Медвежья тектонические зоны, по аналогии с той, что вмещает Южную структуру, являются не только рудоконтролирующими, но и рудовмещающими. О рудоносности Улунгинской и Медвежьей зон можно предварительно судить по высокой золотоносности соответствующих отрезков долин (и р. Улунги, и руч. Медвежий), в местах сопряжения с северо-восточными разломами, а также наличие в приустьевой части последнего коренного проявления золотых руд, выявленного здесь еще в прошлом веке.

Существование в рудном поле сопряженных динамопар северо-восточных и субмеридиональных лево- и правосдвиговых зон разломов позволяет более обоснованно подойти к оценке их влияния на размещение эндогенного оруденения как в уже известных структурах, так и тех, что пока считаются лишь потенциально рудоносными.

Метасоматические преобразования пород, участвующих в строении Пионерного рудного поля, выразились в возникновении ореолов калишпатизации, пропицитизации, турмалинизации, сульфидизации, окварцевания, аргиллизации, гидрослюдизации, карбонатизации, иных изменений протяженностью в сотни и мощностью в десятки метров. Относительно полная характеристика метасоматитов, перечисленных типов содержится в

работах В.Н. Акаткина, А.М. Матикоевой (1991 ф), Н.Е. Малямина, В.Е. Бочкаревой (1990 ф), предложивших собственные варианты схем последовательности минералообразования, на которые мы опираемся при последующей характеристике метасоматитов и минеральных ассоциаций. По отношению к процессу продуктивного рудообразования эндогенные изменения пород разделяются на прерудные (калишпатизация, пропицитизация, турмалинизация, сульфидизация), синрудные (окварцевание, аргиллизация, адуляризация, серицитизация, гидрослюдизация, возможно карбонатизация) и пострудные (карбонатизация, цеолитизация).

Кварц-калишпат-эпидот-хлоритовые (с турмалином) изменения пород наиболее проявлены в пределах Южной рудной зоны. Предшественники отметили, что калишпат-пропилитовые изменения пород не всегда легко диагностируются вследствие наложения более поздних преобразующих процессов. Признаки ранних метасоматических изменений выявляются по развитию микроклина и ортоклаза по плагиоклазу, присутствию их реликтовых форм (не полностью замещенных кварцем и турмалином), возникновению эпидота (составляет до 10 % новообразованных минералов) и хлорита (3 %) по роговой обманке и биотиту, замещению плагиоклазов альбитом и карбонатами, присутствию сфена и фуксита. В метасоматитах этого типа отмечены единичные зерна молибденита.

Собственно турмалинизация пород проявлена в рудном поле более неравномерно и преимущественно на его южном и северном (уч. Звездочка) флангах, где образует локальные линейные участки значительной мощности (десятки метров) и протяженности (сотни метров). Наиболее распространенными минералами этой ассоциации являются тонкозернистый кварц, бурый густоокрашенный турмалин, мелкочашуйчатый биотит и кальцит (развивающийся по плагиоклазу). В ассоциации с кварц-турмалиновыми образованиями фиксируется тонкорассеянная вкрапленность пирита. Такая вкрапленность широко проявлена и в кварц-серицит-альбитовых и иных фациях пропицитизированных гранитоидов Ольгинского массива. Пирит встречается не только в виде «сыпи» и мелких кубических кристаллов, но и в виде гнезд в кварц-карбонат-хлоритовых прожилках. В ассоциации с пиритом часто фиксируется халькопирит, образующий скелетные формы вследствие его замещения ковеллином, гидроокислами железа. В единичных случаях наблюдались сростания халькопирита с очень мелким золотом ярко-желтого цвета рисовидной формы. Повышенные (в 3-5 раз выше фона) содержания Cu, Mo, W, Zn, Ag, а также «достаточно высокие» концентрации Au, послужили основанием к предположению о том, что рудообразование на месторождении начиналось с формирования медно-порфирирового или молибден-медно-порфирирового оруденения, представленного обособленной золото-пирит-халькопиритовой ассоциацией. К последней В.Н. Акаткин и А.М. Матикоева (1991 ф) отнесли также сростания молибденита с висмутом, теннантитом, герсдорфитом, реже с сульфосолями свинца.

Среди синрудных метасоматических изменений пород наибольший масштаб имеют ореолы аргиллизации, серицитизации, гидрослюдизации, самые крупные из которых выявлены на участках Центральный, Промежуточный и Бахмут. Названные изменения выражены не только в развитии глинистых минералов, хлорита, монтмориллонита, серицита, гидрослюды, карбонатов по полевым шпатам и темноцветным минералам, но и адуляр-кварцевых, серицит-адуляр-кварцевых, кварц-адуляр-гидрослюдистых (с хлоритом) новообразований в ассоциации с метасоматически и прожилково-окварцованным субстратом рудоносных зон. Для названных ассоциаций с участием адуляра и карбонатов характерны амебообразные, реже рисовидные формы ярко-желтого самородного золота пробностью 700-800‰. Основным носителем промышленного золотого оруденения считалась проявленная на участках Бахмут, Промежуточный (слабее на участке Центральный) золото-кварц-карбонатная, золото-сульфидно-кварцевая минерализация.

Последняя представлена золото-галенитовой и золото-сульфосольно-антимонитовой ассоциациями. Из названий последних видно, что рудные минералы ассоциаций представлены золотом, блеклыми рудами, халькопиритом, борнитом, галенитом, сульфосолями свинца, и, конечно, пиритом. Рудная минерализация наиболее часто встречается в халцедоновидном тонкополосчатом кварце. Золото ассоциирует со всеми из

перечисленных минералов. Размер его выделений колеблется от десятых долей до полутора мм; пробность изменяется в диапазоне 710-940 и даже до 970‰, распадаясь на две подгруппы в 710-760 и 800-970‰. Послерудные процессы гипергенеза привели к возникновению цеолит-карбонатной и цеолит-гидроокисной ассоциации. Составные элементы последней (гидроксила Fe, борнит, ковелин) развивается по первичным рудным и жильным минералам.

Распределение платиноидов в рудах месторождения. Методом атомно-абсорбционного анализа (лаборатория химического анализа ИГиП, г.Благовещенск, аналитик С.М. Радомский, навеска пробы 30 гр.), получены следующие результаты – табл. 5 (Мельников, 2006; Мельников, Моисеенко, 2007):

1. Из 19 проанализированных штуфных проб содержание платины установлено в количестве 0.022-3.32 г/т. Это свидетельствует о том, что в данном месторождении все типы руд несут значительные концентрации платины.

2. Содержание палладия в этих же рудах обычно не превышает 0.008-0.1 г/т, в одной пробе оно достигает 0.47 г/т.

Содержание золота платиноидов в различных типах руд месторождения Пионер

Таблица 5

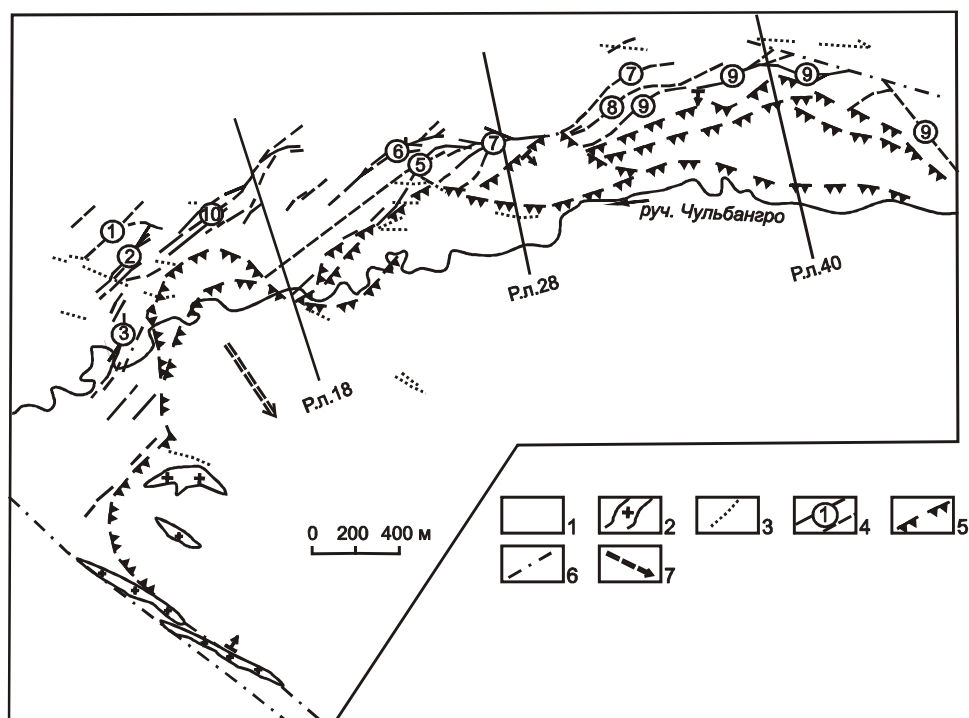
Номера проб	Содержание г/т						
	Pt	Pd	Ir	Os	Ru	Rh	Au
<i>1. Кварцевожильные с сульфидами и пустотками выщелачивания карбоната агрегаты</i>							
A-1064	0.16	0.008	0.011	0.011	0.002	0.0015	1.75
A-1065	0.33	0.031	0.026	0.012	0.002	0.001	0.79
A-1072	0.48	0.045	0.021	0.013	0.002	0.001	2.34
A-1079	1.24	0.47	0.045	0.04	0.002	0.0012	1.15
<i>2. Эксплозивные брекчи с кварц-карбонатными прожилками и вкрапленностью сульфидов</i>							
A-1066	0.031	0.001	0.009	0.02	0.002	0.003	0.64
A-1067	3.32	0.19	0.01	0.025	0.002	0.002	4.23
A-1073	0.28	0.08	0.01	0.022	0.002	0.003	1.37
A-1074	0.74	0.009	0.01	0.02	0.002	0.003	2.15
A-1075	0.36	0.13	0.01	0.022	0.002	0.003	0.45
A-1076	0.42	0.09	0.01	0.021	0.002	0.002	2.25
A-1077	0.19	0.086	0.03	0.02	0.002	0.002	1.17
<i>3. Березитизированные гранитоиды с жилами и прожилками кварц-карбонатного состава и вкрапленностью сульфидов</i>							
A-1068	1.16	0.21	0.015	0.017	0.022	0.001	2.45
A-1071	0.022	0.002	0.01	0.01	0.002	0.0019	2.22
A-1078	0.18	0.09	0.012	0.012	0.002	0.006	1.87
A-1070	0.58	0.13	0.014	0.013	0.002	0.003	0.95
<i>4. Интенсивно выветрелых гранитоидах с кварц-карбонатными прожилками и вкрапленностью сульфидов</i>							
A-1069	0.113	0.009	0.016	0.016	0.002	0.002	0.67
A-1095	0.216	0.038	0.023	0.022	0.003	0.0021	0.45
A-1096	0.744	0.041	0.02	0.018	0.002	0.0017	1.45
A-1097	0.351	0.036	0.021	0.017	0.004	0.002	1.17

3. Содержание платиноидов в различных типах руд следующее: 1) в кварцевожильных породах с сульфидами – Pt - 0.16-1.24 г/т (среднее 0.65 г/т), Pd - 0.008-0.47 г/т (среднее 0.17 г/т); 2) в брекчированных породах с кварц-карбонат-сульфидными прожилками - Pt – 0.031-3.32 г/т (среднее 1.12 г/т), Pd – 0.001-0.19 г/т (среднее 0.08 г/т); 3) в березитизированных породах с кварц-карбонатными прожилками и вкрапленностью сульфидов - Pt - 0.022-1.16 г/т

(среднее 0.56 г/т), Pd – 0.002-0.21 г/т (среднее 0.11 г/т); 4) в интенсивно выветрелых гранитоидах с кварц-карбонатными прожилками и вкрапленностью сульфидов - Pt – 0.113-0.744 г/т (среднее 0.47 г/т), Pd – 0.016-0.023 г/т (среднее 0.02 г/т);

Таким образом, месторождение Пионер следует рассматривать как комплексный, весьма крупный объект золото-серебро-платиновых руд. По количеству подсчитанных на сегодняшний день запасов месторождение оценивается как среднее. Все запасы месторождения могут быть отработаны открытым способом. Для отработки запасов может быть применен метод кучного выщелачивания. Комплексное благороднометальное оруденение месторождения Пионер сходно с оруденением Покровского, Буриндинского и Боргуликанского месторождений.

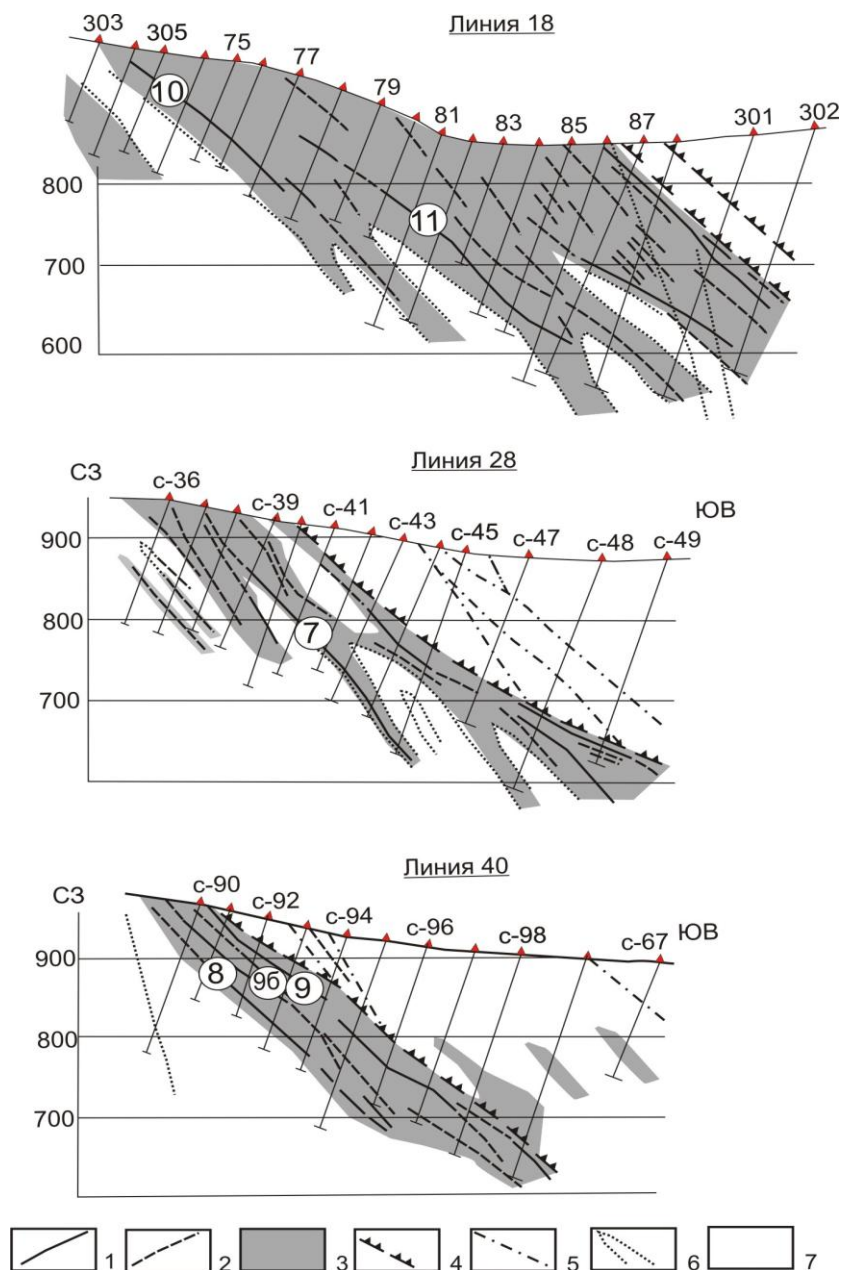
БАМСКОЕ золоторудное месторождение представляет собой систему рудоносных карбонат-кварцевых жильно-прожилковых зон и жил, расположенных в надинтрузивной части Невачанской интрузии (рис. 6). Рудные тела структурно приурочены к кулисно построенной системе разрывов, развитых в лежачем боку субширотно ориентированного Бамского сброса (рис. 7), ограниченного радиальными разломами Бамской кольцевой структуры (Данилов, 2000).



1 – гранито-гнейсы докембрия; 2 – кварцевые сиенит-порфиры невачанского комплекса; 3 – дайки диоритовых порфиритов и лампрофиров раннего мела; 4 – рудные тела и их номера; 5 – плоскости сместителей зоны Бамского сброса; 6 – радиальный разлом; 7 – направление склонения осей синформных перегибов плоскости Бамского сброса.

Рис. 6. Структурная схема Бамского золоторудного месторождения (Данилов, 2000).

Руды месторождения от мало- и до умеренносульфидных имеют массивную, прожилковую, прожилково-вкрапленную или брекчиевую текстуру. В составе нерудных компонентов преобладают кварц, иногда халцедоновидный, карбонаты, в том числе марганцовистые, серицит, в небольших количествах отмечаются барит и флюорит. Среди рудных минералов, количество которых обычно не превышает 1-5 %, а иногда достигает 5-10 %, широко развиты пирит, халькопирит, галенит и золото, реже встречаются блеклая руда, сфалерит, шеелит, гессит, матильдит, акантит и петцит. Золотосеребряное отношение в рудах 1:3 (Данилов, 2000).



1, 2 - рудные тела: промышленные (1), забалансовые (2); 3 - метасоматиты; 4 - плоскость сместителя Бамского сброса; 5 - прочие разломы; 6 - дайки диоритовых порфиров и лампрофиров; 7 - гранито-гнейсы

Рис. 7. Геологические разрезы рудных тел Бамского месторождения

Выделяется пять стадий минерализации: до рудную, существенно кварцевую, три рудные – раннюю, кварц-шеелит, пиритовую, среднюю – полисульфидную и позднюю – золото-сульфидно-сульфосольную с теллуридами и пострудную – кварц-карбонатную. На месторождении выделены околорудные метасоматиты трёх формаций: листвениты-березиты, гумбиты и аргиллизиты при наиболее хорошо развитых процессах березитизации вмещающих оруденение пород. Наиболее ранней по времени образования и высокотемпературной является формация *гумбеитов*. Процесс гумбеитизации ограниченно развит по одной из вмещающих оруденение пород – гранитам. Гумбеиты образуют неширокие (до первых десятков сантиметров) околорудные зоны. Установлена следующая схема зональности: неизменённый гранит → зона серицитизации → зона калишпатизации. При этом процессе происходил вынос Al, привнос K, Fe и CO₂.

Широко проявленный процесс *лиственитизации-березитизации* захватывает как граниты, так и метаморфические образования (гнейсы, амфиболиты). Мощность зон изменяется в широких пределах от нескольких сантиметров до 1-10 м, редко более. Метасоматическая колонка изменений по гранитам и гнейсам состоит из следующих зон: неизменённый гранит (гнейс) → зона серицитизации → зона карбонатизации → зона окварцевания. В процессе лиственитизации-березитизации возрастает роль Ca, K, SiO₂ и CO₂ при уменьшении Na, Mg, Fe и Al.

Аргиллизиты пользуются ограниченным распространением и не всегда ярко и полно проявлены. Они образуют зоны мощностью от 0.1-0.2 м до 1-5 м. Мощные зоны аргиллизации выполнены рыхлыми глинистыми минералами с обильной (до 10%) вкрапленностью пирита. Типичная метасоматическая колонка имеет следующее строение: неизменный гранит → зона хлоритизации → зона серицитизации → зона устойчивости глинистых минералов. Сопоставление химических анализов показывает, что в процессе аргиллизации выносятся основные компоненты, кроме SiO₂ и CO₂, что весьма характерно для аргиллизации.

Распределение платиноидов в рудах месторождения. Автором изучался характер распределения в рудах элементов платиновой группы (ЭПГ) и их корреляция с другими рудными элементами по 28 групповым пробам с различных рудных тел Бамского золоторудного месторождения (канавы, траншеи и скважины). В аналитических лабораториях ИГиП ДВО РАН (г.Благовещенск) были выполнены следующие виды анализов (Мельников, Хряпченко, 2005):

- атомно-абсорбционный анализ на элементы платиновой группы - Os, Ir, Pt, Ru, Rh, Pd (лаборатория химического анализа, аналитик С.М. Радомский);
- атомно-абсорбционный анализ на Au и Ag (лаборатория химического анализа, аналитик С.М. Радомский);
- приближенно-количественный спектральный анализ на 52 элемента (лаборатория спектрального анализа, аналитик С.М. Некрасова).

Получены следующие результаты.

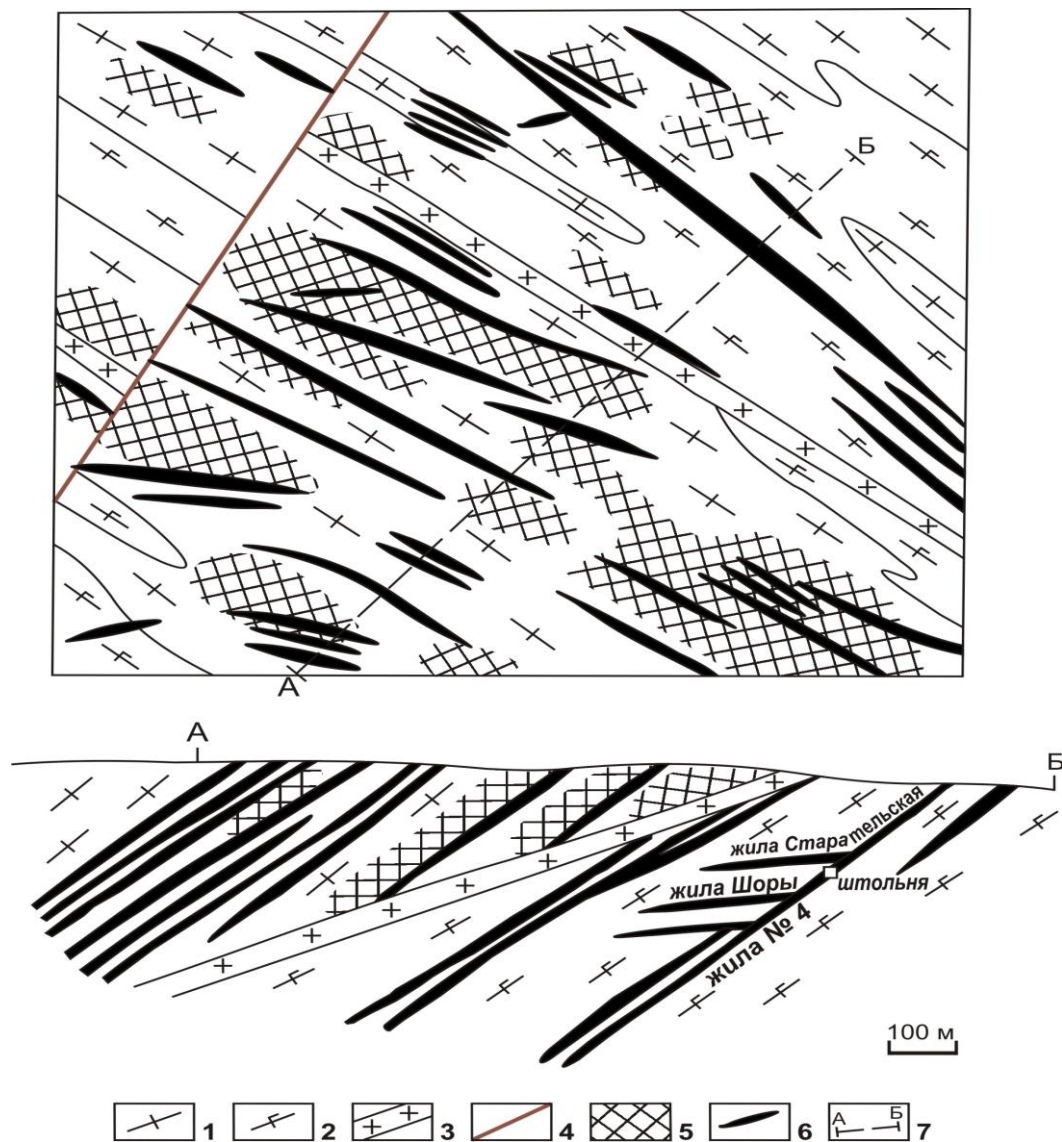
Из ЭПГ в значительных количествах в рудах установлены Pt (20 проб) с содержанием 0.2-0.5 г/т, Os (7 проб) с содержанием 0.02-0.024 г/т, Pd (15 проб) с содержанием 0.01-0.02 г/т. Содержания Rh, Ru установлены на уровне чувствительности анализа.

Содержания Au и Ag в проанализированных пробах колеблются в пределах 0.07-21.6 и 2-72.5 г/т соответственно.

Совместно с ЭПГ и золотом установлены аномальные содержания других элементов. Наиболее высоким уровнем концентрирования (по отношению к Кларку для кислых пород) характеризуются Sb и Bi (КК более 1000), у Ag, Cd, Pb, Cu, Au, Hg, As коэффициент концентрации колеблется в пределах 100-1000; у Pt, а также Zn, W, Ba коэффициент концентрации изменяется от 10 до 100; оставшиеся ЭПГ, а также Ni, Mn, Sr, Mo, Cr, Sc, Co, Ti имеют коэффициент концентрации 1-10.

Корреляционные связи элементов достаточно разнообразны. Учитывая небольшое количество проб, к значимой отнесена корреляционная связь, характеризующаяся коэффициентом 0.5 и более. Намечается положительная связь Pt (помимо Os и Ba) с группой халькофильных элементов, тесно коррелирующих с Ag. Это Sb, Bi, Cd, Pb, Cu, Au, Hg, Zn, Mo, As. Отрицательная связь намечается с сидерофильными элементами: Ni, Co, P, Cr, V, Sc, Ti, а также с оксидами Fe и Na. Au тесно связано с W и, менее явно, с Mo.

Золоторудное месторождение ЗОЛОТАЯ ГОРА расположено в верховьях р. Хугдер (бассейн р. Гилюй), в осевой части хр. Тукурингра (рис. 8). Открыто в 1917 г. старателями, до 1949 г. периодически разведывалось и обрабатывалось, преимущественно в зоне окисления (Моисеенко, Эйриш, 1996; Эйриш, 2002). В 1949 г. рудник был закрыт из-за низкого извлечения золота из руды. Всего добыто около 2.0 т золота (1.6 т учтено). Оруденение локализуется в тектонической зоне СЗ простирания с падением на ЮЗ под углами 25-50°, пересекающей толщу диафторированных биотитовых, двуслюдяных и амфиболовых гнейсов и амфиболитов. Длина зоны 3 км, мощность 200 м.



1 – нерасчлененные докембрийские метаморфические толщи; 2 – амфиболиты; 3 – диориты; 4 – разломы; 5 – гидротермально-измененные породы; 6 – золотоносные существенно кварцевые зоны и жилы; 7 – линия геологического разреза.

Рис. 8. Схематическая карта месторождения Золотая Гора (Моисеенко, Эйриш, 1996; Эйриш, 2002)

Гнейсы и рудные жилы прорваны мезозойскими дайками микродиоритов, фельзит-порфиров, сиенит-порфиров, аплитов. В лежачем боку зона диафторитов вмещает 6 согласных кварцевых жил (местами полевошпатовых) мощностью 0.3-0.6 м. Жилы состоят из стекловидного кварца, полевого шпата, местами содержат прожилки и линзы кальцита, включения обломков вмещающих пород, слюд, амфиболов, эпидота. Рудные минералы: пирит (5-15%), реже пирротин, изредка халькопирит, галенит, молибденит, золото.

Вмещающие породы в контактах с жилами серицитизированы, окварцованы и сульфидизированы. Такие породы на рудном поле содержат золото - 1-3 г/т (данные В.Д. Мельникова). Верхняя часть месторождения до глубины 25-40 м расположена в зоне интенсивного окисления. Сульфиды здесь полностью разложены. Продукты окисления с богатым золотом (до 1.5 кг/т) накапливались в полостях, образуя линзы и карманы. Эта охристая сыпучка являлась основным объектом добычи. Кроме того, отрабатывались наиболее богатые участки кварцевых и кальцитовых жил с видимым золотом, а местами и вмещающие окварцованные диафториты. Повышенные содержания золота приурочены к участкам жил на контактах с амфиболитами и графитистыми гнейсами. Золото связано преимущественно с сульфидами. Из охристых гнезд добывались крупные зерна золота и даже

небольшие (до 1.5 г) самородки. Содержание золота в окисленных рудах достигало 20 и даже 60 кг/т, а в первичных рудах не превышало 4.9 г/т (жила № 4), максимум 7.1 г/т (жила Шоры). В кварце золото мелкое, находится в трещинах и пустотах. Во вмещающих диафторитах оно образует тончайшие налеты и чешуйки вокруг линзочек гидротермального кварца. Проба золота 960. Золотое оруденение генетически обычно связывают с древними амфиболитами (Я.А. Макеров, М.М. Иванов, Н.К. Яворовский) либо с мезозойским диастрофизмом (Б.А. Рухин, Г.К. Цивелев и др.). Вероятно, правы те и другие. Таким образом, золотое оруденение вероятно, возникло в докембрии, в мезозое оно было регенерировано эндогенным путем, а в кайнозое – экзогенным (зона окисления).

Распределение платиноидов в рудах месторождения. Методами атомно-абсорбционного анализа (ИГиП, г.Благовещенск) и инверсионным вольтамперометрическим анализами (ТПУ, г.Томск) в сульфидизированных метасоматитах и жильном кварце месторождения Золотая Гора установлено следующее (Мельников, Хряпенко, 2005; Мельников и др., 2007):

1. Из 8 проанализированных штучных проб содержание платины установлено в количестве 0.23-0.54 г/т (среднее 0.37 г/т), палладия до 0.2 г/т (среднее 0.09 г/т), осмия до 0.011 г/т (среднее 0.006 г/т). В таблице 6 показано, что в кварцевых жилах и метасоматитах месторождения Золотая Гора все типы руд несут в себе незначительные концентрации платиноидов.

Содержание платиноидов в кварцевых жилах и метасоматитах месторождения Золотая Гора

Таблица 6

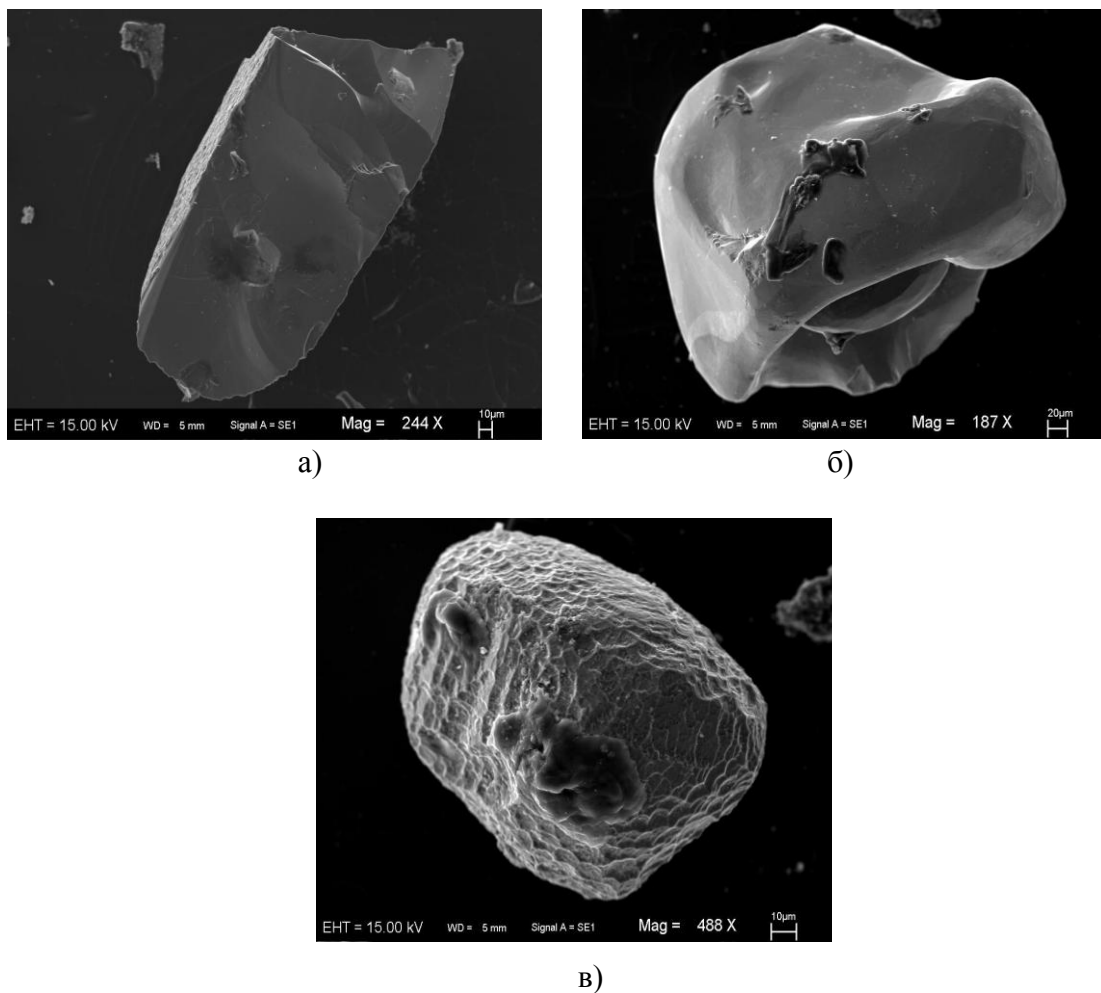
Номер проб	Характеристика руды	Содержание, г/т		
		Pt	Pd	Os
А-440	Кварц-серицит-мусковитовые метасоматиты, ожелезненные с редкими прожилками кварца и вкрапленностью пирита и халькопирита	0.46	0.032	0.004
А-441/1		0.46	0.2	0.002
А-441/2		0.23	0.10	0.011
А-439	Жильный кварц, ожелезненный, с гнездами, прожилками и вкрапленностью пирита, пирротина и халькопирита	0.33	0.07	0.008
А-442		0.32	0.112	0.007
А-443		0.54	0.098	0.002
А-444		0.46	0.076	0.001
А-438		0.426	0.059	0.001

2. Содержание палладия обычно не превышает 0.032-0.07 г/т, максимальные количества достигают 0.1-0.2 г/т, содержания осмия 0.001-0.011 г/т.

3. Сульфидная минерализация в кварц-серицит-мусковитовых метасоматитах характеризуется устойчиво умеренными концентрациями платины в пределах 0.23-0.46 г/т (среднее 0.34 г/т), палладия до 0.2 г/т (среднее 0.11 г/т), а в жильном кварце платины 0.32-0.54 г/т (среднее 0.43 г/т), палладия до 0.112 г/т (среднее 0.077 г/т).

Минералогическим анализом в шлиховых пробах (А-442, А-443, А-448) из протолок выявлены кубические, пентагон-додекаэдрические кристаллы и обломки кристаллов сперрилита с раковистым изломом на поверхности скола; размеры их 0.1 x 0.12; 0.1 x 0.13; 0.14 x 0.26 мм (рис. 9). Кроме того, в шлиховой пробе из протолок А-444 выявлено несколько мелких зерен самородной платины, размером от 0.1 x 0.15 до 0.25 x 0.3 мм.

Сперрилит имеет наиболее постоянные соотношения основных компонентов Pt (54.7-57.1 %) и As (41.2-45.6 %). Отклонения от стехиометрии в основном не превышают 1 ат.%. Примеси в нем практически отсутствуют, за исключением незначительных количеств (0.1-0.2 мас. %) Ir, а иногда S, Rh и Cu. Сперрилит встречается в основном как самостоятельный минерал. Лишь в одном случае он обнаружен в сростке с пиритом. В россыпях золота р.Хугдер и «Петровская россыпь» в шлиховых пробах из аллювия встречены частично и даже полностью окатанные индивиды, что свидетельствует о транспортировке их на значительные расстояния от первичного источника.



а) раковистый излом скола призматического кристалла, б) гладко-оплавленная поверхность пентагондодокаэдра, в) равномерно ямчатая поверхность.

Рис. 9. Морфология кристаллов сперрилита месторождения Золотая Гора

В самородной платине преобладают Pt (90.9-96.7 %) и Fe (3.1-4.1 %); содержание остальных примесей (Rh, Os, Ir, Cu, Ru, Pd) незначительно. Такая рафинированность данного платиноида может свидетельствовать о его гидротермальном генезисе. В этой же платине обнаружены включения многочисленных микрозерен сульфоарсенида Ir, Rh, Pt, Pd. Данное обстоятельство еще раз свидетельствует в пользу того, что самородная платина отложилась на завершающей стадии формирования платиноидной минерализации.

Химический состав сперрилита и самородной платины из руд месторождения Золотая Гора приведен в таблицах 7 и 8.

Содержание в самородном золоте из штуфных проб, представленных: 1) золото-кварц-пирротиновые руды – Pt - 1.0 г/т; 2) золото-карбонат-пирротиновые руды – Pt – 88 г/т (С.С. Зимин, В.Г. Моисеенко, 1983ф).

Методом инверсионного вольтамперометрического анализа (Томский политехнический университет) в сульфидизированных метасоматитах и жильном кварце месторождения Золотая Гора установлено: 1) из 8 проанализированных штуфных проб содержание Pt установлено в количестве 0.17-0.67 г/т. Это свидетельствует о том, что в данном месторождении кварцевые жилы и метасоматиты несут незначительные концентрации платины; 2) содержание Pd обычно не превышает 0.029-0.065 г/т, максимальные количества достигают 0.11-0.25 г/т; 3) сульфидная минерализация в кварц-серицит-мусковитовых метасоматитах характеризуется устойчиво умеренными концентрациями Pt в пределах 0.17-0.67 г/т (среднее 0.34 г/т), а в жильном кварце – 0.255-0.575 г/т (среднее 0.43 г/т), Pd,

соответственно, 0.0277-0.202 г/т (среднее 0.11 г/т) и 0.061-0.1 г/т (среднее 0.07 г/т) (Мельников, 2007).

Химический состав сперрилита из руд месторождения Золотая Гора (масс. %)

Таблица 7

№ пробы	Элементы									
	Ru	Rh	Pd	Os	Ir	Pt	S	As	Cu	Сумма
А-442	-	-	-	-	-	57.1	0.1	44.5	-	101.7
	-	0.1	-	-	-	56.0	0.1	42.2	-	98.4
	-	0.1	-	0.1	-	56.4	-	42.0	-	98.6
	-	-	-	-	0.1	56.1	0.1	44.7	-	100.9
А-443	-	-	-	0.1	0.1	56.4	-	41.2	-	98.0
	0.1	-	-	-	-	56.4	0.1	43.7	-	100.2
	-	0.1	-	-	-	55.7	0.1	42.2	0.1	98.1
	-	-	-	-	0.1	55.0	-	45.0	0.1	100.3
А-448	-	-	-	-	0.2	55.5	-	43.1	-	98.9
	-	-	-	-	0.1	55.3	-	43.0	-	98.4
	-	-	-	-	0.1	54.7	-	45.6	-	100.4

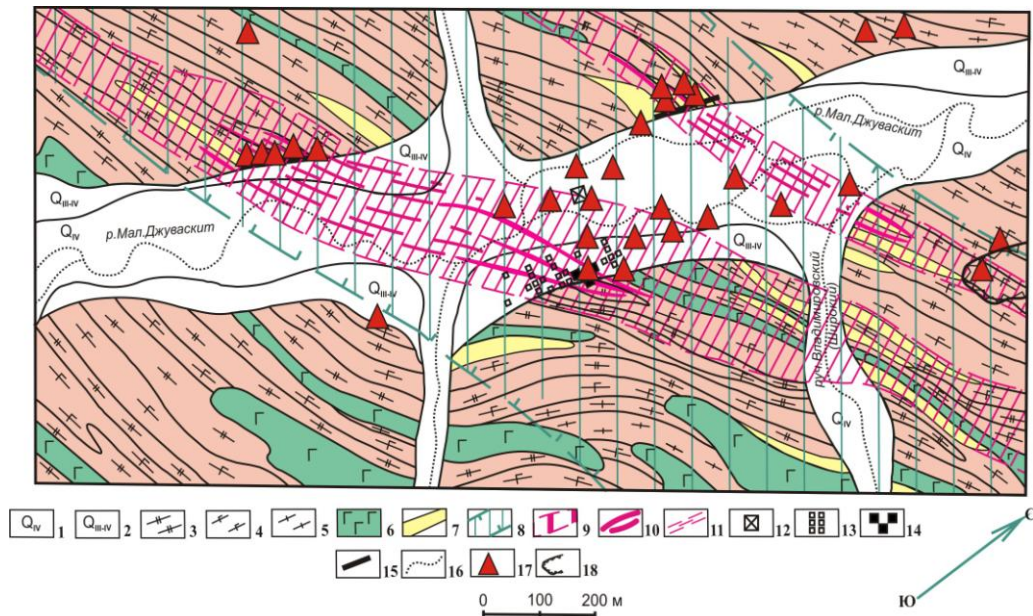
Химический состав самородной платины месторождения Золотая Гора (масс. %)

Таблица 8

№ пробы	Элементы									
	Ru	Rh	Pd	Os	Ir	Pt	S	Fe	Cu	Сумма
А-442	-	0.5	0.1	0.4	1.8	90.9	0.1	3.8	0.5	98.1
	-	0.6	-	0.3	1.9	91.4	-	4.1	0.5	98.8
	-	-	-	-	0.2	96.7	-	3.1	0.3	101.0
	0.1	-	-	-	0.2	96.7	-	3.1	0.3	100.4

УСПЕНОВСКОЕ золоторудное месторождение расположено в верхнем течении р. Малый Джуваскит, в бассейне правобережья р. Гилюй. Месторождение открыто в 1917 г. старателями при отработке золотоносной россыпи. Эксплуатировалось шахтным способом 1917-1936 гг. добыто 470 кг учтенного золота. Дальнейшие геологоразведочные работы проводились в 1936, 1952-1954, 1961, 2006 гг. В металлогеническом отношении месторождение расположено в пределах Золотогорско-Успеновской полиметалльно-золоторудной зоны Дамбукинского золото-полиметалльного рудного района.

В тектоническом отношении месторождение расположено в пределах западной части Дамбукинского метаморфического блока Становой складчато-блоковой области, сложенного метаморфическими образованиями архейского и протерозойского возрастов, прорванные гранитоидными и габброидными интрузиями и дайками докембрийского, палеозойского и мезозойского возрастов (рис. 10). Кроме того месторождение приурочено к узлу пересечения Джуваскитского северо-восточного и Успеновского северо-западного разломов в непосредственной близости от Джелтулакской зоны разломов. В геологическом строении месторождения принимают участие архейские породы талгинской и чимчанской свит, прорванных магматическими образованиями мезозойского лампрофирового, верхнепалеозойского перидотит-габбрового, раннепротерозойского сиенит-диоритового и древнестанового гнейсоплагиогранитного комплексов. В долинах и на террасах рек и ручьев развиты аллювиальные верхнечетвертичные террасовые и современные долинные и пойменные отложения. Гидротермальные изменения на участке месторождения представлены диафоритизацией, окварцеванием, эпидотизацией и сульфидизацией вмещающих пород. Кроме того, выделяются горизонты и линзы магнетитовых кварцитов, перспективных на выявление крупнообъемного благороднометалльного оруденения.



1 – четвертичные аллювиальные отложения пойм; 2 – четвертичные аллювиальные отложения террас; 3 – биотитовые, роговообманково-биотитовые гнейсы и амфиболиты, с редкими малопродуктивными прослоями высокоглиноземистых гнейсов; 4 – биотитовые гнейсы с прослоями гранат-биотитовых, гранат-дистен-биотитовых гнейсов и редкими линзами амфиболитов; 5 – кристаллические сланцы; 6 – метаморфизованные габбро, габбро-амфиболиты, серпентинизированные, тремолитизированные и оталькованные гипербазиты; 7 – метасоматические кварциты; 8 – зона интенсивного рассланцевания, дробления, милонитизации и катаклаза; 9 – зоны интенсивного проявления кремне-калиевого метасоматоза с наложным окварцеванием, серицитизацией, эпидотизацией и сульфидизацией; 10 – кварц-карбонат-полевошпатовые жилы и зоны прожилкового окварцевания; 11 – проецируемые под четвертичными отложениями кварц-карбонат-полевошпатовые жилы; 12-15 – горные выработки предшествующих работ: 12 – место расположения бывшей золотоизвлекательной фабрики, 13 – шахты, 14 – глубокие разведочные шурфы, 15 – каналы и расчистки; 16 – водотоки, 17 – штуфные пробы, с содержанием Au более 1.0 г/т, 18 – отработанная делювиальная россыпь

Рис. 10. Геологическое строение Успенского золоторудного месторождения

Среди диафторитов преобладают серицит-кварцевые и хлорит-амфибол-кварцевые разновидности. Часто встречаются также сульфидно-биотит-кварцевые, сульфидно-серицит-кварцевые, биотит-кварц-амфибол-хлоритовые, амфибол-кварц-полевошпатовые минеральные ассоциации. Месторождение представлено несколькими жильно-метасоматическими диафторитовыми зонами, которые сгруппированы в две основные – Успенскую и Владимировскую, из которых первая наиболее изучена канавами, шурфами и шахтами.

Зона Успенская выделяется среди рассланцованных роговообманково-биотитовых гнейсов и древнестановых гранитоидов. Азимут простирания её 230-280°, падение на юго-запад под углами 40-60°, мощность 80-250 м, установленная протяженность 550 м. Зона сложена низко- и среднетемпературными диафторитами и интенсивно окварцованными биотит-роговообманковыми и роговообманковыми гнейсами с включением пирита и халькопирита. Зона вмещает несколько кварцевых и кварцево-сульфидных жил и прожилков мощностью 0.2-1 м, протяженностью до 200 м. Содержание золота 0.5-70 г/т.

Зона Владимировская также прослеживается среди рассланцованных роговообманково-биотитовых и биотитовых гнейсов и древнестановых гранитоидов. Азимут простирания её 275-290°, падение на юго-восток под углами 55-60°, мощность 50-100 м, установленная протяженность 300 м. Она сложена низко- и среднетемпературными диафторитами серицит-кварцевого и хлорит-амфибол-кварцевого состава с сульфидной вкрапленной минерализацией (пирит, халькопирит, молибденит). Зона вмещает несколько кварц-полевошпатовых и кварц-сульфидных жил (мощность 0.1-0.3 м, длина 20-100 м) и линз (мощность 0.5-2 м, длина 20-40 м), а также линзы сульфидизированных метасоматических кварцитов. Содержание золота 0.2-40 г/т.

Предшественниками минералогический состав руд и метасоматитов месторождения изучен слабо, известно лишь что сульфиды представлены пиритом, халькопиритом, пирротинном и галенитом. Проба рудного золота и его морфология не изучались, сказано что «визуально проба высокая» и золотины средней крупности.

В 2012 г. ОАО ЗДП «Витязь» выдана лицензия на проведение геологоразведочных и эксплуатационных работ на Успенковском месторождении рудного золота (Мельников и др., 2014). В первый год на месторождении были проведены ревизионно-опробовательские работы, заключающие в себя расчистку старых горных выработок, маршрутное исхаживание участка месторождения, отбор штуфных, геохимических и шлиховых проб. В результате этих работ на месторождении отобрано порядка 200 штуфных и геохимических проб из старых горных выработок и рудных отвалов шахт, а также 20 шлиховых проб из аллювиальных отложений поймы и террасы и протолокчек штуфных проб. Для изучения минералогического состава руд и метасоматитов почти все пробы были раздроблены до фракции +1 мм. Из наиболее представительных образцов руд и метасоматитов были изготовлены полированные шлифы (аншлифы), которые в лабораторных условиях изучены под рудным микроскопом. Минералогический состав руд и метасоматитов. Установлено, что рудные минералы представлены самородным золотом, пиритом, халькопиритом, пирротинном, реже галенитом, сфалеритом, арсенопиритом, молибденитом, магнетитом, смитсонитом, гидроокислами железа и марганца, еще в меньших количествах встречены касситерит, малахит, вольфрамит. В аншлифах из серпентинизированных перидотитов отмечались пентландит и миллерит. Сульфиды составляют от 2 до 15% жильной массы.

Авторами при шлиховом опробовании аллювиальных, делювиальных и протолокчковых проб были намыты многочисленные зерна самородного золота. Из аллювиальных отложений, не затронутых старательскими работами (непосредственно в районе заброшенной добычной шахты) намыты зерна золота размером от 0.15x0.35 до 0.25x1 мм ярко-желтого и с зеленоватым оттенком цвета. Форма золотины различная: пластинчатая, уплощенная, комковидная, дендритовидная, проволоковидная, крючковатая. Проба золота варьирует от 750 до 956‰, в среднем – 845‰. В шлиховых пробах из делювия старых канав встречены зерна золота размерами 0.01-0.5 мм. Они имеют неправильную форму и мелкоямчатую поверхность. Цвет их золотисто-желтый, иногда с красным и серебристым оттенком. Проба золота варьирует от 637 до 895‰, в среднем – 787‰. Морфология самородного золота из протолокчек штуфных проб диафоритов разнообразная, отмечаются зерна изометричной, комковидной, проволоковидной формы, реже отмечаются уплощенные кристаллы друзовидной, губчато-кружевной и стержневидной формы. Цвет золотины светло-желтый. Размер от 0.9 до 3 мм. Проба золота от 799 до 882‰, средняя - 837.4‰. Основными примесями являются серебро и железо. Проба рудного золота. Ранее проба золота не определялась, из отчета М.Т. Чудинова известно, что «визуально проба высокая». Нами из нескольких протолокчковых проб №№ 1, 18, 19, 20, 21, 22, 23, были отобраны 7 навесок монофракций самородного золота. Атомно-абсорбционным методом (Аналитический центр минералого-геохимических исследований ИГиП ДВО РАН, лаборатория химического анализа) установлено, что проба самородного золота руд и метасоматитов Успенковского месторождения варьирует от 799 до 882, в среднем составляет 837. Напомним, что средняя проба россыпи р. Малый Джуваскит – 909 и варьирует от 862 до 937. Таким образом, проведенные исследования на Успенковском золоторудном месторождении подтвердили промышленные содержания золота (до 7.01 г/т) в штуфных и геохимических пробах. Впервые для месторождения установлена проба рудного золота, которая составляет в среднем 837 ‰. Основными примесями являются серебро и железо. Обнаружено «видимое» золото в образцах штуфных проб, а также в шлиховых пробах из протолокчек.

Распределение платиноидов в рудах Успенковского месторождения. Методами атомно-абсорбционного анализа (ИГиП, г.Благовещенск) и инверсионным вольтамперометрическим анализами (ТПУ, г.Томск, чувствительность анализа 1×10^{-7} г/т, навеска пробы 5-10 г.) в сульфидизированных метасоматитах и жильном кварце установлено следующее (Мельников и др., 2012, табл. 9):

1. Из 11 проанализированных штучных проб содержание платины установлено в количестве 0.112-0.544 г/т (среднее 0.39 г/т).

Содержание платиноидов в метасоматитах месторождения Успеновское

Таблица 9

Номер Проб	Характеристика руды	Содержание, г/т		
		Pt	Pd	Os
У-1/1	Кварц-полевошпатовая и карбонат-кварцевая жилы с вкрапленностью сульфидов	0.112	0.022	0.001
У-1/2		0.514	0.142	0.007
У-1/3		0.189	0.078	0.002
У-2/1	Кварц-гранат-биотит-серицитовые метасоматиты с жилами и прожилками кварца и прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией (пирит, пирротин, халькопирит)	0.211	0.045	0.002
У-2/2		0.544	0.022	0.002
У-3/1		0.432	0.075	0.004
У-3/2		0.413	0.044	0.011
У-4/1		0.112	0.050	0.008
У-4/2		0.215	0.100	0.002
У-4/3		0.169	0.078	0.003
У-4/4		0.214	0.067	0.002

2. Содержание палладия из этих же золотоносных руд и метасоматитов обычно не превышает 0.015-0.05 г/т, максимальные количества достигают 0.07-0.142 г/т (среднее 0.095 г/т). Содержания осмия 0.001-0.011 г/т (среднее 0.009 г/т).

3. Сульфиды в кварц-гранат-биотит-серицитовых метасоматитах характеризуются устойчиво умеренными концентрациями платины в пределах 0.112-0.544 г/т (среднее 0.33 г/т), а в кварц-полевошпатовых и карбонат-кварцевых жил – 0.112-0.514 г/т (среднее 0.31 г/т), палладия, соответственно, 0.022-0.1 г/т (среднее 0.061 г/т) и 0.022-0.142 г/т (среднее 0.082 г/т).

Минералогическим анализом в шлиховых пробах (У-1/2 и У-2/2) из протолок выявлены округлые додекаэдрические, удлиненные веретенообразные и псевдоромбические кристаллы и обломки крупных таблитчатых кристаллов сперрилита. Зерна в основном мелкие, размером 0.2-0.4 мм.

Микронзондовый анализ показал в них незначительную примесь (0.1 %) иридия, осмия, родия и серы при отсутствии палладия, столь характерного для сперрилита из сульфидной золото-платинометальной формации (табл. 10).

Химический состав сперрилита из руд и метасоматитов Успеновского месторождения (мас. %)

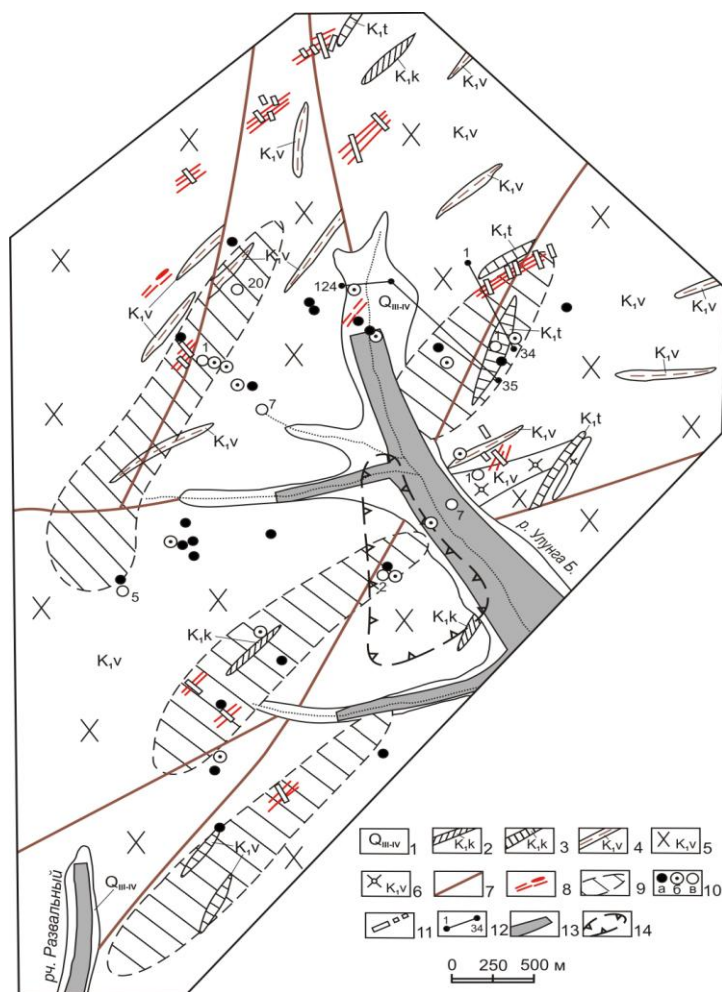
Таблица 10

№ пробы	Ru	Rh	Pd	Os	Ir	Pt	S	As	Cu	Сумма
У-1/2	0.08	0.11	-	-	-	54.51	0.1	44.6	0.22	96.66
У-2/2	-	0.1	-	0.1	0.1	56.20	0.1	43.0	-	99.30

Рудопоявление золота АПРЕЛЬСКОЕ расположено в верховьях р. Улунга, в районе пос. Апрельский. Проявление локализовано на площади 3 км² в поле развития раннемеловых березитизированных, слабо окварцованных гранитоидов (рис. 11).

Здесь выявлены три рудных тела, представленные зонами прожилково-жильного окварцевания линейно-штокеркового типа. Гидротермальные изменения представлены серицитизацией, пиритизацией, карбонатизацией и окварцеванием. Мощность жил 0.1-10 м, мощность кварцево-прожилковых зон достигает 100 м, протяженность около 600 м. Простираение зон преимущественно северо-восточное. Рудные тела пространственно совмещены с дайками гранодиорит-порфиров (Мельников, Степанов, 2013). Околорудные метасоматиты представлены березитами. Содержание золота крайне неравномерное - от 0.1

до 10-30 г/т (среднее 5 г/т). Постоянными спутниками золотого оруденения являются медь, свинец (0.01%); реже молибден, серебро, сурьма (0.006%), мышьяк (0.2%) и вольфрам (0.1-0.08%). Рудные минералы - пирит, стибнит, золото, арсенопирит, шеелит, торит, вторичные. Золото преимущественно мелкое (0.1-0.5 мм), цвет светло-желтый и зеленовато-желтый. Проба золота колеблется от 750 до 800, средняя - 780.



1 – верхнечетвертичные-современные отложения (пески, галечники); 2 – керамический комплекс: дациты; 3 – талданский комплекс: диоритовые порфиры среднепорфировые; 4 – верхнеамурский комплекс: гранит-порфиры, гранодиорит-порфиры, гранодиориты; 5 – верхнеамурский интрузивный комплекс: гранодиориты крупно-среднезернистые порфировидные; 6 – верхнеамурский интрузивный комплекс: гранодиорит-порфиры; 7 – разломы; 8 – зоны прожилкового окварцевания, вскрытые в коренном залегании; 9 – ореолы распространения рудоносного кварца и окварцованных пород в делювии; 10 – штуфные пробы с содержанием Au (спектр. анализ): а) 0.01-0.09 г/т, б) 0.1-0.9 г/т, в) более 1 г/т; 11 – каналы; 12 – линии скважин мелко го колонкового бурения; 13 – россыпи золота; 14 – вторичные ореолы рассеяния Au

Рис. 11. Рудопроявление золота Апрельское (Мельников, Степанов, 2013)

Приведенный геохимический набор элементов-спутников и проба золота соответствуют золото-кварцевой рудной формации. По геохимической характеристике площадь участка четко разбивается на 2 части – западную (золото-мышьяковую) и восточную (серебро-полиметаллическую), что позволяет высказать предположение о наличии меридионального разломы, являющегося границей западного приподнятого блока и опущенного восточного, в котором возможные рудные тела еще не вскрыты эрозией. Прогнозные ресурсы золота по категории P_2 - 16 т (глубина оценки 400 м), P_3 - 10 т.

Автором были отобраны дополнительные штуфные пробы из каналов и траншей рудопроявления Апрельское при недавних геолого-поисковых работах ОАО «Покровский рудник». Аналитические работы проводились двумя методами - инверсионным

вольтамперометрическим анализом (лаборатория «Золото-платина» Томского политехнического университета, г.Томск) и атомно-абсорбционным анализом (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН, г. Благовещенск). Были получены следующие результаты – табл. 11 и 12.

Распределение золота и платиноидов в гидротермально измененных породах и рудах проявления Апрельское (инверсионный вольтамперометрический анализ)

Таблица 11

Типы руд	Содержание, г/т (от – до)						
	Au	Pt	Pd	Ir	Os	Ru	Rh
Кварцевые диориты с сульфидами (6)	0.25-2.86	0.23-0.82	0.01-0.42	0.02-0.04	0.02-0.022	0.002	0.022
Жильный кварц с сульфидами (8)	0.14-2.55	0.22-1.15	0.02-0.28	0.01-0.024	0.01-0.012	0.002	0.002
Жильный кварц брекчиевый с сульфидами (6)	0.25-1.86	0.31-2.32	0.12-0.19	0.01-0.11	0.02-0.11	0.002	0.003

Примечание: в скобках – количество определений

Распределение золота и платиноидов в гидротермально измененных породах и рудах проявления Апрельское по результатам атомно-абсорбционного анализа

Таблица 12

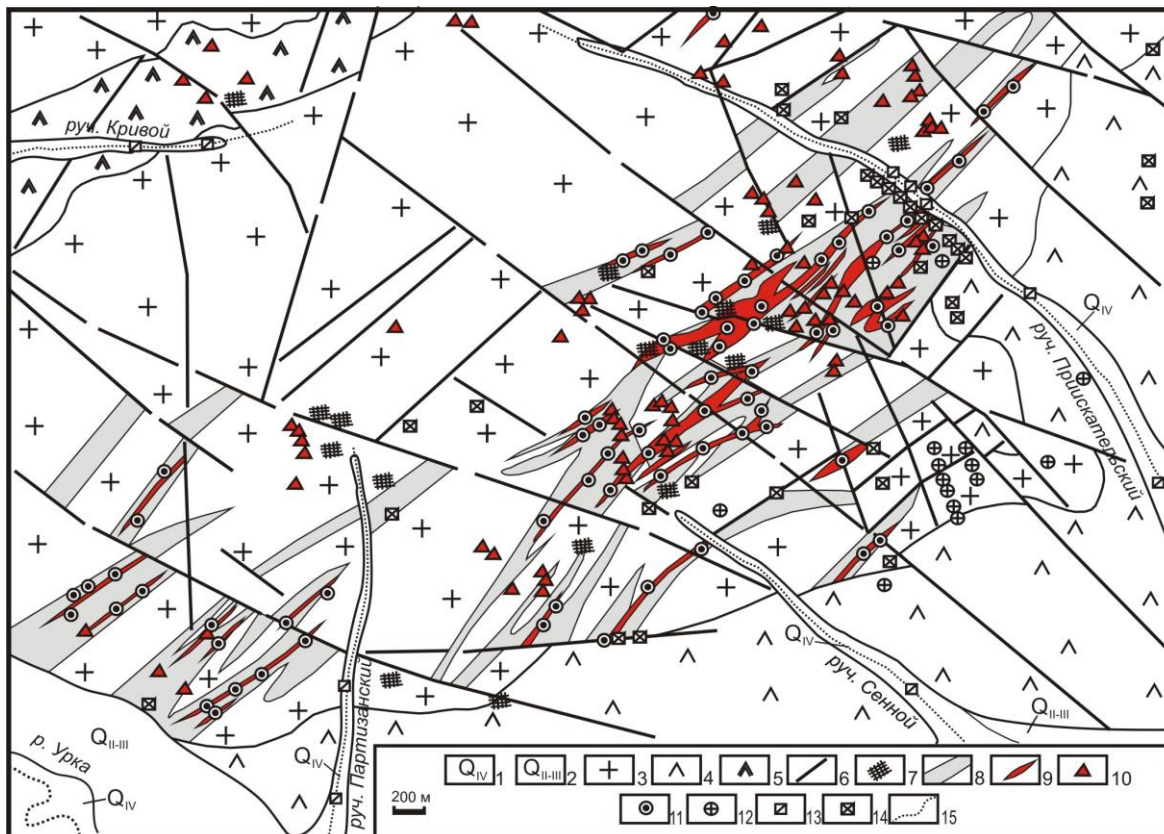
Типы руд	Содержание, г/т (от – до)		
	Au	Pt	Pd
Березитизированные гранодиориты (10)	0.02-1.26	0.011-0.53	0.002-0.11
Жильный кварц с сульфидами (10)	0.13-2.56	0.028-0.75	0.001-0.09
Окварцованные гранодиориты с сульфидами (7)	0.09-1.65	0.03-1.12	0.022-0.33
Карбонатизированные гранодиориты с сульфидами (9)	0.33-3.22	0.22-0.76	0.038-0.51

Примечание: в скобках – количество определений

Месторождение золота и серебра СНЕЖИНКА расположено на правом берегу среднего течения руч. Приискательского, правого притока р. Малая Урка (рис. 12). Центральная часть участка сложена лейкократовыми гранитами и граносиенитами, которые на западе прорывают биотит-роговообманковые граниты и гранодиориты, а на юге - диориты и габбро-диориты (Вольский, Старк, 1975; Старк, 1976; Мельников, Степанов, 201).

В поле развития гранитоидов широко распространены дайки сиенит-порфиоров, микродиоритов, диоритовых порфириров, гранит-порфиоров и аплитов. Простираение даек преимущественно северо-восточное. Со всех сторон юрские гранитоиды окаймлены покровными порфирами, туфолавами, туффитами и туфоосадочными породами (песчаники, алевролиты, гравелиты, конгломераты). В низах покрова фрагментарно обнажена толща андезитов с прослоями туфоконгломератов и туфогравелитов. В зону контакта гранитов и вулканитов внедрялись субвулканические сиенит-порфиры и граносиенит-порфиры. Таким образом, рудовмещающие гранитоиды представляют собой выступ довулканического фундамента.

Пробирным анализом установлено золото в количествах от 2.0 до 36 г/т. Во вмещающих серицитизированных и слабо пиритизированных гранитах золото обнаружено в количестве 1.1-1.8 г/т, в остальных пробах содержания составляют 0.01-0.1 г/т. Согласно ранее проведенным тематическим исследованиям, формирование золотого, уранового и редкометального оруденения Уркинского рудного узла произошло в мезозойскую эпоху. Золотое и урановое оруденение ассоциирует с широко развитыми андезит-дацит-риолитовыми вулканическими породами. Проявления золота отнесены к гидротермальной золото-кварцевой формации.



1 – современные четвертичные отложения поймы; 2 – средне-верхнечетвертичные отложения террас; 3 – граниты лейкократовые; 4 – диориты, диоритовые порфириты; 5 – сиениты, граносиенит-порфиры; 6 – разломы; 7 – зоны сульфидизации; 8 – зоны интенсивного окварцевания, хлоритизации, серицитизации и аргиллизации; 9 – жильно-прожилковые зоны; 10 – свалы жильного кварца; 11 – итупные пробы с содержанием золота более 1 г/т; 12 – металлометрические пробы с золотом; 13 – илиховые пробы из аллювия с золотом; 14 – золото в делювии из канав; 15 – водотоки.

Рис. 12. Геологическое строение месторождения Снежинка (Мельников, Степанов, 2014)

Самородное золото месторождения Снежинка характеризуется размером 0.1-0.4 мм, редко до 1-4 мм. Морфология золота разнообразная (друзовидная, дендритовидная, комковатая), отмечаются зерна губчато-кружевной, изометричной, пластинчатой формы, отмечаются уплощенные кристаллы октаэдрического габитуса. Цвет золотин от зеленовато-желтого до желтого. Проба золота варьирует в широких пределах от 673.4 до 935.6, средняя проба составляет 787.3. Это свидетельствует о полициклическом образовании этого рудопроявления, что повышает перспективы оруденения. Возраст золотого оруденения Снежинкинского рудного поля 212 ± 5 млн. лет.

Платиноносность. На наличие платиноидов ТОО «Циркон» были проанализированы нейтронно-активационным методом 3 пробы из кварцевых жил участка "Снежинка". Во всех пробах установлено наличие Pt от 0.23 до 0.30 г/т, остальные платиноиды присутствуют в количествах близких к пределу их обнаружения (табл. 13). Содержание золота составило 1-3 г/т.

Содержание платиноидов и золота в рудах месторождения Снежинка (г/т)

Таблица 13

№ пробы	Состав руд	Pt	Pd	Rh	Ru	Ir	Au
А-300	Кварцевые жилы с вкрапленностью сульфидов	0.23	<0.005	0.07	0.01	0.01	2.0
А-305		0.24	0.037	<0.02	<0.01	<0.01	1.0
А-307		0.30	0.035	<0.02	0.02	0.01	3.0

В 2006 г. автором были отобраны штучные пробы из канав и траншей рудопроявления Снежинка при недавних геолого-геофизических и поисковых работах ФГУП «Дальгеофизика». Методом инверсионного вольтамперометрического анализа (ТПУ, г.Томск) получены следующие результаты (табл. 14).

Распределение золота и платиноидов в гидротермально измененных породах и рудах месторождения Снежинка

Таблица 14

Типы руд (кол-во анализов)	Содержание, г/т (от – до)						
	Au	Pt	Pd	Ir	Os	Ru	Rh
Жильный кварц с сульфидами (6)	2.22-4.47	0.21-0.62	0.11-0.61	0.02-0.051	0.03-0.039	0.002-0.006	0.002-0.004
Березиты по дайкам гранит-порфиоров с сульфидами (5)	0.83-2.62	0.09-0.31	0.02-0.21	0.02-0.024	0.04-0.045	0.002-0.004	0.004-0.009
Дайки гранодиорит-порфиоров с сульфидами (7)	1.61-3.61	0.11-0.37	0.09-0.15	0.01-0.014	0.01-0.024	0.003-0.0051	0.001-0.003

Рудопроявление золота СВЕТЛОЕ расположено в правом борту р. Урка, в 4 км южнее месторождения Снежинка. На площади проявления развиты ордовикские гранитоиды аячинского комплекса, вулканогенно-осадочные отложения урушинской толщи, малые интрузии уктунского дайкового и субвулканического светлинского комплексов, березиты по кислым дайкам светлинского комплекса, березитизированные гранитоиды и риолиты (Вольский, Старк, 1975; Старк, 1976; Мельников, Степанов, 2013). Выявлены 3 рудные зоны: Северная, Центральная и Южная (рис. 13).

Зона Северная представлена катаклазированными и березитизированными гранитами аячинского комплекса. Простирается восток-северо-восточное, падение – субвертикальное, протяженность 1250 м, видимая мощность до 100-150 м. В центральной части зона изучена тремя канавами. Повышенное содержание установлено 4-х пробах – от 3.5 до 6.0 г/т. Кроме золота установлены повышенные содержания Pb (до 0.5 %), Zn (до 0.1 %), Cu (до 0.03 %) и Ag (до 50 г/т).

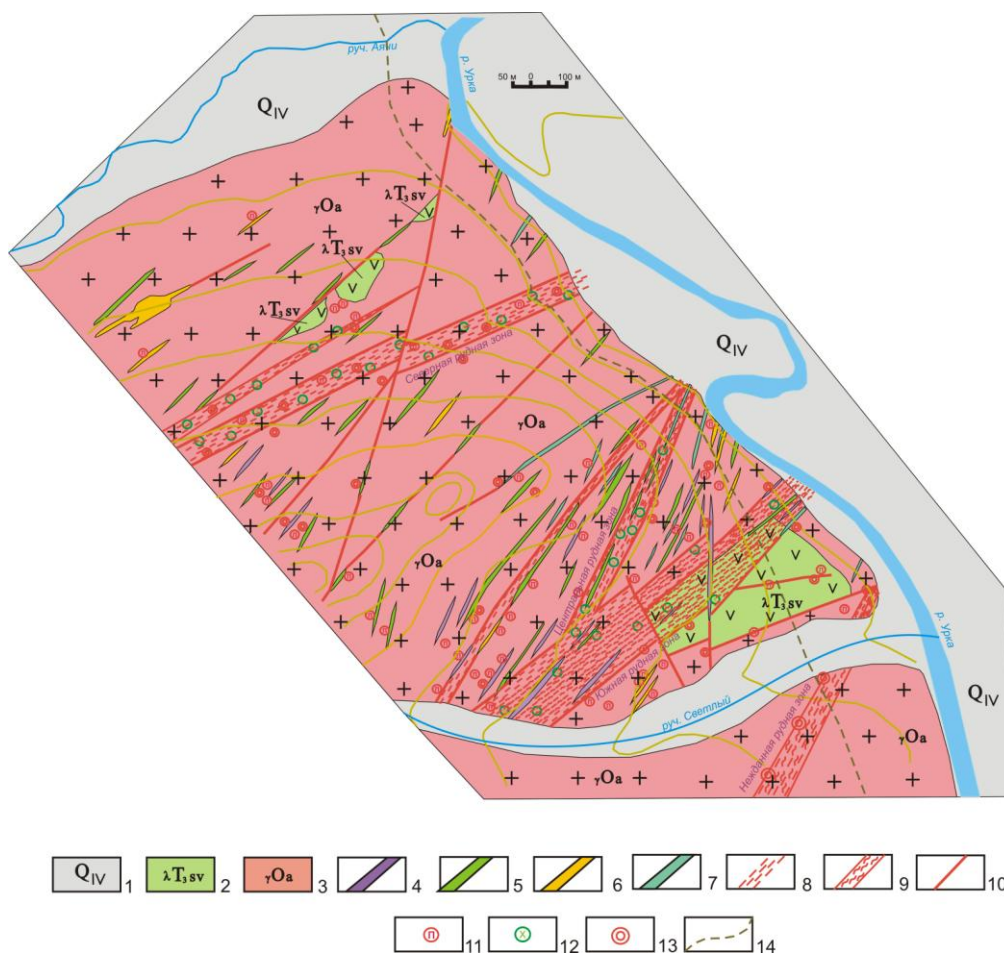
Зона Центральная является опережающей по отношению к Южной рудной зоне. Зона сложена катаклазированными и дробленными березитами, интенсивноокварцованными и березитизированными гранитами и трахириолитами. Простирается северо-восточное, падение на северо-запад крутое до вертикального, протяженность 750 м, видимая мощность до 50 м. На северо-восточном фланге зоны выделено золоторудное тело мощностью 1.0-9.4 м (средняя 7.0 м) с содержанием золота 1.0-7.5 г/т (среднее 6.9 г/т). Протяженность рудного интервала составляет 250 м. Высокое содержание золота установлено на глубине 80.0 м. Общий размах оруденения составляет 170 м. В рудном теле, кроме золота, установлены в повышенных содержаниях: Ag (до 20 г/т), Cu (до 0.2%), Zn (до 0.5 %), Pb (до 0.05 %) и Bi (до 0.3%).

Зона Южная сложена преимущественно брекчированными, катаклазированными и березитизированными гранитами аячинского комплекса и туфами урушинской толщи. Простирается СВ, протяженность 1100 м, видимая мощность – 100-150 м. Содержание золота в борздовых пробах от 0.006 до 0.2 г/т, в штучных до 3.2 г/т.

Зона Южная сложена преимущественно брекчированными, катаклазированными и березитизированными гранитами аячинского комплекса и туфами урушинской толщи. Простирается СВ, протяженность 1100 м, видимая мощность – 100-150 м. Содержание золота в борздовых пробах от 0.006 до 0.2 г/т, в штучных до 3.2 г/т.

В составе руд, по данным минералогического анализа, установлена следующая ассоциация рудных минералов: пирит-арсенопирит-пирротин-магнетит-ильменит-халькопирит-галенит-самородное золото. Количество рудных минералов не превышает 5%. Выделения самородного золота от мелких до крупных (0.1-2.0 мм). Форма золотин комковидная, каркасная, скелетная, пластинчатая и проволочковидная. Проба золота,

определенная атомно-абсорбционным анализом, меняется от 770 до 915‰, в среднем по 13 анализам - 823‰. Генетический тип - плутоногенный гидротермальный. Рудная формация - золоторудная малосульфидная; золото-сульфидно-кварцевая.



1 – аллювиальные галечники, пески, глины, илы; 2 - туфоконгломераты, туфобрекчии; 3 - биотитовые, биотит-роговообманковые граниты; 4 - дайки кварцевых порфиров, фельзитов, фельзит-порфиров; 5 - микродиоритов, диоритовых порфиритов; 6 - ортофиров; 7 - спессартитов и сиенит-порфиров; 8 - зоны дробления, катаклаза, милонитизации; 9 - зоны березитизации; 10 - разломы; 11 - пиритизация; 12 - хлоритизация; 13 - окварцевание; 14 – грунтовая дорога.

Рис. 13. Рудопроявление золота Светлое (Мельников, Степанов, 2013)

Платиноносность. Атомно-абсорбционным анализом (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН) из элементов платиновой группы в значимых количествах установлены Pt (12 проб) с содержанием 0.2-0.92 г/т, Os (12 проб) с содержанием 0.012-0.037 г/т (табл. 15). В 2 пробах установлены повышенные содержания Rh – 0.2-0.5 г/т. Содержание Pd, Ir, Ru – на уровне чувствительности анализа. Содержание Au и Ag в проанализированных пробах колеблется в пределах 0.11-9.6 и 3.0-63.7 г/т соответственно (Мельников, Хряпенко, 2005). Максимальные значения Pt установлены в пробах 10, 11, 12. Совместно с Pt установлены аномальные содержания других элементов. Наиболее высоким уровнем концентрирования (по отношению к кларку для кислых пород) характеризуются Ag, Au и Pb (КК 100-1000), у Pt и Rh, а также Bi, Hg, Zn, Mn и As КК изменяется от 10 до 100; Os и Ru, а также Ni, Sr, Cr, Sc, Co, Cu, Ba имеют коэффициент концентрации 1-10. Pt положительно связана с Rh и группой сидерофильных элементов – Cr, Ni, Co, в меньшей мере с Sr, а также с окислами Mg и Na, отрицательно связана с Ba, Ti, Y, Be. Os коррелирует со Pb, Zn, Sr. Золото тесно связано с Pb, Rh, Bi, Zn. Серебро помимо Au связано с Pb, Rh, Bi и Zn.

Содержание благородных и рудных элементов в березитах рудопроявления Светлое

Таблица 15

Содержание, г/т											
№№ проб	Ag	Os	Pt	Rh	Cu	Pb	Zn	As	Ni	Co	Au
1	3	0.023	0.2	0.025	20	10	700	30	1.5	0.5	1.94
2	3.5	0.008	0.05	0.05	20	3	200	15	1.5	0.5	0.38
3	27.5	0.012	0.05	0.1	0.2%	0.5%	300	70	1.5	3	1.53
4	11.5	0.02	0.2	0.15	500	0.5%	50	15	1.5	0.5	0.24
5	2.5	0.027	0.2	0.05	40	0.3%	100	15	1.5	0.5	0.11
6	3	0.015	0.2	0.15	30	700	15	15	1.5	3	0.21
7	5	0.024	0.46	0.05	50	1500	30	30	1.5	0.5	0.13
8	60	0.024	0.31	0.15	100	0.5%	30	50	1.5	0.5	9.6
9	8	0.037	0.31	0.025	40	0.5%	700	15	1.5	5	0.62
10	63.5	0.034	0.62	0.5	40	1.5%	0.3%	15	3	0.5	1.47
11	13.5	0.024	0.92	0.2	20	17	70	15	30	10	0.39
12	3.5	0.012	0.78	0.15	20	15	150	15	40	20	1.74

Примечание: содержание Au, Ag и платиноидов определены атомно-абсорбционным методом, других элементов – приближенно-спектральным методом (лаборатория АмурКНИИ)

Автором были отобраны дополнительные штучные пробы из канав и траншей рудопроявления Светлое при недавних геолого-геофизических и поисковых работах ФГУПП «Дальгеофизика». Методом инверсионного вольтамперометрического анализа (ТПУ, г.Томск) получены следующие результаты (табл. 16).

Содержание благородных металлов в гидротермально измененных породах и рудах проявления Светлое

Таблица 16

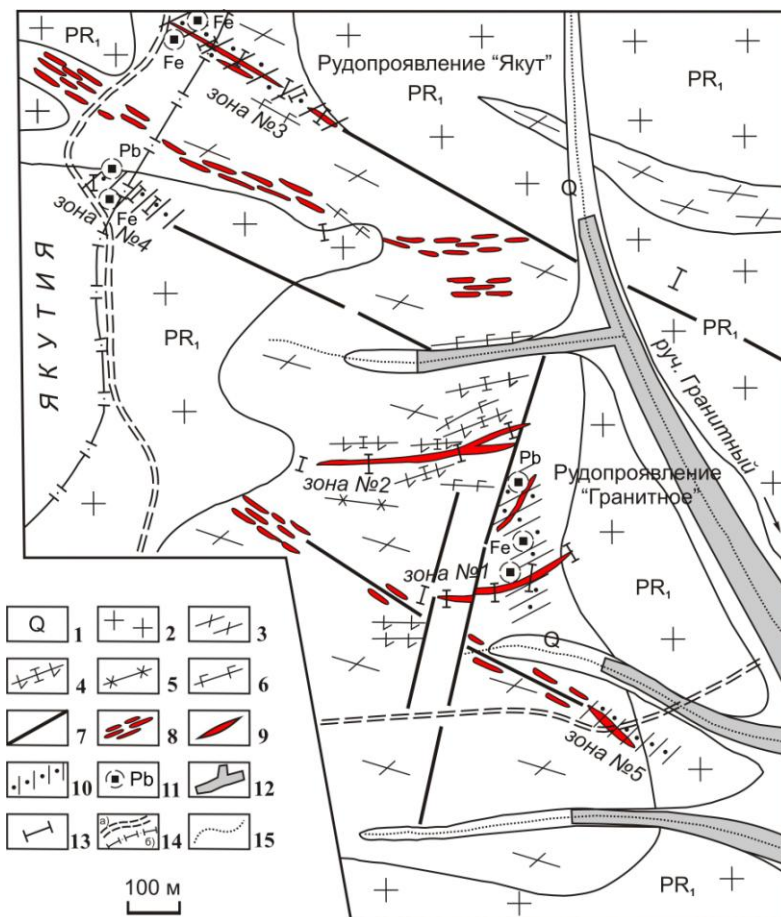
Типы руд (кол-во анализов)	Содержание, г/т (от – до)						
	Au	Pt	Pd	Ir	Os	Ru	Rh
Березитизированный гранит с сульфидами (7)	0.75-1.94	0.22-0.42	0.02-0.54	0.01-0.02	0.02-0.11	0.002-0.004	0.002-0.003
Гранодиориты с сульфидами (5)	0.22-2.38	0.25-0.74	0.10-0.14	0.01-0.02	0.01-0.032	0.001-0.003	0.002-0.004
Гранит-порфиры с сульфидами (4)	0.52-1.53	0.45-1.28	0.11-0.36	0.01-0.03	0.01-0.025	0.002-0.004	0.003-0.004
Кварц-карбонатная брекчия с сульфидами (5)	1.22-4.21	0.21-2.83	0.15-0.36	0.02-0.09	0.01-0.04	0.003-0.009	0.003-0.005

На рудопроявлениях **АПСАКАНСКОЙ** и **ЛАПРИНСКОЙ** групп методом атомно-абсорбционного анализа (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН, г.Благовещенск) установлены следующие содержания платиноидов (г/т): **Дёсс:** Pt – 0.22-0.85, Pd – 0.012-0.16; **Сивакан:** Pt - 0.21-1.23, Pd - 0.11-0.22, Au - 0.3-1.35, Pb - 0.03%, Cu 0.003%, Hg - 0.004%; **Ерничное:** Pt – 0.15-1.07, Pd – 0.01-0.07; **Апсакан:** Pt – 0.2-0.8, Pd – 0.05-0.1, Au - до 51.9; **Доминикан:** Pt – 0.11-0.49, Pd – 0.051-0.11; **Находка:** Pt – 0.21-0.31, Pd – 0.071-0.091, Au - 0.1-111, Ag - 10-100, Cu - 0.1-0.6%, Pb, Zn, Mo, Bi – 0.01-1%, W - до 0.3%; **Ключикан:** Pt – 0.19-0.21, Pd – 0.038-0.16, Au - 0.2-10.2, Pb - до 0.1%; **Нормандия:** Pt – 0.25-0.81, Pd – 0.075-0.11, Au - 1.2-120, Ag - 1-600, Cu, Zn, Pb - до 1%, Bi, Sb, Hg – до 0.1%, Mo - до 0.06%; **Глубокое:** Pt – 0.35-0.44, Pd – 0.05-0.09; **Загадка:** Pt – 0.38-1.16, Pd – 0.1-0.21; **Наледь:** Pt – 0.41, Pd – 0.091, Au – 0.1-2.5, Ag – до 10; **Серебряный Ключ:** Pt - 0.14-0.73, Pd - 0.026-0.14, Au – до 8, Ag – до 1 кг/т, Pb – до 0.1%, Zn – до 0.08% (Мельников, 2006).

ГОРАЦИЕВСКОЕ и **ВЕРШИННО-ГОРАЦИЕВСКОЕ** рудопроявления (Мельников, Хряпенко, 2005). По данным атомно-абсорбционного анализа на рудопроявлении **Дорожно-Горацеевское** установлены содержания (в г/т): 1) в кварцевых гидротермалитах с

сульфидами: Pt – 0.11-0.77, Pd – 0.028-0.083; 2) в окварцованных и ожелезненных гнейсах с сульфидами: Pt – 0.355-0.37, Pd – 0.0123-0.047. В пределах **Вершино-Горацевского** рудопоявления кварцевые гидротермалиты с сульфидной минерализацией по данным этого же метода содержат (г/т): Pt – 0.18-0.38, Pd – 0.012-0.12. Окварцованные и ожелезненные микрогаббро и амфиболиты с сульфидами содержат (г/т): Pt – 0.20-0.46, Pd – 0.023-0.032 (Мельников, 2006).

Рудопоявление золота ЯКУТ расположено в истоках р. Бугарикта, правого притока р. Могот (бассейн р. Гилюй), в Лапринском золотоносном узле (рис. 14). Вмещающие породы - амфиболовые гнейсы чильчинской свиты нижнего архея. Рудопоявление представляет



1 – аллювиальные пески, галечники, глины; 2 – граниты, гранит-порфиры; 3 – гнейсы гранитизированные, амфиболовые и биотитовые, кристаллосланцы; 4 – дайки диабазовых порфиров; 5 – дайки гранодиорит-порфиров и граносиенит-порфиров; 6 – дайки горнблендитов и пироксенитов; 7 – разломы; 8 – зоны брекчирования и милонитизации; 9 – кварцевые и кварц-карбонатные жилы и прожилки; 10 – зоны гидротермально-изменённых пород (окварцевание, лимонитизация, аргиллизация, сульфидизация); 11 – зоны пиритизации (Fe) и галенитизации (Pb); 12 – россыпи золота; 13 – каналы; 14 – а) автодороги, б) граница между Амурской областью и Якутией; 15 - водотоки

Рис. 14. Рудопоявление золота Якут

собой две зоны березитизации с прожилковым окварцеванием, золотой и рассеянной сульфидной минерализацией. Протяженность зон 280-300 м. Геохимическими поисками выявлен непрерывный поток золота, вытянутый в меридиональном направлении на 10 км. Оруденение расположено в головке этого потока. В зонах березитизации на мощность 0.6 – 1.3 м бороздовым опробованием установлены содержания золота 0.1-10.5 г/т, серебра – 10 г/т, медь, свинец, цинк – тысячные доли %. Рудные минералы - галенит, молибденит, халькопирит, арсенопирит, висмутин, золото, церуссит; нерудные - кварц, барит, реже -

флюорит. Рудная формация – золото-кварцевая. Прогнозные ресурсы по категории P_1 составляют – 1.2 т золота на глубину 150 м. В пределах геохимического потока можно ожидать еще 5 подобных объектов, что составит 6 т золота категории P_2 .

Содержание в березитизированных, лимонитизированных и хлоритизированных гнейсах и гранитах с кварцевыми жилами и сульфидами (1 штуфная проба, г/т): Pt – 0.51, Pd – 0.106, Au – 4.5, Ag – 10, Ba – 0.01%, Cu, Pb, Zn – 0.001%, Zr – 0.1%, Sr, Yb – 0.01%.

3.2. Золоторудные месторождения вулканогенного класса

В Верхнем Приамурье золоторудные месторождения, связанные с вулканогенными ассоциациями горных пород, развиты преимущественно в пределах Умлекано-Огоджинского вулcano-плутонического пояса, протягивающего с запада на восток. В группу вулканогенных месторождений входят Покровское, Буриндинское, Желтунак и Прогнозное, а также ряд рудопроявлений Ерничное, Топазовское, Ульдугичи, Дактунакское и др.). Для них характерны парагенетическая связь с палеовулканическими и вулcano-плутоническими структурами, а также субвулканическими интрузиями, силлами и дайками кислого и умеренно-кислого состава, адуляр-карбонатно-кварцевый состав рудных тел, низкотемпературные гидротермальные изменения вмещающих пород, тонкое свободное золото преимущественно низкой пробы, а также ассоциация золота с сульфидами, теллуридами и селенидами серебра, сурьмы и ртути. Во вмещающих породах вышеперечисленных месторождений и рудопроявлений авторами установлены повышенные концентрации платиноидов.

ПОКРОВСКОЕ золоторудное месторождение расположено на периферии Гонжинского выступа Буреинского массива, в краевой части наложенного на него Ушумунского мезозойского прогиба (Моисеенко, Эйриш, 1996; Приамурская..., 2008). Последний выполнен юрскими угленосными толщами песчаников, алевролитов и аргиллитов. Эти терригенные толщи перекрываются вулканогенной молласой и вулканитами мелового возраста и прорваны одновозрастными с последними гранитоидами (рис. 15).

Практически весь рудовмещающий комплекс пород месторождения (осадочные породы фундамента, гранитоиды, вулканические породы, дайки) в той или иной степени подвергнуты пропилизации, аргиллизации, окварцеванию и сульфидизации. Месторождение относится к золото-серебряной (золото-халцедоново-кварцевой) формации. Здесь выявлено 5 рудных тел (Главное, Новое, Зейское, Молодежное и Озерное), представляющих собой субгоризонтальные, изометричные (мульдообразные) прожилково-жилые зоны, приуроченные к зонам трещиноватости и брекчирования, фиксирующим субгоризонтальные контракционные трещины купольной части Сергеевской интрузии Дементенко, 1997). Мощность рудных тел 0.5-70.1 м, составляя в среднем 16.2 м. Четких границ они не имеют и выделяются только по данным опробования. Представляют собой совокупность круто- и пологопадающих кварцевых и кварц-карбонатных жил, прожилков штокверкого типа, а также брекчий кварцевого состава. При этом кварцевые жилы являются как бы "стержневыми" в этих зонах. Их количество в каждой зоне достигает 4-5.

Прожилковое окварцевание развито со стороны висячего бока рудных тел, кварцевые брекчии характерны для лежащего бока. Суммарная площадь рудных тел превышает 410 тыс.м². Промышленную ценность представляют Au и Ag. Средние содержания золота в рудных телах – 4.4 г/т, серебра – 8.1 г/т. Основными рудными минералами являются пирит, арсенопирит, халькопирит, сфалерит, магнетит, гематит, золото, аргентит, марказит, галенит, пирротин, электрум, полибазит, пираргирит, молибденит, блеклая руда, антимонит, киноварь. Количество рудных минералов 1-3%. Жильные минералы: кварц, адуляр, кальцит, хлорит. По классификации ГКЗ по сложности геологического строения месторождение отнесено к III группе. Содержание вредных примесей не превышает сотых долей процента. Проба самородного золота 670-735, в среднем 680-690. С 1999 г. начата отработка месторождения Покровским рудником методом кучного выщелачивания.

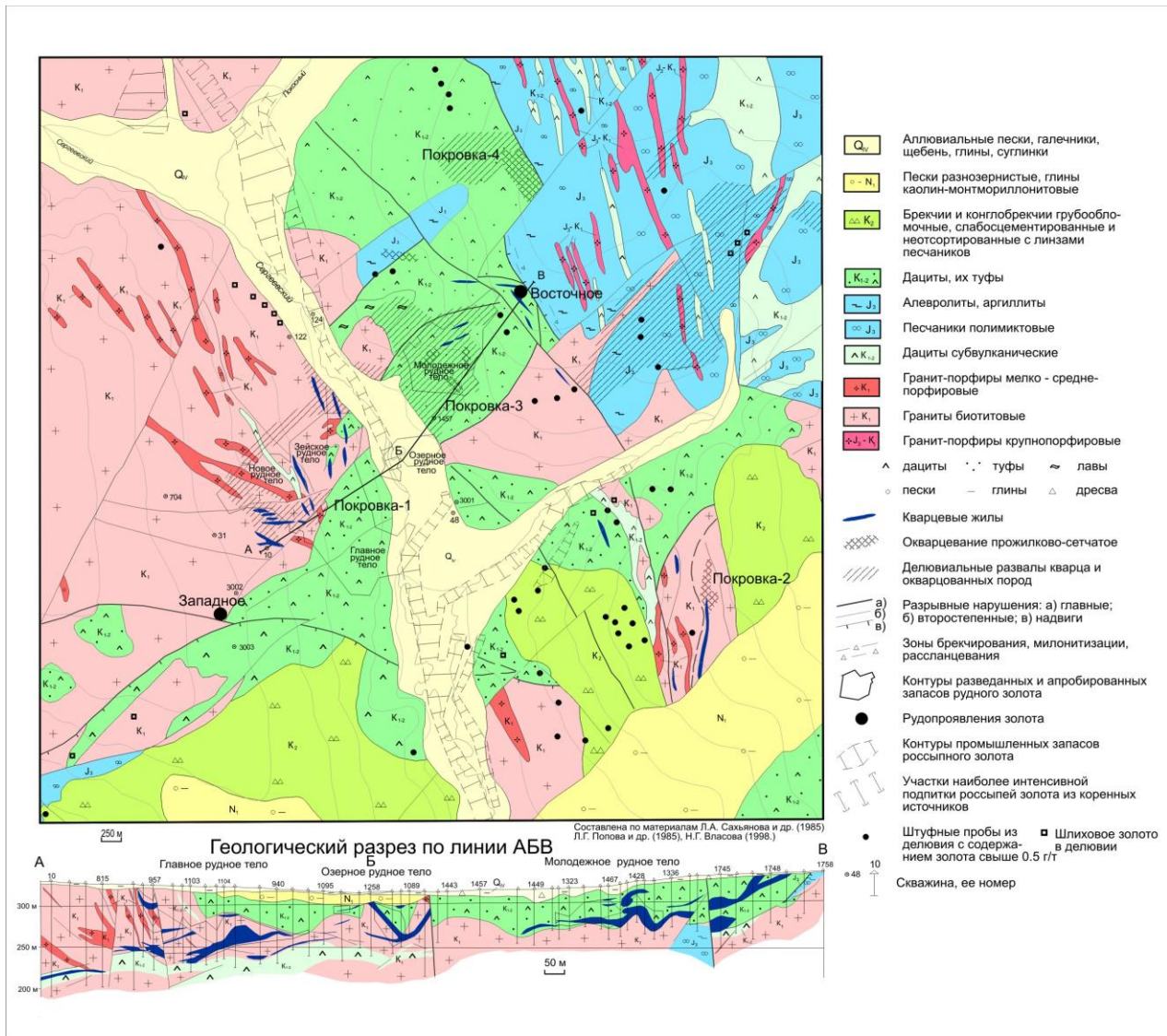


Рис. 15. Геолого-структурная схема Покровского золоторудного месторождения (Дементьенко, 1997)

Распределение платиноидов в рудах месторождения. Были отобраны дополнительные штучные пробы из рудных тел Главное и Молодежное. Методами атомно-абсорбционного анализа (ИГиП, г.Благовещенск) и инверсионным вольтамперометрическим анализами (ТПУ, г.Томск) получены следующие результаты (табл. 17) (Степанов, 2000; Мельников, Хряпченко, 2005; Мельников, 2006):

1. Из 10 проанализированных штучных проб содержание платины установлено в количестве 0.132-0.42 г/т. Это свидетельствует о том, что золотоносные руды месторождения несут повышенные концентрации платины.

2. Содержание палладия в этих же рудах составляет 0.01-0.038 г/т.

3. Содержание рутения в этих же рудах составляет 0.083-0.139 г/т.

4. Содержание платиноидов в различных типах руд следующее: 1) в кварцевожилковых с сульфидами и пустотками выщелачивания карбоната агрегатах – Pt - 0.16-0.39 г/т (среднее 0.32 г/т), Pd - 0.01-0.038 г/т (среднее 0.027 г/т), Ru – 0.111-0.139 г/т (среднее 0.125 г/т); 2) в березитизированных гранитоидах с кварц-карбонат-сульфидными прожилками - Pt – 0.26-0.42 г/т (среднее 0.34 г/т), Pd – 0.016-0.031 г/т (среднее 0.24 г/т), Ru – 0.111-0.125 г/т (среднее 0.119 г/т); 3) в ксенолитах окварцованных и сульфидизированных метаморфических пород - Pt - 0.18-0.261 г/т (среднее 0.23 г/т), Pd – 0.02-0.025 г/т (среднее 0.023 г/т), Ru – 0.083 г/т; 4) в сульфидизированных взрывчатых брекчиях - Pt – 0.166-0.32 г/т (среднее 0.27 г/т), Pd – 0.01-0.021 г/т (среднее 0.011 г/т), Ru – 0.083-0.111 г/т (среднее 0.098 г/т).

**Содержание благородных металлов в гидротермально измененных породах и рудах
Покровского месторождения**

Таблица 17

Номера проб	Содержание г/т						
	Атомно-абсорбционный анализ					ИВАА	
	Pt	Pd	Ir	Ru	Os	Pt	Pd
<i>1. Березитизированные гранитоиды с жилами и прожилками кварц-карбонатного состава и вкрапленностью сульфидов</i>							
A-1028	0.42	0.014	0.010	0.097	0.028	0.282	0.021
A-1029	0.26	0.018	<0.005	0.125	0.028	0.361	0.016
A-1032	0.40	0.018	0.010	0.111	0.021	0.364	0.031
<i>2. Пропилитизированные вулканиты, каолинизированный с прожилками кварц-карбонатного состава и вкрапленностью сульфидов</i>							
A-1036	0.23	0.030	<0.005	0.083	0.022	0.332	0.028
<i>3. Кварцевожильные с сульфидами и пустотками выщелачивания карбоната агрегаты</i>							
A-1031	0.16	0.022	0.010	0.111	0.021	0.132	0.038
A-1037	0.39	0.013	<0.005	0.139	0.022	0.284	0.010
<i>4. Эксплозивные брекчии с кварц-карбонатными прожилками и вкрапленностью сульфидов</i>							
A-1030	0.32	0.018	<0.005	0.111	0.021	0.254	0.021
A-1034	0.26	0.010	0.010	0.097	0.022	0.166	0.016
A-1035	0.30	0.016	<0.005	0.083	0.019	0.231	0.021
<i>5. Ксенолит окварцованной и сульфидизированной метаморфической породы в граните</i>							
A-1033	0.18	0.020	<0.005	0.083	0.020	0.261	0.025

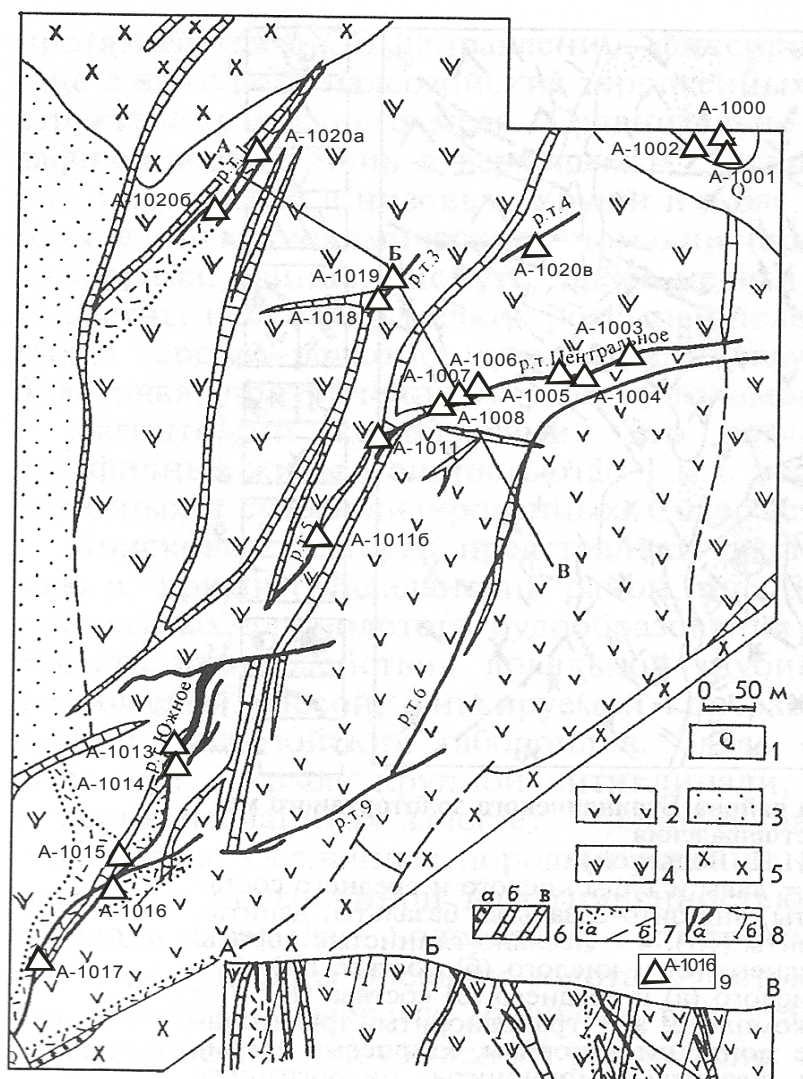
Примечание: ИВАА - инверсионный вольтаинерометрический анализ; навеска проб 10-30 г.

БУРИНДИНСКОЕ золото-серебряное месторождение расположено в бассейне р.Буринда, левого притока р.Амур, в 10 км от пос. Талдан. Оно открыто в 1972-75 гг. В 1985-1990 гг. проведены поисково-оценочные работы. В структурном отношении оно расположено в западном обрамлении Гонжинского выступа фундамента и занимает юго-восточную часть крупной палеовулканической структуры (Талданское вулканическое поле), сложенной вулканитами и субвулканическими образованиями андезито-дацитовый и риолито-дацитовый формации (Моисеенко, Эйриш, 1996; Эйриш, 2002) (рис. 16).

Интрузивные образования представлены телами раннемеловых гранитов и гранодиоритов мезо-гипабиссального верхнеамурского комплекса и гипабиссальными трещинно-пластовыми телами диорит-гранодиоритовой формации буриндинского комплекса. Разрывная тектоника представлена двумя крупными сквозными структурами - Амуро-Зейским глубинным разломом субширотной ориентировки и Талданским близмеридиональным разломом, который является рудоконцентрирующим Месторождение локализовано в пределах вулкано-тектонического грабена, сложенного нижнемеловыми покровными вулканитами и экструзивными андезитами. Все породы в пределах рудного поля в той или иной степени подвергнуты площадной пропилитизации и аргиллизации, часто окварцованы или превращены во вторичные кварциты.

В пределах рудного поля месторождения выделено 11 рудных тел, которые представлены мелкими и крупными жилами, имеющими кварцевый, карбонат-кварцевый и кварц-карбонатный состав, а также зонами прожилкового окварцевания того же состава. Протяженность рудных тел 80-1200 м, средняя мощность 2.4 м, при вариациях от 0.5 до 15 м. На глубину до 400 м они оценены скважинами колонкового бурения. Рудные тела имеют близмеридиональную и северо-восточную ориентировку, крутое (70-80°) падение к востоку и юго-востоку и сопровождаются мощными (до 12-15 м) зонами аргиллизированных пород с густой сетью кварцевых и кварц-карбонатных прожилков. Рудных минералы: золото,

галенит, пирит, сфалерит, аргентит, пираргирит, халькопирит, прустит, самородное серебро и минерал из группы блеклых руд. Акцессорные минералы: апатит, титаномагнетит, циркон, монацит, турмалин.



1 – четвертичный аллювий; 2 – талданская свита: андези-дациты, туфы, туффиты ($K_1 t1$); 3 – осежинская свита: песчаники с прослоями алевролитов ($J_3 os$); 4 – субвулканические интрузии талданского комплекса ($K_1 t$): андезиты, андези-дациты, лавобрекчии; 5 – габбиссальные интрузии: гранодиориты, кварцевые монцодиориты (K_1); 6 – дайки гранит-порфиров (а), андезитов (б), андези-дацитов (в) (K_1); 7 – брекчированные породы (а), разломы (б); 8 – рудные тела (а), буровые скважины (б); 9 – место отбора штуфных проб и их номера.

Рис. 16. Геологическая карта Буриндинского месторождения (Эйриш, 2002)

Основными полезными компонентами руд являются золото и серебро. Золото мелкое и тонкодисперсное, размером от 0.07 до 0.001 мм и менее. Цвет серебристый, светлый, желтоватый, реже зеленоватый. Форма золотинок дендритовидная, крючковатая, лепешковидная, реже комковидная и губчатая. Золото отмечается в самородном виде и в сростках с аргентитом. Проба золота - 597-671 (в среднем 627). Серебро образует собственные минералы (аргентит, прустит и пираргирит), а также отмечается в самородном виде. Месторождение относится к золото-серебряной, убогосульфидной формации. Средние содержания золота и серебра составляют, соответственно, от 5.2 до 9.4 г/т и от 32 до 48.5 г/т. Месторождение по запасам золота мелкое.

Распределение платиноидов в рудах месторождения. Анализ геохимических данных, полученных на основе инверсионно-вольтамперометрического определения платиноидов в сульфидизированных метасоматитах и жильных кварц-золото-сульфидных рудах

Боргуликанского месторождения (табл. 18), проведенного в лаборатории Томского политехнического университета (аналитики Г.А. Новикова, З.С. Михайлова, Е.В. Яговкина; чувствительность анализов 1×10^{-7} % мас., воспроизводимость 90 %, навеска пробы 5-10 г), показал следующее (Мельников, 2006):

Содержание благородных металлов в метасоматитах и рудах

Таблица 18

Номера проб	Содержание г/т						
	Au	Pt	Pd	Ir	Os	Ru	Rh
<i>1. Брекчированные кварцевые диориты и диоритовые порфириды с кварц-карбонат-сульфидными жилами и прожилками</i>							
A-1001	0.11	0.07	0.28	0.008	0.01	0.005	0.002
A-1013	0.44	0.38	0.30	0.01	0.02	0.005	0.002
A-1020 ^o	8.12	1.01	0.35	0.013	0.02	0.005	0.002
<i>2. Жильный кварц с прожилками и вкрапленностью сульфидов</i>							
A-1003	0.80	0.02	0.096	0.01	0.02	0.005	0.001
A-1008	0.78	0.18	0.1	0.01	0.01	0.005	0.001
A-1009	0.81	0.33	0.11	0.01	0.02	0.005	0.001
A-1012	2.16	0.78	0.099	0.011	0.02	0.005	0.001
A-1017	0.70	0.21	0.11	0.01	0.01	0.005	0.001
<i>3. Пропилитизированные андезиты, кварцевые диориты и диоритовые порфириды с убогой вкрапленностью сульфидов (до 3%)</i>							
A-1010	0.30	0.07	0.2	0.01	0.01	0.003	0.008
A-1011	0.23	0.022	0.21	0.03	0.02	0.004	0.008
A-1015	0.51	0.28	0.23	0.03	0.02	0.002	0.01
A-1016	3.36	0.43	0.2	0.05	0.02	0.004	0.01
A-1018	0.81	0.42	0.25	0.03	0.01	0.006	0.008
A-1019	0.41	0.37	0.21	0.02	0.01	0.002	0.01
<i>4. Окварцованные и сульфидизированные андезиты, кварцевые диориты и диоритовые порфириды</i>							
A-1020	0.09	0.012	0.05	0.01	0.02	0.005	0.007
A-1020 ^б	3.01	0.49	0.11	0.01	0.02	0.005	0.008
<i>5. Кварцевые диориты и диоритовые порфириды с кварц-серцит-карбонат-сульфидными жилами и прожилками</i>							
A-1000	0.22	0.11	0.11	0.008	0.02	0.005	0.002
A-1002	0.31	0.36	0.19	0.008	0.01	0.005	0.002
A-1005	2.86	1.82	0.27	0.008	0.02	0.005	0.002
A-1006	0.55	0.29	0.21	0.008	0.02	0.005	0.002
A-1007	0.38	0.43	0.13	0.008	0.01	0.005	0.002
<i>6. Монофракции пирита II генерации</i>							
A-1003	0.22	0.01	0.016	0.008	0.02	0.005	0.03
A-1008	2.75	0.45	0.11	0.008	0.02	0.005	0.03
A-1009	1.97	0.37	0.17	0.008	0.02	0.005	0.03
A-1012	6.25	1.63	0.23	0.008	0.02	0.005	0.03
<i>7. Монофракции пирита III генерации</i>							
A-1003	4.45	0.56	0.056	0.01	0.02	0.006	0.02
A-1008	0.11	0.07	0.033	0.01	0.02	0.006	0.02
A-1009	5.17	0.47	0.045	0.01	0.02	0.006	0.02
A-1017	8.12	1.21	0.099	0.01	0.02	0.006	0.02

1. Из 27 проанализированных штучных проб содержание платины установлено в количестве 0.01-1.82 г/т (среднее – 0.75 г/т). Это свидетельствует о том, что в данном месторождении все типы руд несут значительные концентрации платины, по сравнению с рудами месторождения «Покровское».

2. Содержание палладия в этих же рудах обычно не превышает 0.05-0.1 г/т, редко отмечаются содержания 0.2-0.35 г/т.

3. Сульфидизированные, окварцованные андезиты и диоритовые порфириты содержат до 0.49 г/т Pt, кварц-серицит-карбонатные прожилки – до 1.82 г/т Pt и 0.27 г/т Pd, пропилиты с халькопиритом – до 0.43 г/т Pt и 0.35 г/т Pd, пропилитизированные андезиты – 0.65 г/т Pt. Аномально повышенные концентрации платины установлены в жильном кварце с пирит-халькопиритовой минерализацией - 1.82 г/т.

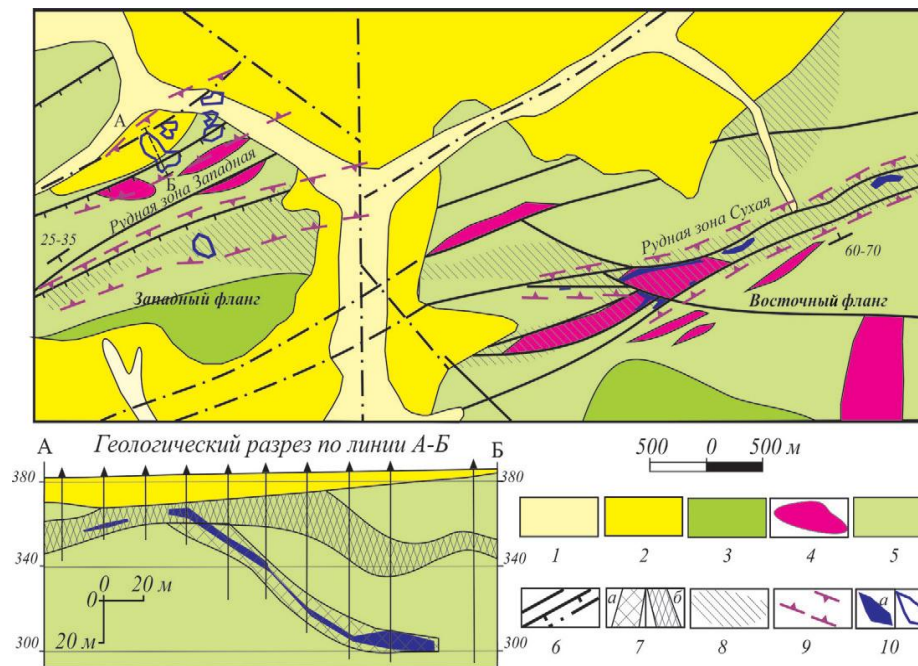
4. Оценка среднего содержания Pt и Pd в сульфидизированных пропилитах составила, соответственно, 0.28 г/т и 0.22 г/т (6 проб), для пропилитизированных вулканитов с прожилково-вкрапленной ми-нерализацией - 0.29 г/т и 0.1 г/т (2 пробы), для кварц-карбонат-серицит-сульфидных образований – 0.65 г/т и 0.21 г/т (5 проб), для брекчированных кварцевых порфиритов с кварц-карбонатными прожилками – 0.56 г/т и 0.31 г/т (3 пробы), для кварцевожильных образований с сульфидами – 0.43 г/т и 0.1 г/т (5 проб), а для монофракций пирита II и III генераций – 0.85 г/т.

3. Монофракции пирита II и III генераций характеризуются устойчиво умеренными концентрациями платины в пределах 0.85-1.63 г/т. При этом максимальное содержание этого элемента в пиритах составляет 0.01-0.85 г/т, а максимальное – 1.21-1.63 г/т. Сульфидизированные и окварцованные андезиты содержат до 0.49 г/т Pt, кварц-карбонатные прожилки – до 1.01 г/т Pt и 0.35 г/т Pd, пропилиты с халькопиритом – до 0.43 г/т Pt и 0.35 г/т Pd, пропилитизированные андезитовые туфы – 0.65 г/т Pt. Лишь в жильном кварце с пирит-халькопиритовой минерализацией, выявлены аномально повышенные концентрации платины в 1.82 г/т.

ЖЕЛТУНАКСКОЕ Au-Ag месторождение расположено в вершине р. Желтунак, левого притока р. Тыгда (бассейн р. Зея) в Тыгда-Улунгинском узле. Площадь его сложена преимущественно меловыми эффузивами (рис. 17). В нижней части разреза залегают андезиты, андезидациты, их туфы и брекчиевые лавы. Эти образования относятся к талданской свите нижнего мела и занимают западный, восточный и южный фланги участка. Выше залегают дациты, андезидациты, риодациты и туфы различного состава, относимые к нижнемеловой керакской свите и занимающие центральную часть участка. На рудопроявлении выделяются также субвулканические андезиты и андезибазальты мелкопорфировые и афировые, относимые к верхнемеловому галькинскому комплексу. В северной части участка по геофизическим данным под аллювием р. Желтунак предполагается жерло палеовулкана, выполненное экструзией андезитов.

На площади месторождения эффузивные и субвулканические образования подвержены интенсивным гидротермальным изменениям. Здесь широко проявлены пропилиты (альбит-хлорит-карбонатные и альбит-хлорит-монтмориллонитовые), адуляр-кварц-гидрослюдистые с каолином ассоциации и кварцевые гидротермалиты. С последними связано золотое оруденение. Кварцевые гидротермалиты представлены кварцевыми жилами, зонами брекчий с кварцевым цементом и зонами прожилкового окварцевания.

Кварцевые жилы имеют сложную морфологию, часты в них раздувы, пережимы, многочисленны апофизы. Мощность их изменяется от 0.1 до 8.4 м, простирание их субширотное и северо-восточное, падение крутое на север и северо-запад под углами 70-80°. В кварцевых жилах выделяются участки различной текстуры: полосчатые, крустификационные, колломорфные, кокардовые, брекчиевые и друзовые. Кварцевые гидротермалиты на 90-95 % состоят из кварца. Как сопутствующие минералы выступают серицит, гидрослюды, адуляр и карбонаты. Выделяется два вида кварцевых гидротермалитов брекчиевой текстуры. В первом обломки вулканитов цементируются кварцевым агрегатом, аналогичным кварцевым ассоциациям из кварцевых жил. Во втором в виде обломков присутствуют кварцевые агрегаты, аналогичные вышеописанным, но сцементированы они криптокристаллическим кварцевым агрегатом.



1 – четвертичные аллювиальные отложения; 2 – неогеновые отложения сазанковской свиты (пески, глины, алевроиты); 3 – галькинская свита (K_2): трахидацинты, дациты, риодациты, их туфы; 4 – талданский комплекс (K_1): дациты, дацит-порфиры; 5 – талданская свита (K_1): андезиты, дациты, их туфы, лавокластиты; 6 – разломы, в том числе надвиги и перекрытые аллювием; 7 – разрывные нарушения на разрезе: а – зоны трещиноватости, б – брекчирования; 8 – ареалы развития кварц-серпичит-гидрослюдистых метасоматитов; 9 – рудные зоны; 10 – рудные тела: а – выходы рудных тел на поверхность; б – проекции рудных тел на горизонтальную плоскость

Рис. 17. Геологическая схема и разрез месторождения Желтунак (Мельников, Степанов, 2017)

Зоны прожилкового окварцевания представляют собой линейные участки гидротермально измененных вулканитов, насыщенные густой сетью беспорядочно ориентированных кварцевых прожилков (от нитевидных до 2 см) с густотой их до 80 на 1 пог.м. На месторождении установлено 4 субпараллельных субширотных зоны кварцевых брекчий с крутым ($70-80^\circ$) падением. Зоны имеют сложную морфологию и местами переходят в жилы. Протяженность их до 180 м, мощность - от 5 до 23 м. Среднее содержание золота по зонам составляет 2.2 г/т.

В 2005 г. по данным атомно-абсорбционного анализа (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН) в 12 штучных пробах из метасоматических кварцевых брекчий с пиритом и халькопиритом установлены содержания (г/т): Pt - 0.12-0.88, Pd - 0.022-0.52, Ir - 0.01-0.028, Os - 0.01-0.025, Ru - < 0.05, Rh - 0.01-0.015, Au - 0.23-1.22 (Мельников, 2006).

ДАКТУНАКСКОЕ Au-Ag рудопроявление расположено в бассейне р. Дактунак, правого притока р. Малая Улунга (бассейн р. Зея) в Тыгда-Улунгинском золотоносном узле. Рудопроявление приурочено к Улунгинской вулcano-структуры. В 1984-86 гг. были проведены поисковые работы. В результате работ выявлена зона прожилкового окварцевания и аргиллизации северо-восточного простирания шириной около 500 м, протяженностью 2000 м. В строении рудопроявления принимают участие покровные нижнемеловые вулканиты талданской свиты (андезиты и их туфы), дациты талданского субвулканического комплекса, а также молодые субвулканические породы керакского комплекса (дайки гранит-порфиров и риолитов). Кварцево-жильная зона локализуется в центральной части субвулканической интрузии дацитов и на контакте с покровными вулканитами керакского комплекса. Во внутренней части зоны на всем ее протяжении установлены интенсивно измененные, часто окварцованные по массе или полностью замещенные кварцем породы. В них развиты мелкие ветвящиеся прожилки серого

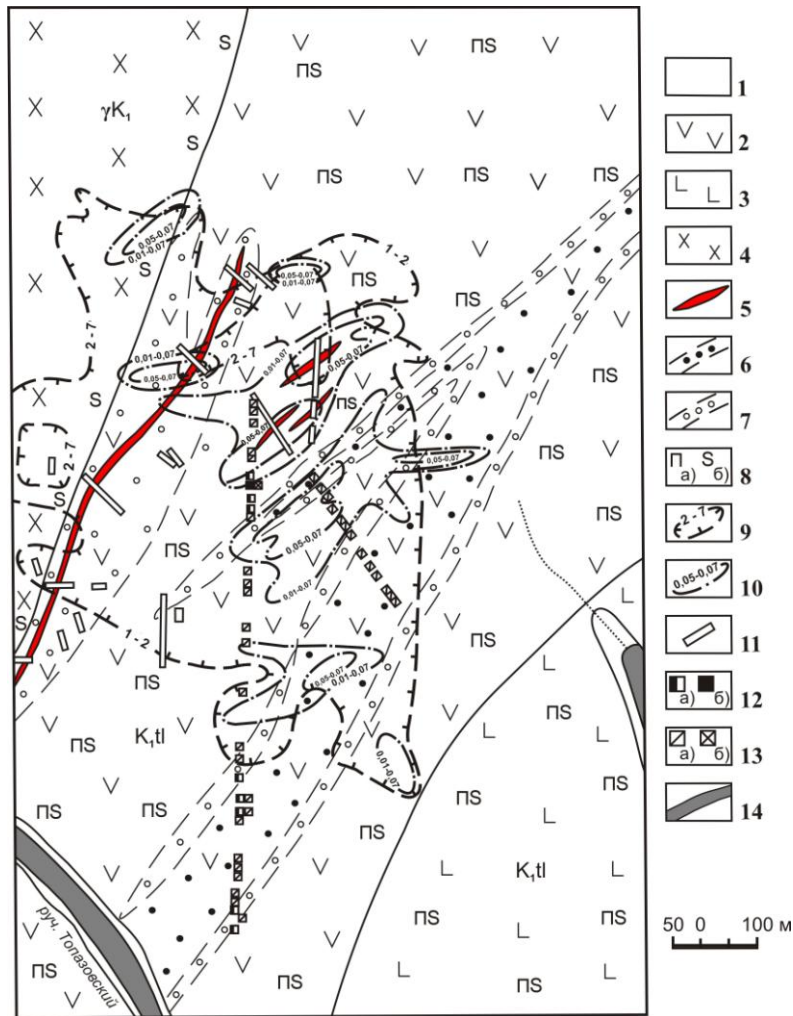
тонкозернистого и скрытокристаллического кварца с пустотами и полостями, в которых он переходит в друзовидный. По массе кварц желтовато-бурый, обохренный. Мощность отдельных прожилков до 1-2 см. В местах сгущений прожилков породы приобретают брекчиевидную текстуру. Брекчии кварцевого и серицит-кварцевого состава. Обломки брекчий – кварцевые метасоматиты, аргиллизиты, размер обломков до 1-2 см. Цемент – кварцевый. Мощность тел брекчий – 0.5-11 м, азимут падения 320-355°, угол падения 45-60°. Ширина зоны интенсивно измененных пород гидротермально обеленных, обохренных, окварцованных по массе и по прожилкам – 1500-2000 м. Ближе к периферии зоны степень окварцевания ослабевает. Периферийные части зоны с обеих сторон сложены пропицитизированными разностями пород. На периферии развиваются такие вторичные минералы, как кварц, серицит, хлорит, карбонат, пирит, лейкоксен, альбит. Au установлено в 30% отобранных в пределах зоны проб из канав и скважин в количестве 0.01-0.8 г/т. Кроме Au, в этих же и других пробах часто встречаются Mo (0.0001-0.01%), W (0.01-0.03%), As (0.1-0.3%) и Ag (до 4 г/т).

В 2005 г. по данным атомно-абсорбционного анализа (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН) в 8 штуфных пробах из брекчий кварцевого и серицит-кварцевого состава установлены содержания (г/т): Pt - 0.018-0.76, Pd - 0.008-0.36, Ir - 0.01-0.038, Os - 0.01-0.033, Ru - < 0.05, Rh – 0.01-0.02, Au – 0.21-0.78. Рудные минералы – пирит (Мельников, 2006).

ТОПАЗОВСКОЕ золоторудное проявление расположено в бассейне руч. Топазовский, правого притока р. Левая Буринда, Осежинский золотоносный узел. В геологическом строении рудопроявления принимают участие вулканиты талданской свиты, представленные мелкопорфировыми андезитами и туфоподобными обломочными породами (рис. 18).

В северо-западной части рудопроявления они прорваны раннемеловыми интрузиями буриндинского мезогипабиссального комплекса, представленными среднезернистыми монцитито-диоритами второй фазы. На контакте этой интрузии с покровными образованиями талданской свиты в 1973-75 гг. были вскрыты бесструктурные метасоматиты серицит-хлорит-карбонат-кварцевого состава, внутри которых обособляются кварцевая жила мощностью до 2 м северо-восточного простирания. В 1983 г. проведено изучение непосредственных флангов выявленного рудного тела, а также заверка установленных здесь вторичных ореолов золота и серебра. В результате работ были вскрыты 2-мя линиями скважин 2-е зоны метасоматитов северо-восточного простирания с шириной выхода на поверхность 50 и 200 м, прослеженные соответственно на 250 и 600 м. Первая зона сложена бесструктурными метасоматитами серицит-карбонат-кварцевого состава. Краевые части второй зоны сложены бесструктурными метасоматитами серицит-хлорит-карбонат-кварцевого состава с шириной выхода на поверхность до 20 м; центральные части представлены существенно кварцевыми метасоматитами с шириной выхода до 100 м. В них выделяются кварцевые жилы мощностью 0.5-3.0 м. Зоны метасоматитов характеризуются слабой золотоносностью с содержанием Au до 0.2-0.3 г/т, Ag – 1.2 г/т. В кварцевых жилах 2-й зоны содержание Au достигает 0.6 г/т, в отдельных пробах – до 1 г/т, Ag содержится в отдельных пробах в количестве до 20 г/т. Проведенные поисковые работы масштаба 1:10000 на участке Топазовском-2, расположенном в 3 км к юго-западу от самого рудопроявления вскрыли несколько кварц-карбонатных и кварцевых жил и зон, содержание Au до 0.3 г/т и только в одной пробе содержание до 20 г/т.

В 2005 г. по данным атомно-абсорбционного анализа (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН) в 4-х штуфных пробах из метасоматитов серицит-хлорит-карбонат-кварцевого состава с сульфидами установлены содержания (г/т): Pt – 0.11-0.668, Pd – 0.02-0.26, Ir - 0.01-0.09, Os – 0.004-0.008, Ru - <0.05, Rh – 0.02-0.052, Au – 0.22-0.78. Рудные минералы - халькопирит, пирит (Мельников, 2006).



1 - галечник с валунами, гравием, пески, глинистые пески с дресвой и щебнем, торф; 2 - андезиты мелкопорфировые, андезито-дациты мелкопорфировые зеленые, реже сиреневые талданской свиты нижнего мела; 3 - туфоподобные кристалл-литокластические, витрокристаллкластические обломочные породы андезитового состава талданской свиты нижнего мела; 4 - монцитодиориты среднезернистые II фазы буридинского комплекса раннего мела; 5 - кварцевые жилы; 6-7 - метасоматиты безструктурные: б - кварцевые, 7 - серицит-кварцевые, хлорит-серицит-карбонат-кварцевые; 8 - гидротермальные изменения пород: а) пропилитизация, б) сульфидизация; 9-10 - вторичные ореолы (литохимические) рассеяния: 9 - серебра (содержание г/т), 10 - золота (содержание г/т); 11 - каналы; 12 - штуфные пробы из скважин каротажного бурения с Au: а) 0.01-0.9 г/т, б) 1-9 г/т; 13 - штуфные пробы из скважин каротажного бурения с Ag: а) 1-9 г/т, б) 10-20 г/т; 14 - россыли золота.

Рис. 18. Геологическая схема рудопроявления Топазовское

УЛЬДУГИЧИНСКОЕ Au-Au-Ag рудопроявление расположено в верховьях р. Малые Ульдугичи в юго-восточной части Коврижкинского вулканического поля, сложенного трахириолитами условно позднемелового возраста, залегающими на юрских осадочных породах. Вулканические образования представлены лавовыми, экструзивными и дайковыми фациями. В центральной и южной частях поля в зоне тектонических нарушений северо-восточного простирания маршрутными исследованиями выявлена рудоносная структура протяженностью более 3 км и шириной 800 м. Она представлена серией сближенных линейных зон гидротермально измененных пород, кварцевых жил и участков прожилкового окварцевания. Вторичные изменения заключаются в интенсивном окварцевании пород, их карбонатизации, сульфидизации, аргиллизации. Поля метасоматитов и гидротермалитов фиксируются вторичным геохимическим ореолом рассеяния Au и Ag. Рудная минерализация представлена арсенопиритом, пиритом, пирротинном, халькопиритом, антимонитом,

гематитом, галенитом, сфалеритом, самородным золотом. Штуфным опробованием делювиальных образований установлены содержания Au – 0.1-37.6 г/т, Ag – 0.00001-0.01%, As – до 3%, Sb – до 0.15%, Bi – до 0.002%. Проявление локализовано среди массивных и флюидальных трахириолитов с углами падения флюидальности 45-90°, что свидетельствует о принадлежности пород к экструзивной фации. Поверхностными горными выработками вскрыта зона брекчированных, аргиллизированных и окварцованных пород мощностью более 60 м, по простиранию зона прослежена по делювиальным высыпкам более чем на 3000 м. Простирание зоны субширотное, углы падения отдельных кварцевых и кварц-адуляровых жил крутые – 85-90°. Пробирный анализ бороздовых проб показал содержания Au – 0.1-6.1 г/т, Ag – 1.0-5.0 г/т. В двух параллельных горных выработках установлены средние содержания Au – 0.75 и 1.0 г/т на мощность 17 и 12 м соответственно. Среднее содержание Ag – 1.6 г/т. Всего в пределах рудоносной структуры зафиксировано пять субпараллельных линейных зон гидротермально измененных пород. Геологическое строение участка, типы гидротермальных изменений, ассоциация золота с серебром позволяют отнести оруденение к золото-серебряной формации в кварцевых и кварц-адуляровых метасоматитах в связи с вулканогенными образованиями позднемелового возраста.

В 2005 г. по данным атомно-абсорбционного анализа (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН) в 5-ти штуфных пробах из кварцевых кварц-адуляровых метасоматитов установлены содержания (г/т): Pt – 0.003-0.993, Pd – 0.06-0.468, Ir - 0.01-0.025, Os – 0.004-0.011, Ru - <0.05, Rh – 0.02-0.048, Au – 0.22-0.97. Рудные минералы - арсенопирит, пирит, пирротин, халькопирит, галенит, сфалерит.

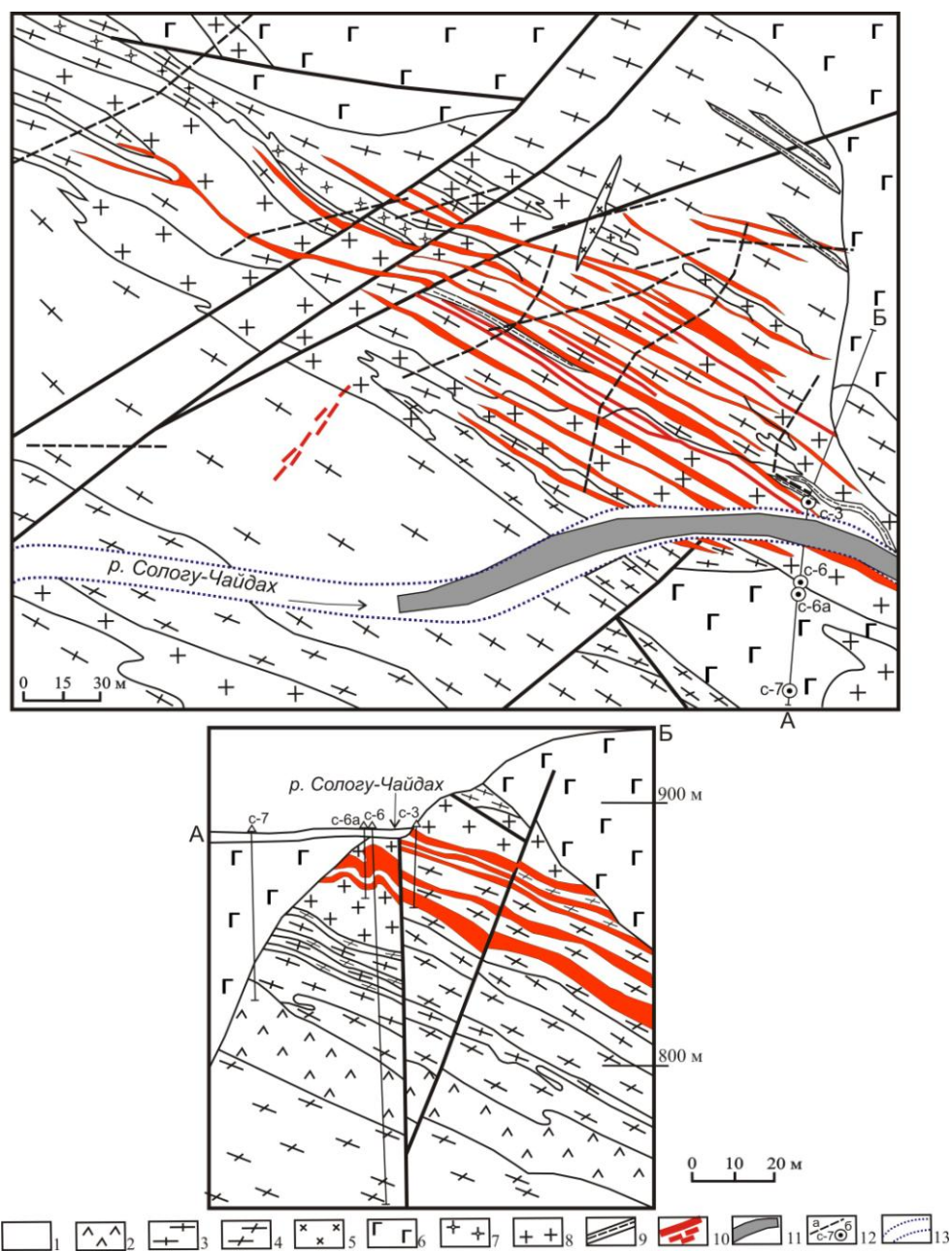
3.3. Золоторудные месторождения и рудопроявления плутоногенно-метаморфогенного класса

Месторождения и рудопроявления плутоногенно-метаморфогенного класса (Колчеданный Утес, Маломыр, Токурское, Ворошиловское, Сагурское, Харгинское, Афанасьевское, Эльгинское, Счастливое, Храброе, Анатоьевское, Буяновское и др.) объединяет приуроченность к терригенным углеродсодержащим и вулканогенно-осадочным комплексам Монголо-Охотского геоблока, метаморфизованным в фации зеленых сланцев, парагенетическая связь с метаморфическими куполами, а также малыми интрузиями и дайками «пестрого» состава, слабо выраженный метасоматоз вмещающих оруденение пород, переменное содержание в рудах сульфидов (пирит, реже арсенопирит), состав руд от преобладающих золото-кварцевых до золото-сульфидных, золото-мышьяковый геохимический спектр, средняя проба золота, которое является единственным полезным компонентом руд (Мельников, 2008).

Золоторудное месторождение КОЛЧЕДАНЫЙ УТЕС находится в хр. Джугдур в Северо-Становой золотоносной зоне. Оно известно с 1908 г. и неоднократно посещалось и изучалось многими исследователями. В районе месторождения развиты разнообразные нижнеархейские гнейсы и кристаллические сланцы: пироксеновые, биотит-пироксеновые, роговообманково-пироксеновые с подчиненными прослоями амфиболитов, мрамора, кальцифиров, гранат- и графитсодержащих пород, прорванных архейскими ультрабазитами, пироксеновыми и аляскитовыми гранитами, а также многочисленными дайками габбро-диабазов, небольшими массивами меловых гранитоидов и кварцевых диоритов и дайками фельзитов, гранит- и гранодиорит-порфиоров, диоритовых порфириров и спессартитов. Дислоцированные архейские толщи простираются на северо-запад (рис. 19). В этом же направлении ориентированы массивы меловых гранитоидов, а дайки порфирировых пород простираются на северо-восток (Сушкин, 1991, 2000).

Рудное поле представляет собой линейную, вытянутую в СЗ направлении систему сближенных минерализованных зон протяженностью более 5 км при ширине 1,5-2 км. Рудная зона прослежена на СЗ от долины р. Сологу-Чайдах на 150 м при ширине 15-60 м. Она образована многочисленными кварц-пиритовыми жилообразными телами с неровными расплывчатыми контактами, раздувами и пережимами. Их мощность до 2.5 м, падение на

северо-восток под углами 20-60°, преимущественно согласно с вмещающими гнейсами. Наблюдались и секущие контакты. Текстура руд вкрапленная, массивная, местами брекчиевидная. Руды метасоматические.



1 - аллювиальные четвертичные отложения; 2 - андезит-дациты (K_1); 3 - амфиболовые сланцы (AR); 4 - амфиболовые гнейсы (AR); 5 - дайки диоритовых порфиритов (K_1); 6 - габбро-диабазы, метаультрабазиты (PZ_3); 7 - плагиограниты (AR); 8 - граниты пироксеновые, биотит-пироксеновые (AR); 9 - горизонты кальцифиров и мраморов; 10 - кварцево-сульфидные (пиритовые) золоторудные тела, кварцевые жилы; 11 - россыпь золота; 12 - а) линии канав, б) буровые скважины и их номера; 13 - водотоки.

Рис. 19. Геологическая схема и разрез месторождения Колчеданный Утёс (Сушкин, 2000)

В рудах доминирует пирит (20-90%) при подчиненной роли халькопирита (5-15%), магнетита, сфалерита, пирротина. Пирит октаэдрический, в отличие от кубического из безрудных и околорудных пород. Кварц (30-70%) образует ячеистый каркас, отдельные прожилки и гнезда, иногда друзы мелких кристаллов горного хрусталя. Рудные тела разобщены интенсивно окварцованными безрудными гнейсами и пегматоидными

микроклин-плагиоклазовыми метасоматитами. С поверхности рудные тела интенсивно окислены с образованием лимонита, азурита, малахита, ярозита. Содержание Au в рудах неравномерное - от 1-2 до 120 г/т, обычно 5-20 г/т, Ag - 6-20 г/т (до 6.1 г/т). Au визуально наблюдается редко в виде пластинок (до 2 мм). Основная масса Au связана с пиритом (до 167 г/т), где оно образует включения величиной от 0.001 до 0.2 мм.

Выделяются 3 генерации Au: 1) раннее средней пробы (780-850), тесно ассоциирующее с пиритом и халькопиритом, мелкое и тонкое; 2) более крупное (до 1 мм и более) высокопробное (830-990) в парагенезисе с кварцем и перекристаллизованными сульфидами; 3) гипергенное тонкое и мелкое, ассоциирующее с окислами и гидроокислами металлов. Кроме Au и Ag в рудах содержатся: Cu (0.п %), реже Pb, Zn, Bi, Sb, Co, теллуриды золота (до 0.6 г/т). Руды труднообогатимые, требуют металлургического передела либо прямого цианирования.

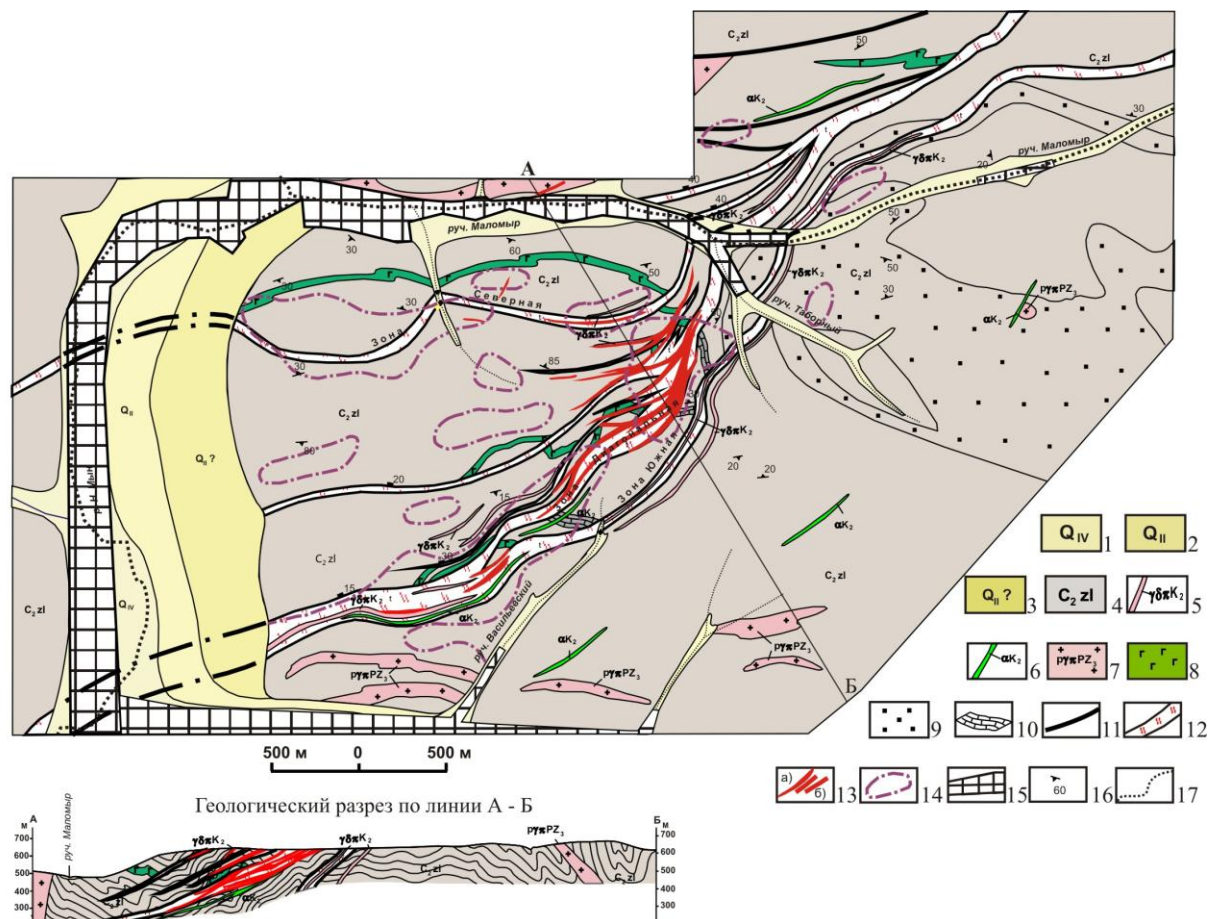
Платиноносность месторождения впервые установлена К.В.Гроховским (1913ф), им в бороздовых пробах были установлены содержания Au - 0.4-127.7 г/т, Ag - до 80.9 г/т, Pt+Pd+Os+Ir - 1.084-62.2 г/т. В дальнейшем В.Г. Моисеенко и др. (1983 ф) были установлены платиноиды в сульфидизированных гнейсах и амфиболитах Pt+Pd - 0.02-0.09 г/т, в самородном золоте Pt+Pd - 491 г/т. А.В. Ложниковым (1985 ф) по данным химико-спектрального анализа (ЦЛ ДВПГО) в 1 штуфной пробе установлено содержание Pt - 0.02 г/т, спектроплатинометрическим анализом (ЦЛ «Камчатгеология») установлены содержания платиноидов (г/т): 1) пироксенит Pt - следы, Pd - 0.01-0.03, Ru - следы-0.01; 2) габбро-пироксенит Pt - следы, Pd - 0.02-0.03, Ru - 0.02; 3) габбро-пироксенит Pd - 0.03, Ru - 0.02; 4) пиритизированный пироксенит Pt - 0.007, Pd - 0.05, Ru - 0.025; 5) биотит-пироксеновые гнейсы Pd - 0.06, Ru - 0.03. Кроме того, в русле р.Сологу-Чайдах в 100 м ниже устья руч.Утесного шлиховым опробованием аллювия намыто одно зерно платиноида, имеющего форму куба с размером ребра 0.15 мм, темно-серого цвета с тусклым блеском.

Автором в ходе научно-исследовательских работ изучены метасоматиты, кварц-сульфидные руды и концентраты шлихов нескольких золоторудных месторождений и рудопроявлений плутоногенно-метаморфогенного класса, расположенных в пределах восточных частях Монголо-Охотской и Дасинанлинь-Селемджинской складчато-надвиговых систем (Красный и др., 1999). К ним относятся месторождения Маломырское, Ворошиловское, Токурское, Сагурское, Харгинское, Афанасьевское, Унгличиканское, Эльгинское, рудопроявления Счастливое, Храброе, Куликанское, Балдыглия, Казанское.

МАЛОМЫРСКОЕ золоторудное месторождение находится на водоразделе ручьев Маломыр и Сухоныр, левых притоков р. Нижняя Стойба, в 45 км севернее пос. Стойба.

Рудное поле слагают кварц-сланцевые, глинисто-графитистые сланцы и метапесчаники златоустовской свиты среднего палеозоя. Они прорваны позднепалеозойскими гранитоидами и раннемеловыми дайками (рис. 20). Породы златоустовской свиты слагают валлообразную антиклиналь близширотной ориентировки и представлены рассланцованными метапесчаниками, черными графитистыми сланцами с маломощными прослоями и линзами метакремнистых, карбонатных и зеленокаменных пород. Позднепалеозойские граниты повсеместно катаклазированы, окварцованы, содержат прожилково-вкрапленную преимущественно арсенопиритовую минерализацию и нередко характеризуются повышенными содержаниями золота.

Месторождение относится к прожилково-вкрапленному промышленному типу золото-сульфидной формации, развитой в черносланцевых толщах. На месторождении отмечаются также золотоносные кварцевые жилы, которые играют подчиненную роль в общем балансе запасов. Основные выявленные рудные тела сосредоточены в зоне «Диагональной». В ней сосредоточено более 94% всех запасов и ресурсов золота месторождения. Около 6% ресурсов локализовано в зонах «Южная» и «Северная». Внутреннее строение всех трех зон идентично. Они представлены чередованием пород, резко различных по составу: тонкополосчатые метапелитовые и метакремнистые сланцы, с одной стороны, и зеленые апокарбонатные сланцы и зеленокаменные породы, с другой. Границы рудных тел выделяются по данным опробования.



1 - голоцен: галечники, пески, валуны, глины русла и поймы; 2 - среднее звено: супеси и суглинки с галькой и валунами I надпойменной террасы; 3 - условно среднее звено: пески, суглинки с галькой II надпойменной террасы; 4 - златоустовская свита: кварц-полевошпат-углеродисто-слюдяные, кварц-полевошпат-слюдяные сланцы с прослоями кварцитов, кварц-полевошпат-хлоритовых и амфиболовых сланцев, редкими прослоями кварц-полевошпат-слюдяно-карбонатных сланцев и мраморизованных известняков; 5 - дайки гранодиорит-порфиров; 6 - дайки андезитов, андезитовых порфиритов; 7 - бластомилонитизированные плагиогранит-порфиры, гранодиорит-порфиры; 8 - горизонты кварц-полевошпат-хлорит-амфиболовых сланцев (метагаббро); 9 - горизонты микрокварцитов (метакремней); 10 - горизонты мраморизованных известняков; 11 - разрывные нарушения; 12 - зоны милонитизации, брекчирования и интенсивно трещиноватых пород сульфидизированных, лимонитизированных и окварцованных с направлением и углом плоскости сместителя; 13 - а) золоторудные тела (залежи), б) кварцевые жилы; 14 - комплексные ореолы рассеяния Au, Ag, As по данным спектрального анализа штуфных и металлометрических проб (Au, Ag > 0.1 г/т, As > 0.05 вес.%); 15 - россыпи золота; 16 - элементы залегания сланцеватости пород; 17 - водотоки.

Рис. 20. Геологическая карта и разрез Маломырского золоторудного месторождения (Мельников, Степанов, 2014)

В рудных телах повсеместно установлены высокие содержания углерода (2-2.5%), серы (до 1%) и мышьяка (до 2%). С серой и мышьяком коррелируют содержания золота и серебра. Зона «Диагональная» расположена в междуречье ручьев Маломыр – Сухоныр и приурочена к крупному надвигу северо-восточного простирания. Она прослежена поверхностными горными выработками по простиранию на 4200 м, по падению скважинами колонкового бурения до глубины 400 м. Ее мощность составляет 160-250 м. Падение зоны на северо-запад под углами 20-25°. Рудные минералы составляют не более 1-10% объема руды и представлены пиритом и арсенопиритом. В подчиненном количестве отмечаются галенит, сфалерит, вольфрамит, шеелит, блеклые руды, гематит, магнетит, халькопирит, ильменит, рутил, марказит, станнин, касситерит, акантит, золото, молибденит и хромит. Вторичные

минералы представлены лимонитом, гематитом, скородитом, окислами марганца, ковеллином, борнитом, самородной медью и ярозитом. Промышленную ценность в рудах представляет золото. Преобладающий размер самородного золота – тысячные-сотые доли мм. Небольшая часть золотин имеет размер десятые доли мм. При промывке больших масс рыхлого материала над рудными зонами с богатыми содержаниями золота золотины обнаруживаются очень редко. В протолочных пробах окисленных руд с содержанием золота 1-10 г/т, золотины (размер сотые мм, редко 0.1-0.2 мм) обнаружены в половине проб в количествах от 1 до 15 знаков. Размер этого золота – десятые, сотые доли миллиметра, в одном случае – 0.4 мм. Форма золотины из зоны окисления разнообразна – кристаллы доэкаэдрической формы, друзы кристаллов, пластинки, палочки, крючковатые зерна и т.п. Поверхность неровная, ямчатая. По данным атомно-абсорбционного анализа (10 определений), проба золота 781-880. В частоте встречаемости пробы намечаются два пика: в интервалах 780-800 и 860-880 ед.

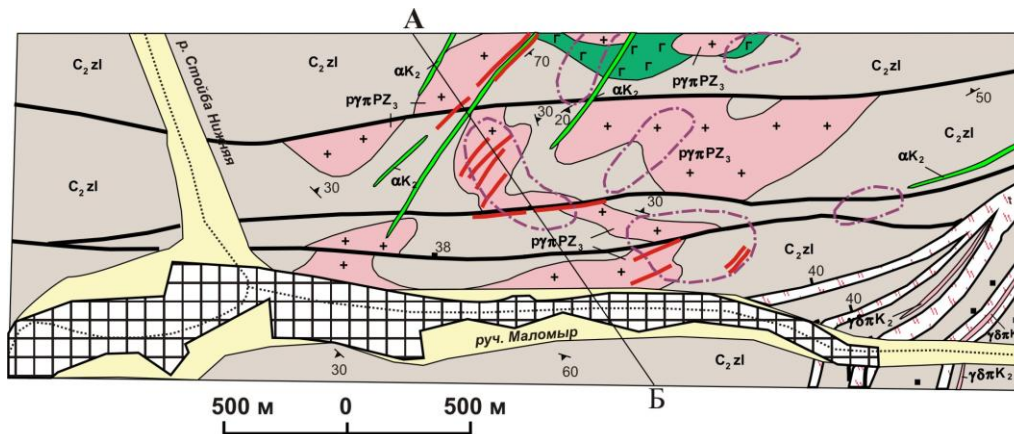
В 1999 г. атомно-абсорбционным методом в лаборатории НП «Центр» (г.Хабаровск) в 45 штучных пробах из арсенопирит-пиритовых руд месторождения установлены содержания платиноидов: Pt – 0.5-10 г/т, Pd – 0.2-7.1 г/т (Буряк, Пересторонин, 2000).

В 2005 г. методом атомно-абсорбционного анализа в лаборатории химического анализа АмурКНИИ ДВО РАН (аналитик С.М. Радомский) в 10 пробах из вкрапленных и прожилково-вкрапленных арсенопирит-пиритовых руд установлены содержания Pt – 0.11-0.67 г/т, Pd – 0.09-0.27 г/т, Os – 0.04-0.22 г/т, Ir – 0.05-0.11 г/т, Ru – 0.06-0.14 г/т, Rh – 0.011-0.07 г/т, Au – 0.55-2.25, Ag – 1.15-4.15 (Мельников, Хряпченко, 2005; Мельников и др., 2007).

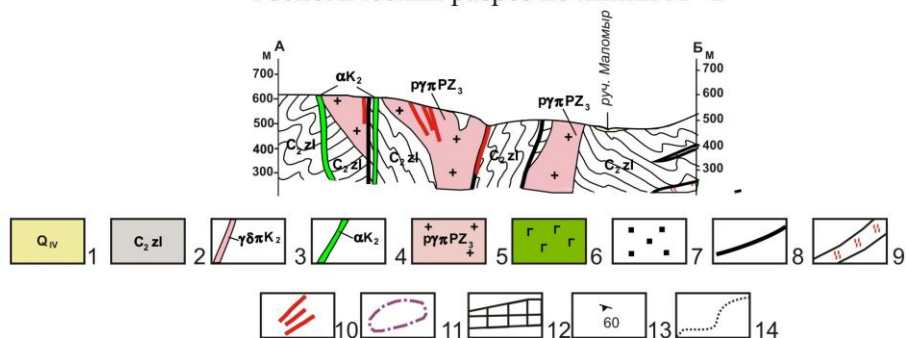
КВАРЦИТОВОЕ золоторудное месторождение находится на правом борту руч. Маломыр, левого притока р. Нижняя Стойба, в 2 км к северо-западу от Маломырского месторождения. Поисковые, поисково-оценочные работы проводились в 1966-1970 и в 1990-93 гг. С поверхности месторождение изучено канавами, а на глубину (до 300-350 м) скважинами. Вмещающими породами являются мусковит-хлорит-альбит-кварцевые, альбит-мусковит-кварцевые и зеленые сланцы мынской свиты. Они прорваны мелкими субсогласными телами метаморфизованных плагиогранитов златоустовского комплекса верхнего палеозоя (рис. 21). Широко проявлены дайки диорит-порфиритов карауракского комплекса раннего мела. Оруденение приурочено к участкам интенсивного катаклаза гранитоидов и их контактам со сланцами. Оно представлено прожилково-вкрапленными зонами кварцевых, серицит-кварцевых метасоматитов с прожилками и вкрапленностью сульфидов (пирит, арсенопирит, галенит, халькопирит, сфалерит, пирротин). Количество их не превышает 5%. Гипергенные минералы - гидроксиды железа, реже скородит.

Мощность зоны окисления не превышает первых метров. Форма рудных тел гнездовая, столбообразная, линзовидная, протяженность от первых десятков до 200-400 м, мощность до 3.5–18.7 м. Среднее содержание золота в рудах 1-3 г/т, по отдельным сечениям до 4-4.6 г/т, реже до 5-16 г/т. В рудах наблюдается значительная доля свободного и крупного золота. Единичные золотины имеют размер до 1.8 мм. Проба золота 700-870‰, в среднем 778‰. Средние содержания попутных компонентов в рудах: Ag – 4.5 г/т, W – 0.015%, Cu – 0.0044%, Pb – 0.0035%, As – 0.215%, Sb – 0.0003%. Месторождение отнесено к золото-кварцевой формации. По запасам (категория C₂ – 32.6 т) и прогнозным ресурсам (категория P₁ – 12.8 т) это месторождение оценивается как среднее с низким средним (около 2 г/т) содержанием металла (С.В. Савенко, 2011).

В 2012 г. специально проанализированных атомно-абсорбционным анализом (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН, г.Благовещенск) в 22 штучных пробах установлены содержания: Pt – до 0.2 г/т, Pd – 0.073 г/т, Ir – 0.2-0.4 г/т, Os – 0.015-0.088 г/т, Rh – 0.03 г/т.



Геологический разрез по линии А - Б



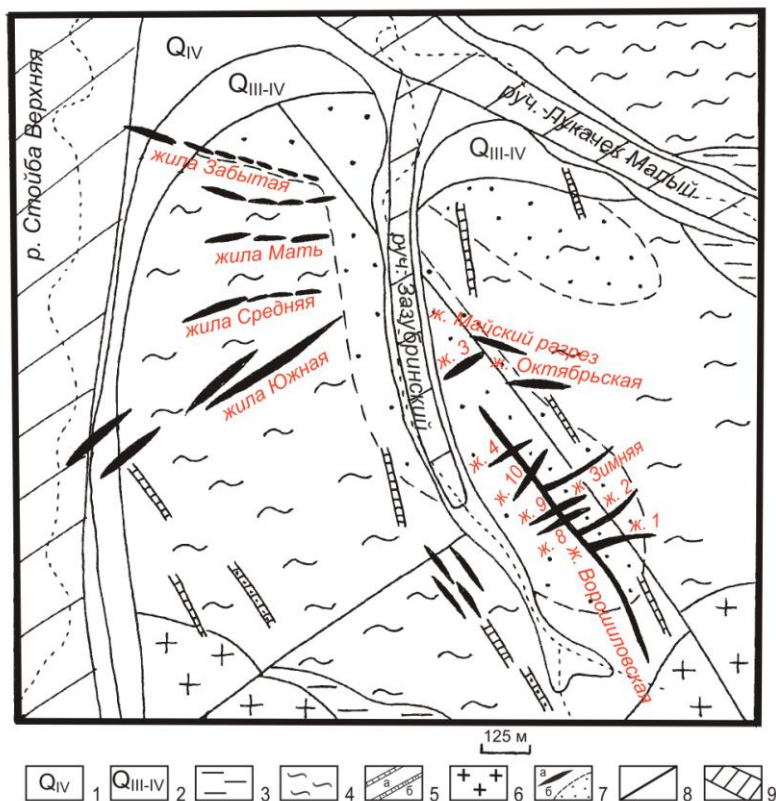
1 - голоцен: галечники, пески, валуны, глины русла и поймы; 2 - золотоустовская свита: кварц-полевошпат-углеродисто-слюдяные, кварц-полевошпат-слюдяные сланцы с прослоями кварцитов, кварц-полевошпат-хлоритовых и амфиболовых сланцев, редкими прослоями кварц-полевошпат-слюдяно-карбонатных сланцев и мраморизованных известняков; 3 - дайки гранодиорит-порфиоров; 4 - дайки андезитов, андезитовых порфиристов; 5 - blastsмилонитизированные плагиогранит-порфиры, гранодиорит-порфиры; 6 - горизонты кварц-полевошпат-хлорит-амфиболовых сланцев (метагаббро); 7 - горизонты микрокварцитов (метакремней); 8 - разрывные нарушения; 9 - зоны милонитизации, брекчирования и интенсивно трещиноватых пород сульфидизированных, лимонитизированных и окварцованных с направлением и углом плоскости сместителя; 10 - золотоносные кварцевые жилы; 11 - комплексные ореолы рассеяния Au, Ag, As по данным спектрального анализа штуфных и металлометрических проб (Au, Ag > 0.1 г/т, As > 0.05 вес.%); 12 - россыпи золота; 13 - элементы залегания сланцеватости пород; 14 - водотоки.

Рис. 21. Геологическая карта и разрез Кварцитового золоторудного месторождения (Эйриш, 2002)

ВОРОШИЛОВСКОЕ (Зазубринское) золоторудное месторождение находится на левобережье р. Верхняя Стойба, напротив устья р. Боконтя. Месторождение открыто в 1927 г., обрабатывалось в 1928-1949 гг. Добыто 2.6 т золота. Оно находится среди тонкопереслаивающихся алевролитов и песчаников баторской толщи, слагающих северо-восточное крыло антиклинальной структуры (рис. 22).

На месторождении выявлен ряд минерализованных зон (залежей): Ворошиловская, Майская, Октябрьская, Февральская, Зимняя и др., а также оперяющие их крутонаклонные кварцевые жилы. Зоны тяготеют к пологонаклонному (30-40°) на северо-восток разлому. Ворошиловская зона - самая крупная на месторождении прослеживается по простиранию на 600 м. Мощность ее весьма не выдержана. По данным опробования в ее пределах выделены рудные тела протяженностью до 120 м и средней мощности 1.4 м. Майская зона приурочена к серии параллельных пологих рудоконтролирующих трещин. Она прослежена на 100 м. Выделено два типа рудных тел. Рудные тела первого типа - межпластовые минерализованные линзы, прожилки, зоны дробления с невыдержанными размерами. Рудные тела второго типа приурочены к кварцитам, разбитым густой сетью крутопадающих трещин мощностью 0.01-0.20 м, выполненных кварцем. Кварциты неравномерно сульфидизированы. Содержание золота колеблется в широких пределах от 1.5 до 2018 г/т. В

минерализованной зоне Октябрьская-1 золотое оруденение находится в виде линз и гнезд, мощностью от первых сантиметров до нескольких метров. Кроме того, рудные образования появляются по трещинам, выполненным интенсивно обохренным кварцевым материалом и брекчией кварцитов.



1 – современные отложения пойм; 2 – современные-верхнечетвертичные отложения террас; 3 – кливажированные аргиллиты, прослои песчаников, реже пласты кремнистых и зеленых сланцев, седиментационных брекчий (PZ₁₋₂); 4 – песчаники с прослоями кливажированных алевролитов, кремнисто-глинистых сланцев, седиментационных брекчий, флиша (PZ₁₋₂); 5 – дайки: а) диабазов, б) фельзит-порфиров, кварцевых порфиров (K₂); 6 – гранитоиды ингаглинского комплекса (PZ₂₋₃); 7 – золоторудные залежи и жилы (а), окварцованные породы, метакремни, кварциты (б); 8 – разломы; 9 – россыпи золота

Рис. 22. Ворошиловское месторождение золота (по А.А. Луццо и др., 1990ф)

Оруденелыми являются сульфидизированные кварциты, сланцы, тектонические трещины. В целом зона представляет собой рудный столб шириной 40 м, мощностью 0.5-10 м, с содержанием золота от 1.1 до 591.1 г/т. Зона Октябрьская-2 приурочена к серии крутопадающих тектонических нарушений и представлена кварцитами с редкой вкрапленностью, гнездами и прожилками сульфидов мощностью до 1 см. Промышленный участок тяготеет к юго-западному флангу зоны, длина его 16 м, мощность 1.7-2.5 м, содержание золота от 2.3 до 35.5 г/т. Зона Февральская прослежена на 15 м. Она представлена интенсивно сульфидизированными кварцитами мощностью до 5 м, содержание золота колеблется от 0.5 до 19.7 г/т. Жила Первая прослежена по простиранию на 100 м и до глубины 120 м. Простирание жилы северо-восточное, азимут падения 170°, угол падения 70-80°. Она представляет собой трещину скалывания, выполненную перетертой глиной и дроблеными обломками сланцев и кварца, мощностью от нескольких сантиметров до 0.3 м. Содержание золота 0.4-1.4 г/т. Жила Вторая расположена в 150 м на северо-запад от жилы Первой. Она прослежена на 80 м по простиранию и на 70 м по падению. Жила представляет собой трещину скалывания, выполненную охристо-глинистым материалом с обломками сланцев и кварца, мощностью 0.02-0.33 м. Содержание золота 0.4-2.4 г/т. Жила Мать

мощностью 0.5-2.0 м. Местами она представлена зоной окремненных кварц-полевошпатовых сланцев, постепенно переходящих в кварц с вкрапленностью пирита и арсенопирита. По простиранию прослежена на 300 м. Содержание золота меняется от следов до 5.0 г/т. Жила Средняя расположена в 180 м от жилы Мать. Рудное тело представлено окварцованными кварц-полевошпатовыми сланцами с линзами кварца, мощностью 0.1-0.2 м, пронизанными густой вкрапленностью пирита и реже арсенопирита. Содержание золота достигает 30 г/т. Жила Южная находится в 180 м к югу от жилы Средней, представляет собой зону окремненных сланцев, местами переходящих в кварц с вкрапленностью пирита, реже арсенопирита, жила прослежена на 350 м, содержание золота колеблется от следов до 10.7 г/т. В пределах месторождения известны первичные и окисленные руды. Первичные руды золото-сульфидно-кварцевые. Количество сульфидов достигает 20%. Сульфиды представлены главным образом арсенопиритом, реже сфалеритом, пиритом, галенитом. Золото тесно связано с арсенопиритом и галенитом. Золото мелкое, по данным Г.И. Неронского (1993) проба его низкая и меняется в пределах 719-732‰ (средняя - 725‰). Окисленная руда состоит из кварца, лимонита и скородита. Золото находится в зернах лимонита и реже в трещинах, выполненных гидроксидами железа. Месторождение отнесено к золото-сульфидно-кварцевой формации.

В 2000 г. атомно-абсорбционным методом (лаборатория химического анализа АмурКНИИ ДВО РАН, аналитик С.М. Радомский) платиноиды установлены в 3-х штучных пробах из рудных брекчий, сложенных сульфидизированными и окварцованными обломками сланцев, аргиллитов и метапесчаников, сцементированных кварцем (Мельников, Хряпенко, 2005, табл. 19). Спектральным анализом (лаборатория ОАО «Амургеология») установлены Pb - до 0.15%, Zn – до 0.1%, As – до 7.26%, Cr - до 0.5%, Ti - до 0.95%, Cu – до 0.5%.

Содержание золота и платиноидов в рудах Ворошиловского месторождения

Таблица 19

№ пробы	Содержание г/т						
	Au	Os	Pt	Pd	Ir	Rh	Ru
В-3	0,56	0,01	0,06	0,026	<0,1	<0,1	0,001
В-5	3,72	0,009	0,94	0,028	<0,1	<0,1	0,034
В-6	1,53	0,006	0,14	0,014	<0,1	<0,1	0,041

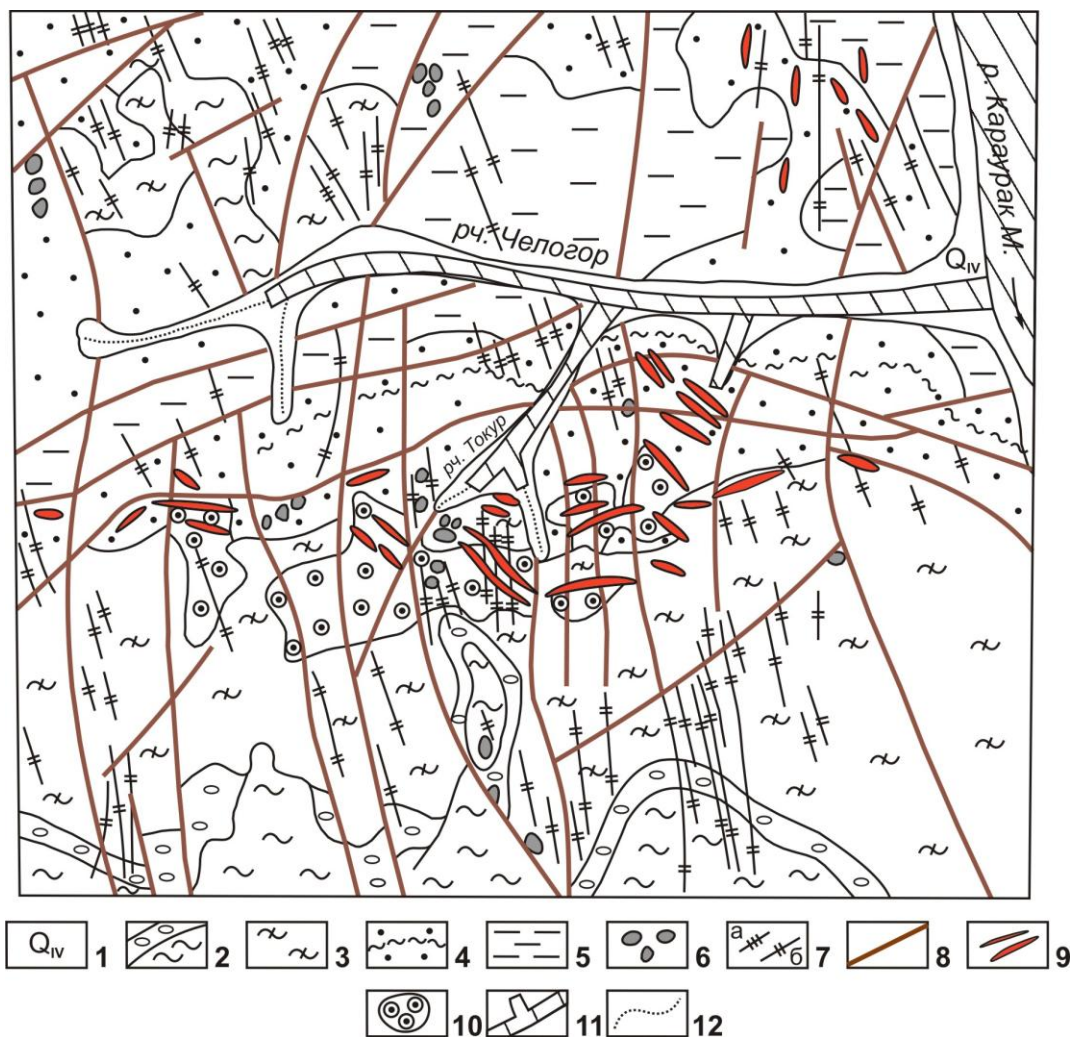
В 2003 г. атомно-абсорбционным анализом АмурКНИИ (аналитик С.М.Радомский) в 11 штучных пробах из сульфидизированных монокварцитов установлены (г/т): Pt – 0.06-0.94, Pd – 0.014-0.028, Os – 0.006-0.01, Ru – 0.001-0.041, Rh - <0.1, Ir - < 0.1, Pb - до 0.15%. Спектральный анализ установил содержания Zn – до 0.1%, As – до 7.26%, Cr - до 0.5%, Ti - до 0.95%, Cu – до 0.5%. Рудные минералы - арсенопирит, пирит, галенит, сфалерит, халькопирит (Мельников и др., 2005).

В 2005-2006 гг. атомно-абсорбционным анализом (лаборатория химического анализа АмурКНИИ ДВО РАН, аналитик С.М. Радомский) в 11 штучных пробах из сульфидизированных монокварцитов установлены (г/т): Pt – 0.044-1.276, Pd – 0.022-0.11, Os – 0.004-0.02, Ru – 0.002-0.027, Rh – 0.002-0.09, Ir – 0.005-0.1, Au – 1.07-2.25, Ag – 0.55-1.25 (Мельников и др., 2007).

В 2015 г. проведены исследования на обнаружение платиноидов в черносланцевых толщах (тема НИР ИГиП ДВО РАН). Из образцов эталонной коллекции отобрано 15 штучных проб. Атомно-абсорбционным анализом (лаборатория ИГиП ДВО РАН) в сульфидизированных монокварцитах установлены (г/т): Pt – 0.044-1.276, Pd – 0.022-0.11, Os – 0.004-0.02, Ru – 0.002-0.027, Rh – 0.002-0.09, Ir – 0.005-0.1, Au – 1.07-2.25, Ag – 0.55-1.25. Рудные минералы - арсенопирит, халькопирит, пирит, пирротин, галенит, сфалерит (Мельников и др., 2016).

ТОКУРСКОЕ золоторудное месторождение расположено в бассейне среднего течения р. Малый Караурак, в 15 км от пос. Экимчан. Месторождение приурочено к границе существенно песчаниковой (токурская свита) и перекрывающей ее алевроаргиллитовой

(экимчанская свита) толщ (Эйриш, 2002; Мельников, Степанов, 2014). Оно локализовано в южном крыле субширотной Челогорской антиклинали в надинтрузивной части невоскрытого плутона гранитоидов раннего мела (рис. 23). Вмещающие породы прорваны штоками и дайками кварцевых диоритов и плагиогранит-порфиров мелового возраста. Для всех пачек разреза терригенных отложений характерно постоянное присутствие органического углерода на уровне 0.3-2.0 %. Породы слабо метаморфизованы в цеолитовой фации. Важнейшим рудоконтролирующим элементом является субширотная зона Главного разлома, к узлу пересечения которого с поперечными сбросами приурочена центральная часть месторождения.



1 – современный аллювий; 2 – верхняя песчаниковая толща с кремнями и базальным горизонтом полимиктовых песчаников; 3 – флишевая толща с горизонтами седиментационных брекчий и полимиктовых песчаников; 4 – нижняя песчаниковая толща с горизонтом филлитизированных аргиллитов и кремней; 5 – нижняя аргиллитовая толща; 6 – штоки кварцевых диоритов; 7 – дайки: а) плагиоаплитов, плагиогранит – порфиров, б) диабазовых и диоритовых порфиров; 8 – разломы; 9 – золотоносные кварцевые жилы; 10 – проекция рудных столбов на горизонтальную плоскость; 11 – россыпи золота; 12 – водотоки

Рис. 23. Токурское золоторудное месторождение (Мельников, Степанов, 2014)

На месторождении обнаружено свыше 500 кварцевых жил, из них наиболее изученными являются 75. Жилы отстоят друг от друга на 10-150 м и имеют, в основном, пологое (30-35°) падение на юго-запад. Протяженность их от 60 м до 430 м, средняя мощность 0.4-0.5 м. Крутопадающие жилы редки. По падению жилы разведаны штольнями, штреками, восстающими и частично отработаны шахтным способом. Выделяются четыре жильные зоны, прослеживающиеся от Главного разлома в восток-юго-восточном

направлении субпараллельно одна другой. Южная жильная зона № 1 включает шесть основных пологозалегающих жил. Из этой зоны добыто около 15 % от общего количества золота. В ее лежачем боку находится протяженная и продуктивная жильная зона № 2, объединяющая порядка 30 жил, в том числе крупные Первую и Октябрьские (№№ 1-6) жилы и их апофизы. Из этой зоны добыто 58% от общего количества золота. Жильная зона № 3 располагается севернее и состоит из 28 полого- и крутонаклонных жил, из которых добыто 24 % золота. Жильная зона № 4 включает 11 жил (добыто 3% металла). Золотоносные жилы имеют брекчиевую, полосчатую и сетчатую структуру. Они сложены в основном кварцем, в подчиненном количестве находятся адуляр, кальцит, анкерит, серицит и хлорит.

Из рудных минералов, количество которых не превышает 1-3%, присутствуют арсенопирит, пирит, галенит, сфалерит и самородное золото. Реже встречаются шеелит, рутил, халькопирит, марказит, блеклые руды, антимонит, кюстелит, станнин и касситерит. Самородное золото в основном мелкое, величиной от нескольких микрон до первых мм.

Проба самородного золота низкая и меняется от 673 до 803‰, средняя 726‰ (29 определений). С глубиной существенного изменения пробы золота не наблюдается. Среди микропримесей преобладает ртуть (Неронский, 1998). В 1966 году на месторождении Токур был выявлен новый тип руд – золотоносные сульфидно-кварцевые метасоматиты. Зона метасоматической минерализации расположена в висячем крыле надвига, имеет широтную ориентировку и пологое падение на юг (30°). Она прослежена от глубин 711 м до поверхности. Эта зона прослежена по простиранию более чем на 4 км. Мощность зоны составляет несколько десятков метров и увеличивается с глубиной. Токурское месторождение большинством исследователей отнесено к малосульфидной золото-кварцевой формации.

1980-е годы проводились исследования по химическому составу самородного золота месторождений Верхнеселемджинского золотоносного района. Атомно-абсорбционным анализом в самородном золоте из кварцевых жил были установлены содержания платиноидов: жила Первая - 1 г/т, жила - № 289 – 1.1 г/т, жила Диоритовая – 4.0 г/т, жила Северная – 5.0 г/т, жила Октябрьская-2 – 13.0 г/т, жила Разведочная – 37.0 г/т, жила № 306 – 37.0 г/т, жила Летняя – 95.0 г/т (С.С. Зимин, В.Г. Моисеенко, 1983ф).

В 2000 г. атомно-абсорбционным методом (лаборатория химического анализа АмурКНИИ ДВО РАН, аналитик С.М. Радомский) платиноиды установлены в 2-х штучных пробах из рудных брекчий, сложенных сульфидизированными и окварцованными обломками сланцев, аргиллитов и метапесчаников, сцементированных кварцем (Мельников, Хряпенко, 2005, табл. 20).

Содержание золота и платиноидов в рудах Токурского месторождения

Таблица 20

№ пробы	Содержание г/т						
	Au	Os	Pt	Pd	Ir	Rh	Ru
T-1	2.56	0.007	0.28	0.046	<0.1	<0.1	0.034
T-2	1.75	0.009	0.42	0.04	<0.1	<0.1	0.006

В 2004 г. атомно-абсорбционным анализом (лаборатория химического анализа АмурКНИИ ДВО РАН, аналитик С.М.Радомский) в 3 штучных пробах из сульфидизированных черносланцевых пород были установлены содержания золота, серебра и платиноидов (г/т): Pt – 0.28-0.46, Pd – 0.04-0.046, Os – 0.007-0.009, Ir – 0.008-0.1, Rh – 0.006-0.1, Ru – 0.006-0.034, Au – 0.65-1.35, Ag – 1.0-1.45.

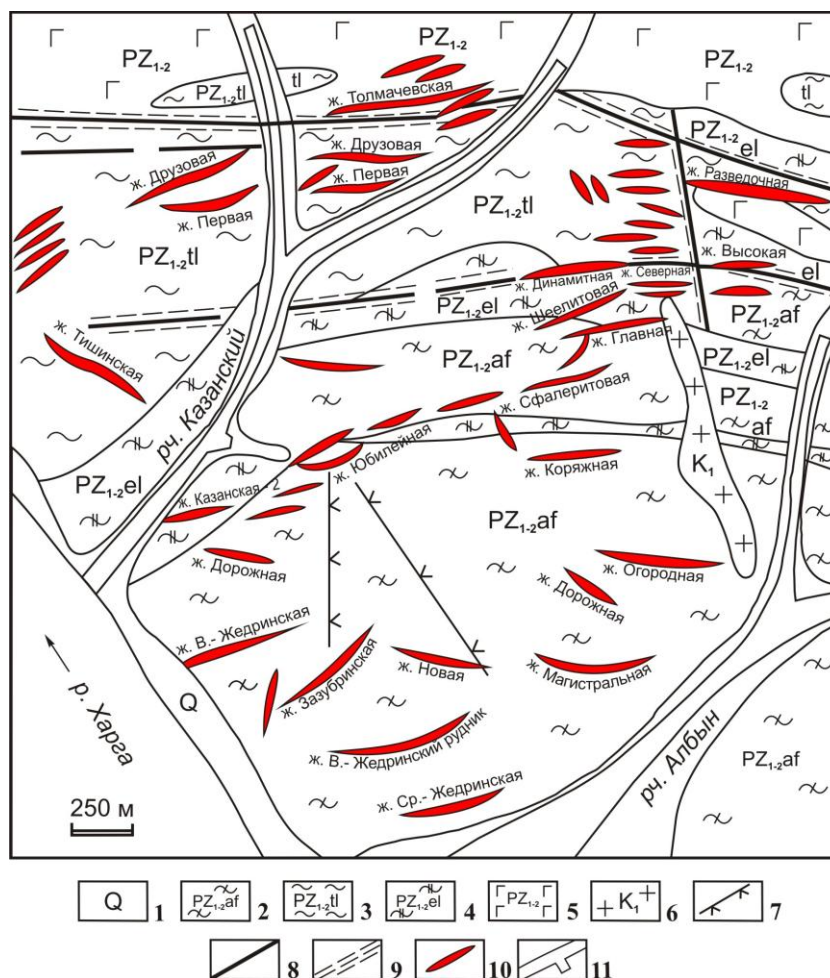
В 2017 г. атомно-абсорбционным анализом (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН, аналитики Н.А. Бородин, Н.Н. Козлова, Е.Е. Зайцева) в 4 штучных пробах из оруденелых черносланцевых пород установлены следующие содержания золота и платиноидов (г/т): Au – до 1.25, Ag – до 2.05, Pt – до 0.62, Pd – до 0.66, Os – до 0.11, Ir – до 0.18, Rh – до 0.1, Ru – до 0.1, сумма платиноидов – 0.96-1.66 г/т (табл. 21).

Содержание платиноидов в черносланцевых породах Токурского месторождения

Таблица 21

№№ пп	№ пробы	Характеристика породы	Содержание платиноидов, г/т							
			Pt	Pd	Os	Ir	Rh	Ru	Au	Ag
1	99711/5	Сланцы альбит-кварцевые с вкрапленностью пирита	0.44	0.18	0.11	0.1	0.1	0.03	0.95	0.45
2	99712/5	кварцевые с вкрапленностью пирита	0.62	0.26	0.09	0.09	0.08	0.1	1.0	0.75
3	99713/5	и арсенопирита	0.55	0.66	0.1	0.18	0.08	0.09	1.15	2.05
4	99714/5		0.48	0.42	0.15	0.15	0.1	0.1	1.25	1.45

ХАРГИНСКОЕ золото-шеелитовое месторождение расположено в верховьях руч. Догалдын (бассейн р. Харга). Площадь месторождения сложена сланцами афанасьевской свиты нижнего палеозоя и песчано-глинистыми породами талыминской свиты нижнего карбона. Интрузивные породы представлены многочисленными дайками диабазовых и диоритовых порфиритов (рис. 24).



1 – современные аллювиальные отложения; 2 – афанасьевская свита: альбит-биотитовые, альбит-биотит-мусковитовые, альбит-кварц-биотитовые, альбит-мусковитовые сланцы, редко амфиболовые сланцы; 3 – талыминская свита: сланцы серицитовые, филлиты, зеленые сланцы, известняки; 4 – эльгинский горизонт: эпидот-хлорит-актинолитовые, амфиболовые сланцы, диабазы, диабазовые порфириты, их туфы, линзы яшм, известняков, песчаников, алевролитов; 5 – габбро-плагиогранитный златоустовский комплекс; 6 – кварцевые диоритовые порфириты; 7 – дайки лампрофиров и спессартитов; 8 – разломы; 9 – зоны трещиноватости и дробления; 10 – золотоносные кварцевые жилы; 11 – россыпи золота

Рис. 24. Харгинское золоторудное месторождение (Мельников, Степанов, 2014)

Рудоносными являются многочисленные золото-кварцевые и золото-шеелит-кварцевые жилы и залежи золотоносных метасоматических кварц-альбитовых пород. Рудные жилы залегают преимущественно в зеленокаменных породах эльгоканского горизонта, в графитовых сланцах верхов афанасьевской свиты и в талыминских метапесчаниках, а кварц-альбитовые породы в мелкозернистых альбит-слюдяно-кварцевых сланцах афанасьевской свиты. Дайки пересекают золотоносные кварцевые жилы и содержат иногда ксенолиты золотоносного кварца. Поздние кварц-карбонатные прожилки пересекают дайки, местами порфириты сильно карбонатизированы. Поэтому дайки могут быть как пострудными, так и внутрирудными. Мощность рудных жил изменяется от 0.1 до 1.3 м, длина достигает первых сотен метров, иногда до 1-1.2 км.

Основные рудные тела месторождения жилы Шеелитовая, Главная, Южная, Сфалеритовая и Тишинская тяготеют к системе близширотных сбросов в центральной части месторождения. На севере месторождения находятся жилы Разведочная, Пионер, Первая, Третья и Друзовая. Рудные жилы имеют массивное и брекчиевое строение, широко проявлены параллельно-полосчатые и друзовидные текстуры. На 95-97% рудные жилы сложены кварцем. Наиболее распространенный рудный минерал в жилах – арсенопирит. Пирит встречается редко, а пирротин, халькопирит, сфалерит, блеклая руда и галенит – еще реже. Золото выделилось в 2 стадии. Первая стадия связана с ранними сульфидами и кварцем-I, проба его низкая - 636‰, а вторая – с поздними сульфидами, проба его 850-910‰. Раннее золото тонкозернистое с характерными каплевидными формами, а позднее – более крупнозернистое, приобретает форму трещинок и пустот, которые оно заполняет. Часты сростки золота с арсенопиритом. Наиболее характерны комковидно-угловатые и друзово-губчатые формы золота, встречаются хорошо ограненные кристаллы, самородки (до 300 гр.) и сростки золота с арсенопиритом. Средние содержания золота в промышленных рудных жилах – 9-27 г/т. Попутно с золотом из жил Шеелитовой и частично Главной добывался шеелит. Среднее содержание золота в руде – 28 г/т. С глубиной содержание его не уменьшается. На участках, богатых шеелитом, золото почти отсутствует. Формация – малосульфидная золото-кварцевая.

В самородном золоте рудных тел содержания Pt составляют (г/т): жила Южная – 0.3; жила Третья – 0.7; жила Огородная – 0.9; жила Шеелитовая – 2.5; жила Златоустовская – 35.0; линза метакварцитов № 1 – 0.5-5 (С.С. Зимин, В.Г. Моисеенко, 1983ф).

В 2000 г. атомно-абсорбционным методом (лаборатория химического анализа АмурКНИИ ДВО РАН, аналитик С.М. Радомский) платиноиды установлены в 2-х штучных пробах из рудных брекчий, сложенных сульфидизированными и окварцованными обломками сланцев, аргиллитов и метапесчаников, сцементированных кварцем (Мельников, Хряпенко, 2005, табл. 22).

Содержание золота и платиноидов в рудах Харгинского месторождения

Таблица 22

№ пробы	Содержание г/т						
	Au	Os	Pt	Pd	Ir	Rh	Ru
X-1	1.24	0.012	0.36	0.028	<0.1	<0.1	0.034
X-7	0.87	0.008	0.20	0.032	<0.1	<0.1	0.015

В 2005 г. атомно-абсорбционным анализом (лаборатория химического анализа АмурКНИИ ДВО РАН, аналитик С.М. Радомский) платиноиды установлены: 1) в рудоносной линзе метакварцитов: Pt – 0.5-1 г/т; 2) в кварц-сульфидных рудах: Pt - 0.1-0.6 г/т; 3) в альбит-кварц-сульфидных сланцах - Pt - 0.36-0.6 г/т, Pd - 0.28-0.42 г/т, Os – 0.08-0.1 г/т, Ir – 0.01-0.09 г/т, Ru – 0.008-0.2 г/т, Rh – 0.08-0.1 г/т; 4) в кварц-альбитовых с арсенопиритом метасоматитах - Pt – 0.5-1.1, Pd – 0.1-0.4, Os – 0.06-0.11, Ir – 0.008-0.096, Ru – 0.004-0.03, Rh – 0.01-0.09 (Мельников и др., 2007).

В 2008 г. инверсионным вольтамперометрическим методом (лаборатория «Золото-платина» Томского политехнического университета, г. Томск) в 8 штучных пробах из

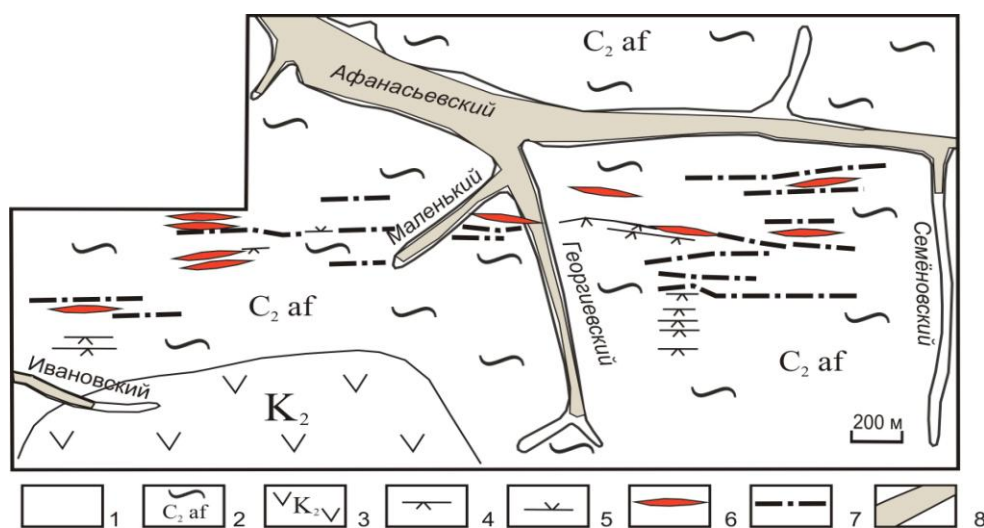
оруденелых зеленосланцевых породах установлены следующие содержания золота и платиноидов (Мельников, 2008, табл. 23).

Содержание платиноидов в оруденелых зеленосланцевых породах Харгинского месторождения

Таблица 23

№№ пп	№ пробы	Характеристика породы	Содержание платиноидов, г/т						
			Pt	Pd	Os	Ir	Rh	Ru	Au
1	99700/5	Альбит-кварцевые	0.6	0.28	0.1	0.09	0.2	0.1	0.75
2	99701/5	сланцы с вкраплен-	0.36	0.42	0.08	0.01	0.008	0.1	0.55
3	99702/5	ностью арсенопирита и	0.5	0.4	0.1	0.06	0.1	0.1	1.15
4	99703/5	пирита	0.5	0.35	0.1	0.04	0.09	0.1	1.05
5	99704/5	Кварц-альбитовый	0.8	0.1	0.06	0.008	0.03	0.09	1.0
6	99705/5	метасоматит с	0.8	0.11	0.1	0.08	0.004	0.09	1.15
7	99706/5	вкрапленностью	0.5	0.36	0.1	0.096	0.02	0.06	1.15
8	99707/5	арсенопирита	1.1	0.4	0.11	0.008	0.02	0.01	1.65

АФАНАСЬЕВСКОЕ золоторудное месторождение расположено на водоразделе руч. Афанасьевский и Ивановский, правых притоков р. Большая Эльга (бассейн р. Харга). Месторождение открыто в 1901 г. компанией Ельцова-Левашова. В 1945-1948 гг. старателями эксплуатировались три золотоносные жилы; добыто около 130 кг золота. Месторождение приурочено к полю развития кварц-серицит-альбитовых сланцев афанасьевской свиты (рис. 25).



1 - аллювиальные отложения квартера; 2 - кварцево-слюдистые сланцы афанасьевской свиты; 3 - андезиты; 4 - дайки андезитов (K₂); 5 - дайки диоритов и диоритовых порфиритов (K₂); 6 - золотоносные кварцевые жилы; 7 - рудоносные альбит-хлорит-карбонат-кварцевые гидротермалиты; 8 - россыпи золота.

Рис. 25. Афанасьевское золоторудное месторождение (Мельников, Степанов, 2014)

Месторождение представлено серией сближенных минерализованных зон дробления, выполненных сульфидно-кварцевым материалом брекчиевидной текстуры, иногда переходящих в серию кварцевых линз. По простиранию золотоносные зоны прослежены на 200-700 м при ширине 70-170 м и на глубину – до 76 м. Падение зон южное. Содержание золота в руде от «следов» до 124 г/т, среднее на участках отработки - 26 г/т. Руда состоит из кварца, альбита, серицита и карбонатов. Содержание сульфидов в рудах достигает 3-5%. Среди рудных минералов отмечаются золото, арсенопирит, пирит, галенит, шеелит,

антимонит и сфалерит, Проба золота высокая (870-922‰). Элементы-примеси в золоте: Hg - 0.08%, Fe - 0.025%, Cu - 0.036%, Sb - 0.0026%, Te - 0.019%, As - 0.0095%, платиноиды - до 3 г/т. Околорудные породы окварцованы, альбитизированы и серицитизированы. На восточном фланге месторождения в верховьях руч. Афанасьевский выявлены вторичные ореолы рассеяния золота с содержаниями 0.002-0.8 г/т. В пределах одного из них в штучных пробах установлено содержание золота до 3 г/т. Золото мелкое (до 1 мм), форма выделений пластинчатая и чешуйчатая. Проба самородного золота 870-910‰.

В 2005 г. атомно-абсорбционным методом (лаборатория химического анализа АмурКНИИ ДВО РАН, аналитик С.М.Радомский) платиноиды установлены (г/т) в кварц-сульфидных (пирит, арсенопирит, халькопирит, пирротин) рудах: Pt - 0.1-0.5, Pd - 0.2-0.6, в альбитизированных сланцах с пиритом и арсенопиритом: Pt – 0.83-1.64, Pd – 0.18-0.43, Os – 0.08-0.11, Ir – 0.09-0.11, Ru – 0.02-0.1, Rh – 0.06-0.1 (Мельников, Хряпенко, 2005).

В 2008 г. инверсионным вольтамперометрическим методом (лаборатория «Золото-платина» Томского политехнического университета, г. Томск) в 5 штучных пробах из оруденелых зеленосланцевых пород установлены следующие содержания золота и платиноидов (Мельников, 2008, табл. 24).

Содержание платиноидов в зеленосланцевых породах Афанасьевского месторождения

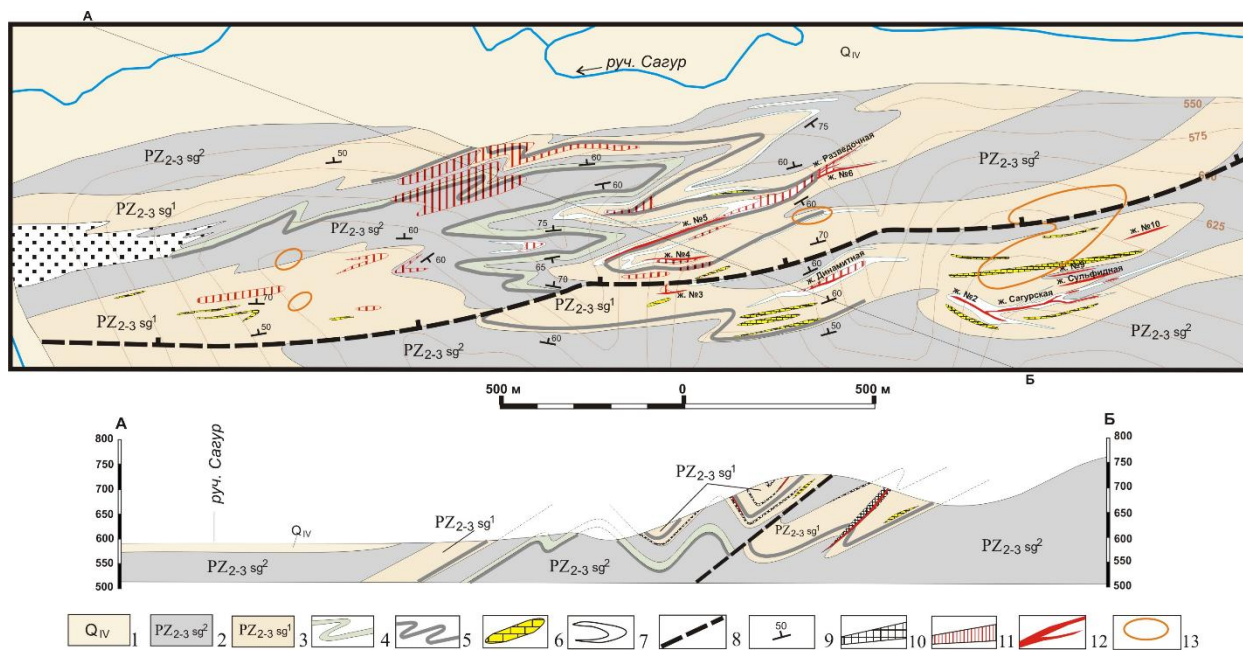
Таблица 24

№№ пп	№ пробы	Характеристика породы	Содержание платиноидов, г/т						
			Pt	Pd	Os	Ir	Rh	Ru	Au
1	99734/5	Альбитизированный	1.64	0.42	0.08	0.06	0.022	0.106	2.05
2	99735/5	сланец с вкрапленнос-	1.22	0.19	0.09	0.09	0.1	0.09	1.25
3	99736/5	тью арсенопирита,	1.51	0.43	0.09	0.11	0.02	0.1	0.75
4	99737/5	пирита и пирротина	0.90	0.18	0.11	0.09	0.08	0.06	1.13
5	99738/5		0.83	0.21	0.09	0.09	0.1	0.06	1.22

САГУРСКОЕ золоторудное месторождение находится на левобережье руч. Сагур, левого притока р. Селемджа. Месторождение открыто в 1925 г., отработывалось с 1948 по 1956 гг., добыто более 3 т золота. Оно приурочено к северо-восточному крылу антиклинальной структуры, сложенному кварц-слюдистыми сланцами сагурской свиты, перекрывающими углеродсодержащие образования златоустовской свиты. Породы прорваны дайками среднего состава унериканского и карауракского комплексов (рис. 26). Рудоносные кварцевые жилы, часто переходящие в зоны окварцевания и минерализации, приурочены к структурам смятия и рассланцевания близ контактов с углеродсодержащими сланцами. Залегание жил обычно согласное с вмещающими породами, с падением на северо-восток под углами 30-60°. Наблюдаются также секущие тела с падением на северо-запад под углами 37-70°. Протяженность рудоносных тел 30-240 м, средняя мощность 0.4-3.2 м. Отдельные тела прослежены до глубины 140 м, некоторые на поверхность не выходят. Содержание Au от 0.01 до 2.7 кг/т (в среднем 0.3-35.2 г/т), с глубиной не уменьшается. Установлено 68 рудоносных тел, сгруппированных в 18 зон окварцевания и сульфидизации протяженностью от 0.2 до 2.7 км, мощностью 10-100 м. Содержание Au в зонах до 13.5 г/т. Минеральный состав рудных тел: кварц, карбонаты, серицит, адуляр, арсенопирит, пирит, реже пирротин, галенит, халькопирит, сфалерит, скородит, церуссит, золото, редко самородное серебро.

Содержание сульфидов не более 1-3%. Золото в рудах как свободное, так и связанное в сульфидах, проба 688-857. Форма золотин дендритовидная, размер 0.01-0.4 мм, редко до 3 мм. Золото из кварцевой жилы Сагурская содержит платиноиды в количестве 10 г/т. Рудные тела сопровождаются первичными ореолами Au интенсивностью 0.01 г/т, As – 0.008%, W – 0.001%. Протяженность первичных ореолов до 500 м при ширине 10-100 м. Зоны окварцевания и сульфидизации, отдельные рудные тела с поверхности контролируются контрастными вторичными ореолами (0,05-2 км²) рассеяния: Au с содержаниями 0.01-3 г/т, As – 0.005-0.05%, W – 0.0005-0.001% и Ag – 0.3-0.5 г/т. На месторождении выявлена зона окисления мощностью около 10 м. Эрозионный срез золоторудных тел оценивается как

верхнерудный. Оруденение полиформационное, имеет черты золото-сульфидно-кварцевой формации больших и малых глубин. Генетический тип метаморфогенно-гидротермальный.



1 - четвертичные аллювиальные отложения; 2-3 - сагурская свита: 2 - верхняя подсвита: филлитизированные глинистые сланцы, алевролиты, альбит-серицит-кварцевые, кварц-серицитовые сланцы, 3 - нижняя подсвита: кварцево-слюдистые и филлитизированные глинистые сланцы и алевролиты; 4 - зеленые сланцы; 5 - углеродистые сланцы; 6 - линзы известняков; 7 - кварциты; 8 - надвиг; 9 - элементы залегания сланцеватости пород; 10 - тектониты; 11 - минерализованные зоны; 12 - кварцевые и кварц-шеелитовые жилы; 13 - вторичные ореолы рассеяния золота.

Рис. 26. Геологическая карта и разрез Сагурского золоторудного месторождения (Мельников, Степанов, 2017)

В самородном золоте из жилы Сагурской атомно-абсорбционным методом (лаборатория химического анализа АмурКНИИ ДВО РАН, аналитик С.М.Радомский) установлено содержание Pt – 10 г/т (С.С. Зимин, В.Г. Моисеенко и др., 1983ф).

В 2005 г. атомно-абсорбционным методом (лаборатория химического анализа АмурКНИИ ДВО РАН, аналитик С.М.Радомский) установлены следующие содержания платиноидов (г/т): 1) кварц-сульфидные руды: Pt - 0.005-0.1; 2) сульфидизированный жильный кварц: Pt – 1.31-2.62, Pd – 0.42-0.66, Os – 0.1-0.12, Ir – 0.004-0.06, Ru – 0.02-0.1, Rh – 0.02-0.08; 3) альбит-кварц-сульфидные метасоматиты: Pt – 0.85-1.11, Pd – 0.4-0.44, Os – 0.11-0.35, Ir – 0.11-0.35, Ru – 0.01, Rh – 0.04-0.09 (Мельников, Хряпенко, 2005).

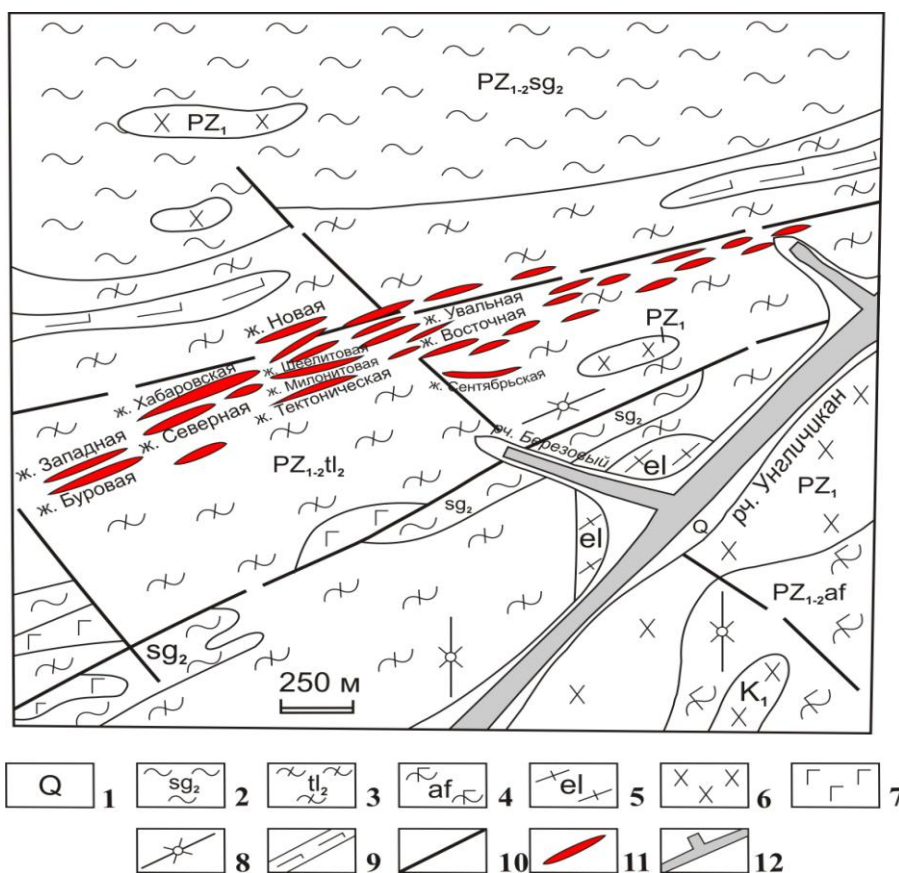
В 2008 г. инверсионным вольтамперометрическим методом (лаборатория «Золото-платина» Томского политехнического университета, г. Томск) в 5 штучных пробах установлены следующие содержания золота и платиноидов (Мельников, 2008, табл. 25).

Содержание платиноидов в зеленосланцевых породах Сагурского месторождения

Таблица 25

№№ пп	№ пробы	Характеристика исследуемой породы	Содержание платиноидов, г/т						
			Pt	Pd	Os	Ir	Rh	Ru	Au
1	99739/5	Жильный кварц с	2,62	0,42	0,11	0,004	0,06	0,02	2,75
2	99740/5	вкрапленностью	1,7	0,51	0,12	0,03	0,02	0,07	1,15
3	99741/5	арсенопирита	1,31	0,66	0,1	0,06	0,1	0,08	0,57
1	99742/5	Альбитизированный	1,11	0,44	0,11	0,11	0,01	0,09	1,25
2	99743/5	метасоматит с арсено-	0,9	0,40	0,35	0,35	0,01	0,06	1,05
3	99744/5	пиритом и пиритом	0,85	0,41	0,21	0,21	0,01	0,04	1,45

УНГЛИЧИКАНСКОЕ золото-шеелитовое месторождение расположено в бассейне руч. Унгличикан, левого притока р.Малый Наэрген (бассейн р.Селемджи). В структурном отношении оно расположено в пределах Селемджинской структурно-формационной зоны, в зоне динамического влияния Унгличиканского регионального разлома, имеющего близширотную ориентировку (рис. 27).



1 – современные аллювиальные отложения; 2 – сагурская свита: кварцево-слюдистые и филлитизированные глинистые сланцы с прослоями серицитизированных песчаников, эпидот-актинолитовых, эпидот-хлоритовых сланцев и мраморизованных известняков; 3 – талыминская свита: сланцы серицитовые, филлиты, зеленые сланцы, известняки; 4 – афанасьевская свита: альбит-биотитовые, альбит-биотит-мусковитовые, альбит-кварц-биотитовые, альбит-мусковитовые сланцы; 5 – эльгинский горизонт: эпидот-хлорит-актинолитовые, амфиболовые сланцы, диабазы, диабазовые порфириты; 6 – гранодиориты, граниты, диоритовые порфириты; 7 – габбро; 8 – дайки гранит-порфиров, 9 - горизонты мраморизованных известняков, мраморов; 10 - разломы; 11 – золотоносные кварцевые жилы; 12 – россыпи золота.

Рис. 27. Унгличиканское золото-шеелитовое месторождение (Мельников, Степанов, 2014)

В геологическом строении площади рудного поля принимают участие углеродсодержащие аргиллиты и метапесчаники златоустовской свиты (каменноугольная система), прорванные дайками и небольшими штоками диоритов и габбро-диоритов.

Оруденение приурочено к минерализованным зонам дробления и брекчирования, представляющим отдельные швы Унгличиканского разлома. Протяженность минерализованных зон достигает 2700 м, мощность изменяется от 0.1 до 2-10 м, составляя в среднем по месторождению 1.4 м. Падение их северное под углами 60-75°. Подземными горными выработками и скважинами оруденение прослежено до глубины 300 м. Выклинивание его не установлено. На месторождении выявлено более 30 рудных тел, сложенных в различной степени измененными, дробленными и минерализованными породами. Наиболее развиты интенсивно окварцованные сланцы. Менее распространены

рудные брекчии, слагающие центральные части зон и представленные обломками окварцованных вмещающих пород, цементированных кварцем.

Рудная минерализация отмечается в обломках, реже в жильном материале. Она представлена золотом, пиритом, арсенопиритом, пирротинном, сфалеритом, халькопиритом, антимонитом, тетраэдритом, шеелитом. Вторичные минералы - гидрогетит, скородит, ярозит, бертьерит. Практическую ценность представляют золото и шеелит. Содержание Au в рудных телах колеблется от 0.1 до 477.2 г/т, составляя в среднем 6.5 г/т. Содержание WO₃ колеблется от 0.001 до 17.7%, составляя в среднем по месторождению 0.06%, в отдельных рудных телах среднее содержание достигает 0.76%.

Золото ярко-желтое и серовато-желтое, образует губчатые, дендритовидные, каплевидные выделения размером до 2-3 мм (преобладает 0.1-0.5 мм). Проба 663-980, средняя 770. Руды месторождения легкообогатимы по гравитационно-флотационной схеме. Извлечение золота в гравитационный концентрат – 53.8%, WO₃ – 41.1%. Извлечение золота во флотационный концентрат – 42.3%, WO₃ – 52.5%. Сквозное извлечение золота – 96.1% и WO₃ – 93.6%. Месторождение относится к золото-кварцевой малосульфидной формации (золото-шеелитовый минеральный тип). Месторождение мелкое или среднее по запасам месторождение комплексных золото-шеелитовых руд.

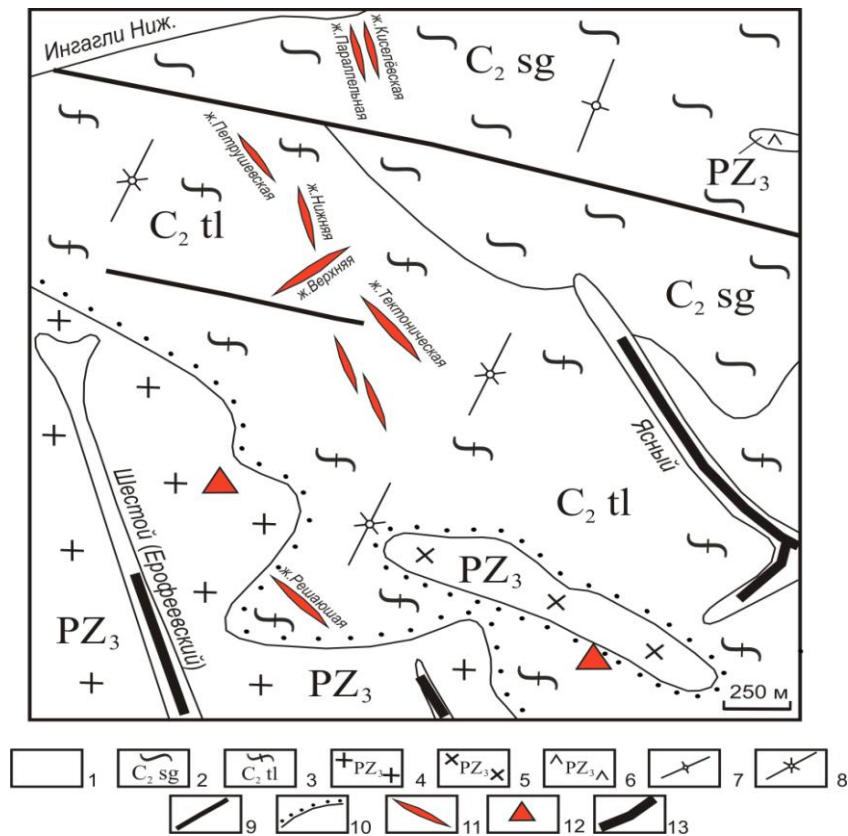
В 2000 г. атомно-абсорбционным методом (лаборатория химического анализа АмурКНИИ ДВО РАН, аналитик С.М. Радомский) платиноиды установлены в штучных пробах из рудных брекчий, сложенных сульфидизированными и окварцованными обломками сланцев, аргиллитов и метапесчаников, цементированных кварцем (Мельников, Хряпенко, 2005, табл. 26):

Содержание благородных металлов в рудах Унгличканского месторождения

Таблица 26

№ пробы	Содержание г/т						
	Au	Os	Pt	Pd	Ir	Rh	Ru
У-3	0.75	0.036	0.27	0.028	<0.1	<0.1	0.007
У-4	1.54	0.004	1.14	0.024	<0.1	<0.1	0.056
У-5	1.01	0.008	0.36	0.024	<0.1	<0.1	0.045

ЯСНОЕ золоторудное месторождение расположено на водоразделе рек Средней и Нижней Ингагли. Выявлено в 1951 г., эксплуатировалось в 1953-1958 гг. Добыто 398.5 кг золота при среднем содержании 31.4 г/т. Месторождение разведывалось поверхностными и подземными горными выработками до глубины 100-200 м. Одновременно отрабатывались три кварцевые жилы: Первая Верхняя, Первая Нижняя и Новая. В 1988-89 гг. в районе месторождения проведены поисковые работы масштаба 1:10000. В контакте массива гранитоидов ингаглинского комплекса с алевролитом-песчаниковыми образованиями акриндинской свиты установлено 7 кварцевых жил, часто переходящих в минерализованные зоны дробления (рис. 28). Мощность их до 1.7 м (средняя 0.4-0.8 м) при прослеженной протяженности 100-400 м. Жилы состоят из кварца с примесью кальцита и адуляра. Из рудных минералов отмечаются золото, халькопирит, сфалерит, арсенопирит и самородное серебро. Околорудные изменения выражены в окварцевании и сульфидизации. Содержание золота в кварцевых жилах от «следов» до 2000 г/т (в среднем 11.4-52 г/т). Золото отмечается в околосильных окварцованных и сульфидизированных породах (до 10,8 г/т), а также в гидротермально измененных дайках среднего состава – 0.5-10 г/т. Золото как свободное, так и связанное в сульфидах. Проба его 630-740‰. Среди примесей в золоте отмечаются: Hg - 0.1%, Te - 0.068%, Fe - 0.0007-0.0227%, Cu - 0.0003-0.005%. В самородном золоте из кварцевых жил установлены содержания платиноидов: жила Первая - 2 г/т, жила Новая - 8 г/т, жила Первая Верхняя - 11 г/т. Месторождение отнесено к золото-сульфидно-кварцевой формации. Прогнозные ресурсы месторождения категории P₁ при глубине подвески в 200 м оценены в 20 т



1 - аллювиальные отложения квартера; 2 - сагурская свита: филлитизированные глинистые сланцы, песчаники рассланцованные, кварц-серицитовые сланцы с пластами слюдястых кварцитов и эпидот-актинолит-альбитовых сланцев; 3 - талыминская свита: рассланцованные песчаники, филлитизированные глинистые сланцы, алевролиты, кварц-серицитовые сланцы, кварциты, зеленые сланцы, мраморизованные известняки; 4 - граниты; 5 - гранодиориты; 6 - диориты; 7 - дайки кварцевых порфиров; 8 - дайки гранодиорит-порфиров; 9 - разломы; 10 - контактовые роговики; 11 - кварцевые жилы; 12 - штуфные пробы с содержанием золота 5-10 г/т; 13 - россыпи золота.

Рис. 28. Ясное золоторудное месторождение (Мельников, Степанов, 2017)

В 1980-е годы проводились исследования по химическому составу самородного золота месторождений Верхнеселемджинского золотоносного района. Атомно-абсорбционным анализом в самородном золоте установлены содержания Pt: жила Первая – 2 г/т, жила Новая – 8 г/т, жила Первая Верхняя – 11 г/т (С.С. Зимин, В.Г. Моисеенко, 1983ф).

В 2007 г. атомно-абсорбционным анализом (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН, аналитик С.М. Радомский) установлены содержания Pt в альбитизированных сланцах с сульфидами – 0.27-2.0 г/т.

ЭЛЬГИНСКОЕ золоторудное месторождение расположено в верхнем течении р. Эльга Большая (бассейн р. Харга). Вмещающими породами для рудных тел Эльгинского месторождения являются кварц-серицитовые, кварц-серицит-углеродсодистые, мусковит-кварц-альбитовые и актинолит-эпидот-хлорит-альбитовые сланцы талыминской и златоустовской свит нижнего-среднего карбона. Контакты рудных тел с вмещающими породами четкие, углы падения 25-35°, содержание золота в рудных телах от первых г/т до первых десятков г/т. Рудные тела мощностью 0.5-15 м сложены альбит-кварцевыми метасоматитами, локализованными в толще кварц-полевошпат-слюдястых сланцев. Для метасоматитов характерно наложенное окварцевание. Отмечаются прожилки кварца с вкрапленностью сульфидов - пирита и арсенопирита, реже галенита, сфалерита, халькопирита. Развита серицитизация и хлоритизация. Руды относятся к золото-сульфидно-кварцевой формации и являются убогосульфидными. Содержание сульфидов в руде не превышает 5%. В пересечениях на мощность 1-12 м содержания золота по атомно-абсорбционному анализу составили 1.5-5.5 г/т. По минералогическому анализу к основным

минералам руд относятся кварц и альбит, встречаются серицит, адуляр, биотит, эпидот, актинолит и др. Для первичных руд характерно присутствие вкрапленности самородного золота в кварце и алюмосиликатной матрице, часто содержащей слюдистые прослои, серицит и биотит. Встречается самородное золото и в сульфидах, преимущественно в микротрещинах арсенопирита. В зоне окисления наблюдается разрушение сульфидных минералов с образованием окислов и гидроокислов железа. Эти процессы приводят к укрупнению самородного золота и повышению его пробы. В первичных рудах присутствует золото преимущественно от сотен нанометров до первых мкм, а для зоны окисления характерна вкрапленность золота до сотен мкм. По данным пробирного, атомно-абсорбционного, полуколичественного спектрального и других анализов, - повышенное содержание Au и Ag в рудах коррелирует с повышенными содержаниями As, Pb, Zn, Co, Cr и Ti. Микроскопическое и наноразмерное золото связано с кварцем, алюмосиликатами и сульфидами, прежде всего с арсенопиритом. Размерность золота меняется от сотен нм до первых десятков мкм в первичных рудах и сотен мкм - в окисленных.

В 2017 г. атомно-абсорбционным анализом (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН, аналитик С.М. Радомский) в золотоносных альбит-кварцевых гидротермалитах с вкрапленностью арсенопирита и пирита (1-5%) установлены максимальные концентрации Pt - 0.5 г/т, Pd - 0.03 г/т.

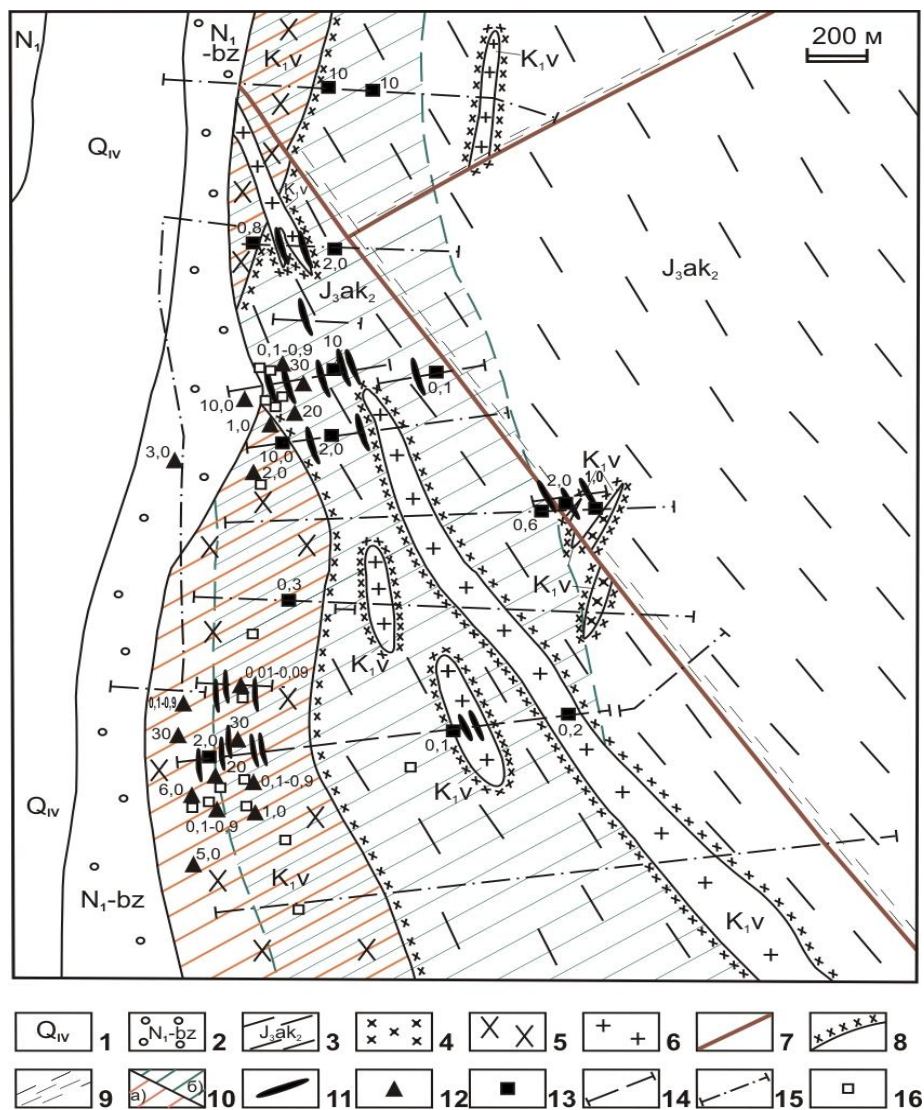
АНАТОЛЬЕВСКОЕ золото-серебряное месторождение приурочено к приконтактной части Тыгдинского интрузивного массива, сложенного гранитоидами верхнеамурского комплекса (рис. 29). Вмещающими породами также частично служат верхнеюрские терригенные образования аякской свиты, представленные песчаниками и алевролитами. Терригенные породы прорваны апофизой интрузии гранодиоритов верхнеамурского комплекса и дайками крупнопорфировых гранодиорит-порфиров и гранит-порфиров.

Золото-серебряное оруденение представлено зонами прожилкового окварцевания субмеридионального простирания, сопровождаемых дайками гранит-порфиров. Мощность зон до 300 м. В зонах находятся многочисленные, не выдержанные по простиранию (от 20-40 до 100 м) и мощности (от 0.5 см до 1.2 м) кварцевые жилы и прожилки. Окварцованию подвергнуты преимущественно песчаники и алевролиты, в меньшей степени гранодиориты. Кварц в жилах и прожилках тонкозернистый и полупрозрачный, светло серого цвета.

Первичные руды сложены неравномерно аргиллизированными, окварцованными и серицитизированными песчаниками и алевролитами. Иногда руды катаклазированы и брекчированы. Брекчии состоят из обломков гранит-порфиров, песчаников и гранодиоритов с кварцевым цементом. Отмечаются прожилки кварц-кальцитового и кальцитового состава, а также слабая карбонатизация по массе породы. В нижних частях разреза руды неравномерно карбонатизированы и хлоритизированы до кварцевых и серицит-кварцевых метасоматитов с примесью доломита. Содержание золота в рудах меняется от 1 до 5 г/т, средняя 3.6 г/т. В качестве сопутствующих элементов установлены Ag – 0.7-10 г/т, Bi – 0.05-0.1%, W – 0.001-1%, Cu – 0.02-0.3%, As – 0.01-0.4%.

Количество рудных минералов меняется от 3-5 до 10% объема породы. Среди них преобладает пирит, Реже наблюдаются магнетит, галенит, халькопирит, пирротин, молибденит и самородное золото. Самородное золото представлено мелкими зернами, размером 0.05-0.25 мм, крючковидной, палочковидной, комковидной формы. Проба золота 725-829, в среднем – 775‰.

Повсеместно развита зона окисления. Мощность ее от 1-5 до 30 м. Под ней находится зона дезинтеграции пород. Окисленные руды представлены в различной степени выветрелыми дресвянисто-глинистыми и глинисто-дресвяно-щебнистыми породами различного минерального состава. В них отмечается каолинит (от следов до 10-12%), гидрослюда (от 3 до 25%), монтмориллонит (от 1 до 20%). Характерны обильные лимонитовые и железо-марганцевые корки, псевдоморфозы лимонита, реже гематита по пириту, а также тонкие интенсивно лимонитизированные кварцевые прожилки.



1 – аллювиальные пески с гравием, алевриты, илы; 2 – бузулинская свита: пески, глины; 3 – аякская свита: песчаники полимиктовые мелко и среднезернистые, прослои алевролитов; 4 – гранодиорит-порфиры; 5 – гранодиориты; 6 – гранит-порфиры; 7 – разломы; 8 – контактовые роговики; 9 – зоны рассланцевания; 10 – зоны аргиллизации (а), окварцевания (б); 11 – кварцевые жилы и прожилки; 12 – штуфные пробы с содержанием золота (г/т); 13 – керновые пробы с содержанием золота (г/т); 14 – линии магистральных и разведочных каналов; 15 – линии скважин; 16 – шурфы.

Рис. 29. Анатолевское золото-серебряное месторождение (Мельников, Степанов, 2017)

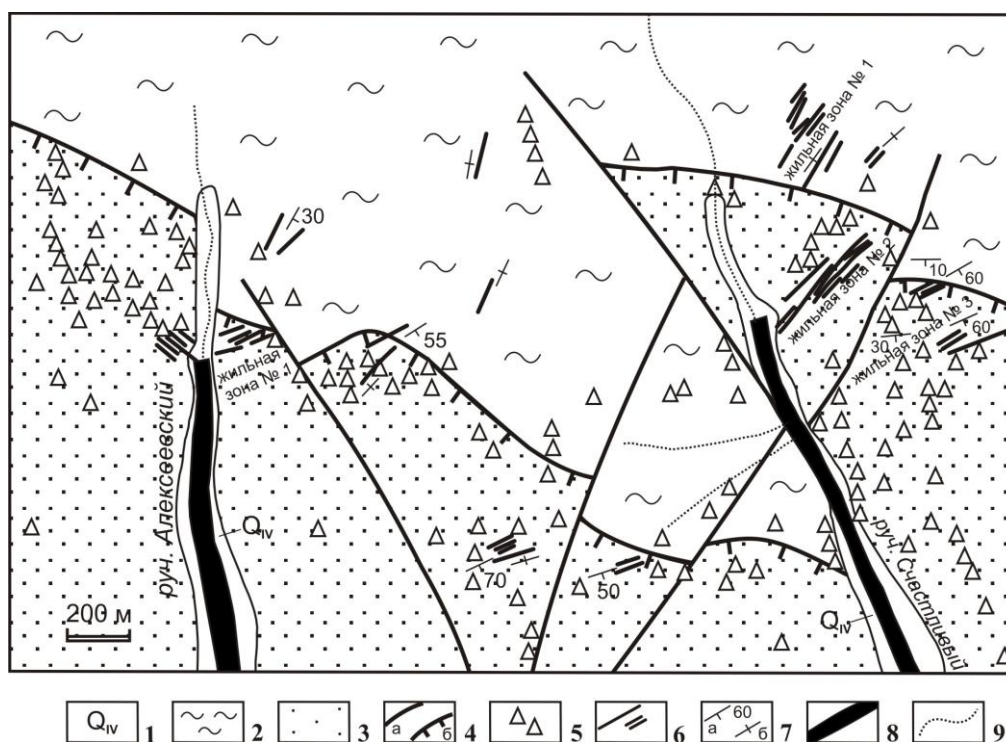
Для окисленных руд характерна интенсивная сульфидная минерализация в виде сплошных, прерывистых или дендритовых пленок, реже в виде округлых агрегатоподобных «лепешек», состоящих из пирита. Пирит интенсивно окисленный от тончайшей вкрапленности до друзовидных скоплений кристаллов. По трещинам отмечаются образования голубого и зеленоватого цвета. В голубых корках установлены: марказит, пирит, вюртцит, гидрослюда (иллит), гипс, каолинит, геохронит, дюфренуазит. Во вторичных образованиях зеленоватого цвета установлены: кварц, ортоклаз, плагиоклаз, гипс, иллит, пирит, марказит и гидросульфаты железа: розенит, ссомольнокит и гидросульфат марганца. Пирит в мелкокристаллических темно-серых массах часто отмечается в ассоциации с арсенопиритом, по которому местами развит зеленоватый скородит.

Таким образом, среднее по запасам и добыче золота месторождение *Анатолевское* Тыгдинского РРУ Северо-Буреинской металлогенической зоны во многом напоминает крупное месторождение *Пионер* и отнесено к золото-сульфидно-кварцевой формации. Оно представлено зонами прожилково-вкрапленных бедных руд. Количество рудных минералов меняется от 3-5 до 10% объема породы. Среди них преобладает пирит, реже встречаются

магнетит, галенит, халькопирит, пирротин, молибденит и самородное золото. Самородное золото представлено мелкими зернами, размером 0.05-0.25 мм крючковидной, палочковидной, комковидной формы. Проба золота 725-829, в среднем – 775‰. Зона окисления развита на глубину до 30 м, под ней располагаются дезинтегрированные руды. Наличие окисленных легкообогатимых руд и близость Покровского ГОКа предопределили быструю и полную отработку месторождения, на месторождении в 2014-2014 гг. добыто 13.2 т золота.

В 2005 г. по данным пробирно-атомно-абсорбционного анализа (лаборатория ИРГИРЕДМЕТ СО РАН, г. Иркутск) в 4-х штуфных пробах из аргиллизированных и березитизированных песчаников и алевролитов установлены следующие содержания (г/т): Pt - 0.26-1.03, Pd - 0.01-0.15, Ir – 0.001-0.032, Os – 0.01-0.025, Ru - < 0.05, Rh – 0.01-0.03, Au - 0.44-0.76 (Мельников, 2006).

СЧАСТЛИВОЕ рудопроявление золота расположено в верховьях руч. Счастливого, левого притока р. Сирик-Макит (бассейн р. Унья). Рудное поле слагают флишевые осадки амканской свиты и песчаниковые отложения джескогонской свиты, разделенные Уньинским надвигом субширотного простирания (рис. 30). Оруденение локализуется в аллохтоне, реже автохтоне надвига. Оно представлено кварцевыми жилами или сериями жил, приуроченными к оперяющим трещинам отрыва разломов северо-восточного плана. Жилы сложны крупнозернистым кварцем (95-98%), альбитом (1-4%), кальцитом (1-2%), серицитом и хлоритом. Среди рудных минералов преобладают шеелит, арсенопирит, ферберит, галенит и самородное золото. Менее характерны пирит, пирротин, халькопирит и сфалерит.



1 – аллювиальные пески, галечники кватерта; 2 – переслаивание алевролитов, аргиллитов и песчаников амканской свиты ранней юры; 3 – песчаники с прослоями гравелитов и аргиллитов нижней подсвиты джескогонской свиты позднего карбона; 4 – разрывные нарушения (а) и надвига (б); 5 – свалы жильного кварца; 6 – золотоносные кварцевые жилы и жильные зоны; 7 – залегание жил: наклонные (а), вертикальные (б); 8 – россыпи золота; 9 - водотоки

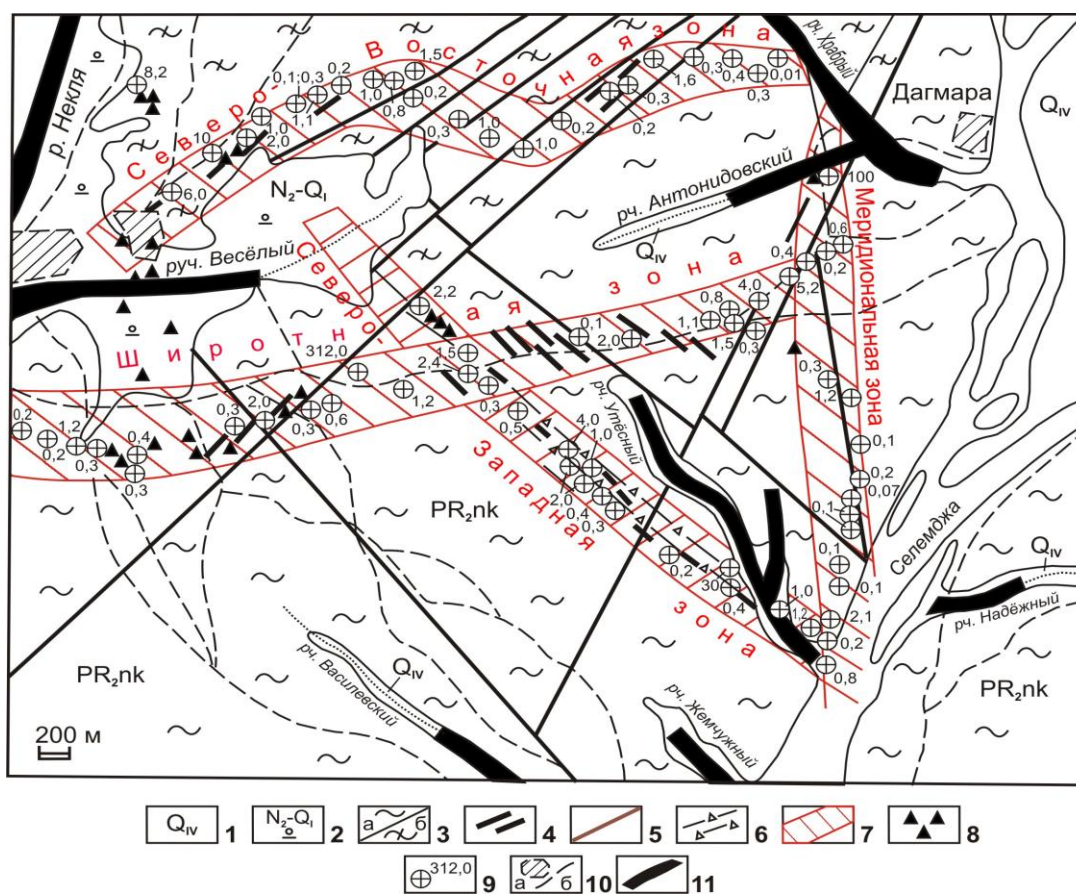
Рис. 30. Рудопроявление золота Счастливое

Золото мелкое, комковидной, жилковидно-пластинчатой, кристаллической, друзовидной и проволоковидной формы. Исследование состава золота на рентгеноспектральных приборах Камебакс и JXA-5A показало, что проба его меняется в

пределах 840-895‰. Основными примесями являются серебро (6.70-7.66%) и ртуть (1.72-9.37%). Высокая примесь ртути является одной из характерных особенностей самородного золота Унья-Бомского узла. Содержание золота в жилах меняется от «следов» до 10-15 г/т, вольфрама достигает 1%, мышьяка – 3%. Золото-серебряное отношение меняется от 1:30 до 4:1. Наиболее продуктивной оказалась выявленная В.К. Полтеевым жила «Грот», прослеженная впоследствии канавами на 300 м при мощности 0.7 м. Содержания золота от 0.02 до 14.2 г/т, среднее – 2.8 г/т. Из жилы «Грот» добыто 7.9 кг золота. Золотое оруденение отнесено к золото-кварцевой формации

В 2007 г. атомно-абсорбционным анализом (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН, аналитик С.М. Радомский) в штучных пробах из сульфидизированных песчаников установлены (г/т): Pt – 0.12-1.27, Pd – 0.014-0.11, Os – до 0.012, Ru – до 0.04, Rh – до 0.007, Ir – до 0.01. В самородном золоте проявления определена Pt в количестве 68 г/т (Неронский, 1998; Мельников и др., 2008).

ХРАБРОЕ рудопоявление золота расположено в водораздельной части р. Некля и ручьев Веселый, Храбрый, Утесный, Северный и Антониновский (рис. 31). Рудопоявление представлено пятью кварцевыми жилами мощностью до 0.7 м с содержанием золота 7.7-12.7 г/т. Жилы залегают в окварцованных хлорит-актинолитовых сланцах, содержащих золото до 1 г/т. Вопрос о возрасте оруденения в районе остается открытым: палеозой или ранний мел.



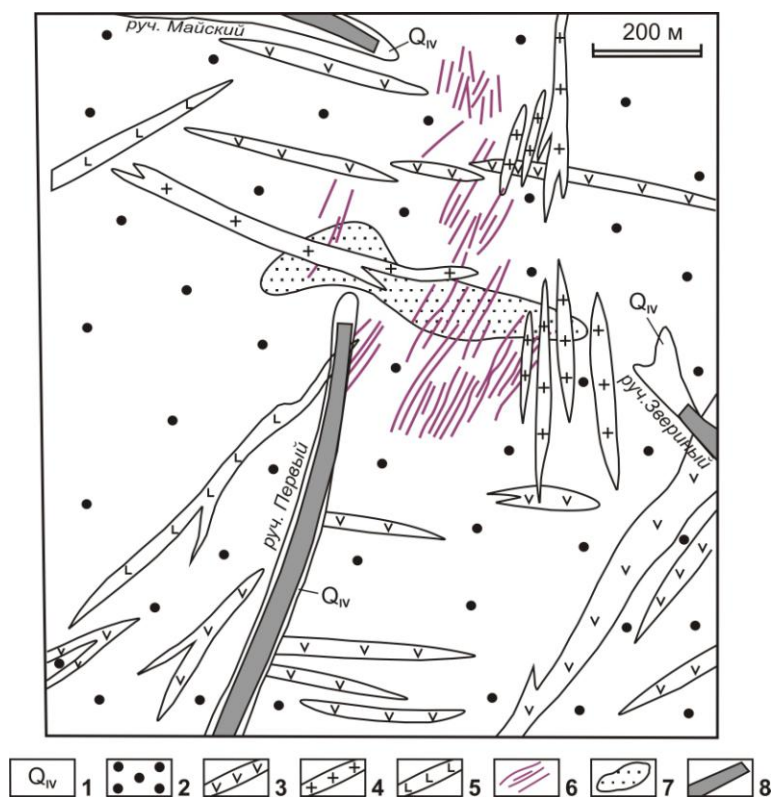
1 – четвертичные аллювиальные отложения; 2 – неоген-четвертичные аллювиальные отложения; 3 – а) неклинская свита: биотит-кварцевые, кварц-серицитовые сланцы, пласты метапесчаников, углеродистых, иногда чёрных сульфидизированных аргиллитов и алевролитов (PR₂); б) дагмарская свита: известковистые метапесчаники, серицит-кварцевые и актинолит-хлоритовые сланцы; 4 – дайки фельзит-порфиров, кварцевых порфиров, гранит-порфиров буриндинского комплекса (K₁); 5 – разломы; 6 – зоны дробления и катаклаза; 7 – зоны гидротермалитов и измененных пород; 8 – свалы жильного кварца; 9 – штучные пробы с содержанием золота в г/т; 10 – а) населённые пункты, б) автодороги; 11 – россыпи золота

Рис. 31. Рудопоявление золота Храброе

В районе рудопроявления развиты биотит-кварцевые, кварц-серицитовые сланцы с пластами метапесчаников, перекрытые серицит-кварцевыми и актинолит-хлоритовыми сланцами дагмарской свиты, перемежающимися с метавулканитами основного состава. Встречаются и углеродистые черные пиритизированные аргиллиты, простирающиеся на северо-запад с падением на северо-восток. Отмечается мелкая складчатость с вертикальными осевыми поверхностями и шарнирами, наклоненными на юго-восток под углом 12-18°. Многочисленные дайки порфиров претерпели серицит-кварцевые изменения до кварцевых метасоматитов и содержат кварцевые прожилки. Выделяются северо-восточные зоны гидротермалитов длиной до 2 км и шириной 250-400 м. Повышенные содержания золота отмечаются в кислых вулканитах с кварцевыми прожилками. В ряде штуфных проб охристого кварца с включениями железо-магнезиальных карбонатов и сульфидов содержание золота составляло 1-6 г/т (в одной пробе 100 г/т).

В 2007 г. атомно-абсорбционным методом (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН, аналитик С.М. Радомский) в 9 штуфных пробах из сульфидизированных серицит-кварцевых, серицит-карбонат-кварцевых и актинолит-хлоритовых сланцев в 3-х минерализованных зонах установлены следующие содержания платиноидов: 1) зона Северо-Западная: Pt - 0.011-0.33 г/т, Pd - 0.002-0.06 г/т; 2) зона Широтная: Pt - 0.01-0.3 г/т, Pd - 0.001-0.044 г/т; 3) зона Меридиональная: Pt - 0.075-0.37 г/т, Pd - 0.0017-0.039 г/т (Мельников и др., 2008).

Рудопроявление золота КУЛИКАН имеет тесную пространственную связь с дайками диоритового состава, и по-видимому, контролируется Куликанской антиклинальной структурой (рис. 32). Оно относится к кварцево-сульфидной формации и соответствует мезотермальному периоду минерализации. Выделяется 4 стадии минерализации: 1) кварцевая, 2) сульфидная, 3) сульфидно-каолиновая, 4) карбонатная.



1 – четвертичные аллювиальные отложения (песок, галька); 2 – переслаивание песчаников, алевролитов, аргиллитов, сланцы (J); 3-5 – дайки: 3 – кварцевых порфиров, 4 – плагиогранит-порфиров, 5 – диоритовых порфиров; 6 – кварцевые и кварц-сульфидные жилы; 7 – зона брекчирования и межпластового дробления с лимонит-кварцевой минерализацией; 8 – россыпи золота

Рис. 32. Куликанское рудопроявление золота

Максимальные концентрации Au приурочены к кварц-сульфидным жилам и прожилкам и к зонам брекчирования с существенно лимонит-каолиновой минерализацией. Зоны межпластового дробления с лимонит-каолиновой минерализацией характеризуются низким содержанием Au, а зоны брекчирования с карбонатной минерализацией практически являются пустыми. Кварц-сульфидные жилы и прожилки имеют северо-восточное, иногда

близкое к меридиональному простирание, крутое (до вертикального) северо-западное и обратное падение. Мощность их от нескольких мм до 0.2 м. Протяженность до 300 м. По данным пробирного анализа по кварцевым телам 1-й стадии минерализации, содержание Au достигает 3 г/т. В местах появления 2-й стадии минерализации наблюдается резкое обогащение кварцевых тел сульфидами, с которыми ассоциирует золото. Руды в данном случае имеют брекчиевидную, реже полосчатую текстуру. Иногда сульфиды наблюдаются в них в виде гнездообразных скоплений. Содержание Au в этих рудах достигает 36.8 г/т. Брекчиевидные зоны с сульфидно-каолиновой минерализацией представляют собой поперечно-секущие тела, чаще неправильной формы, вытянутых в субмеридиональном направлении. Мощность их от первых десятков см до 8 м, протяженность до 100 м. Контакты обычно четкие. Золото протолок обычно микроскопически мелкое, реже крупное, в корочковидных и пластинчатых агрегатах, иногда в сростании с лимонитом и кварцем. Проба его - 830-850‰. По данным пробирного анализа, содержание Au достигает 68 г/т. Каолинизация, как правило, сопровождает зоны брекчирования с сульфидно-каолиновой минерализацией и распространена на 5-10 м в стороны от контактов этих зон. Это изменение пород является наиболее характерным на Куликанском рудопроявлении и может служить хорошим поисковым признаком для данного типа месторождений.

В 2005 г. по данным атомно-абсорбционного анализа (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН, аналитик С.М. Радомский) в 3-х штуфных пробах из жильных кварцевых гидротермалитов установлены содержания (г/т): Pt - 0.013-1.004, Pd - 0.038-0.52, Ir - 0.02-0.082, Os - 0.011-0.022, Ru - <0.05, Rh - 0.01-0.013, Au - 0.44-3.32. Рудные минералы - пирит, халькопирит, галенит (Мельников, 2006).

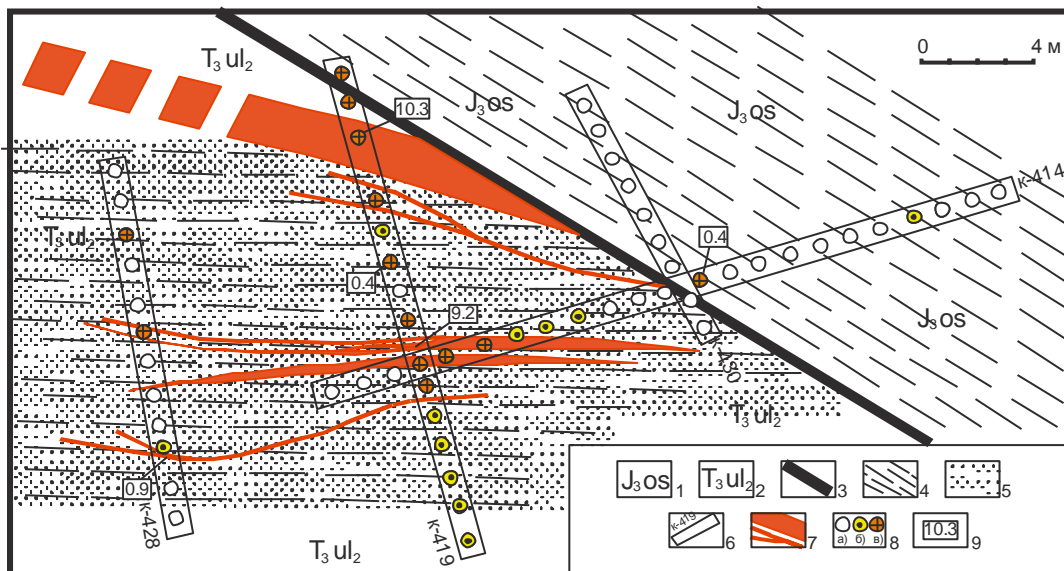
В 2014 г. проведены исследования на обнаружение платиноидов в черносланцевых толщах (тема НИР ИГиП ДВО РАН). Из оруденелых черносланцевых толщ отобрано 10 штуфных проб. По данным атомно-абсорбционного анализа (лаборатория ИГиП ДВО РАН, аналитик С.М. Радомский) установлены содержания в жильных кварцевых гидротермалитах (г/т): Pt - 0.013-0.947, Pd - 0.0211-0.442, Ir - 0.0252-0.112, Os - 0.009-0.027, Ru - 0.009-0.044, Rh - 0.0087-0.0119, Au - 0.215-2.45, Ag - 0.355-3.15.

Рудопроявление золота ЗЛОТИНКА расположено в бассейне руч. Кочевная, правого притока р. Уруша в ее нижнем течении. Сложено верхнетриасовыми рассланцованными, окварцованными, пиритизированными углеродсодержащими алевролитами, аргиллитами и песчаниками ульдугичинской толщи (рис. 33).

В 1963-1964 гг. зона вскрыта канавами в 4-х пересечениях. В ядре опрокинутой на юг антиклинали вскрыта пачка рассланцованных углеродистых алевролитов с тонкопрожилковым окварцеванием. Она имеет субширотное простирание при мощности 15-20 м и протяженности 250 м. В кварцевых прожилках установлены содержания золота 9.2 г/т (пробирный анализ). В кварцевой жиле, мощностью 1 м содержание золота 10.3 г/т. В рудных интервалах повышенных содержаниях отмечаются Pb - 3%, Zn - 1%, Cu - 0.02%, As - 0.2%, Ag - 11.1 г/т. Рудные минералы - пирит, халькопирит, арсенопирит, галенит, сфалерит, гематит, золото. Золото находится в кварце в сростаниях и прорастаниях с пиритом, арсенопиритом, галенитом, а также в виде включений в них.

В 2004 г. на площади проявления и его флангах проведены поисковые работы. Выявлены зоны жильного, прожилкового и метасоматического окварцевания, сульфидизации близширотного простирания. Мощность зон от первых до сотни метров, длина до 2 км. Содержания золота - до 38.65 г/т, серебра - до 151.15 г/т, Bi - до 0.003%, Mo - до 0.008%, Pb - 0.05-1%, W - до 0.003%. Ресурсы золота оцениваются в 0.7 т, при глубине подсчета 100 м, и среднем содержании 9.7 г/т.

Прогнозные ресурсы для Золотинкинского золоторудного поля - 6 т золота, 260 т серебра. Рудная формация золото-сульфидно-кварцевая.



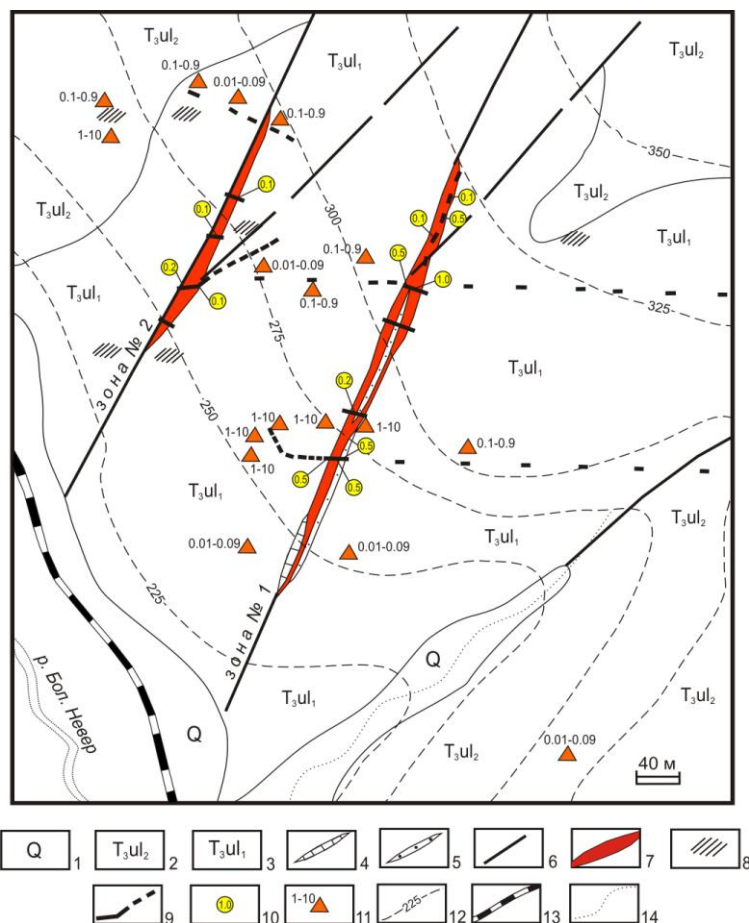
1 – верхнеюрские песчаники, алевролиты, гравелиты осежинской свиты; 2 – верхнетриасовые глинистых (аспидные и филлитовидные) сланцы с прослоями песчаников верхней подсвиты ульдугичинской свиты; 3 – разрывные нарушения; 4 – зоны интенсивного рассланцевания пород; 5 – пиритизированные породы; 6 – каналы и их номера; 7 - кварцевые жилы и прожилки; 8 – содержание золота в борздовых пробах по данным минералогического анализа: а) пусто, б) единичные знаки (1-10 знаков), в) весовые содержания (0.1-6 г/т); 9 – содержания золота (г/т) в борздовых пробах по данным пробирного анализа.

Рис. 33. Рудопроявление золота Золотинка

В 2007 г. по данным атомно-абсорбционного анализа (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН, аналитик С.М. Радомский) в 10 штучных пробах из кварцевожильных пород с вкрапленностью сульфидов установлены следующие содержания золота, серебра и платиноидов (г/т): Pt – 0.09-1.0 г/т, Pd – 0.01-0.09 г/т, Os – 0.002-0.005 г/т, Ir – 0.002-0.01 г/т, Rh – 0.001-0.012 г/т, Ru – 0.009-0.02 г/т, Au – 1.15-17.5 г/т, Ag – 3.5-50 г/т.

Рудопроявление золота СОСНОВОЕ сложено верхнетриасовыми рассланцованными углеродсодержащими песчаниками и алевролитами ульдугичинской толщи, прорванных раннемеловыми дайками дацито (рис. 34). Оно находится на левобережье р.Большой Невер (бассейн р. Амур). Поисковыми работами выявлены две субпараллельные зоны (через 200 м) кварцевых брекчий в рассланцованных песчаниках ульдугичинской толщи мощностью 1,7-30 м (средняя 12.6 м), с прослеженной суммарной протяженностью 410 м. Простираение зон северо-восточное (30°), падение на северо-запад под углами 65-75°. Кварцевые брекчии представлены двумя разновидностями: в светло-серой брекчии цемент сложен беловато-серым кварцем, а в обломках (10-80%) - аргиллизированные и окварцованные песчаники; в темно-серых брекчиях цемент представлен темно-серым, до черного, кварцем, а в обломках - алевролиты и милониты. По брекчиям развиты секущие разноориентированные прожилки (5-10 см) светло-серого мелкозернистого кварца поздней генерации с пустотами (до 5 см), выполненными охрами лимонита и друзовидного полупрозрачного кварца. Вмещающие песчаники аргиллизированы. На отдельных интервалах брекчии сульфидизированы.

Содержание золота по пробирному анализу от 0.2 до 2 г/т, среднее – 0.5 г/т на мощность 12.6 м, серебра - до 3.8 г/т. Соотношение содержаний золота и серебра 1:3. В большинстве золотосодержащих проб отмечаются повышенные содержания сурьмы (0.005-0.03%) и мышьяка (0.01-0.2%). Золото мелкое (0.05-0.1 мм), комковидной и губчатой формы, светло-желтое, проба 689-714‰. Прогнозные ресурсы (P₂) золота проявления составляют 0.6 т, серебра 1.8 т при глубине прогноза 100 м, удельном весе брекчий 2.5 г/см³.



1 – современные отложения поймы (галечники, пески, суглинки); 2-3 – ульдугичинская свита верхнего триаса: 2 – верхняя подсвита (рассланцованные алевролиты, филлиты, прослои песчаников), 3 – нижняя подсвита (рассланцованные песчаники, прослои алевролитов; 4 – дайки спессартитов; 5 – дайки дацитов; 6 – разломы; 7 – рудные зоны и их номера; 8 – тонкопрожилковое окварцевание; 9 – каналы; 10 – содержание Au (г/т) в борзодовых пробах (спектральный анализ); 11 – содержание Au (г/т) в штуфных пробах (спектральный анализ); 12 – высотные горизонталы; 13 – железная дорога; 14 – водотоки.

Рис. 34. Рудопроявление золота Сосновое

В 2007 г. по данным атомно-абсорбционного анализа (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН, аналитик С.М. Радомский) в 8 штуфных пробах из кварцевых брекчий с сульфидами установлены следующие содержания золота, серебра и платиноидов (г/т): Pt – 0.16-0.67 г/т, Pd – 0.01-0.11 г/т, Os – 0.002-0.007 г/т, Ir – 0.002-0.005 г/т, Rh – 0.001-0.009 г/т, Ru – 0.02-0.07 г/т, Au – 2.35-6.9 г/т, Ag – 1.5-11 г/т.

БЕЛЕНЬКОЕ рудопроявление золота приурочено к Желтулакской шовной зоне. Здесь среди нижнепротерозойских темносерых кварцито-сланцев выявлены послойные и секущие невыдержанные по простиранию кварцевые прожилки с прожилково-вкрапленным сульфидным оруденением. Мощность прожилков колеблется от первых сантиметров до 15 см. По данным пробирного анализа содержание золота в кварцевых гидротермалитах достигают 6.5 г/т. Золото сопровождается пиритом, галенитом, халькопиритом, молибденитом, висмутином.

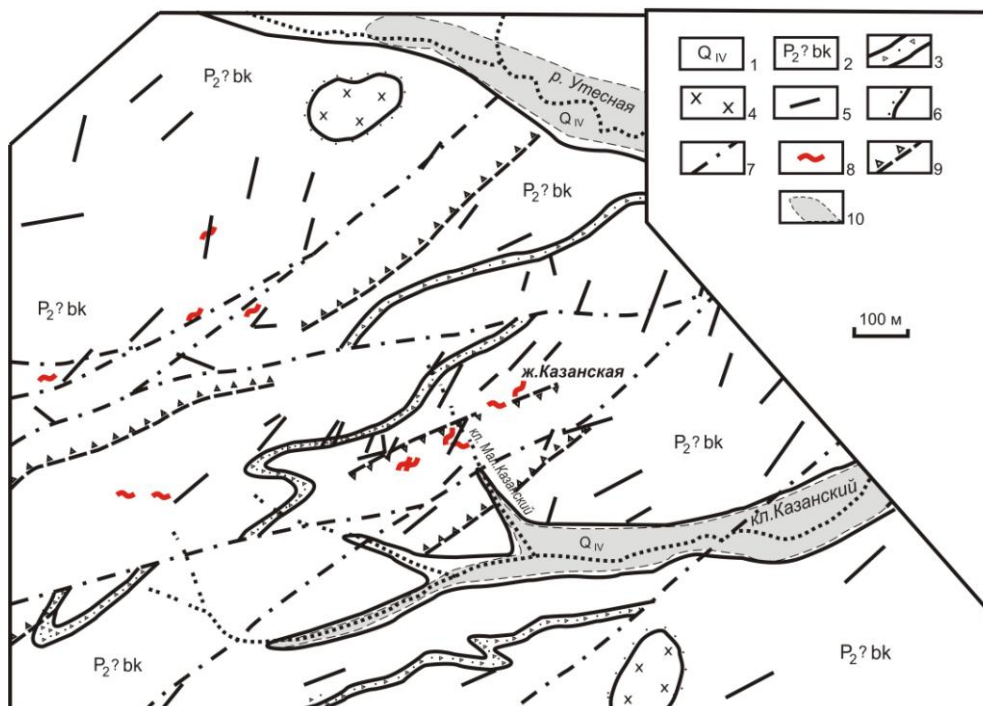
В 2007 г. по данным атомно-абсорбционного анализа (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН, аналитик С.М. Радомский) в 12 штуфных пробах из кварцевых прожилков с вкрапленностью сульфидов установлены следующие содержания золота и платиноидов (г/т): Pt – 0.16-1.12, Pd – 0.07-0.1, Os – 0.02-0.03, Ir – 0.002-0.009, Rh – 0.001-0.01, Ru – 0.02-0.04, Au – 0.5-5.7.

Рудопоявление золота БАЛДЫГЛИЯ приурочено к крупному Балдыглинскому разлому, который простирается в СЗ направлении и сопровождается трещинами и зонами милонитизации. В 1978 г. проведены ревизионные работы на коренное золото на площади развития пиритизированных углеродистых сланцев. Участок работ расположен в Становой складчатой области, в зоне Северо-Тукурингского надвига. Стратифицированные образования представлены гнейсами и сланцами. Северную часть участка (аллохтон) слагают верхнеархейские биотитовые, роговообманково-биотитовые, двуслюдяные и гранат-дистен-ставролитсодержащие разности гнейсов с прослоями графит-мусковитовых кварцитов. Ни станового комплекса. Южную часть участка слагают нижнепротерозойские породы желтулакской серии (метаморфизованные песчаники, алевролиты и андезитодацитовые порфириды, филлитовидные микросланцы, двуслюдяные, биотитовые и углистые сланцы, конгломератовидные породы меланжа). Интрузивные образования представлены тремя комплексами: 1) позднеархейский (габбро, габбро-амфиболиты), 2) раннепротерозойский (диориты, габбро-диориты, габбро и амфиболиты, граниты, граносиениты), 3) позднемеловой (дайки аплитов, кварцевых порфиров, диоритовых порфиридов, долеритов, спессартитов, вогезитов). В штуфных пробах из метаморфогенного кварца содержания золота составляют 0.01-0.3 г/т, свинца (до 0.7%), висмута (до 0.03%), мышьяка (до 0.03%), цинка (до 1-5%). В аллохтоне в зонах рассланцованных, пиритизированных и окварцованных гнейсов мощностью до 3 м установлены содержания золота (0.01-0.03 г/т), меди (до 0.03%), молибдена (до 0.03%), цинка (до 0.03%). Среди протерозойских сланцев автохтона выявлены пиритизированные зоны дробления и милонитизации мощностью 0.35-1.7 м с содержанием золота 0.1-0.9 г/т и лишь в одной пробе – 3.5 г/т на мощность 0.35 м. Кроме этого, в них отмечается цинк (до 0.09%), серебро (до 10 г/т), висмут (до 0.007%). Как в аллохтоне, так и в автохтоне, выявлены зоны диафоритов, не превышающих 1-м мощности, содержания золота достигают 0.02-1.2 г/т, серебра – 9.6 г/т, меди – 0.7%, свинца – 0.01%, цинка – 0.02%, олова – 0.03%, висмута – 0.005%. Слабая золотоносности (до 0.03 г/т) характерна для сульфидизированных амфиболитов, скарноидов. Последние установлены в отвалах старых канав и в делювиальных свалах среди протерозойских пород вдоль контакта с интрузивом гранитов. Это крупно – участками до гигантозернистых (до 15 см) тремолит-диопсидовые или кварц-тремолит-диопсидовые породы с чешуями (менее 1 см) молибденита (до 1%) и единичными прожилками (менее 1 см) поперечно-волокнистого хризотил-асбеста. Содержания молибдена обычно не превышают 0.07% и лишь в одной пробе достигает 0.3%. Протяженность тел составляет 2.5 км, а их мощность судя по отвалам канав колеблется от 1-2 м до 30 м и более. Повышенные содержания золота (0.4-1.5 г/т), висмута (до 0.03%) и свинца (до 0.7%) отмечаются в единичных штуфах гидротермального кварца, отобранных по мощным (до 25 м) жилам субмеридионального простирания. В пиритизированных углисто-графитистых сланцах установлены лишь «следы» золота.

По данным атомно-абсорбционного анализа (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН, аналитик С.М. Радомский) в штуфных пробах из черных сланцах с сульфидами, отобранных в 2007 г., установлены следующие содержания золота и платиноидов (г/т): Pt – 0.1-1.2, Pd – 0.03-0.1, Os – 0.002-0.009, Ir – 0.005-0.007, Ru – 0.002-0.02, Rh – 0.02-0.1, Au – 0.01-0.3. По данным спектрального анализа установлены содержания Pb – до 0.3%, Bi – до 0.03%, As – до 0.03%, Zn – до 0.5%. Среди черных сланцев выявлены сульфидизированные зоны дробления и милонитизации мощностью 0.2-1.5 м с содержанием золота и платиноидов, г/т - атомно-абсорбционный анализ): Pt – 0.75-2.14, Pd – 0.1-0.3, Os – 0.01-0.03, Ir – 0.007-0.01, Ru – 0.009-0.02, Rh – 0.01-0.02, Au – 0.1-0.9.

Рудопоявление золота КАЗАНСКОЕ находится на левобережье руч. Казанский, правого притока р. Утесная (бассейн р. Верхняя Стойба). Открыто в 1928 г. при отработке россыпи золота руч. Казанского. Эксплуатировалась в 1928-1935 гг. штольней и шахтой, добыто около 200 кг золота. Жила «Казанская» залегает среди песчаников, алевролитов, глинистых сланцев, пачек их тонкого ритмичного переслаивания, седиментационных брекчий и конгломератов боконтинской толщи поздней перми (рис. 35). Интрузивный

комплекс представлен небольшими штоками диоритовых порфиров и серией даек андезитовых порфиров.



1 - четвертичные отложения; 2 - пачки тонкого ритмичного переслаивания песчанников, алевролитов и глинистых сланцев боконтинской свиты (P₂ bk); 3 - седиментационные брекчии; 4 - диоритовые порфириты (K₁); 5 - дайки андезитовых порфиров (K₁); 6 - контактовые роговики; 7 - разрывные нарушения; 8 - золотоносные кварцевые жилы; 9 - зоны брекчированных и трещиноватых пород; 10 – промышленные россыпи золота.

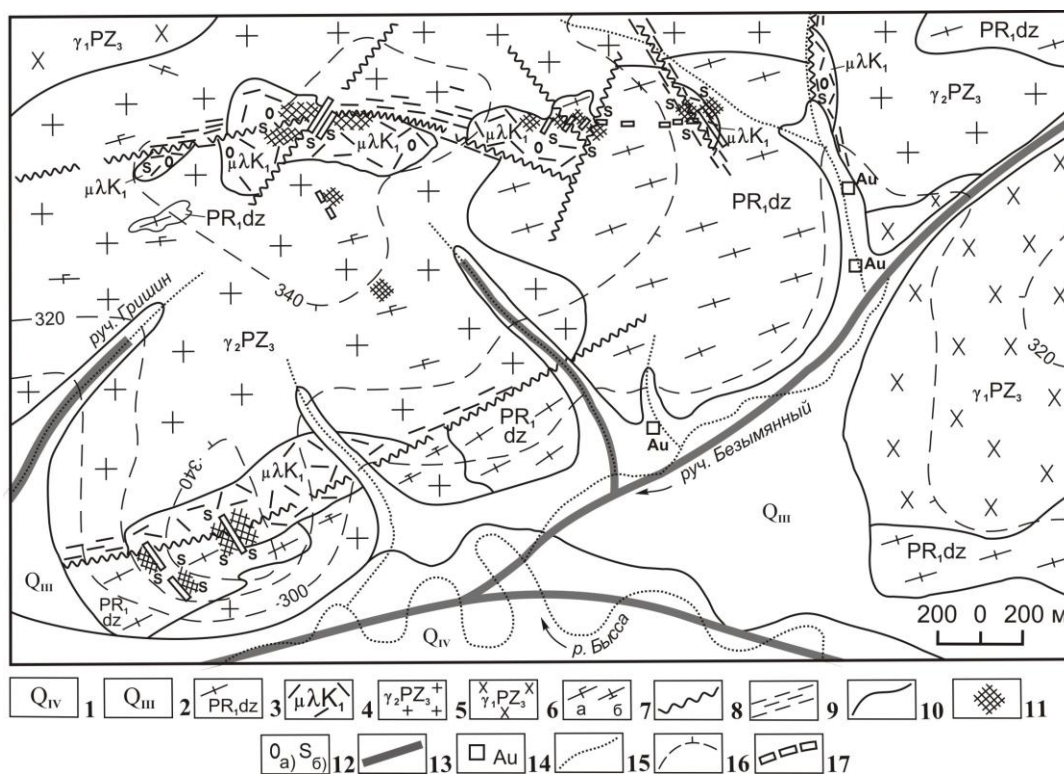
Рис. 35. Геологическое строение золоторудного проявления Казанское (Мельников, Степанов., 2014)

Изотопный возраст этих интрузий, определенный К-Ag методом, составляет 78 и 104 млн. лет (поздний мел). На рудопроявлении известно около 20 кварцевых жил и прожилков. Мощность жил достигает 1.0-3.0 м, в среднем составляет 0.5-0.6 м. Кроме этого на рудопроявлении закартирована минерализованная зона дробления протяженностью 13 м и шириной 1-1.5 м, вмещающая около 10 кулисообразно расположенных кварцевых прожилков. Содержания золота в кварцевых жилах и прожилках колеблется от «следов» до 153 г/т (С.Г. Агафоненко и др., 2002).

Количество рудных минералов в кварце не превышает 3%. При минераграфическом изучении аншлифов установлено, что среди них преобладают пирит, арсенопирит, блеклая руда, менее распространены – сфалерит, халькопирит, пирротин, галенит, редко встречаются самородное золото, серебро и алтаит (Мельников и др., 2009). Золото сформировалось в две стадии – вначале оно отлагалось в свободном виде и в сростках с арсенопиритом, а затем уже кристаллизовалось в пирите. В сростках и в свободном виде золото менее высокопробное (720-760‰), чем в виде включений в пирите (более 800‰). Оруденение золото-кварцевой формации.

В 2014-2015 гг. проведены исследования на обнаружение платиноидов в черносланцевых толщах (тема НИР ИГиП ДВО РАН). Из оруденелых черносланцевых толщ отобрано 12 штучных проб. Атомно-абсорбционным анализом (лаборатория ИГиП ДВО РАН) установлены (г/т): Pt – 0.22-0.77, Pd – 0.014-0.12, Os – 0.002-0.02, Ru – 0.004-0.009, Rh – 0.0014-0.0056, Ir – 0.003-0.009.

Рудопоявление золота БУЯНОВСКОЕ расположено в истоках руч. Буяновского, правого притока р. Бысса, Быссинского золотоносного узла. Оруденение приурочено к контакту лейкократовых гранитов и кварцево-сланцев (рис. 36). В 1953 г. заявка коллектора Туранской партии Пузанкова А.Е. о находке им в окрестностях поселка Безымянного (сопка Буяновская) обломков пород с вкрапленностью галенита и сфалерита. Химический анализ 3 образцов показал содержание: Pb – 0.11-0.34%, Zn – 1.28-3.33%. Поисковыми работами 1953-54 гг. установлена зона минерализованных брекчий северо-восточного простирания шириной около 20 м. По простиранию прослежена на 75 м. Вскрыты три разобщенные маломощные (0.1-0.75 м) зоны дробленых и окварцованных пород с тонкой вкрапленностью сульфидов. Фиксируется небольшим (1 км²) ореолом рассеяния Zn и Pb с содержаниями их от 0.01 до 0.05%. Текстура руд вкрапленная, структура – зернистая отложения и частичного замещения. Состав: рудные – сфалерит (до 10%), галенит, халькопирит, пирит, борнит, церрусит, пироморфит. Химическим анализом установлены: Zn (0.87-3.87%), Pb (0.05-1.57%) и Cu (до 0.6%). Спектральным анализом установлены: Mo (до 0.06%), Cu (до 0.06%), Zn (до 0.8%), Ag (до 0.003%), Sn (до 0.01%). Содержание Au достигает 124 г/т. На участке в ряде разрозненных литохимических проб установлено Au в количестве от 0.01 до 2 г/т.



1 – современные отложения (пески, галечники, глины); 2 – верхнечетвертичные отложения (пески, галечники, глины, суглинки); 3 – джунгарская свита (амфиболиты, плагиогнейсы биотитовые и биотит-роговообмаковые, кварциты); 4 – кварцевые порфиры, фельзит-порфиры, фельзиты; 5 – граниты биотитовые и лейкократовые серые мелко-среднезернистые; 6 – граниты биотитовые среднезернистые, порфиroidные; 7 – дайки: а – аплитов и пегматитов, б – диоритовых порфиroidов; 8 – разрывные нарушения; 9 – зоны рассланцевания и брекчирования; 10 – геологические границы; 11 – зоны окварцованных, сульфидизированных милонитов; 12 – окварцевание (а), сульфидизация (б); 13 – промышленная россыпь золота руч. Безымянный; 14 – шлиховые пробы с золотом; 15 – водотоки; 16 – изолинии рельефа; 17 – каналы

Рис. 36. Буяновское золоторудное проявление

В 1997 г. при работе по теме «Плотик» из непривязанной старой канавы были отобраны штучные пробы из окварцованных и сульфидизированных (пирит, сфалерит, галенит) милонитизированных гранитов (штучные пробы Б-1, Б-2, Б-3, Б-4). По данным ФГУП

«Амургеология» золотометрическим методом определены содержания Au (г/т) соответственно: 0.7, 1.2, 1.4 и 5.7 г/т.

В 2006 г. атомно-абсорбционным методом (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН) определены содержания платиноидов (г/т): 1) проба Б-1: Pt – 0.077, Pd – 0,055; 2) проба Б-2: Pt – 0.107, Pd – 0.047; 3) проба Б-3: Pt – 0.214, Pd – 0.077; 4) проба Б-4: Pt – 0.114, Pd – 0.092.

В 2017 г. по данным атомно-абсорбционного анализа (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН, аналитик С.М. Радомский) в 4-х штуфных пробах из окварцованных, сульфидизированных и милонитизированных гранитов установлены содержания: Pt – 0.055-0.0114 г/т, Pd – 0.047-0.092 г/т, Au – 0.7-5.7 г/т. Рудные минералы - пирит, сфалерит, галенит.

* * *

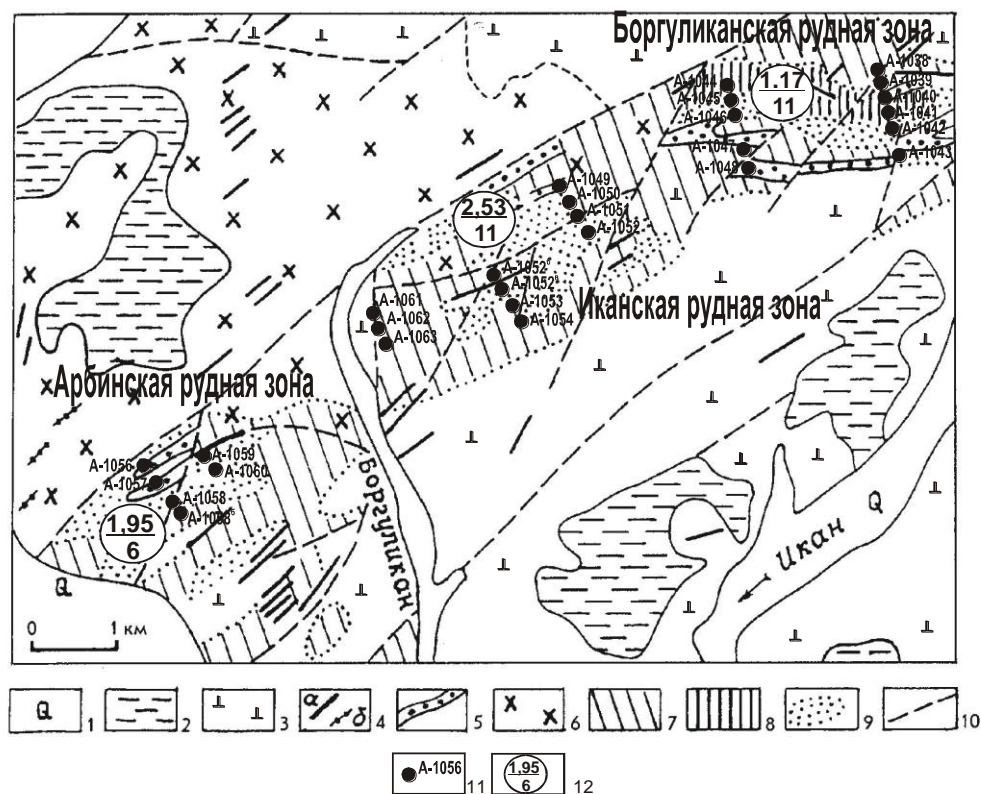
Таким образом, установленная платиноносность на золоторудных месторождениях и рудопроявлениях, связанных с плутоногенно-метаморфогенными ассоциациями горных пород, ставит вопрос о проведении ревизионных работ на платиноиды, указывает на возможность выявления комплексных с платиноидами месторождений. Наличие ресурсов платиноидов при комплексном освоении может значительно повысить рентабельность эксплуатации этих месторождений.

3.4. Золоторудные месторождения и рудопроявления субвулканического класса

БОРГУЛИКАНСКОЕ медно-порфировое (с золотом) месторождение расположено на левобережье р.Арби в зоне Сутамо-Тыгдинского глубинного разлома север-северо-восточного простирания в поле развития раннемеловых вулканитов талданской свиты и гранитоидов буриндинского комплекса (рис. 37). Покровные фации талданской свиты представлены дацитами и андезитами, лавобрекчиями андезитов и туфами смешанного состава. Вулканиты прорваны разномеловыми, кварцевыми монцодиоритами, которые в краевых зонах закалки переходят в гранодиорит-порфиры и кварцевые монцодиорит-порфиры (Эйриш, 2002). Встречаются и образования типа эруптивных брекчий. Все породы месторождения гидротермально изменены: вулканиты обелены, обохрены и превращены в метасоматиты кварц-серицитового состава либо даже в монокварциты, состоящие из кварца (до 80%), серицита и гидрослюды (до 70%) с примесью (до 1-5%) турмалина, хлорита, эпидота, рудного минерала. Ширина зоны 50-200 м. Встречены метасоматиты с большим количеством турмалина (до 20-30%). На удалении от порфировых интрузий в вулканитах развита аргиллизация шириной 100-700 м. По ее периферии развиты обычные пропиловитовые изменения. В пределах порфировых интрузий выделяются кварц-серицитовые и кварц-биотитовые с магнетитом метасоматиты. Максимальные изменения порфировых интрузий и вмещающих их вулканитов наблюдаются на участках штокверкового окварцевания и развития Au-Cu-Mo-нового оруденения. Кварц в прожилках серый скрытокристаллический и тонкозернистый, местами мелкодрозовый. Сеть прожилков сложная, образует брекчиевую текстуру породы. Мощность отдельных прожилков от 1-2 до 3-5 см. Центральная часть прожилков выполнена пиритом, реже магнетитом. Пирит также рассеян в массе породы и образует мономинеральные прожилки. Встречаются гнезда пирита величиной 5-10 см. Морфология кристаллов пирита - кубы и их комбинация с октаэдром, величина - первые миллиметры. Кроме пирита в штокверках присутствуют магнетит, гематит, халькопирит, халькозин, ковеллин, малахит, азурит, борнит, самородная медь, золото, сфалерит, молибденит, арсенопирит, вульфенит.

Основная рудная ассоциация - халькопирит-пирит-кварцевая. Текстура руд вкрапленная, пятнисто-вкрапленная, структура зернистая. На рудном поле развита зона окисления с лимонитовыми охрами до глубины от 5 до 27 м, в среднем 15 м. Здесь широко проявлены малахит, азурит, борнит, ковеллин, вульфенит, лимонит. Глубже выделяется зона вторичного

сульфидного обогащения. Рудное поле месторождения протяженностью 12 км и шириной 4 км зажато между двумя разломами северо-восточного простирания: Боргуликанским и Известково-Иканским и представлено тремя рудными зонами: Боргуликанская, Иканская, Арбинская.



1 - четвертичные образования (песок, галечник, гравий); 2 - неоген-четвертичные образования (пески, алевриты); 3-6 - раннемеловой вулканоплутонический комплекс: 3 - дациты, туфы, туфолавы, 4 - дайки порфировых пород среднего состава (а), аплитов (б), 5 - гранодиорит-порфиры, б - кварцевые монцодиориты, гранодиорит-порфиры; 7-9 - гидротермально измененные породы, включающие медно-порфировое (с золотом) штокверковое оруденение: 7 - аргиллизиты, 8 - серицит-кварц-биотитовые метасоматиты, 9 - серицит-кварцевые метасоматиты; 10 - разломы; 11 - места отбора штуфных проб, номера проб; 12 - платиноносность рудных зон: в числителе - среднее содержание платины (г/т), в знаменателе - количество определений.

Рис. 37. Боргуликанское медно-молибден-порфировое месторождение (Эйриш, 2002)

Боргуликанская рудная зона вскрыта с поверхности тремя линиями (через 400 м) мелких буровых скважин и одной линией канав. На глубине она изучена двумя скважинами глубиной 145 м и 81.5 м. Комплексный геохимический ореол 1x1.2 км, выработками не оконтурен. В бороздовых и керновых пробах установлены (в %): Cu - 0.01-1.0; Mo - 0.001-0.6; Au - 0.01-4 г/т; Ag - 0.3-16 г/т. В центральной части ореола выделено Au-Cu-Mo-новое рудное тело, совпадающее с контуром серицит-кварцевых метасоматитов и штокверкового прожилкового окварцевания, развитого в эндо- и экзоконтакте интрузии гранодиорит-порфиров. На профиле 50 содержание Au - 0.01-0.5 г/т, в среднем - 0.4 г/т. На глубине, ниже зоны окисления, содержания Au возрастают до 1.1-3.3 г/т. В скважине № 100 содержание Au - 0.43 г/т, по обеим скважинам - 0.2 г/т, Cu - 0.02-0.8%, Mo - 0.005-0.045%, Ag - 0.3-20 г/т.

Иканская рудная зона вскрыта 4 линиями мелких скважин через 800-400 м, по 2 из них пройдены линии канав. На глубине зона заверена скважинами 92-94 (до 30 м), 102 и 103 (20 и 100 м). Зона оконтурена по первичному ореолу меди, молибдена и золота шириной 0.6-1 км и длиной 2.5 км. Содержание Cu в ореоле 0.01-0.6%, Au - 0.01-0.32 г/т. В центральной части ореола выделено рудное тело, совпадающее пространственно со штоком среднепорфировых

кварцевых монцодиоритовых порфириров. Эти породы биотитизированы или превращены в метасоматиты кварц-биотитового (с магнетитом) состава. Содержание Au в центральной части рудного тела – 0.2-0.7 г/т, по периферии - не более 0.2 г/т, ниже зоны окисления – 0.2-0.6 г/т. Содержание Cu на поверхности 0.012-0.8%, на глубине - до 1% (скв. 103). Средние содержания Au на поверхности 0.18 г/т; на глубине - 0.3 г/т, Cu - соответственно 0.062 и 0.23% (Мельников и др., 2008).

Арбинская рудная зона представлена кварц-серицитовыми метасоматитами по вулканитам, шириной до 900 м. В центральной части зоны находится интрузивное тело гранодиорит-порфириров и эруптивных брекчий шириной около 100 м. Содержания Au – 0.01-0.3 г/т; Ag - 1-10 г/т, Cu – 0.01-0.04% и Mo – 0.001-0.1%.

Распределение платиноидов в рудах месторождения. Анализ геохимических данных, полученных на основе инверсионно-вольтамперометрического определения платиноидов в сульфидизированных метасоматитах и жильных кварц-золото-сульфидных рудах Боргуликанского месторождения (табл. 27), проведенного в лаборатории Томского политехнического университета (чувствительность анализа 1×10^{-7} % мас., воспроизводимость 90 %, навеска пробы 5-10 г), показал следующее (Мельников, 2006):

Содержание платины в метасоматитах, околожильных пропилитах и жильного кварца

Таблица 27

№№ Пробы	Характеристика породы	Содержание Pt (г/т)
Арбинская рудная зона		
A-1056	Брекчированные и пропицитизированные диоритовые порфириды с сульфидами	2.10
A-1057		0.21
A-1058		4.55
A-1058б		1.69
A-1059		1.83
A-1060	Пропицитизированный андезитовый порфирит	0.39
Иканская рудная зона		
A-1049	Кварц-мусковит-серицитовый метасоматит с сульфидами	3.09
A-1051		2.36
A-1052		4.27
A-1050	Кварцево-жильная порода (кварцит) с сульфидами	3.38
A-1052б	Кварц-серицитовый метасоматит с турмалином и сульфидами	2.22
A-1052в	Пропилит с эпидотом, хлоритом, серицитом и сульфидами	1.16
A-1053	Кварцево-жильные породы (кварцит) с сульфидами	5.22
A-1054		1.28
A-1061	Пропицитизированные андезитовые порфириды с сульфидами	0.73
A-1062		0.66
A-1063		1.45
Боргуликанская рудная зона		
A-1038	Кварц-серицитовые метасоматиты с турмалином и сульфидами	0.81
A-1039		0.52
A-1040	Пропилит с эпидотом, хлоритом, серицитом и сульфидами	2.23
A-1041	Кварц-мусковит-серицитовые метасоматиты с сульфидами	0.58
A-1042		0.86
A-1043	Кварц-серицитовый метасоматит с турмалином и сульфидами	1.36
A-1044	Кварцево-жильные породы (кварцит) с сульфидами	0.54
A-1045		0.51
A-1046		0.52
A-1047	Кварц-мусковит-серицитовый метасоматиты с сульфидами	0.22
A-1048		2.12

1. Из 25 проанализированных штуфных проб содержание платины установлено в количестве 0.21-5.2 г/т. Это говорит о том, что на месторождении все типы руд несут значительные концентрации платины.

2. Содержание палладия в этих же рудах обычно не превышает фоновых значений от 0.004 до 0.03 г/т.

3. Прожилково-вкрапленные пирит-халькопиритовые руды в мусковит-серицитовых кварцитах характеризуются устойчиво умеренными концентрациями платины в пределах 1.08-2.01 г/т. При этом минимальное содержание этого элемента в этих рудах составляет 0.22-0.45 г/т, а максимальное – 3.22-4.27 г/т. Сульфидизированные брекчированные андезиты показали 4.55 г/т Pt, турмалин-серицитовые кварциты - 2.22 г/т Pt, пропилиты с эпидотом, хлоритом, серицитом и халькопиритом – 2.23 г/т Pt, пропилитизированные андезитовые туфы – 1.45 г/т Pt. Лишь в жильном сахаровидном кварце с пирит-халькопиритовой минерализацией, выявлены аномально повышенные концентрации Pt в 5.2 г/т.

4. Оценка среднего содержания платины в сульфидизированных метасоматитах составила 1.45 г/т (7 проб), для пропилитизированных вулканитов в прожилково-вкрапленной минерализацией - 2.07 г/т (13 проб), а для кварцево-жильных сульфидизированных образований – 2.11 г/т (5 проб).

5. Отношения Pt/Pd в рассматриваемых типах руд Боргуликанского месторождения составляют от 2 до 9500, причем вкрапленные, прожилково-вкрапленные золото-пирит-халькопиритовые ассоциации имеют умеренные значения этого геохимического показателя (от 35 до 520) по сравнению с кварцево-сульфидными типами (от 2 до 9500).

Минералогическим анализом (лаборатория геохимии и минералогии ИГиП ДВО РАН) из протолочковых проб руд и метасоматитов выделены монофракции пирита, магнетита, халькопирита, сфалерита, молибденита и галенита. Кроме того, в единичных зернах обнаружены борнит, блеклые руды, гематит, борнит, куприт, халькозин, самородная медь. Минераграфическими исследованиями аншлифов установлено, что рудная минерализация представлена серией рудных минеральных ассоциаций: магнетит-борнит-халькопиритовая, пирит-халькопирит-молибденитовая, магнетит-пиритовая, полиметаллическая (кварц-карбонат-пирит-халькопирит-галенит-сфалеритовая).

Атомно-абсорбционным методом установлены содержания золота и платиноидов в монофракциях пирита и халькопирита (табл. 28).

Содержание Au и платиноидов в монофракциях сульфидов

Таблица 28

№ пробы	Минерал	Содержание, г/т					
		Au	Pt	Pd	Ru	Os	Ir
A-1056	Пирит	0.51	0.52	0.014	0.097	0.028	0.010
A-1056	Халькопирит	0.38	0.52	0.018	0.125	0.026	0.008
A-1058	Пирит	0.48	0.25	0.033	0.111	0.021	0.007
A-1058	Халькопирит	0.74	0.54	0.022	0.114	0.021	0.010
A-1059	Пирит	2.46	0.99	0.043	0.109	0.021	0.010
A-1059	Халькопирит	0.67	0.47	0.020	0.083	0.020	0.007
A-1049	Пирит	0.54	0.27	0.010	0.097	0.022	0.010
A-1051	Пирит	0.63	0.25	0.016	0.083	0.019	0.006
A-1052	Пирит	0.51	0.16	0.033	0.083	0.022	0.006
A-1052	Халькопирит	1.76	0.75	0.027	0.139	0.022	0.007
A-1048	Пирит	0.58	0.37	0.026	0.140	0.028	0.007
A-1050	Пирит	0.42	0.18	0.022	0.096	0.022	0.002
A-1050	Халькопирит	0.70	0.16	0.020	0.091	0.019	0.004
A-1053	Пирит	0.74	0.16	0.032	0.110	0.015	0.002
A-1052	Пирит	3.01	0.75	0.018	0.132	0.020	0.004

Пробирно-атомно-эмиссионным с ISP методом в Аналитическом центре ОАО «ИРГИРЕДМЕТ» (г.Иркутск) проведено контрольное определение Pt в рудах и метасоматитах медно-порфирового месторождения Боргуликан с промышленными содержаниями, определенными ранее инверсионным вольтамперометрическим анализом в Аналитическом центре Томского ПУ (г.Томск). Из таблицы 29 видно, что содержания платины по данным 2-х лабораторий (г.Томск – г.Иркутск) практически совпадают. Результаты показывают, что промышленные содержания Pt для месторождения подтвердились и данный объект следует рассматривать как комплексный платино-медно-молибденовый с золотом.

Результаты сопоставления содержаний Pt в рудах месторождения Боргуликан

Таблица 29

Номер пробы	Характеристика руд и метасоматитов	Содержание Pt (г/т)	
		Инверсионный вольтамперометрический анализ (г. Томск)	Пробирно-атомно-эмиссионный с ISP анализ (г. Иркутск)
A-1056	Брекчированные и пропилитизированные диоритовые и андезитовые порфириты с вкрапленностью сульфидов и кварцевыми прожилками	2.1	1.563
A-1058		4.55	3.185
A-1059		1.83	2.013
A-1049	Кварц-мусковит-серицитовые метасоматиты по андезитовым порфиритам с кварцевыми прожилками и вкрапленностью сульфидов	3.09	2.812
A-1051		2.36	2.025
A-1052		4.27	3.306
A-1048		2.12	2.001
A-1050	Кварцевожильная порода с вкрапленностью сульфидов	3.38	2.815
A-1053		5.22	3.709
A-1052 ^б	Пропилитизированный, эпидотизированный, хлоритизированный андезитовый порфирит с вкрапленностью сульфидов	2.22	1.756

В шлиховых пробах из протолок (A-1052 и 1053) минералогическим анализом выявлены моноклиальные кристаллы и обломки кристаллов хонгшита (PtCu) с раковистым изломом на поверхности скола, блеск металлический. В пробе A-1052 – 12 зерен, в пробе A-1053 – 6 зерен. Размеры зерен самые различные: от 0.1 x 0.12; 0.12 x 0.15 до 0.25 x 0.35 мм (рис. 38).

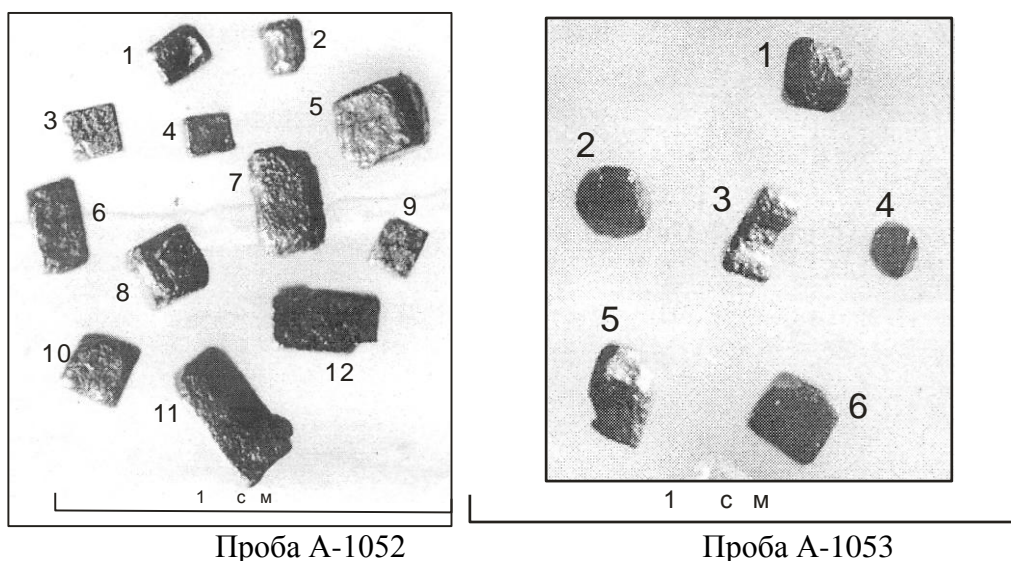


Рис. 38. Морфология кристаллов хонгшита Боргуликанского месторождения

Хонгшит имеет наиболее постоянные соотношения основных компонентов Pt (72.66-78.20 %) и Cu (20.86-27.27 %). Отклонения от стехиометрии в основном не превышают 1 ат.%. Отмечаются повышенные содержания Rh (до 0.48 %), остальные примеси присутствуют в незначительных количествах (0.01-0.14 мас. %) Ir, Os, Ru и Ni. Хонгшит встречается в основном как самостоятельный минерал, сростков с другими минералами не отмечается. Химический состав хонгшита приведен в таблице 30.

Химический состав зерен хонгшита из руд месторождения Боргуликан (масс. %)

Таблица 30

№№ зерен (рис.)	Элементы									
	Pt	Ir	Os	Ru	Rh	Pd	Fe	Ni	Cu	Сумма
Проба А-1052										
1	75.21	0.14	-	0.03	0.48	-	-	0.01	23.81	99.68
2	78.20	0.08	-	0.03	0.16	-	-	0.03	20.86	99.36
3	73.55	0.10	-	0.04	0.22	-	-	0.01	26.20	100.12
4	75.11	0.10	-	0.08	0.28	0.01	-	0.01	23.37	98.96
5	70.55	0.08	-	0.03	0.28	-	0.01	0.03	29.38	100.36
6	72.06	0.11	-	0.03	0.19	-	-	0.03	27.06	99.48
7	73.12	0.09	0.01	0.03	0.40	-	-	0.02	25.21	98.88
8	72.53	0.16	-	0.05	0.29	0.01	-	0.02	26.46	99.52
9	74.12	0.12	-	0.03	0.31	-	0.04	0.02	25.48	100.12
10	74.83	0.09	0.02	0.04	0.26	-	-	0.04	24.87	100.15
11	72.88	0.10	-	0.04	0.33	-	-	0.01	25.85	99.21
12	73.09	0.10	-	0.04	0.15	-	-	0.03	25.97	99.38
Проба А-1053										
1	72.66	0.11	-	-	0.16	-	-	0.06	27.27	100.26
2	75.18	0.16	0.03	0.06	0.18	-	-	0.02	23.29	98.92
3	73.44	0.08	-	0.03	0.21	-	0.01	0.03	25.58	99.37
4	74.16	0.09	0.01	0.04	0.10	-	-	0.03	23.52	97.95
5	75.22	0.11	-	0.08	0.23	-	-	0.03	22.58	98.25
6	74.80	0.10	-	0.06	0.31	-	-	0.03	23.36	98.66

Кроме того, в шлиховых пробах из протолок А-1040, А-1048, А-1049, А-1050, А-1056, А-1057 выявлено несколько мелких зерен сперрилита в виде округлых декаэдрических, удлинённых веретенообразных и псевдоромбических кристаллов и обломков крупных таблитчатых кристаллов. Зерна в основном мелкие, размером от 0.1 x 0.15 до 0.25 x 0.3 мм. Микронзондовый анализ показал в них незначительную примесь (0.1 %) иридия, осмия, родия и серы при отсутствии палладия, столь характерного для сперрилита из сульфидной золото-платинометальной формации (табл. 31).

Химический состав сперрилита из руд и метасоматитов (масс. %)

Таблица 31

№ пробы	Ru	Rh	Pd	Os	Ir	Pt	S	As	Cu	Сумма
А-1040	-	-	-	-	-	57.1	0.1	44.0	-	101.2
	-	0.1	-	-	-	56.0	0.1	42.2	-	98.4
А-1048	-	0.1	-	0.1	-	56.4	-	42.0	-	98.6
	-	-	-	-	0.1	56.1	0.1	44.7	-	100.9
А-1049	-	-	-	0.1	0.1	56.4	-	41.2	-	98.0
	0.1	-	-	-	-	56.4	0.1	43.7	-	100.2
А-1050	-	0.1	-	-	-	55.7	0.1	42.2	0.1	98.1
	-	-	-	-	0.1	55.0	-	45.0	0.1	100.3
А-1056	-	-	-	-	0.2	55.5	-	43.1	-	98.9
	-	-	-	-	0.1	55.3	-	43.0	-	98.4
А-1057	-	-	-	-	0.1	54.7	-	45.6	-	100.4
	-	-	-	-	-	57.1	0.1	44.5	-	101.7

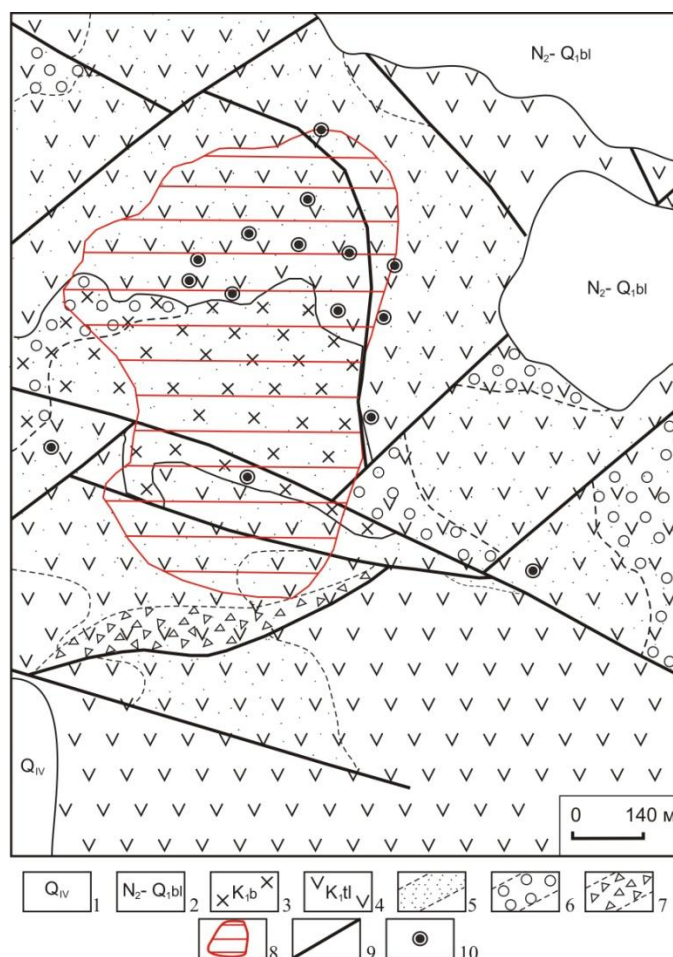
Таким образом по Боргуликанскому месторождению можно сделать следующие выводы:

- Месторождение следует рассматривать как комплексный, весьма крупный объект бедных медно-молибден-порфировых (с золотом и платиноидами) руд, не оконтуренный на флангах и фактически не изученный на глубине за пределами зоны окисления, где содержания металлов, судя по имеющимся данным, более высокие, чем на поверхности.

- Прогнозные ресурсы золота, молибдена и меди в убогих рудах месторождения крупные. Анализ основных технико-экономических показателей, выполненный в ДВИМСе показал, что разработка только Боргуликанской рудной зоны при содержании золота 0.4 г/т; меди 0.3%; серебра 5 г/т; молибдена 0.03% будет рентабельной, а прибыль обеспечит окупаемость капиталовложений в течение 5 лет.

- Комплексное благороднометальное оруденение Боргуликанского месторождения сходно с оруденением Покровского и Буриндинского месторождений.

Месторождение ДВОЙНОЕ ВОСТОЧНОЕ. Вмещающими породами месторождения служат тела диорит-порфиритов буриндинского интрузивного комплекса, прорывающие андезиты, их лавобрекчии и туфы талданской свиты (рис. 39). Гидротермально-метасоматические изменения развиты по вулканитам и интрузиям. Они представлены фельдшпатизацией, пропицитизацией, березитизацией и аргиллизацией.



1 - аллювиальные пески, глина, гравий, 2 - белогорская свита: пески с гравием и галькой, 3 - бурундинский комплекс: диорит-порфириты, гранодиорит-порфиры, 4 - талданский вулканический комплекс: андезиты, дациандезиты и их туфы, 5 - зоны интенсивных глинистых изменений, 6 - зоны окварцевания, 7 - зоны дробления, 8 - проекция минерализованной зоны на поверхность, 9 - разломы, 10 – скважины

Рис. 39. Месторождение Двойное Восточное (по Д.Л. Вьюнову и др., 2014ф)

Зоны метасоматитов, вмещающие рудные тела, залегают очень полого (0-30°) и прослежены на глубину до 500 м. Месторождение представляет собой изометричный штокверк диаметром около 500 м. Золотоносными являются кварц-серицитовые метасоматиты. Зоны метасоматоза прослеживаются в субширотном направлении на расстоянии более 3 км, при ширине 1.2-2 км. Штокверковое золотое оруденение приурочено к небольшим телам диорит-порфириров буриндинского комплекса раннего мела. Всего выявлено 5 пологонаклонных рудных тел размером 300x200 м, мощностью 10-70 м, залегающих этажно друг над другом.

Вещественный состав руд примерно одинаков. Это пропилитизированные, неравномерно окварцованные и березитизированные диорит-порфириды, андезиты и дациандезиты или кварц-серицитовые метасоматиты по ним. На породы наложена интенсивная кварцевая и кварц-карбонат-прожилковая минерализация. Мощность прожилков 2-3 мм, гнездовых скоплений кварца и карбоната - до 1.5 см. Количество вкрапленных сульфидов меняется от 1 до 2-5%. Размер зерен сульфидов 0.25-0.5 мм. Руда, в основном, сложена кварцем, слюдисто-гидрослюдистыми минералами, плагиоклазами, хлоритами, биотитом, карбонатами (кальцит, доломит и анкерит) и пиритом. Главными рудными минералами являются магнетит, пирит и гематит; второстепенные минералы - халькопирит, молибденит, сфалерит, галенит, блеклая руда, борнит, халькозин, ильменит, пирротин и самородное золото. Золото находится в самородном виде и представлено тремя генерациями. Проба его 750-850‰.

Определение Au и ЭПГ в рудах и метасоматитах месторождения Двойное было проведено атомно-абсорбционным методом в аналитическом центре ИГиП ДВО РАН, результаты которого показаны в таблице 32.

Содержание платиноидов в рудах и метасоматитах

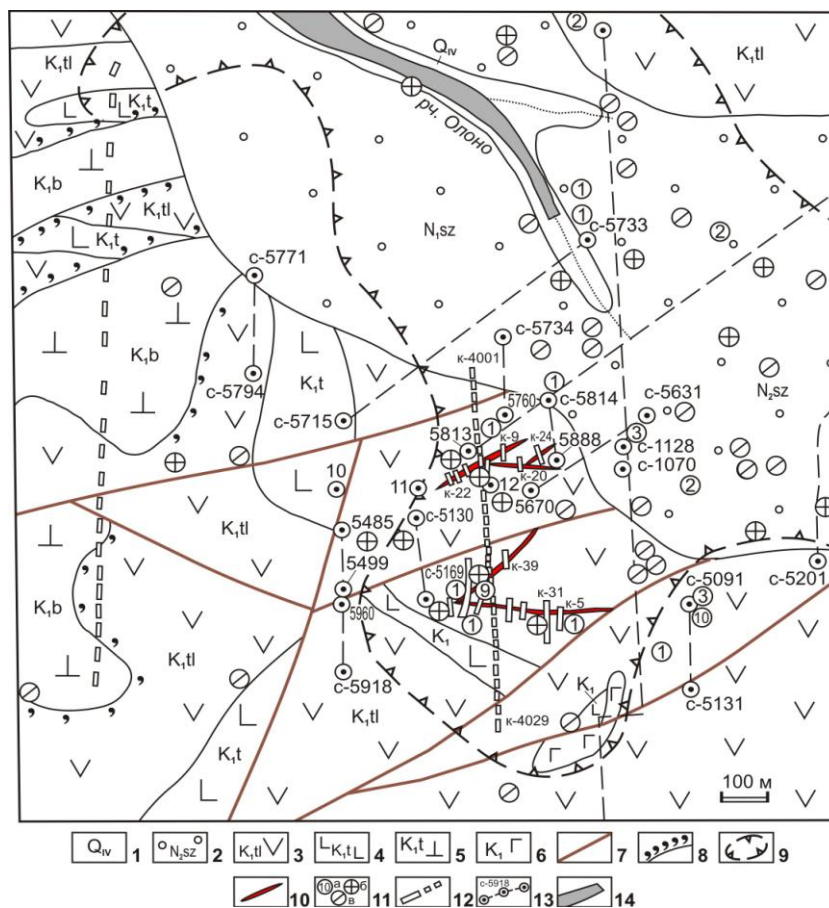
Таблица 32

Горная порода, типы руд	Содержание г/т						
	Au	Pt	Pd	Ir	Os	Ru	Rh
Диорит-порфириды с жильным кварцем и с сульфидами до 1% (5)	0.09-0.76	0.02-0.18	0.096-0.11	0.011	0.02	0.005	0.001
Пропилитизированные андезиты и дациандезиты с вкрапленностью сульфидов до 3 % (6)	0.23-3.36	0.022-0.13	0.21-0.25	0.05	0.02	0.006	0.01
Березитизированные и окварцованные андезиты с сульфидами до 1-3% (2)	0.09-1.01	0.012-0.29	0.05-0.11	0.01	0.02	0.005	0.008
Кварц-карбонатные жилы с обломками интенсивно окварцованных порфиридов (3)	0.18-0.76	0.07-0.21	0.28-0.35	0.013	0.02	0.005	0.002
Кварц-серицитовые прожилки (3)	0.11-0.86	0.11-0.32	0.11-0.27	0.008	0.02	0.005	0.002

Примечание: в скобках – количество анализов.

По результатам корреляционного анализа установлены три ассоциации химических элементов: Au-Cu-Mo - главная рудная ассоциация; Pb-Zn-Ag-Sb (As, S, Mn, Bi) - серебро-полиметаллическая и Co-Ni-Fe-Cr-V-Ti (Ba-Sr-P) - преимущественно сидерофильная. Пробирным анализом установлено, что содержание Au в сульфидной фракции колеблется в пределах 13-15 г/т. Соотношение Cu/Mo = 7.5:1, Cu/Au = 9:1, Mo/Au = 1.2:1. Среднее содержание Au для подсчета запасов категории Cu по борту золота 0.5 г/т, составляет 0.83 г/т, Ag - 0.63 г/т, Cu - 0.06%, Mo - 0.0086%. Внутри рудных тел отмечаются маломощные сечения с содержаниями Au более 1 г/т (до 10 г/т). Распределение Au относительно равномерное. Из цветных металлов по массе (0.071%) преобладает Cu. Доля Mo составляет 0.009%, Zn - 0.012%. Pb, As и Sb практически отсутствуют. Основная масса Fe (77%) находится в оксидной форме.

Рудопроявление ОЛОНО сложено, в основном, аргиллизированными вулканическими породами раннего мела (рис. 40). Здесь вскрыто более 20 кварцевых жил и зон прожилкового окварцевания мощностью от 2-3 до 13 м (Мельников, Степанов, 2013). По простиранию жилы и зоны прослежены на расстояние 300 м. Простирание их широтное до северо-восточного, при субвертикальном падении под углом 75-80° на юг и север. Содержания сульфидов в жилах до 4%. Преимущественно это пирит, халькопирит, отмечена самородная медь (размером до 0.03 мм) и гидроокислы железа. Золото обнаружено в виде свободных пылевидных частиц размером 0.01-0.05 мм. Проба золота - 704-858. Содержания золота в жилах - сотые-десятые г/т, по отдельным бороздовым пробам - до 3 г/т. В окварцованных породах содержания золота не превышают 1 г/т. Золоту обычно сопутствуют Ag - до 10-30 г/т, Mo - до 0.01-0.06%, Cu - до 0.01-0.1%, Pb - до 0.01-0.04%, As - до 0.2%, Sb - до 0.01-0.06%, Bi - 0.01-0.03%.



1 – верхнечетвертичные-современные отложения (песок, гравий, галька, супесь); 2 – сазанковская свита (глина, песок, галька); 3 – талданская свита (андезиты, туфы андезитов, туфы дацитов, андезито-базальты); 4-5 – талданский комплекс: 4 – андезито-базальты, андезиты, диоритовые порфириты, 5 – габбро-диабазы, габбро-нориты, анортозит-диабазы; 6 – кварцевые монцодиориты, кварцевые монзониты; 7 – разломы; 8 – контактовые роговики; 9 – ореолы распространения в делювии кварца и окварцованных пород; 10 – кварцевые жилы; 11 – штуфные пробы с содержанием Au: а) более 1 г/т, б) 0.1-0.9 г/т, в) 0.01-0.09 г/т; 12 – каналы и их номера; 13 – профили скважин и номера скважин; 14 – россыпи золота.

Рис. 40. Рудопроявление золота Олоно (Мельников, Степанов, 2013)

Инверсионно-вольтамперометрический анализ штуфных проб проведен в лаборатории Томского политехнического университета, аналитики Г.А. Новикова, З.С. Михайлова, Е.В. Яговкина. Чувствительность анализов 1×10^{-7} % масс., воспроизводимость 90 %, навеска пробы 10 гр.). В таблице 33 показано распределение платиноидов (г/т) в метасоматитах, околожилных пропилитах и жильном кварце рудопроявления Олоно

Содержание платиноидов в рудах и метасоматитах рудопроявления Олоно

Таблица 33

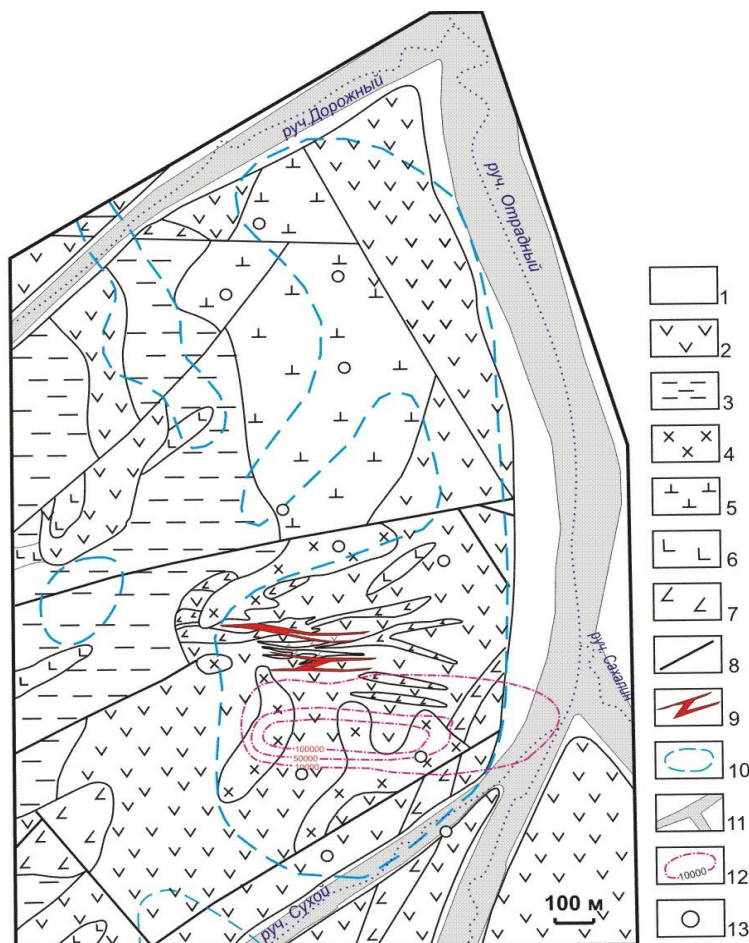
Горная порода и жильный агрегат	Содержание					
	Pt	Pd	Ir	Os	Ru	Rh
Кварц-мусковит-серицит-товые метасоматиты с сульфидами (8)	0.22-0.6	0.004-0.012	0.011-0.045	0.009-0.011	0.001-0.002	0.001-0.003
Кварц-серицитовые метасоматиты с турмалином и сульфидами (3)	0.11-0.67	0.009-0.021	0.009-0.023	0.009-0.014	0.001-0.003	0.001-0.003
Пропилиты с эпидотом, хлоритом, серицитом и сульфидами (3)	0.09-0.23	0.006-0.014	0.007-0.044	0.009-0.021	0.001-0.003	0.008-0.021
Кварцево-жильная порода (кварцит) с сульфидами (5)	0.21-0.67	0.009-0.011	0.013-0.05	0.007-0.01	0.002-0.004	0.00085-0.0017
Пропилитизированные андезитовые порфириты (5)	0.19-0.45	0.009-0.03	0.009-0.011	0.006-0.01	0.001-0.0033	0.001-0.005
Брекчированные и пропилитизированные диоритовые порфириты с сульфидами (5)	0.21-0.55	0.008-0.011	0.002-0.009	0.005-0.011	0.003-0.0041	0.001-0.005

Рудопроявление ОТРАДНОЕ представлено зонами интенсивно аргиллизированных и окварцованных вулканических пород (андезиты, дациты, диоритовые порфириты) талданской свиты и талданского комплекса с телами кварцевых метасоматитов, брекчий и кварцевыми жилами (Мельников, Степанов, 2013; рис. 41).

Поисковыми работами установлено 2 минерализованные зоны Южная и Северная. Южная зона длиной 280 м и мощностью 40-45 м представлена 3-4 ветвящимися кварцевыми телами мощностью 1.5-7 м. Простирается субширотное при падении на юг под углами 35-55° до 70-80°. Северная зона также субширотного простирания прослежена на 380 м семью канавами через 40-80 м. Центральная часть зоны и её западное окончание мощностью до 20 м представлены почти сплошным монокварцевым телом (кварцевая брекчия, кварцевые метасоматиты), падающим на юг под углами 30-60°. Восточное продолжение зоны, мощностью до 30 м представлено двумя телами кварцевых брекчий и метасоматического кварца среди зоны прожилкового окварцевания. Мощности кварцевых тел 1.5-3 м, падение на юг под углами 70-80°. Мощности кварцевых прожилков - 1-2 до 8-10 см. По данным бороздового опробования выделено 3 рудных тела длиной 120-170 м с мощностями от 1-2 до 6 м.

Средние содержания Au по рудным телам 1.2-3.8 г/т, Ag - 1.3-7.6 г/т. В пробах с повышенным содержанием золота установлены содержания Cu до 0.7%, а также повышенные содержания As - до 0.05%, Sb - до 0.2%).

Определение Au и ЭПГ в рудах и метасоматитах рудопроявления Отрадное было проведено атомно-абсорбционным методом в аналитическом центре ИГиП ДВО РАН (аналитики Н.Н. Козлова и Н.А. Бородина), результаты которого показаны в таблице 34.



1 - аллювиальные песчано-гравийно-галечные отложения квартера; 2 - андезиты, андезитовые порфиры, туфы андези-дацитов талданской свиты нижнего мела; 3 - песчаники с прослоями алевролитов депской свиты верхней юры; 4-5 - буриндинский гипабиссальный комплекс раннего мела: 4 - III фаза: гранодиориты, гранодиорит-порфиры, 5 - II фаза: кварцевые монциты, кварцевые монцодиориты; 6-7 - талданский субвулканический комплекс раннего мела: 6 - II фаза: дайкообразные тела андези-базальтов мелкопорфировых, 7 - I фаза: дайкообразные тела андезитов и диоритовых порфиритов, андези-дацитов; 8 - разломы; 9 - золотоносные кварцевые брекчии; 10 - контуры распространения обломков кварца в делювии; 11 - промышленные россыпи золота; 12 - мультипликативные ($Ag \times Pb \times Zn$) литогеохимические ореолы; 13 - единичные иштупные пробы с содержанием $Au - 0.1-1 \text{ г/т}$

Рис. 41. Отрадное рудопроявление золота (Мельников, Степанов, 2013)

Содержание платиноидов в рудах и метасоматитах рудопроявления Отрадное по результатам атомно-абсорбционного анализа

Таблица 34

Горная порода, типы руд	Содержание г/г						
	Au	Pt	Pd	Ir	Os	Ru	Rh
Кварцевые метасоматиты по диоритовым порфирам с сульфидами до 2% (6)	0.022-2.22	0.02-0.48	0.02-0.07	0.009-0.015	0.01-0.07	0.022-0.099	0.001-0.005
Пропил итизированные диоритовые порфиры и андезиты с сульфидами до 1% (4)	0.09-0.56	0.09-0.47	0.021-0.075	0.007-0.012	0.007-0.03	0.01-0.026	0.004-0.009
Окварцованные андезиты и дациты с сульфидами (4)	0.22-2.01	0.04-0.33	0.025-0.07	0.006-0.017	0.008-0.04	0.011-0.035	0.005-0.011
Кварцевые брекчии с обломками интенсивно окварцованных диоритовых порфиритов (6)	0.55-2.76	0.05-0.73	0.09-0.11	0.009-0.022	0.007-0.02	0.007-0.015	0.007-0.015

Примечание: в скобках – количество анализов.

Рудопоявление ЕЛНА сложено катаклазированными и хлоритизированными гранодиорит-порфирами и гранодиоритами буриндинского комплекса раннего мела, прорывающими позднепалеозойские гранитоиды и вулканиты (андезиты, андезидациты) талданской свиты (Мельников, Степанов, 2013).

Породы прорваны дайками диоритовых порфиров, микродиоритов, гранодиорит-порфиров, гранит-порфиров позднего мела. У подножья правого склона долины р. Елна на расстоянии около 300 м прослеживаются свалы гидротермально-измененных гранодиорит-порфиров, в 20-25% обломков которых встречаются тонкие, обычно менее 1 мм, просечки азурита и хризоколлы. В одном случае отмечены прожилки (1.5-2 мм) борнит-халькозинового состава. На гребне водораздела обломочный материал гидротермально-измененных гранодиорит-порфиров с примазками вторичных минералов прослеживается на расстояние около 200 м. Вторичные минералы меди наблюдаются также в обломочном материале даек гранодиорит - и гранит-порфиров.

Содержание Cu - 0.03-0.44%, Au - 0.01-1.0 г/т, Ag - 3-10 г/т, Bi - 0.0015-0.005%, Mo - 0.0007-0.007%. Участку проявления отвечает комплексный ореол Cu (0.005-0.1%), Bi (до 0.0015%), Mo (0.0015-0.007%), Ag, Zn, Au (до 0.3 г/т), As (0.003%), Pb (0.03-0.1%). Размеры рудоносной площади составляют не менее 2x2.5 км.

При проведении геологосъемочных работ масштаба 1:50000 выявлены вторичные ореолы рассеяния Cu (0.006-0.02%), Mo (0.0006-0.001%), Ag (0.3-0.5 г/т) протяженностью 15 км и шириной до 4 км. Установлено, что рудная минерализация ореолов приурочена к зонам аргиллизации с кварцевыми прожилками в гранодиорит-порфирах и андезитах. Рудные минералы представлены пиритом, халькопиритом, азуритом, хризоколлой, борнитом и халькозином.

Определение золота и элементов платиновой группы в рудах и метасоматитах рудопоявления Елна было проведено пробирно-атомно-эмиссионным методом в испытательном аналитическом центре ОАО «Иргиредмет», г. Иркутск (табл. 35).

Содержание платиноидов в рудах и метасоматитах рудопоявления Елна

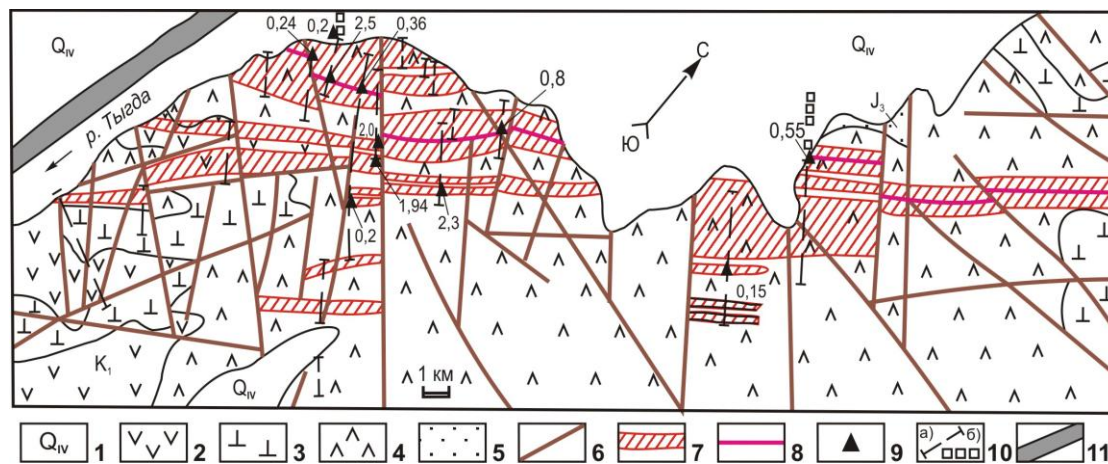
Таблица 35

Горная порода, типы руд	Содержание г/т						
	Au	Pt	Pd	Ir	Os	Ru	Rh
Кварцевые метасоматиты по гранодиорит-порфирам с сульфидами до 1-3% (7)	0.05-1.0	0.011-0.38	0.009-0.056	0.002-0.015	0.011-0.05	0.011-0.09	0.009-0.02
Аргиллизированные и хлоритизированные гранодиориты и гранодиорит-порфиры с сульфидами до 1 % (7)	0.22-0.62	0.055-0.27	0.009-0.075	0.004-0.01	0.01-0.03	0.011-0.016	0.005-0.01
Окварцованные андезиты и андезидациты с сульфидами (6)	0.11-0.56	0.034-0.44	0.011-0.11	0.01-0.02	0.01-0.04	0.01-0.03	0.005-0.011
Кварцевые прожилки в гранодиорит-порфирах (5)	0.12-0.56	0.011-0.32	0.009-0.12	0.011-0.02	0.01-0.04	0.01-0.03	0.01-0.03
Кварцевые прожилки в андезитах (4)	0.15-0.76	0.022-0.89	0.007-0.09	0.01-0.02	0.011-0.03	0.01-0.02	0.011-0.025

Примечание: в скобках – количество анализов.

ВЕРХНЕТЫГДИНСКОЕ Au-Cu-Mo-Pb рудопоявление расположено на левобережье р. Тыгда. Оно выявлено и изучено Талданской партией Геофизической экспедиции в 1984 г. (Мельников, Степанов, 2013). Золото-медно-порфировое оруденение находится в пределах центральной части Тыгдинского гранитного массива (рис. 42). Протяженность Главной рудоносной зоны около 10 км. Она представлена зоной сульфидной минерализации мощностью до 600 м. Внутри зоны находится рудное тело адуляр-серицит-кварцевых метасоматитов видимой мощностью 11 м, в раздувах до 26 м. Измененные породы

представляют собой рыхлую бурю массу с тонкими трещинами, выполненными охрами разложившихся сульфидов. Содержание меди в зоне от 0.01 до 0.4%, золота до 1-7 г/т. Среднее содержание золота в адуляр-серицит-кварцевых метасоматитах – 1.7 г/т. По рудным зонам образована зона окисления с азуритом, церусситом и малахитом. Содержание меди в зоне окисления 1-1.5%, молибдена 0.06%, свинца 3%, серебра 144 г/т. Оруденение золото-молибден-медно-порфировой формации. Прогнозные ресурсы золота по категории P₃ до глубины в 200 м определены 55 т, с прогнозируемыми содержаниями золота 1.7 г/т.



1 – современный аллювий (пески, супеси, глины, илы); 2-4 – галькинская свита и её субвулканический комплекс: 2 – покровная фация: андезитобазальты, андезиты, 3 – субвулканическая фация: андезитобазальты, 4 – липарито – дациты; 5 – осежинская свита: песчаники м/з, алевролиты; 6 - разломы; 7 – зоны прожилкового окварцевания с золотой, медной и молибденовой минерализацией; 8 – зоны адуляр-серицит – кварцевых метасоматитов с золотой и медной минерализацией; 9 – средневзвешенные содержания золота в бороздовых пробах (пробирный анализ); 10 – каналы (а), штупы (б); 11 – россыпь золота.

Рис. 42. Рудопроявление Верхнетыгдинское (Мельников, Степанов, 2013)

В 2017 г. по данным атомно-абсорбционного анализа (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН) в 10 штупных пробах из адуляр-серицит-кварцевых метасоматитов с сульфидами (до 1%) установлены содержания: Pt - 0.018-2.79, Pd - 0.027-0.72, Ir – 0.01-0.033, Os – 0.01-0.138, Ru - < 0.05, Rh – 0.01-0.016, Au - 0.34-1.11. Рудные минералы - пирит, сфалерит, галенит.

* * *

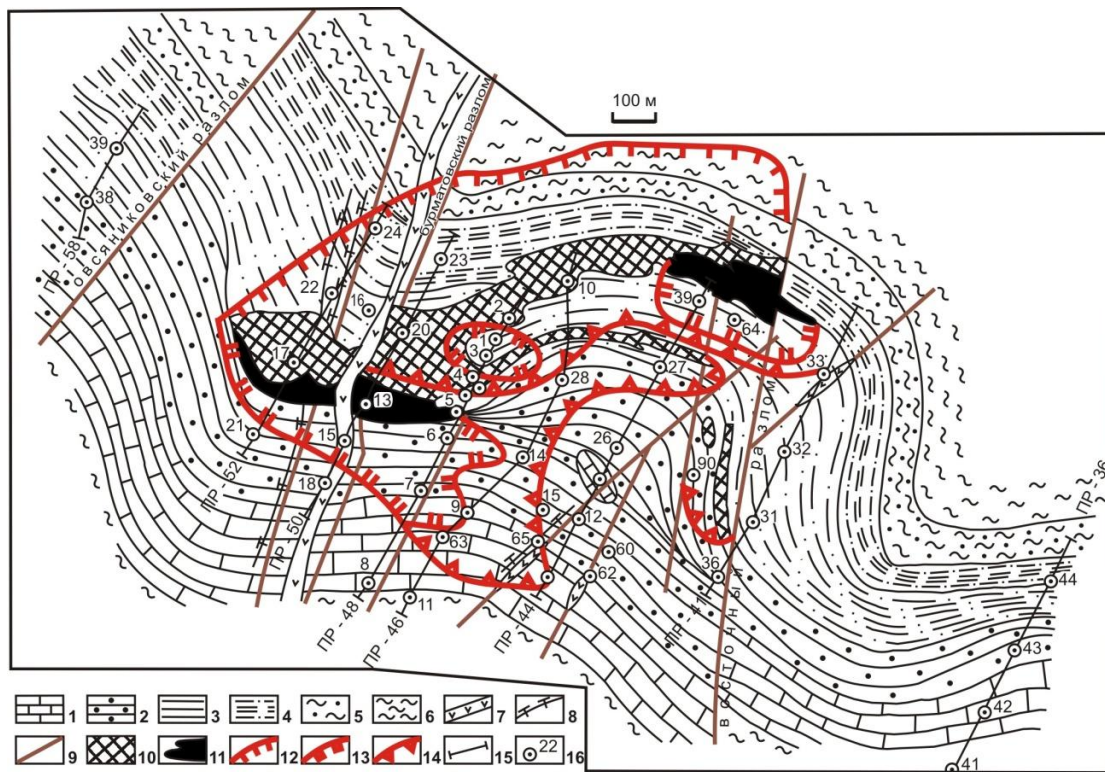
Таким образом месторождения и рудопроявления субвулканического класса являются крупными и средними по запасам и ресурсам Cu, Mo и Ag, с промышленными золото- и платиносодержащими рудами. Обеспеченность запасами Cu, Au, Mo, Ag и платиноидов составляет не менее 20 лет. Эксплуатация золото-медно-молибден-порфировых руд потребует привлечения новейших, в том числе и нанотехнологий. Извлечение золота и платиноидов из руд субвулканических месторождений и рудопроявлений целесообразно лишь в комплексе с извлечением Cu, Mo и Ag. Вовлечение в эксплуатацию субвулканических месторождений с благородными металлами даст новый мощный толчок развитию горнорудной промышленности Приамурья.

Золото-медно-молибден-порфировые и золото-порфировые молибденсодержащие месторождения входят в состав порфировых рудно-магматических систем позднемезозойского возраста. Поэтому на выявление месторождений этого типа в первую очередь перспективны Умлекано-Огоджинский и Северо-Становой вулканоплутонические пояса мелового возраста, которым отвечают Северо-Буреинская и Северо-Становая металлогенические зоны Приамурской провинции.

3.5 Золоторудные месторождения телемагматического класса

Термин телемагматический применяется для рудных месторождений гидротермального генезиса, удаленных от материнской интрузии, местонахождение которой неизвестно и может только предполагаться. К предполагаемому термину близки названия телетермальные и особенно амагматогенные месторождения, располагающиеся на площадях, где отсутствуют активные изверженные породы, гидротермальными дериватами которых эти месторождения могли бы явиться (Степанов, 1998; 2000).

ЧАГОЯНСКОЕ золото-полиметаллическое месторождение расположено на левобережье р. Зеи в пределах Чагоян-Джурканского рудного поля Чагоянского золотоносного узла (Мельников, Степанов, 2017). В пределах месторождения рудовмещающими служат терригенно-карбонатные породы раннего палеозоя (рис. 43).



1 - доломиты и доломитизированные известняки; 2 - песчаники крупно-среднезернистые (продуктивная пачка); 3 - песчаники мелко-среднезернистые; 4 - песчаники мелко-среднезернистые с прослоями тонкозернистых серицитовых песчаников и серицитовых сланцев; 5 - тонкозернистые серицитовые песчаники, серицитовые сланцы с прослоями мелко-среднезернистых песчаников; 6 - черные кварцево-слюдистые углистые сланцы; 7 - дайки роговообманковых порфиринов, кварцевых диоритовых порфиринов; 8 - кварц-турмалиновые жилы с зонами окварцевания; 9 - тектонические нарушения (разломы, зоны тектонитов, дробления); 10 - рудные сульфидные тела с содержанием Pb и Zn в сумме > 0.5%, Au - 0.3-1.0 г/т, Ag - 1.0-3.0 г/т; 11 - рудные сульфидные тела с содержанием Pb и Zn в сумме > 2.0%, Au > 1.0 г/т, Ag > 3.0 г/т; 12 - граница распространения эродированных первичных сульфидных руд; 13 - проекции рудных тел на горизонтальную плоскость с содержанием Pb и Zn в сумме > 2.0%, Au > 1.0 г/т, Ag > 3.0 г/т; 14 - проекции рудных тел на горизонтальную плоскость с содержанием Pb и Zn в сумме > 0.5%, Au - 0.3-1.0 г/т, Ag - 1.0-3.0 г/т; 15 - профили буровых скважин и их номера; 16 - буровые скважины и их номера.

Рис. 43. Чагоянское золото-полиметаллическое месторождение (Мельников, Степанов, 2017).

Кембрийская карбонатная толща сложена светлыми и темными известняками и доломитами, среди которых встречаются пласты и линзы кремней, алевролитов и

известковистых песчаников. Силурийская терригенная толща сложена мелко-, средне- и крупнозернистыми песчаниками с глинисто-серицитовым цементом, а также пластами известковистых песчаников. Те и другие интенсивно окварцованы, доломитизированы и карбонатизированы. Продуктивной является пачка аркозовых песчаников, подстилающая доломитизированные известняки. В ней выделяются три пластовые рудоносные залежи, параллельные контактам продуктивной пачки. Залежи вытянуты в северо-западном направлении с пологим (20-40°) падением на юго-запад. Общей протяженностью залежей 1400 м, ширина по падению 800 м, мощность 10-50 м. На месторождении развита кора выветривания палеогенового возраста мощностью 2.5-47 м. Она представлена тремя зонами: верхняя - глинистая, средняя – щебнисто-глинистая и нижняя – щебнистая с подчиненной долей глинистых минералов и обломками оруденелых пород.

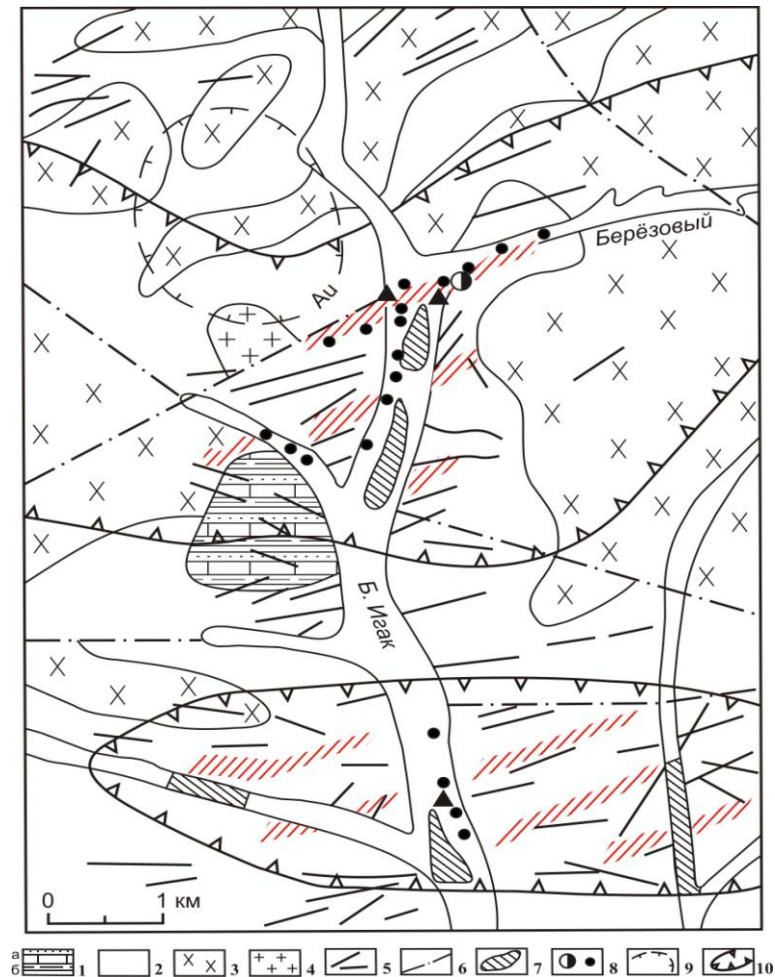
Золото-полиметаллические руды преимущественно вкрапленные, прожилково-вкрапленные, реже массивные и штокверковые. Контуры рудных тел нечеткие и выделяются лишь по результатам анализов. В рудах широко распространены пирит, пирротин, сфалерит, галенит и халькопирит, реже встречаются арсенопирит, блеклая руда, киноварь, антимонит и самородное золото. Количество сульфидов достигает 15%. Из нерудных минералов преобладают кварц, кальцит, турмалин, мусковит, серицит и хлорит. Кроме того, встречаются гранат, пироксен, эпидот, серпентин. Установлена преимущественная концентрация галенита в верхних частях рудных тел, а сфалерита, халькопирита и пирротина - в нижних.

Золото-полиметаллические руды преимущественно вкрапленные, прожилково-вкрапленные, реже массивные и штокверковые. Контуры рудных тел нечеткие и выделяются лишь по результатам анализов. В рудах широко распространены пирит, пирротин, сфалерит, галенит и халькопирит, реже встречаются арсенопирит, блеклая руда, киноварь, антимонит и самородное золото. Количество сульфидов достигает 15%. Из нерудных минералов преобладают кварц, кальцит, турмалин, мусковит, серицит и хлорит. Кроме того, встречаются гранат, пироксен, эпидот, серпентин. Установлена преимущественная концентрация галенита в верхних частях рудных тел, а сфалерита, халькопирита и пирротина - в нижних.

Содержание в первичных рудах Pb составляет 1.09-2.52% (среднее 2.0%), Zn – 0.37-3.4% (среднее 1.97%), Ag - 20-3000 г/т (среднее 50 г/т), Cd – 0.05-1%, Au – до 23.4 г/т (среднее 1.75 г/т). Бедные окисленные руды с содержанием в среднем Au - до 0.7 г/т, Zn – 1.75%, Pb – 0.95%, Ag – 20 г/т, состоят из гидрослюды и кварца. Богатые окисленные руды содержат: Au – до 2.75 г/т, Ag – 70 г/т, Zn – 2.5%, Pb – 1.75%.

В 2020 г. пробирно-атомно-абсорбционным методом (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН) в 11 штуфных пробах установлены содержания Pt – 0.25-0.56 г/т, Pd – 0.10-0.17 г/т, Os – 0.03-0.05 г/т, Ir – 0.02-0.12 г/т, Ru – 0.002-0.009 г/т, Rh – 0.011-0.03 г/т. Ресурсы платиноидов оцениваются по категории P₃ в 5 т.

ИГАКСКОЕ рудопроявление расположено в верховьях р. Большой Игак, левого притока р. Уркан. Оно открыто в 1969-1970 гг. при поисковых работах на россыпное и рудное золото (Мельников, Степанов, 2013). Здесь развиты карбонатно-терригенные породы девонского возраста, прорванные гранодиоритами, гранодиорит-порфирами и диоритовыми порфиритами. По карбонатным породам развиты скарны (рис. 44). На окварцованные скарны наложено золото-сульфидное оруденение. Содержания золота в бороздовых пробах 0.1-11.2 г/т (в штуфных пробах до 40 г/т), серебра - 1.0-700 г/т, меди - 3-5%, свинца - 3-5%, висмута - 0.3-0.5%, мышьяка - 0.3%, молибдена - 0.1%, вольфрама - 0.1%. Среди скарнов встречены магнетитовые руды, в которых спектральным анализом установлены золото – 0.05-5 г/т, серебро – 20 г/т, а также свинец 3-5%, цинк 0.3%, мышьяк 0.3%, медь 0.005%. В окварцованных и пиритизированных гранодиоритах и гранодиорит-порфирах содержание золота 0.1-1 г/т, в жильном кварце – 0.1-1.0 г/т.



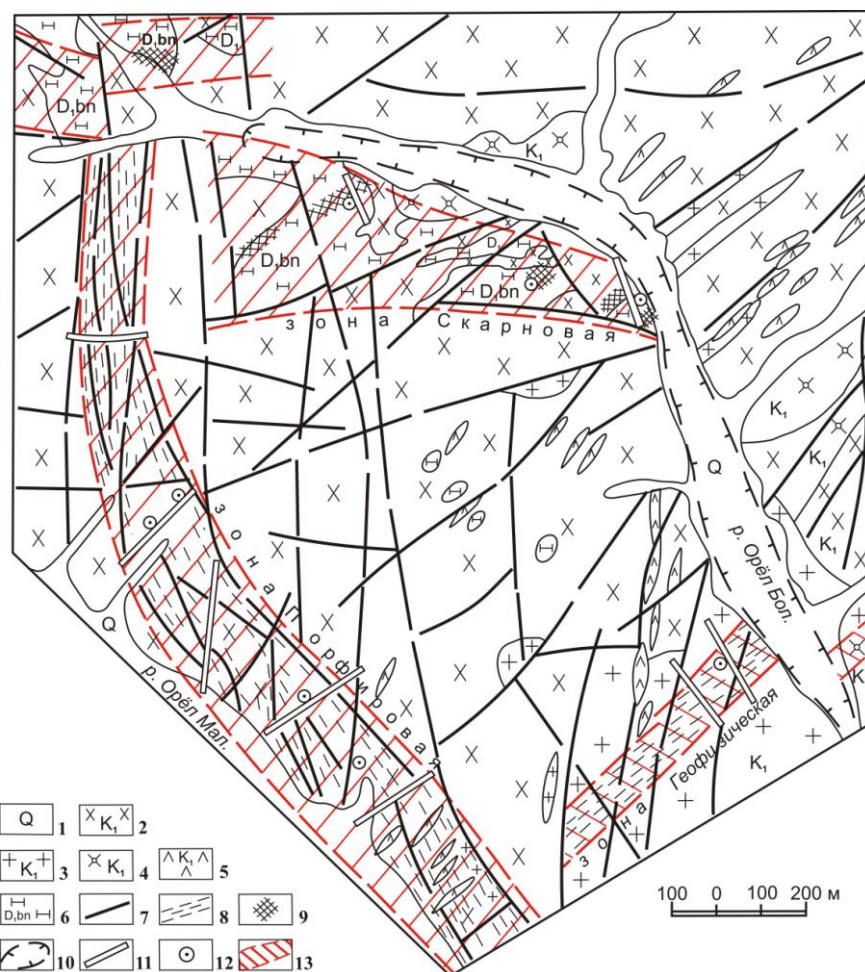
1 – имачинская свита (D_2): а – известковые песчаники и алевролиты, б – известняки; 2 – верхнеамурский мезо-гипабиссальный (K_1) комплекс: граниты, гранодиориты, кварцевые диориты; 3 – керакский субвулканический (K_2) комплекс: кварцевые диоритовые порфириты; 4 – гранодиорит-порфиры (K_2); 5 – дайки порфировых пород (K_2); 6 – разломы; 7 – обогащённые золотом участки россыпей и места концентрации рудных обломков с золотом; 8 – точка опробования минерализованной зоны и места отбора рудных проб; 9 – геохимический ореол рассеяния золота и элементов-спутников (Ag, Cu, Zn, Pb); 10 – площади, перспективные на рудное золото

Рис. 44. Рудопроявление золота Игак (Мельников, Степанов, 2013)

В 2017 г. по данным атомно-абсорбционного анализа (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН) в 8 штучных пробах из свалов жильного кварца и магнетитовых руд в скарнах установлены содержания (г/т): Pt – 0.13-0.655, Pd – 0.053-0.121, Ir – 0.028-0.044, Os – 0.013-0.061, Ru – <0.05, Rh – 0.008-0.011, Au – 0.1, Ag – до 20. Спектральным анализом установлены содержания Pb – до 5%, Zn – до 0.3%, As – до 0.3%, Cu – 0.005%. Рудные минералы – пирит, халькопирит.

Рудопроявление ОРЕЛ расположено в верховьях руч. Большой Орел, левого притока р. Уркан. Открыто в 1969-1970 гг. (Мельников, Степанов, 2013). Рудопроявление локализовано на контакте раннемеловых гранодиоритов с терригенно-карбонатными отложениями девонского возраста (рис. 45). В зоне контакта этих пород выявлены зоны скарнированных известняков и скарнов с видимым золотом, пиритом, малахитом и азуридом. Мощность зон до 5 м. В результате поисковых работ выявлены зоны золото-медно-порфировой минерализации – «Порфировая», «Геофизическая» и «Скарновая». Спектральным анализом в скарнах установлены: Au – 3-5 г/т, Ag – 300-500 г/т, Cu – 3-5%, Bi – 0.3-0.5%, Zn – 0.05-0.07%, Pb – 0.02-0.03%. Рудная зона «Порфировая» оценивается как мелкое месторождение золото-медно-порфировой формации. Рудное тело оконтурено по

бортовому содержанию меди в 0.1 %. Мощность тела 40-80 м, протяженность - 2000 м. Среднее содержание золота 0.045 г/т, серебра 1.84 г/т, меди 0.107%. Наличие участков, обогащенных медью до 0.44%, золотом до 2.13 г/т, молибденом до 0.183% позволяют рекомендовать зоны Порфировую и Скарновую для дальнейшего изучения (Л.В. Савенко, 2011 г.).



1 – аллювиальные четвертичные отложения; 2-5 – верхнеамурский комплекс раннего мела: 2 – гранодиориты, кварцевые диориты, 3 – граниты, гранодиориты, 4 – гранодиорит-порфиры, гранит-порфиры, 5 – микродиориты, спессартиты, кварцевые диорит-порфиры; порфиры; 6 – большеверская свита нижнего девона: известняки, песчаники, известковистые, алевролиты, часто известковистые; 7 – разломы; 8 – катаклазиты и милониты нерасчленённые; 9 – скарнированные породы; 10 – россыпи золота; 11 – каналы; 12 – скважины; 13 – рудные зоны

Рис. 45. Рудопроявление Орёл (Мельников, Степанов, 2013)

В 2017 г. по данным атомно-абсорбционного анализа (лаборатория химического анализа ИГиП ДВО РАН) в 2-х штучных пробах из скарнированных известняков и скарнов установлены содержания (г/т): Pt – 0.088-0.412, Pd – 0.083-0.103, Ir – 0.022-0.036, Os – 0.011-0.042, Ru - <0.05, Rh – 0.008-0.01, Au – до 5, Ag – до 700. Спектральным анализом установлены Cu до 5%, Bi до 0.5%, Zn и Pb до 0.07%, As - до 0.2%, Mo – до 0.1%. Рудные минералы - лимонит, пирит, азурит, малахит.

КОКРАЗОВСКОЕ рудопроявление золота расположено на правом берегу р. Малый Уркан. Стратиформные тела Кокразовского рудного поля мощностью до 15-20 м, протяженностью до 1200 м развиты среди вулканитов, чередующихся с карбонатными породами. Стратиформная медно-колчеданная минерализация иногда ассоциирует со скарнами. Зоны прожилковой и прожилково-вкрапленной минерализации пространственно

совпадают с ареалами развития штоков и даек гранодиоритов. Выделяется ореол прожилковой минерализации кольцевой формы шириной 100-700 м. Предполагается, что гранитоидные тела представляют собой апофизы и апикальную часть слабоскрытой субвулканической интрузии, а петрохимический состав интрузива и характер метасоматической зональности являются типичными для оруденения медно-порфирового типа. Пробирный анализ руд показал наличие золота - от «следов» до 0.8 г/т, серебра - от 1 до 10 г/т и более. Вмещающие породы - метавулканиды основного и среднего состава, карбонатные и вулканогенно-терригенно-карбонатные породы джалиндинской свиты среднего палеозоя (?) и серпентиниты пиканского комплекса, прорванные мелкими телами раннемеловых гранодиорит-порфиров. Генетический тип - гидротермальный вулканогенно-осадочный и плутоногенный гидротермальный. Рудная формация - медно-колчеданная золотосодержащая и медно-порфировая золотосодержащая. вмещающие породы – скарнированные сланцы серицит-кварц-хлоритовые, карбонатные толщи (скарны), прорванные интрузиями гранитов и гранодиоритов.

В 2012-2013 гг. по данным атомно-абсорбционного анализа (лаборатория химического состава ИГиП ДВО РАН, г. Благовещенск) в 10 штуфных пробах из скарнированных медно-колчеданных золотосодержащих рудах установлены содержания: Pt – 1.5 г/т, Pd – 0.05-0.09 г/т, Au – 0.44-0.79 г/т, Ag – 1.5-17.5 г/т. Рудные минералы - пирит, халькопирит, пирротин по скарнам.

СКАРНОВОЕ рудопроявление золота расположено в бассейне р. Ольдой, левого притока р. Амур. Вмещающие породы – контакт гранодиоритов палеозоя и известняков девона. Делювиальный свал (1.0 x 0.8 км) магнетитовых метагаббро. Содержание в скарновых титано-магнетитовых рудах (штуфные пробы) - Pt - до 0.48 г/т, Ni – 0.07%, Co – 0.02%, Cr – 0.2% (Ахметов, Бучко, 1996). В 5 штуфных пробах содержание Pt менее 0.1-0.45 г/т (среднее 0.1 г/т), Pd - до 0.03 г/т, Ir – 0.007 г/т, Rh - до 0.1 г/т, среднее содержание Au – 0.8 г/т. Здесь же в аллювии р.Сергачи в обломках сульфидизированных габброидах установлены содержания Pt и Pd - 1 г/т. Рудные минералы - магнетит, пирротин, пирит Ресурсы платиноидов P₃ - 20 т (Шаповаленко, 2003).

ТАХТАМЫГДИНСКОЕ скарновое рудопроявление расположено на левобережье среднего течения р. Тахтамыгда, левого притока р. Крестовка (бассейн р. Ольдой). Вмещающие породы – контакт силурийских сланцев, кварцитов, известняков с диоритами, гранодиоритами, плагиогранитами. Установлены 4 рудных тела скарнов мощностью 10-20 м, протяженностью до 760 м. Содержание в скарнированных медно-магнетитовых рудах (бороздовые и штуфные пробы) - Pt - 0.6 г/т, Fe - 23-65%. В штуфной пробе халькопирит-галенитовых руд проявления установлена Pt – 0.5 г/т и Pd – 1.0 г/т. Рудные минералы - магнетит, халькопирит, пирит, пирротин (В.Г. Моисеенко, С.С. Зимин, 1984ф).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные геохимические и минералогические работы по установлению элементов и минералов платиновой группы в различных типах руд и метасоматитах золоторудных месторождений и проявлений плутоногенного (Кировское, Березитовое, Пионер, Бамское, Золотая Гора, Успенское, Светлое и др.), вулканогенного (Покровское, Буриндинское), плутоногенно-метаморфогенного (Маломыр Токур, Ворошиловское, Сагур, Харгинское, Афанасьевское, Эльгинское, Счастливое, Храброе и др.) и субвулканического (Боргуликанское, Снежинка) генетических классов показывают, что данные месторождения и рудопроявления следует рассматривать как комплексные золото-платиноидные, а Боргуликанское месторождение – как платиновое с попутным извлечением золота, меди, серебра и молибдена (Мельников и др., 2008).

Разрабатываемые в настоящее время открытым способом платиносодержащие месторождения Покровское, Пионер, Березитовое по количеству подсчитанных на сегодняшний день запасов золота и серебра оцениваются как крупные.

Многочисленные платиносодержащие золоторудные месторождения и рудопроявления плутоногенно-метаморфогенного класса, локализованные в докембрийских и палеозойских черносланцевых толщах, являются новым перспективным источником «нетрадиционных» для гидротермальных месторождений металлов платиновой группы. Значительная часть этих объектов характеризуется мелкими-средними запасами золота, а руды их являются в большинстве случаев комплексными и содержат серебро, вольфрам, мышьяк, сурьму, платиноиды и другие элементы. Можно с уверенностью сказать, что подобные месторождения будут играть ведущую роль в горнодобывающей промышленности будущего, а их освоение даст толчок к развитию новых технологий извлечения МПГ из золотых руд. Нет надобности перечислять все сообщения о повышенных содержаниях МПГ в черносланцевых толщах и месторождениях, связанных с ними. Платиноносность таких «нетрадиционных» образований – не узколокальный феномен, а достаточно широко распространенное явление.

Анализ сырьевого потенциала МПГ свидетельствует о необходимости комплексного использования платиносодержащих руд различных месторождений. В этой связи актуальной задачей является не только организация научно-исследовательских и поисково-оценочных работ, но и разработка современных технологий извлечения платиноидов из различных типов руд и россыпей золота. Экономическая целесообразность этого не требует доказательств. Комплексность освоения может повысить рентабельность эксплуатации месторождений (Мельников и др., 2006).

Для освоения ресурсов металлов платиновой группы здесь имеются многие необходимые условия, составляющие базу золотодобывающей промышленности, в первую очередь это освоенность района, наличие техники, энергетических ресурсов, людских резервов, коммуникаций. Реализация этих задач будет способствовать созданию на территории Амурской области новой минерально-сырьевой базы платинодобычи России.

Список литературы

- Буряк В.А., Пересторонин А.Е.* Маломыр - первое крупное золоторудное месторождение суходожского типа в Приамурье (геология рудного поля и месторождения, перспективы, проблемы освоения). - Благовещенск-Хабаровск: ИКАРП ДВО РАН, КИР Амурской области, ООО НП-Центр, 2000. - 47 с.
- Бучко И.В.* Минералого-геохимические особенности и природа расслоенных ультрабазит-базитов юго-восточного обрамления Сибирской платформы (на примере Веселкинского массива): автореф. дис. канд. геол.-минерал наук / Амур. компл. научно-исслед. ин-т ДВО РАН. - Благовещенск, 1999. - 24 с.
- Бучко И.В., Пономарчук А.В., Травин А.В.* Возраст золоторудных метасоматитов месторождения Маломыр // Геология, тектоника и металлогения Северо-Азиатского кратона. Том 2. - Якутск: ИПК СВФУ, 2011. - С. 30-32.
- Бучко И.В., Бучко Ир.В., Пономарчук В.А., Травин А.В.* Возраст и связь с магматизмом серебро-полиметаллического месторождения Моготинское (юго-восточное обрамление Северо-Азиатского кратона) // Золото северного обрамления Пацифика. - Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2011. - С.63-66.
- Васильев И.А., Капанин В.П., Ковтонюк Г.П., Мельников В.Д., Лужнов В.Л., Данилов А.П., Сорокин А.П.* Минерально-сырьевая база Амурской области на рубеже веков. - Благовещенск: КИР Амурской обл., 2000. - 168 с.
- Воларович Г.П.* Типы месторождений золота и закономерности их размещения на Дальнем Востоке // Золоторудные формации Дальнего Востока. - М.: Наука, 1969. С.7-35.
- Вольский А.С., Старк А.Г.* Главные мезозойские структуры Уруша-Ольдойского золотоносного района и связь с ними магматизма и эндогенной минерализации // Геология и полезные ископаемые Амурской области. - Свободный, 1975. С.88-94.
- Геологическая карта Приамурья и сопредельных территорий.* Масштаб 1:2500000. Объяснительная записка. - СПб.: ВСЕГЕИ. 1982. 135 с.
- Гуров Л.П.* Золотоносные минеральные формации Кировского месторождения // Золоторудные формации Дальнего Востока. - М.: Наука, 1969. С.74-92.
- Гуров Л.П.* Золотоносные месторождения Верхнего Приамурья // Вопросы геологии рудных месторождений Дальнего Востока. - Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1971. - С.66-72.
- Гурьянов В.А., Приходько В.С., Пересторонин А.Н. и др.* Никеленосные мафит-ультрамафиты Восточного Становика // Геология, география и биологическое разнообразие Северо-Востока России. - Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2006. С. 117-119.
- Данилов А.А.* Геохимическая характеристика рудных тел и столбов Бамского месторождения Приамурья // Руды и металлы. 2000, № 3. С. 34-48.
- Дементюенко А.И.* Закономерности размещения золотого оруденения и петрохимические особенности рудоносных комплексов Покровского месторождения : автореф. дис. канд. геол.-минерал наук. - Благовещенск: АмурКНИИ ДВО РАН, 1997. - 25 с.
- Красный Л.И., Вольский А.С., Пэн Юньбяо и др.* Геологическая карта Приамурья и сопредельных территорий с объяснительной запиской. Масштаб 1:2500000. - СПб-Благовещенск-Харбин: ВСЕГЕИ, Амурский КИР, Упр. Геологии пров. Хэйлуцзян, 1999. - 135 с. Карта.
- Мельников А.В.* Геолого-геохимические закономерности размещения оруденения и золотоносных россыпей в Чагоянском рудном узле (Верхнее Приамурье) : автореф. дис. канд. геол.-минерал наук. - Благовещенск: АмурКНИИ ДВО РАН, 2000. - 27 с.
- Мельников А.В.* Платиноносность месторождений золота вулканогенно-плутонического класса Верхнего Приамурья // Литол. и полезн. ископ. 2006. Т. 41, № 5. С. 487-496.
- Мельников А.В.* Платиноносность золоторудных месторождений в черносланцевых толщах Верхнего Приамурья России: проблемы и перспективы // Проблемы геологии и освоения недр. - Томск : Томский политехн. ун-т, 2008. С. 244-245.
- Мельников А.В.* Платиноносность Боргуликанского медно-порфирирового месторождения (Верхнее Приамурье) // Проблемы геологии и освоения недр - Томск: Томский политехн. ун-т, 2006. С.145-146.

- Мельников А.В.* Платиноносность Кировского золото-висмутового месторождения Верхнего Приамурья (Россия) // Современные проблемы геологии, геохимии и экологии Дальнего Востока России. - Владивосток: ДВГИ ДВО РАН, 2008. С. 77-79.
- Мельников А.В.* Платиноносность золоторудного месторождения Пионер (Верхнее Приамурье) // Проблемы геологии и освоения недр: X междунар. науч. симпоз. им. акад. М.А. Усова студентов и молодых ученых, 2007, стенд 3-7 а.
- Мельников А.В., Бабичев И.В., Моисеенко В.Г.* Золоторудное проявление Казанское – новый высокоперспективный объект благороднометалльного оруденения в палеозое Амурской области // ДАН. 2009. Т. 427. № 4. С. 518-520.
- Мельников А.В., Карнаухов В.В., Червов В.П.* Новые данные по минералогии руд и самородного золота Успенковского месторождения (Дамбукинский рудный район, Верхнее Приамурье) // Вопросы геологии и комплексного освоения природных ресурсов Восточной Азии. Т.1. – Благовещенск: ИГиП ДВО РАН, 2014. – С. 131-134.
- Мельников А.В., Мельников В.Д., Аношенко С.Н.* Платиноносность золоторудных, золото-серебряных и медно-молибден-порфириновых месторождений Верхнего Приамурья // Литол. и полезн. ископ. 2008. Специальный выпуск, № 1. С.23-30.
- Мельников А.В., Моисеенко В.Г.* Новые данные по платиноносности месторождений золота плутоногенного класса Верхнего Приамурья // ДАН. 2007. Т. 415, № 4. С. 532-534.
- Мельников А.В., Радомский С.М., Моисеенко В.Г., Мельников В.Д.* Новые сведения по платиноносности гидротермалитовых формаций Верхнего Приамурья // ДАН. 2007. Т. 417, № 2. С. 236-238.
- Мельников А.В., Сорокин А.А., Пономарчук В.А., Травин А.В., Сорокин А.П.* Золото-полиметаллическое месторождение Березитовое (Восточная Сибирь): основные минералогические особенности, возраст и связь с магматизмом // Геология и геофизика. 2009. Т. 50, № 3. С. 258-265.
- Мельников А.В., Степанов В.А.* Изучение платиноносности Приамурья // Платина России. Том 5. - М.: Геоинформмарк, 2004. - С.440-449.
- Мельников А.В., Степанов В.А.* Рудно-россыпные узлы южной части Приамурской золотоносной провинции. Часть 1. – Благовещенск: АмГУ, 2013. – 222 с.
- Мельников А.В., Степанов В.А.* Рудно-россыпные узлы Приамурской золотоносной провинции. Часть 2. Центральная часть провинции. – Благовещенск: АмГУ, ИГиП, АО РМО, 2014. – 300 с.
- Мельников А.В., Степанов В.А.* Рудно-россыпные узлы Приамурской золотоносной провинции. Часть 3. Северная часть провинции. – Благовещенск: АмГУ, 2015. – 258 с.
- Мельников А.В., Степанов В.А., Вах А.С., Вьюнов Д.Л., Дементюенко А.И., Пересторонин А.Е.* Месторождения рудного золота Приамурской провинции. – Благовещенск: Изд-во АмГУ. 2017. – 150 с.
- Мельников А.В., Степанов В.А., Мельников В.Д.* Платина Амурской области. – Благовещенск : АмГУ, 2006. – 136 с.
- Мельников А.В., Степанов В.А., Червов В.П., Карнаухов В.В.* Успенковский рудно-россыпной узел Приамурской провинции // Вестник АмГУ, Серия Естественные и экономические науки, 2015, вып. 69. – С. 91-102.
- Мельников А.В., Хряпченко В.Н.* Платиноносность золоторудных месторождений Верхнего Приамурья // Отеч. геология. 2005, № 4. С. 17-22.
- Мельников А.В., Юсупов Д.В., Яшинов А.Л.* Благороднометалльное и медно-никелевое оруденение Золотогорско-Успенского узла Дамбукинского рудного района (Верхнее Приамурье) // Вестник АмГУ, Серия Естественные и экономические науки, 2012, вып. 57. – С. 111-119.
- Меняйлов А.А., Набоко С.И.* К вопросу о нахождении платины на Дальнем Востоке // ДАН СССР. 1936. Т. III (XII), № 8 (108). С. 387-389.
- Моисеенко В.Г., Степанов В.А.* Классификация месторождений золота и их генезис // Генезис месторождений золота и методы добычи благородных металлов : сб. науч. тр. / Амур. компл. научно-исслед. ин-т ДВО РАН. Благовещенск, 2001. С.71-74.

- Моисеенко В.Г., Степанов В.А., Эйриш Л.В., Мельников А.В.* Платиноносность Дальнего Востока / – Владивосток : Дальнаука, 2004. – 176 с. : ил.
- Моисеенко В.Г., Эйриш Л.В.* Золоторудные месторождения Востока России. - Владивосток: Дальнаука, 1996. - 352 с. : ил.
- Неронский Г.И.* Типоморфизм золота месторождений Приамурья. - Благовещенск: АмурНЦ АмурКНИИ ДВО РАН, 1998. - 320 с.
- Приамурская золоторудная провинция / В.А. Степанов [и др.] ; отв. ред. В.А. Степанов. – Благовещенск : АмГУ, НИГТЦ ДВО РАН, 2008. – 232 с.
- Сафронов П.П., Моисеенко В.Г.* Минеральные ассоциации платиноидов из золотоносных россыпей Зейско-Селемджинского региона Приамурья // Геодинамика и металлогения : сб. науч. тр. / Дальнаука. Владивосток, 1999. С. 157-172.
- Смирнов В.И.* Геология полезных ископаемых. – М.: Недра, 1982. – 669 с. : ил.
- Сорокин А.А., Мельников А.В., Пономарчук В.А., Травин А.В., Сорокин А.П.* Возраст и связь с магматизмом золото-полиметаллического месторождения Березитовое западной части Селенгино-Станового супертеррейна // АН. 2008. Т. 421, № 1. С. 86-89.
- Старк А.Г.* Геология и металлогения Сергачинской структурно-формационной зоны (Верхнее Приамурье) : автореф. дис. канд. геол.-минерал наук / Дальневост. научный центр АН СССР. Владивосток, 1976. - 21 с.
- Степанов В.А.* Региональная позиция, основные черты и возраст Бамского золоторудного месторождения Приамурья. // Золотое оруденение и гранитоидный магматизм Северной Пацифики. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2000. – С. 125-130.
- Степанов В.А.* Геология золота, серебра и ртути. Часть 2: Золото и ртуть Приамурской провинции. – Владивосток: Дальнаука, 2000. - 161 с. : ил.
- Степанов В.А.* Приамурская золоторудная провинция: структурное положение, строение, зональность и возраст //Золото северного обрамления Пацифики. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2011. – С. 214-216.
- Степанов В.А.* Телемагматические месторождения золота // Руды и металлы, 1998, № 5. - С.65-69.
- Степанов В.А.* Телетермальные золоторудные месторождения // The 31-st International Geological Congress, Rio de Janeiro (Brazilia), 6-17 avg. 2000: Congress Program. Rio de Janeiro: Geol. Surv. Braz. 2000. - P. 3646.
- Степанов В.А., Мельников А.В., Гвоздев В.И.* Находка массовых сульфидных Ni-Cu-Pb руд в Верхнем Приамурье // Платина в геологических формациях Сибири. - Красноярск: КНИИГиМС, 2001. С. 95-96.
- Стриха В.Е.* Позднемезозойские гранитоиды золотоносных рудно-магматических систем Верхнего Приамурья // Генезис месторождений золота и методы добычи благородных металлов. - Благовещенск: АмурКНИИ ДВО РАН, 2001. С.183-191.
- Сушкин Л.Б.* Некоторые геологические особенности золоторудного месторождения Колчеданный Утес. // Труды ассоциации “Дальнедра”, Вып.1., 1991. - С. 171-178.
- Сушкин Л.Б.* Геология Сологу-Чайдахского золоторудного поля (Амурская область) // Тихоокеанская геология, 2000, № 1. – С.56-65.
- Фатьянов И.И., Лэйер П.* О времени формирования золоторудного месторождения Токур //Геология и минеральные ресурсы Амурской области. - Благовещенск: Амургеолком, 1995. - С. 217-219.
- Хомич В.Г., Борискина Н.Г., Власов Н.Г.* Структурные особенности и элементы зональности оруденения Пионерского месторождения золота (Верхнее Приамурье). // Благородные и редкие металлы Сибири и Дальнего Востока: рудообразующие системы месторождений комплексных и нетрадиционных типов руд. Том. 1. – Иркутск: Ин-т географии СО РАН, 2005. - С. 111-113.
- Щека С.А.* Петрология и рудоносность никеленосных дунито-троктолитовых интрузий Станового хребта. - М.: Наука, 1969. – 136 с.
- Эйриш Л.В.* Металлогения золота Приамурья. (Амурская область, Россия). - Владивосток: Дальнаука, 2002. - 194 с.

Эйриш Л.В., Остапенко Н.С., Моисеенко В.Г. Токурское золоторудное поле: геология, геохимия, генезис. – Хабаровск-Благовещенск: АмурКНИИ, 1998. - 149 с.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ПРИАМУРСКАЯ ПЛАТИНОМЕТАЛЬНАЯ ПРОВИНЦИЯ: РАЙОНИРОВАНИЕ, ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ	5
1.1 Дамбукино-Тындинская платиноносная металлогеническая зона.....	6
1.2 Джагды-Селемджинская платиноносная металлогеническая зона.....	10
1.3 Северо-Буреинская платиноносная металлогеническая зона.....	12
ГЛАВА 2. ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ГЕНЕЗИС ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИАМУРСКОЙ ПРОВИНЦИИ	15
2.1 Типы золоторудных месторождений.....	15
2.2 Возраст золотого оруденения.....	16
ГЛАВА 3. ПЛАТИНОНОСНОСТЬ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ	19
3.1 Золоторудные месторождения и рудопроявления плутоногенного класса.....	19
3.2 Золоторудные месторождения и рудопроявления вулканогенного класса.....	45
3.3 Золоторудные месторождения и рудопроявления плутоногенно- метаморфогенного класса.....	54
3.4 Золоторудные месторождения и рудопроявления субвулканического класса...	83
3.5 Золоторудные месторождения телемагматического класса.....	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	101
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	102