

УДК 553.3`3/`9

## Прогнозирование и поиск золотого оруденения в Амгуэмо-Канчаланской металлогенической зоне (Чукотка)

**В.Н. Голдырев**

Естественнонаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета

614990, Пермь, ул. Генкеля 4. E-mail: vg121297@yandex.ru

Пермский государственный национальный исследовательский университет

614990, Пермь, ул. Букирева, 15

*(Статья поступила в редакцию 22 ноября 2021 г.)*

Несмотря на существование общеизвестного комплекса критериев прогноза и поисков, на территории Амгуэмо-Канчаланской металлогенической зоны, обладающей значительным ресурсным потенциалом, были открыты всего три золото-серебряных эпитеpmальных месторождения. Ресурсная база предприятий, которые их разрабатывают, крайне ограничена. Целью исследования является выяснение региональных и локальных условий локализации эпитеpmальной золото-серебряной минерализации, прогнозирование и поиск перспективных структур и площадей ее проявления в пределах Амгуэмо-Канчаланской металлогенической зоны. Проведен аэрокосмогеологический анализ территории. Выделены предполагаемые районы перспективные на обнаружение золотого оруденения. Даны рекомендации по проведению поисково-оценочных работ.

Ключевые слова: *Чукотка, золото, эпитеpmальные, Валунистое, прогнозирование, поиск.*

DOI: 10.17072/psu.geol.21.1.72

### Введение

Амгуэмо-Канчаланское вулканическое поле, являющееся частью внутренней зоны Охотско-Чукотского вулканического пояса (ОЧВП), находится на территории Анадырского района Чукотского автономного округа (ЧАО) в Арктической зоне России, в 237 км к северо-востоку от окружного центра – г. Анадырь (рис. 1). Первые геологические исследования на данной территории были проведены в 1930-е гг. За это время были открыты три золото-серебряных эпитеpmальных месторождения (Валунистое, Горное, Жильное), а также множество золото-полиметаллических проявлений различных типов минерализации. В совокупности они образуют Амгуэмо-Канчаланскую металлогеническую зону (АКМЗ) (Волков и др., 2006; Стружков, 2010). Материалы по геологии территории исследования приведены в опубликованных (Белый, 1981; 1994; Волков и др., 2012; 2019; Константинов, 2010; Полин, 1990) и фондовых

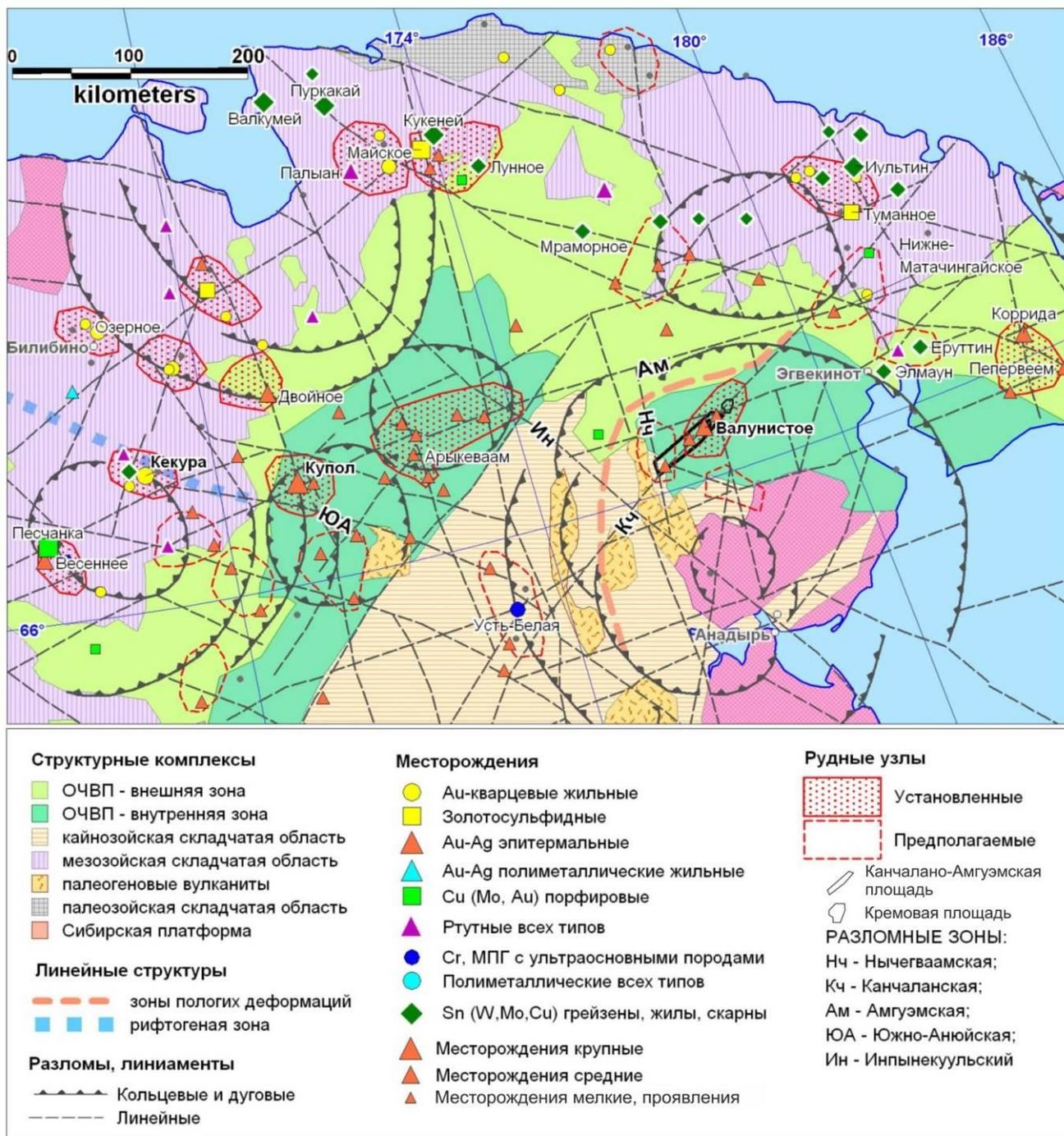
(В.П. Шабалин, 2005; Е.С. Андреева, 2009; В.В. Меньшиков, 2011; В.П. Худогов, 2012) источниках.

Анализ имеющихся материалов по ОЧВП и его обрамлению свидетельствует о его сравнительно слабой изученности. Особенно это относится к северо-восточной части пояса. В то же время имеющиеся данные позволяют выделить основные рудоконтролирующие структуры и прогнозно-поисковые признаки. Для обнаружения рудных полей и месторождений в ОЧВП, к внутренней зоне которого относится АКМЗ, разработан комплекс критериев прогноза и поисков (Стружков, Константинов, 2005).

Однако, несмотря на длительную историю изучения АКМЗ, ее ресурсный потенциал освоен крайне слабо. Исчисленные и предполагаемые (JORC) запасы условного золота данной территории составляют 102,0 т (HGM annual report, 2020). И основной проблемой предприятий данной территории является ограниченная ресурсная база. Поэтому цель исследования – выяснение региональных и

локальных условий локализации эпитермальной золото-серебряной минерализации, прогнозирование и поиск перспективных структур и площадей ее проявления в преде-

лах АКМЗ, обоснование критериев прогнозирования и поисковых признаков, создание прогнозно-поисковой модели.



**Рис. 1.** Размещение месторождений металлических полезных ископаемых северо-восточной части ОЧВП на карте геолого-структурного районирования (Гуревич, 2013 с дополнениями авторов). Схема районирования (Чехов, 2000), с использованием геологических карт м-бов 1:2 500 000 и 1:500 000; месторождений – по Mineral Resources of Eastern Siberia... Схема металлогенического... ЦНИГРИ, 2004, USGS MRDS. Тектоническая интерпретация выполнена с использованием геокарт м-ба 1:2 500 000, цифровых моделей рельефа SRTM30 и магнитного поля Земли WDMAM, композиции MrSID Landsat

В методическом плане данная работа представляет собой обобщение и анализ материалов тематических, геологосъемочных, поисково-оценочных, разведочных и эксплуатационных работ, проведенных авторами и предшественниками в пределах АКМЗ. В ходе геологических работ на территории использовался широкий круг исследований. Помимо рекомендованных методов геологического изучения недр проводилась интерпретация дистанционных материалов (дешифрирование космо- и аэрофотоснимков, палеовулканические реконструкции).

*Фактический материал.* В основу работы положен материал, собранный автором в период выполнения поисково-оценочных работ на Кремовой площади (АО «Северо-Восточное ПГО»), разведочных работ на Канчалано-Амгуэмской площади (ООО «Канчалано-Амгуэмская площадь»), эксплуатационно-разведочных и добычных работ на месторождении Валунистое (ООО «Рудник Валунистый»).

### Поисковые предпосылки

Прогнозирование золотого оруденения в пределах АКМЗ ведется на основе комплекса поисковых предпосылок: структурно-тектонические, магматические, литолого-петрографические, фациальные, стратиграфические.

**1. Структурно-тектонические предпосылки.** Проявления золота и серебра приурочены к интрузивно- и вулканокупольным структурам на участках их пересечения крупными разломами и зонами разломов. Рудоносные жильно-прожилковые зоны сосредоточены в зонах сближенных разрывных нарушений на участках интенсивной трещиноватости и брекчирования.

*Региональные рудоконтролирующие структуры.* В ходе работ Гуревича Д.В. были выделены крупные кольцевые структуры. Они, как правило, выражаются в рельефе в виде кольцевого поднятия с опущенной (денудированной) центральной частью. В пределах кольцевого поднятия обычно концентрируется наибольшее число крупных интрузивных и субвулканических образований и/или вулканокупольные поднятия, а в центральной части располагаются вулканиче-

ские депрессии (кальдеры) (Гуревич, 2009; 2013).

Линии кольцевых нарушений (разломов) обычно выражаются в рельефе так же, как и линейные нарушения (локальные понижения, контроль речной сети и др.). В более крупном масштабе фрагменты кольцевых нарушений (разломов) обычно «разваливаются» на серии сближенных линейных нарушений. Предположительно, формирование этих структур связано с формированием глубинных магматических очагов и их последующим развитием. С прогнозно-поисковой точки зрения существенно то, что описанные структуры контролируют расположение рудных узлов и/или отдельных месторождений. Те и другие зачастую располагаются вдоль основных кольцевых нарушений, часто – вдоль внутренней и внешней границ кольцевого поднятия, в местах пересечения кольцевых и линейных разломов.

АКМЗ располагается в пределах Анадырской кольцевой мегаструктуры (рис. 1), достигающей 500 км в поперечнике, с центром в районе Анадырского залива. Анадырская мегаструктура четко проявлена в рельефе, совпадает с областью распространения Эскимосского срединного массива (Белый, 1977). Полукольцевая граница современной Анадырской мегаструктуры, проходящая по континенту, совпадает с системой глубинных дугообразных разломов (Кочнева, 2003).

С учетом вышесказанного, особый интерес представляют собой пересечения кольцевых (дугообразных) нарушений с линейными зонами разломов, контролирующими расположение вулканокупольных структур, ореолы метасоматических изменений и золото-серебряное оруденение. Это разломы северо-восточного «Канчаланского» направления, разломы субмеридионального – северо-северо-восточного «Нычегваамского» направления, а также субширотные разломы «Амгуэмского» направления. В своем западном и восточном продолжении Амгуэмская зона разломов проходит через рудные узлы месторождений Песчанка, Купол, Арыкеваам, Пепервеемский и ряд других, в том числе прогнозируемых (рис. 1).

Основной рудоконтролирующей структурой района является Канчаланская зона глубинных разломов, которая прослеживается

по геофизическим данным в складчатом основании вулканитов. В пределах Канчаланской зоны глубинных разломов локализованы основные гидротермальные и метасоматические образования, приуроченные к локальным вулканоструктурам и представленные пропилитами, аргиллизитами, вторичными кварцитами, а также зонами прожилкового окварцевания и кварцевыми жилами (Читалин и др., 2006). С ними связаны геохимические аномалии золота, серебра и других попутных компонентов, а также аномалии урана, тория и калия, установленные по данным аэрогаммаспектрометрической съемки.

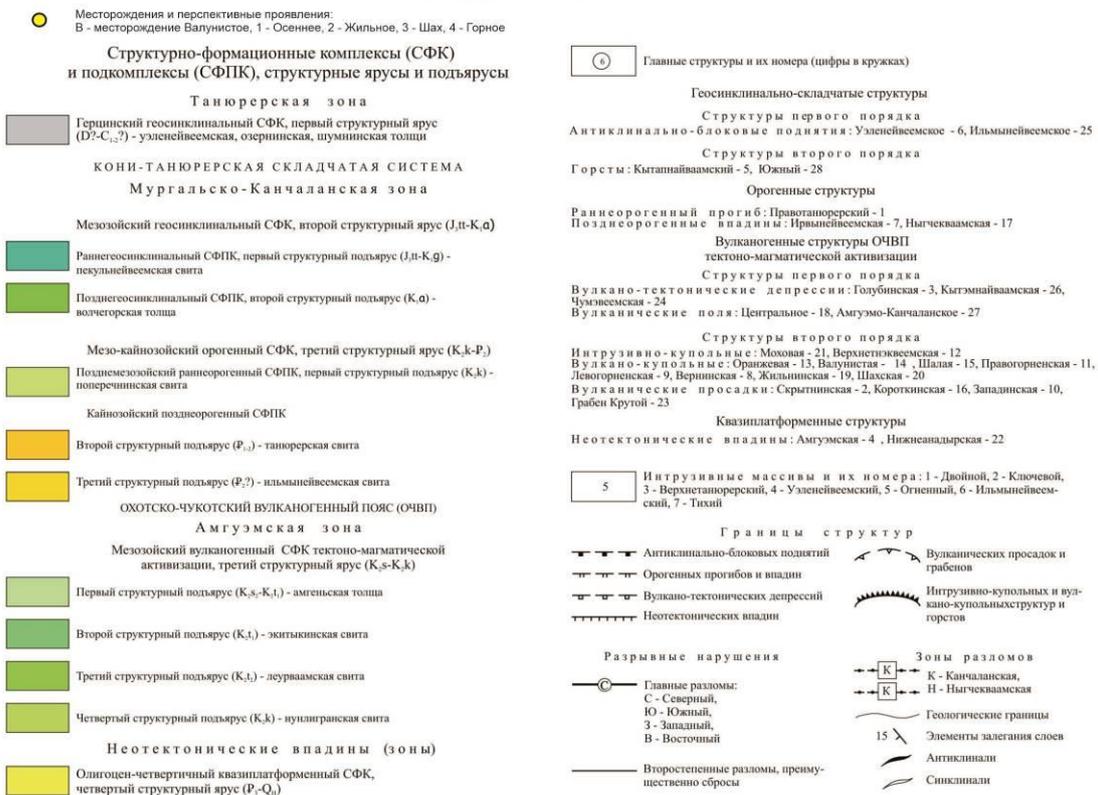
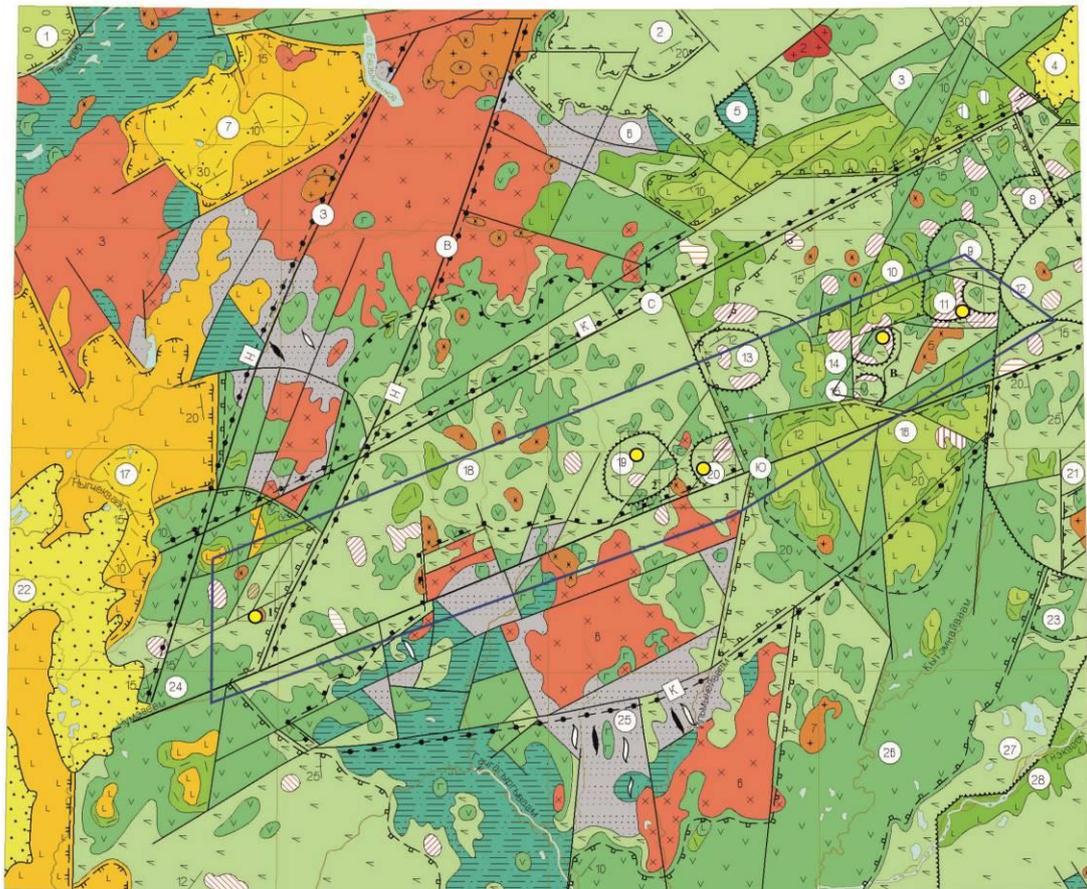
Наибольшее металлогеническое значение имеют интрузивно-купольные и вулканокупольные структуры. Кытэмнайваамская вулкано-тектоническая депрессия (рис. 2), в пределах которой расположен эталонный Валунистый рудный узел, вытянута в близмеридиональном направлении на 100–120 км при ширине 50–70 км и продолжается на смежной с юга площади. Юго-западный фланг депрессии наложен на Ильмынейвемское антиклинально-блоковое поднятие. Краевые части депрессии сложены породами амгеньской толщи и экитыкинской свиты, залегающими центриклинально под углами 10–15° (Белый, 1981, Читалин и др., 2016). В центральной части депрессии близгоризонтально залегают вулканиты леурваамской и нунлигранской свит. В гравитационном поле наиболее прогнутая часть депрессии отражена отрицательной аномалией силы тяжести амплитудой 3 мГал.

*Локальные рудоконтролирующие структуры.* Структура рудного поля представляет собой парагенез сколов и отрывов разных рангов, сформировавшихся в обстановке сдвигового поля напряжений в обстановке субгоризонтального меридионального сжатия и широтного горизонтального растяжения (Читалин и др., 2016). Кварцевые жилы наследуют в контактах или пересекают тела позднемеловых риодацитов под различными углами в плане и в разрезе. В общем случае риодациты не являются рудоконтролирующими, хотя локально кварцевые жилы и прожилки предпочтительно образовались в них из-за повышенной хрупкости риодацитов.

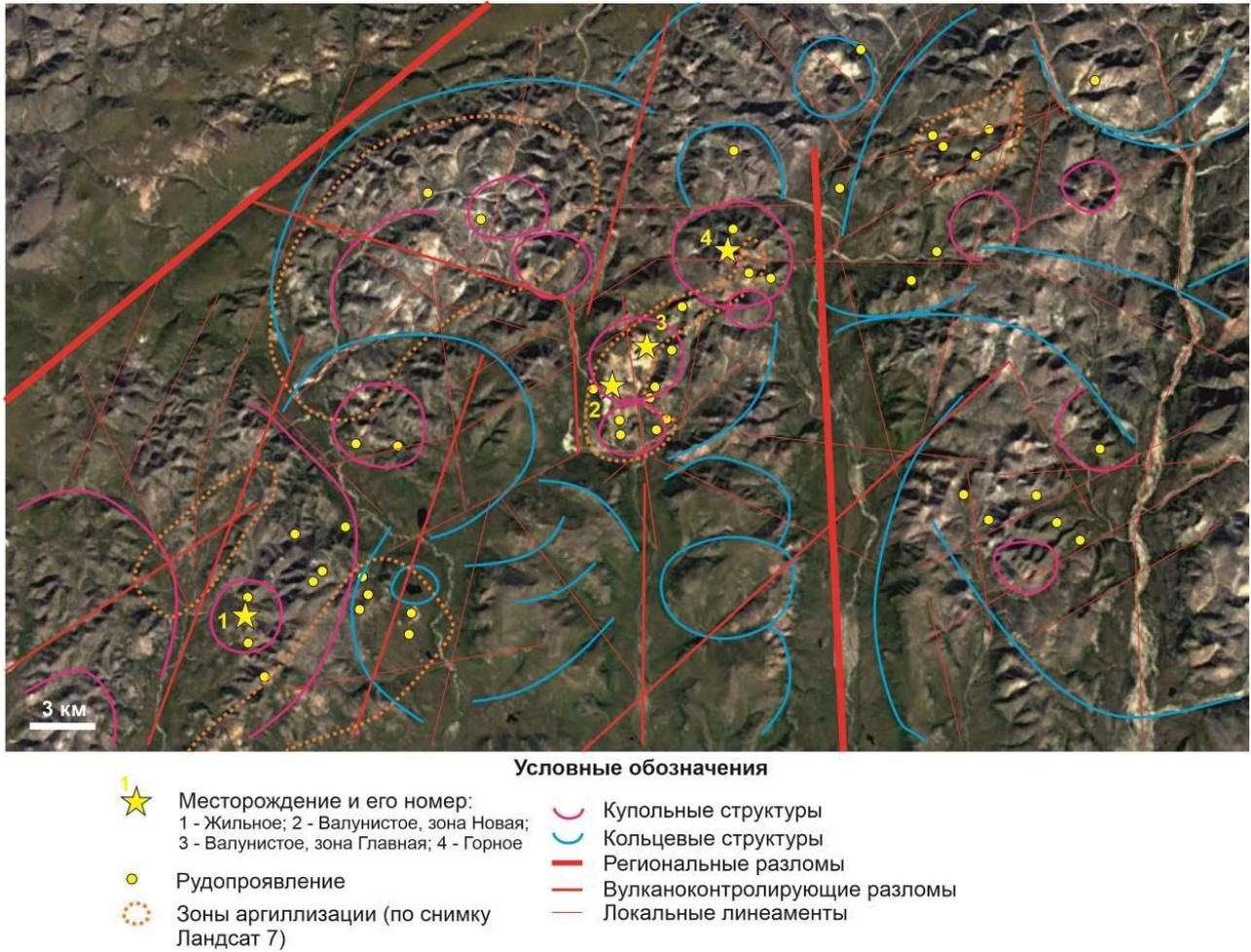
Результаты полевых наблюдений в сочетании с данными изучения геологических материалов и космических снимков по Валунистому рудному полю и по известным рудоносным площадям (рудные поля Камчатки, Дукат, Джульетта, Купол и др.) свидетельствуют о высокой роли рудоконтролирующих факторов, которые можно отнести к категории вулканоструктурных (Стружков, Константинов, 2005; Бегунов и др., 1976; Волков, 1999; Кочнева и др., 1998; Нартиков и др., 1975; Сидоров, 1966; Сидоров, Еремин, 1991). Среди таких факторов можно отметить: зоны интенсивной гидротермальной проработки; разломы, кольцевые окаймляющие крупные палеовулканические структуры; жерла палеовулканов; зоны глубинных разломов; кальдеры проседания; структуры типа пулл-апарт и др.

Одновременно эти наблюдения, наряду с имеющимися опубликованными данными, свидетельствуют о высокой информативности целевого структурного дешифрирования космических снимков, направленного на выявление перечисленных потенциальных рудоконтролирующих факторов. С другой стороны, опыт полевых наблюдений и камерального изучения дистанционных материалов однозначно свидетельствует о том, что основные черты рельефа данной территории определяются ее геологическим строением, что делает возможным эффективное использование палеовулканических реконструкций (Гуревич, 2009; 2013; Дьяконов, 2011).

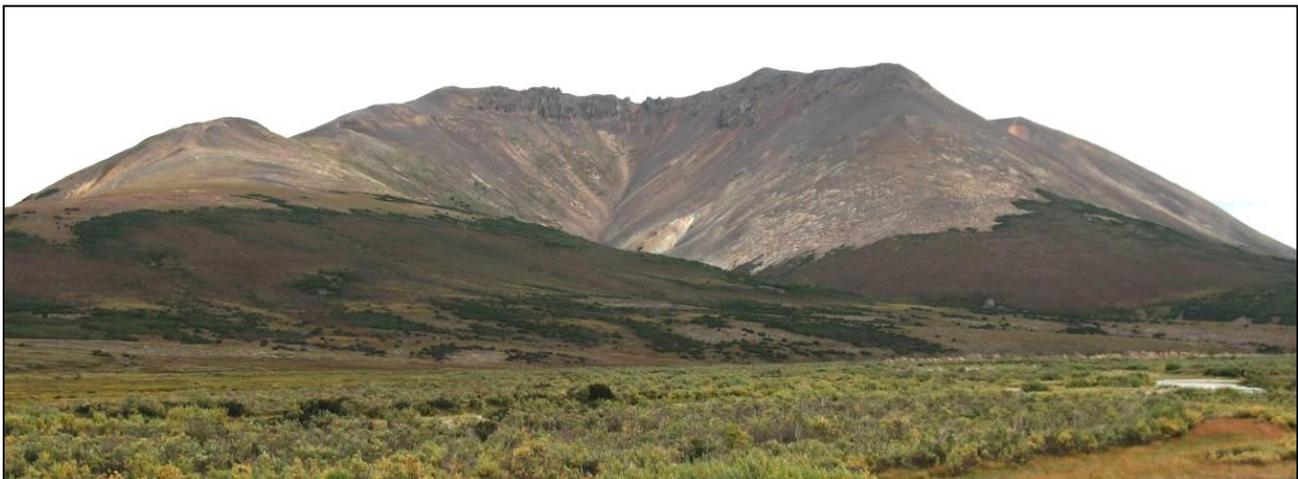
На территории АКМЗ среди линейных разрывных нарушений наиболее важную роль в рудоконтроле играют разломы северо-восточной и субмеридиональной ориентировки (Канчаланская зона разломов). Большую роль играют также кольцевые структуры, окаймляющие купольные поднятия, а также отрицательные структуры, которые являются кратерами стратовулканов (рис. 3, 4). Так, на участке Горный, расположенном в пределах Правогорненской вулканокупольной структуры, большую роль играют кольцевые структуры, окаймляющие купольные поднятия и две отрицательные структуры, одна из которых располагается в центре участка (предположительно – центральный кратер стратовулкана), а другая – в его юго-восточной части (рис. 5).



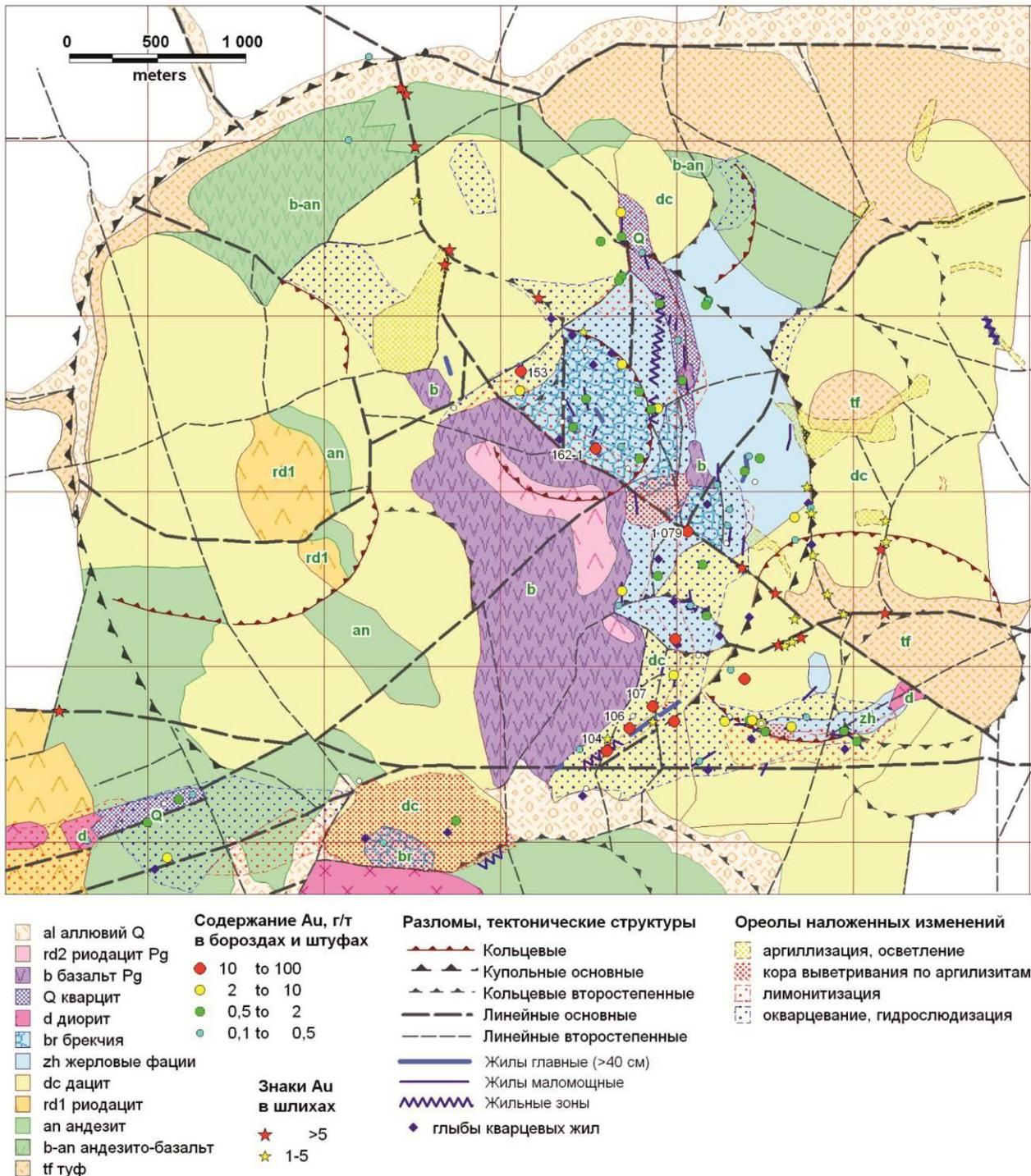
**Рис. 2.** Тектоническая схема центральной части Амгузмо-Канчаланской металлогенической зоны (Романов, 2003 с дополнениями автора)



**Рис. 3.** Центральная часть Канчалано-Амгуэмской металлогенической зоны (композиция ESRI.ArcGIS.Imagery)



**Рис. 4.** Гора Оранжевая, вид с северо-запада; на переднем плане – р. Ильмнейвеем. Гора представляет собой остатки мелового стратовулкана, сложенного игнимбритами и эруптивными брекчиями риодацитов и дацитов, лавами андезитов. Подковообразная гряда скал у вершины горы – остатки зоны интенсивного окварцевания, сформированной по краю кратера



**Рис. 5.** Участок Горный. Геологическая карта с результатами опробования на золото (Гуревич, 2009)

Площадь участка Горный сложена кислыми вулканитами амгеньской толщи, андезитами экитыкинской свиты и кислыми вулканитами леурваамской свиты, прорванными рудоносными субвулканическими трахириолитами леурваамского вулканического комплекса. Разрез может быть представлен следующим образом:

- в основании (амгеньский комплекс) – туфы смешанного и кислого состава;
- в средней части разреза (экитыкинский комплекс) – два или три ритма, образованные чередованием лав дацитов (возможно также риодацитов и трахидацитов), и андезитов (андезито-базальтов);

– в верхней части разреза (нунлигранский комплекс) – пологозалегающие лавы порфириновых базальтов, согласно перекрытые лавами риодацит-порфиров.

Средней толще соответствуют субвулканические тела дацитовых (возможно – трахидацитовых) порфиров и породы жерловых фаций – эруптивные и эксплозивные брекчии, лавы «такситовых» риодацитов; небольшие тела порфириновых диоритов также предположительно относятся к данному этапу формирования вулканоструктуры. Верхней толще предположительно соответствуют маломощные дайки андезито-базальтов и диабазов порфириновой структуры. На геологической карте участка Горный (рис. 5) заметно, что наиболее богатые участки приурочены к жерловой, околожерловой, а также к поствулканической фациям, которые связаны с радиальным разломом, пересекающим вулкано-купольную структуру.

**2. Магматические предпосылки.** Золото-серебряное оруденение и сопровождающие его метасоматиты парагенетически связаны с субвулканическими, экструзивными, жерловыми образованиями леурваамского и амгеньского вулканических комплексов. Проявления серебра и золота гидротермального вулканогенного генетического типа золото-серебряной формации тяготеют к этим образованиям или локализованы непосредственно в них.

**3. Литолого-петрографические предпосылки.** Кислые вулканы нижней, средней, реже верхней подтолщ амгеньской толщ, нижней и средней подсвит леурваамской свиты благоприятны для образования аргиллизитов, вторичных кварцитов, окварцованных и пиритизированных пород, вмещающих золото-серебряное оруденение. Эффузивы среднего состава, экструзивные, жерловые, субвулканические и плутонические образования экитыкинской вулканоплутонической ассоциации благоприятны для образования пропилизированных пород и локализации жильных проявлений золото-серебряного оруденения.

Таким образом, продуктивная формация – риолит-трахириолитовая (леурваамский вулканический комплекс); дацит-риолитовая

(амгеньский вулканический комплекс). Рудовмещающими образованиями являются образования продуктивной дацит-риолитовой формации (амгеньский вулканический комплекс); образования андезит-трахиандезитовой формации (экитыкинский вулканический комплекс).

**4. Фациальные предпосылки.** Наиболее продуктивные рудные тела локализованы в верхней части метасоматической колонки – среди вторичных кварцитов и аргиллизитов. В ареалах гидротермально-метасоматически измененных пород – пропилитах, аргиллизитах, вторичных кварцитах локализованы кварцевые, адуляр-кварцевые, карбонат-кварцевые, флюорит-кварцевые жилы с характерными текстурами – колломорфной, ритмично-полосчатой, друзоподобной.

Помимо метасоматических изменений особое место занимают хорошо заметные при полевых наблюдениях, так и на космических снимках участки развития сильно ожелезненных (алых) глинистых пород или «аргиллизитовые шляпы» (рис. 6, 7, 8.1). В большинстве случаев этим образованиям соответствуют участки выровненного, сглаженного рельефа; как правило, занимают среднее положение по высоте, отсутствуя как в глубоких врезках, так и на вершинах, сложенными базальтами и риодацитами верхней пачки.

Полевые наблюдения, включая проходку копушей глубиной до 1 м (рис. 8.2), показали, что разрез типичен для кор выветривания по сульфидизированным вулканитам. Слой зоны окисления имеет мощность не более первых десятков сантиметров, ниже располагаются глинисто-щебенистые белые каолинизированные породы с частично окисленным пиритом, при этом количество глины вниз по разрезу убывает, породы переходят в плотные аргилизированные вулканы (рис. 8.3). Все эти особенности свидетельствуют о том, что описанные образования являются остаточными латеритными корами выветривания, сформированными по ранее аргилизированным вулканитам в период частичной пенепленизации территории. Об этом же свидетельствует сопоставление с эталонными объектами (рис. 8.4).



**Рис. 6.** Ожелезненные каолиновые коры выветривания по сульфидизированным аргиллизитам. Участок Шах



**Рис. 7.** То же, что на рис. 6. Космоснимок (ESRI.ArcGIS.Imagery) на восточную часть участка Шах

### 5. Стратиграфические предпосылки.

Верхней границей золото-серебряного оруденения является кровля леурваамской свиты. Образования нунлигранского субвулканического комплекса – послерудные. Наиболее продуктивный горизонт рудной колонны находится на уровне верхней и средней подтолщ амгеньской толщи.

Часто платобазальты нунлигранского комплекса непосредственно соприкасаются с остаточными латеритными корами выветривания, возможно перекрывая их. Поскольку в настоящее время физическое выветривание и денудация резко преобладают над химическим (последнее практически не проявлено), основной этап формирования кор выветри-

вания мог приходиться на конец мелового периода (дат) – начало палеогена, когда в регионе господствовал теплый, близкий к субтропическому климат (*Геологическое строение СССР...*, 1984). В этом случае платобазальты верхней пачки могут перекрывать коры выветривания, являясь не только пострудными, но и «постденудационными». Другая точка зрения состоит в том, что базальты рассматриваются в качестве перекрывающей «ловушки» при формировании золото-серебряного оруденения, что подтверждают богатые «подэкранные» руды (зона вторичного обогащения), установленные на месторождении Валунистое под покровом базальтов (рис. 9).



**Рис. 8.** Латеритные коры выветривания по аргиллизитам: 1. Вид на центральную часть участка Горный с востока, на заднем плане – южная половина гребня горы Горная. 2. Шурф на западном склоне зоны «Пологая», участок Горный. 3. Коры выветривания по аргиллизированным вулканитам, участок Горный. 4. Латеритные золотоносные коры, сформированные по аргиллизитам, развитым по меловым вулканитам среднего состава; Агусан дель Норте, о. Минданао, Филиппины

### Поисковые признаки

Главные прямые поисковые признаки – это геохимические ореолы и потоки. Из косвенных признаков наибольшее значение имеют геофизические данные и гидротермально измененные породы.

**1. Геохимические ореолы и потоки.** По результатам литохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:25 000 в пределах Валунистого рудного поля были выявлены высококонтрастные аномалии золота, серебра и других элементов-спутников золота. Выявленные аномалии послужили основой для поисков золотоносных зон.

Анализ структуры геохимического поля, а также сопоставление почвенных аномалий золота и элементов-спутников с распределе-

нием рудных тел и концентраций золота в штуфных пробах и с продуктивностью скважин (суммарный метрограмм золота по скважине) позволяет сделать следующие выводы (рис. 10).

По корреляционным связям в аномальном геохимическом поле выделяется продуктивная золото-серебряная ассоциация элементов, включающая серебро, золото, мышьяк, молибден и висмут.

Проявления золото-серебряной формации в геохимическом поле являются вторичными ореолами средней и высокой концентрации. Для серебра – это ореолы интенсивностью более 0,3 г/т, золота более 0,005 г/т, мышьяка более 0,003%, молибдена более 0,0005%, висмута более 0,0006%.

Простираение большинства аномалий северо-восточное.



**Рис. 9.** Палеогеновые платобазальты месторождения *Валунистое*

Простираение многих рудных тел и кварцевых жил в контурах отдельных крупных аномалий часто не совпадает с простираением локальных аномалий. Жилы занимают продольное или секущее положение к аномалиям. Это указывает на несоответствие в целом структурных планов собственно кварцевых жил и собственно золоторудной минерализации, на их относительную разновозрастность.

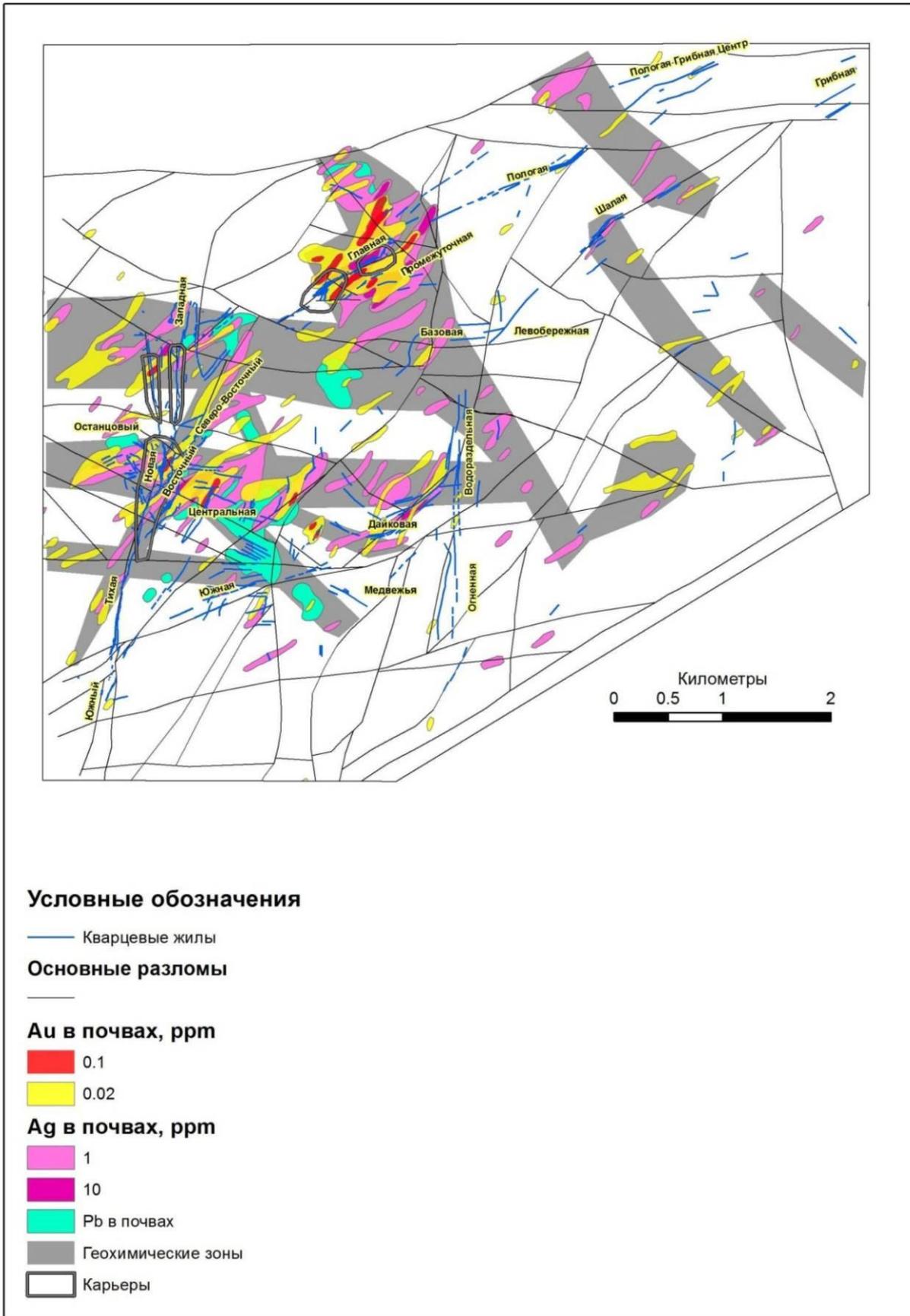
Кварцевые жилы или их фрагменты, не содержащие золота или слабо золотосодержащие, по данным разведки, находятся, как правило, за пределами геохимических аномалий (зона Тихая, Пологая-Грибная, Левобережная, южные фланги рудных тел зоны Новая). Однако по ряду геологических и геохимических признаков в некоторых жилах, пустых с поверхности, прогнозируется золото на глубине.

Все поисковые скважины, пробуренные за пределами геохимических аномалий, оказались пустыми или не выявили значимой рудной минерализации.

В контурах отдельных комплексных аномалий на дневной поверхности не выявлены золотоносные жилы, но по геологическим и геохимическим данным на глубине прогнозируется слепая Au-Ag рудная минерализация.

Геохимические аномалии концентрируются в пределах линейных геохимических зон, которые, вероятно, отражают структурный план рудного этапа – направление зон тектонической проницаемости. Простираение геохимических зон совпадает с простираением некоторых сдвигов (Читалин и др., 2016). Геохимические зоны имеют северо-восточное, северо-западное и субширотное простираение. По отношению к осям геохимических зон локальные аномалии являются продольными, поперечными и диагональными, часто кулисными.

Почти все штучные пробы с высокими содержаниями золота и наиболее продуктивные скважины располагаются в пределах геохимических аномалий.



**Рис. 10.** Вторичные (почвенные) аномалии золота, серебра, свинца. Геохимические зоны. Валунистый рудный узел (Читалин, 2014)

Выделенные геохимические зоны можно рассматривать как поисковые коридоры, в пределах которых наиболее вероятно обнаружение золото-серебряной минерализации в кварцевых жилах и штокверках, как на дневной поверхности, так и в слепом залегании на глубине.

**2. Геофизические данные.** Эталонный в пределах АКМЗ, Валунистый рудный узел выделяется площадной отрицательной аномалией магнитного поля низкой интенсивности. Контур этой аномалии примерно отвечает площадь развития пропилитизированных пород, а также аномальный геохимический узел, характеризующийся комплексными аномалиями золота, серебра, мышьяка, свинца, молибдена и аномалиями калия, урана и тория, выделенными по данным комплексной аэрогеофизической съемки.

Многие локальные отрицательные аномалии магнитного поля соответствуют участкам кварц-серицитового метасоматоза и аргиллизации и являются косвенным поисковым признаком на выявление рудной минерализации. Линейные магнитные минимумы сопровождают некоторые разломы. В поле кажущихся сопротивлений выделяются многочисленные линейные аномалии высоких сопротивлений СВ-простираения. Они интерпретируются как жильно-прожилковые зоны и (или) участки метасоматического окварцевания. Возможно, некоторые аномалии высоких сопротивлений отвечают телам риодацитов.

В 2010 г. компанией ООО «Северо-Запад» на участке Огненный была проведена наземная магниторазведка и электроразведка. Были подтверждены выводы предшественников о вероятной рудоносности отдельных геофизических аномалий. Местами отмечены несовпадения аномалий сопротивления на старых и новых картах, что объясняется как возможными методическими ошибками в работе предшественников, так и использованием более точной современной измерительной аппаратуры.

На месторождении Валунистое Зона Главная не выражена аномалией сопротивления, а зона Новая, напротив, выражена аномалией высокого сопротивления. Некоторые аномалии сопротивлений пересекают

жильно-прожилковые зоны под различными углами.

Без привлечения геохимических и геологических данных нет возможности разбраковать геофизических аномалий на рудные или безрудные. Поэтому для заверки геофизических аномалий канавами или бурением в первую очередь нужно выбирать те аномалии, которые совпадают с геохимическими аномалиями и (или) с участками видимого метасоматоза и развития жильно-прожилковой минерализации. Однако некоторые аномалии высоких сопротивлений могут отражать кварцевые жилы и штокверки, не выходящие на дневную поверхность. При наличии положительных геологических предпосылок такие аномалии также следует заверять.

**3. Гидротермально измененные породы** – пропилиты, аргиллизиты, вторичные кварциты, в которых локализованы рудоносные кварцевые, адуляр-кварцевые, карбонат-кварцевые, флюорит-кварцевые жилы.

Кварцевые жилы всех типов наследуют или пересекают под разными углами зоны кварц-серицитового, кварцевого метасоматоза и аргиллизации, иногда залегают и в более ранних пропилитах. Таким образом, кварцевые жилы являются более поздними, чем метасоматиты (метасоматиты дорудные).

Поздние карбонат-кварцевые, карбонатные жилы и прожилки наследуют или пересекают адуляр-кварцевые жилы. Эти поздние жилы и прожилки, как правило, безрудные или слабо золотоносные (вероятно, за счет реликтов золотой минерализации продуктивной стадии). Карбонатные жилы занимают периферийное положение в рудных зонах и могут фиксировать верхние части слепых золотоносных жил и зон прожилкования.

Как указывалось выше, в отдельных случаях золото-серебряное оруденение обнаружено вне пределов кварцевых жил, во вмещающих горных породах, что противоречит выделению продуктивной золото-адуляр-кварцевой ассоциации.

Очевидно, что золото ведет себя независимо от кварца и других рудных минералов. Наличие же выделенных минеральных ассоциаций может указывать на совмещение в пространстве – в проницаемых зонах – гидротермальных потоков различных стадий

развития гидротермальной системы: безрудных (кварц, карбонат, адуляр, хлорит, серицит) и рудных (сульфиды, сульфосоли, золото, серебро).

Не все адуляр-кварцевые жилы содержат золото. Например, на участке Останцовый (по данным Худоногов, 2012) адуляр-кварцевые жилы СВ 40° простирания пустые, на участке Пологий-Гребной кварц-адуляровые жилы в основном пустые или слабо золотоносные.

Осаждение золота происходило на поздних стадиях рудного процесса, после образования кварца и сульфидов, в общем случае независимо от наличия или отсутствия кварцевых жил. Таким образом, кварцевые жилы, очевидно, являются предпочтительными структурно-литологическими ловушками-осадителями для рудных минералов и золота и можно говорить лишь о парагенетической связи кварцевых жил и рудной минерализа-

ции с общим гидротермально-магматическим очагом. Генетическая независимость рудной минерализации от кварцевых жил подтверждается и наличием многочисленных пустых кварцевых жил разного типа, особенно на их окончаниях на флангах месторождения (в зоне Тихая, являющейся южным окончанием зоны Новая, все кварцевые и карбонат-кварцевые жилы пустые).

### Прогнозно-поисковая модель Au-Ag объекта

Исходя из всего вышеизложенного, можно сделать вывод, что в пределах АКМЗ основные золотопродуктивные ассоциации локализируются в пределах субвулканических тел риодацитов или в непосредственной близости от них (рис. 11).

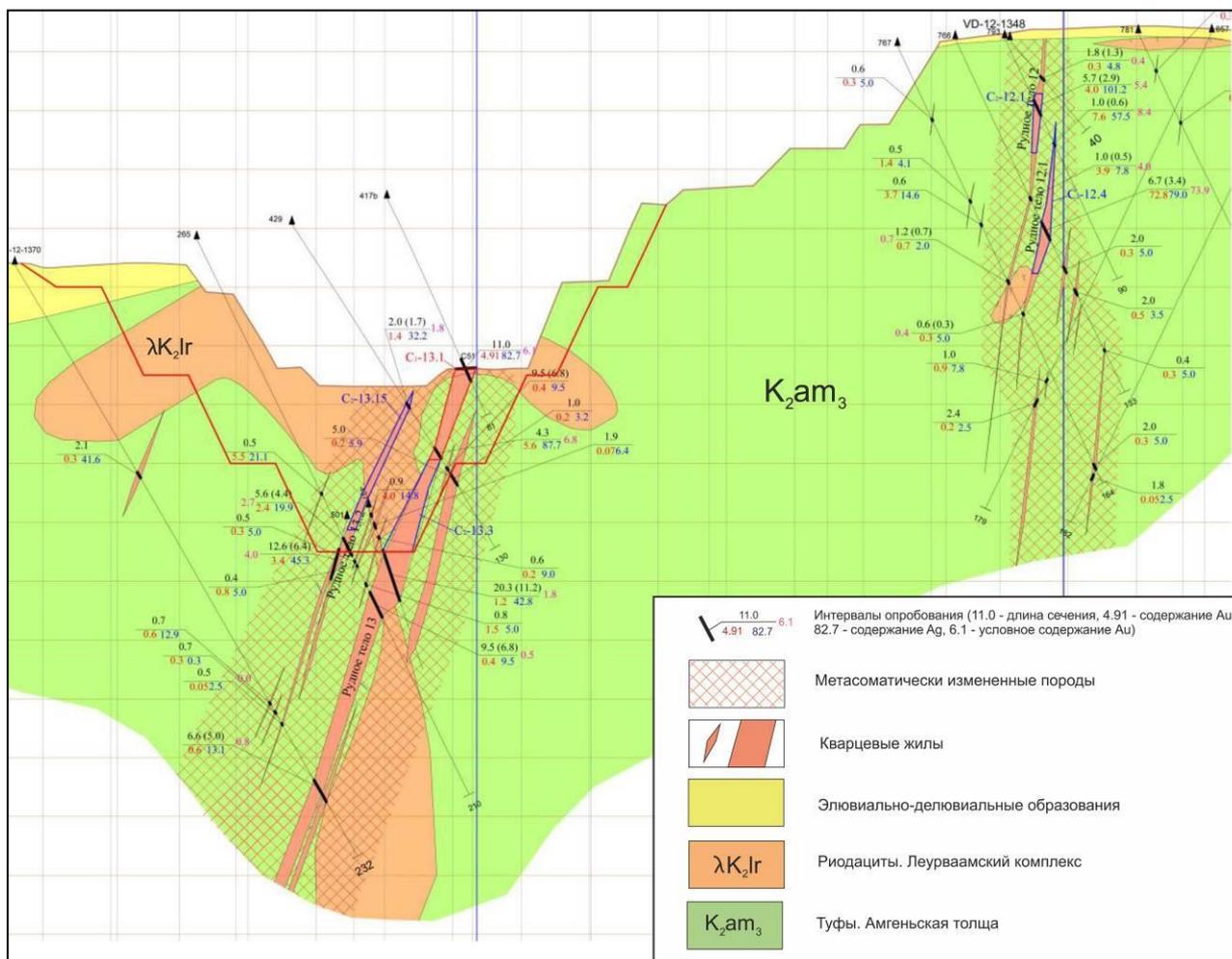


Рис. 11. Геологический разрез месторождения Валунистое (зона Новая)

Риодациты образуют линейные тела, приуроченные к главным рудоконтролирующим структурам. В близповерхностных условиях эти тела имеют раздувы, иногда они слагают экстррузивные купола в поперечном сечении, имеющие грибообразную форму, при этом экстррузивная «шляпка» гриба обычно не содержит проявлений золото-серебряных руд, руды обычно локализуются в «ножке» гриба параллельно главной магмо- и рудоконтролирующей структуре. Особенностью риодацитов является наличие «тневых» – бескорневых флюидно-эксплозивных брекчий кварц-гематитового состава. Кроме риодацитов к этим же структурам приурочены дайки базальтов и андезитов, которые могут рассматриваться как синрудные или пострудные, но в контакте с ними идет резкое обогащение жил золотом.

Гидротермальные и метасоматические образования наиболее проявлены в риодацитах, реже во вмещающих их кислых игнимбритах и представлены кварц-гидрослюдистыми метасоматитами различной степени изменений. В андезитах и их туфах на этом же уровне гидротермальных и метасоматических изменений соответствуют пропилиты.

Оруденение локализуется в кварцевых жилах, которые в центральной бананцевой части рудных тел имеет простую плитообразную форму мощностью до 6, реже до 8 м, на фланговых рудных телах они начинают уменьшаться в мощности, расщепляются на несколько маломощных жил, кулисообразно примыкающих друг к другу. Около 90% руды приурочено именно к кварцевым жилам и 10% к метасоматитам с зонами кварцевого прожилкования. При этом содержания золота в штучных пробах по делювию редко превышает 1–1,5 г/т, хотя в канавах и траншеях на этих участках в жилах можно всегда найти штуч с десятками и сотнями г/т золота. То есть абсолютные содержания золота в штучных пробах не являются поисковым критерием.

В геохимических полях рудные зоны проявлены комплексными аномалиями золота и серебра, но положение их относительно рудных тел не всегда может быть однозначно истолковано, так как большинство аномалий из-за ландшафтных особенностей являются оторванными.

В геофизических полях рудные зоны выделяются зонами повышенных сопротивлений, слабо выраженными аномалиями ЕП и калиевыми аномалиями. Однако при шаге 20 м собственно рудные тела практически не выделяются, а калиевые аномалии соответствуют контурам метасоматитов по риодацитам, из которых только локальные зоны являются потенциально рудоносными.

Более представительны данные магнито-разведки, так как рудоконтролирующие структуры связаны обычно с крупными разрывными нарушениями, которые обычно выражены четкими зонами градиентов. А наличие даек андезитов и базальтов в рудных зонах позволяет выделять рудоконтролирующие структуры как по четко выраженным пикам в магнитном поле, так и визуально по наличию темных обломков в поле светлых метасоматитов. Исторический факт – рудное тело № 1 на Валунистом рудном поле выделено именно по наличию развалов базальтов в поле метасоматитов.

### Заключение

Таким образом, основными критериями для выделения перспективных рудных участков на АКМЗ являются.

1. Наличие контрастных аномалий золота и серебра.
2. Наличие зон градиентов магнитного поля и локальных аномалий сопротивления и ЕП.
3. Наличие обломков кварца с высоким содержанием золота и серебра.
4. Наличие тел риодацитов с наложенным кварц-серицитовым метасоматозом.
5. Наличие корневых фаций (линейных гипабиссальных тел) риодацитов.
6. Наличие линейных тел андезитов и базальтов в поле кварц-серицитовых метасоматитов.
7. Наличие линейных тел пропилитов по туфам среднего состава.

Проведенные исследования подтверждают высокую перспективность данной территории на выявление мелких и средних месторождений золото-серебряных руд, сопоставимых по масштабам с месторождением

Валунистое. В то же время нельзя исключать возможности выявления крупных объектов.

Стоит заметить, что рудные тела могут быть нарушены многочисленными малоамплитудными сдвигами и сбросо-сдвигами, пологими пострудными разрывами, смещающими жилы. Поэтому при проведении поисково-оценочных работ рекомендуется отбирать ориентированный керн для получения структурных данных, необходимых для увязки рудных жил между скважинами и построения достоверных геологических планов и разрезов.

Помимо рекомендованных методов геологического изучения недр необходимо проведение палеовулканических реконструкций, которое внесло бы значительный вклад в понимание вопросов стратиграфии, магматизма и тектоники данной территории. Минералого-петрографические исследования должны быть направлены на выявление специфических признаков рудоносных жил, рудосопровождающих метасоматических изменений, на определение роли и характерных черт рудовмещающих и/или рудогенерирующих интрузивных и субвулканических тел и комплексов (таких как ранее выделенный трахириодацитовый Леурваамский комплекс, тела диоритовых и андезитовых порфиров, рудовмещающие эксплозивные брекчии), на изучение временных соотношений оруденения, ореолов метасоматических изменений.

## Библиографический список

- Бегунов С.Ф., Ларионов Я.С., Тибилев И.В.* Кольцевые структуры в мезозоидах Центральной Чукотки // Колыма, 1976. № 2. С. 42–44.
- Белый В.Ф.* Стратиграфия и структуры Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. М.: Наука, 1977. 171 с.
- Белый В.Ф.* Структурно-формационная карта Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (Объяснительная записка). Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1981. 85 с.
- Белый В.Ф.* Геология Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1994.
- Волков А.В.* Рудоносные интрузивно-купольные структуры Центральной Чукотки // Изв. вузов. Геология и разведка, 1999. № 1. С. 50–59.
- Волков А.В., Гончаров В.И., Сидоров А.А.* Месторождения золота и серебра Чукотки. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2006. 221 с.
- Волков А. В., Прокофьев В.Ю., Савва Н.Е. и др.* Рудообразование на Au-Ag месторождении Купол, по данным изучения флюидных включений (Северо-Восток России) // Геология рудных месторождений, 2012. Т. 54. № 4. С. 350–359.
- Волков А.В., Прокофьев В.Ю., Сидоров А.А. и др.* Условия формирования эпитермальной Au-Ag минерализации Амгуэмо-Канчаланского вулканического поля (Восточная Чукотка) // Вулканология и сейсмология, 2019. № 5. С. 68–80.
- Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. Том 8. Восток СССР / Л.И. Красный, Г.Ф. Уфимцев, И.В. Беляев [и др.]; Под ред. Л.И. Красного, В.К. Путинцева. 1984. 560 с.
- Гуревич Д.В.* Кольцевые структуры: важнейшие механизмы образования // Регион. геология и металлогения, 2009. № 39. С. 14–23.
- Гуревич Д.В.* Картирование купольно-кольцевых структур при поисках и разведке порфириновых и эпитермальных месторождений. Матер. конфер. «Вулканизм и связанные с ним процессы». Петропавловск-Камчатский ИВиС ДВО РАН, 2013. С. 280–290.
- Дьяконов В.В.* Фанерозойские палеовулканические сооружения и рудная минерализация медно-молибден-порфирирового типа: Автореф. докт. геол.-минер. наук. М., 2011. 78 с.
- Константинов М.М.* Золоторудные месторождения России. М., Акварель, 2010. 349 с.
- Кочнева Н.Т., Томсон И.Н., Белов Р.Р.* Структура Дальнегорского рудного района по данным компьютерного дешифрирования космических снимков // Руды и металлы, 1998. № 5. С. 26–34.
- Кочнева Н.Т.* Позиция крупных рудных районов в орогенных структурах Центральной Чукотки (по данным морфоструктурного анализа) // Тихоокеанская геология, 2003. Т. 22. № 2. С. 49–56.
- Нартикоев В.Д., Лепешев М.Н., Кочнева Н.Т.* Структура и металлогения Иультинского рудного района // Изв. АН СССР. Сер. Геол, 1975. № 2. С. 15–20.
- Полин В.Ф.* Петрология контрастной серии Амгуэмо-Канчаланского вулканического поля Чукотки. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. 228 с.
- Сидоров А.А.* Золото-серебряное оруденение Центральной Чукотки. М.: Наука, 1966. 146 с.
- Сидоров А.А., Еремин Р.Х.* Рудноформационный анализ при прогнозе и поисках рудных месторождений // Общие проблемы геологии и ме-

таллогении юга Дальнего Востока СССР. Благовещенск, 1991. С. 93–100.

Стружков С.Ф., Константинов М.М. Металлогения золота и серебра Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. М.: Научный мир, 2005. 320 с.

Стружков С.Ф. Провинция Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // Золоторудные месторождения России. М.: Акварель, 2010. С. 213–242.

Highland Gold Mining Limited. Annual Report and Accounts 2019 Strategic Report. Governance. Financial Statements. St. Helier, 2020. 116 p.

Чехов А.Д. Тектоническая эволюция Северо-Востока: (окаинномор. модель) / А.Д. Чехов;

Российская акад. наук, Дальневосточное отд-ние, Северо-восточный науч. центр. Северо-восточный комплекс. науч.-исслед. ин-т. Москва: Науч. мир, 2000. 203 с.

Читалин А.Ф., Аганитов Д.Д., Штенгелов А.Р., Усенко В.В., Фомичев Е.В., Гришин Е.М., Воскресенский К.И. Сдвиговая тектоника и золотоносность Колымско-Чукотского региона // Конференция Майнекс Дальний Восток, 2016. (г. Магадан, 14–15 июля 2016). [https://minexforum.com/wp-content/uploads/2016/07/4.CHitalin-i-dr\\_Sdvigovaya-tektonika-i-zolotonosnost-Kolymsko-Chukotskogoregiona\\_2016.pdf](https://minexforum.com/wp-content/uploads/2016/07/4.CHitalin-i-dr_Sdvigovaya-tektonika-i-zolotonosnost-Kolymsko-Chukotskogoregiona_2016.pdf).

## Forecasting and Searching for Gold Mineralization within the Amguemo-Kanchalan Metallogenic Zone (Chukotka)

V.N. Goldyrev

Natural Science Institute of Perm State University

4 Genkel Str., Perm 614990, Russia,

Perm State University 15 Bukireva Str., Perm 614990, Russia, E-mail: vg121297@yandex.ru

Despite the existence of a well-known set of the forecast and search criteria, only three gold and silver epithermal deposits were discovered on the territory of the Amguemo-Kanchalan metallogenic zone, which has significant resource potential. The resource base of the enterprises developing them is extremely limited. The aim of the study is to clarify the regional and local conditions for localization of epithermal gold-silver mineralization, forecasting and searching for promising structures and areas of its manifestation within the Amguemo-Kanchalan metallogenic zone. The airborne geological studies of the territory were carried out. The proposed areas potential for gold mineralization are identified. Recommendations for conducting search and evaluation work are given.

Key words: *Chukotka; gold; epithermal; Valunistoye; forecasting; search.*

### References

Begunov S.F., Larionov Ya.S., Tibilov I.V. 1976. Koltsevye struktury v mezozoidakh Tsentralnoy Chukotki [Ring structures in Mesozoic of the Central Chukotka]. *Kolyma*. 2:42–44. (in Russian)

Belyj V.F. 1977. Stratigrafiya i stuktury Okhotsko-Chukotskogo vulkanogenogo poyasa [Stratigraphy and structures of Okhotsko-Chukotskiy volcanogenic belt]. Moskva. Nauka, p. 171. (in Russian)

Belyj V.F. 1981. Strukturno-formatsionnaya karta Okhotsko-Chukotskogo vulkanogenogo poyasa (Ob"yasnitelnaya zapiska) [Structure-formation map of Okhotsko-Chukotskiy volcanogenic belt (Explanation note)]. Magadan. SVKNII DVO RAN, p. 85. (in Russian)

Belyj V.F. 1994. Geologiya Okhotsko-Chukotskogo vulkanogenogo poyasa [Geology of

Okhotsko-Chukotskiy volcanogenic belt]. Magadan, SVKNII DVO RAN. (in Russian)

Volkov A.V. 1999. Rudonosnye intruzivno-kupolnye struktury Tsentralnoy Chukotki [Metalliferous intrusive domoic structures of Central Chukotka]. *Izv. vuzov. Geologiya i razvedka*. 1:50–59. (in Russian)

Volkov A.V., Goncharov V.I., Sidorov A.A. 2006. Mestorozhdeniya zolota i serebra Chukotki [Gold and silver deposits of Chukotka]. Magadan, SVKNII DVO RAN, p. 221. (in Russian)

Volkov A.V., Prokofev V.Yu., Savva N.E. et al. 2012. Rudoobrazovanie na Au-Ag mestorozhdenii Kupol, po dannym izucheniya flyuidnykh vklucheniy (Severo-Vostok Rossii) [Mineralization formation at Au-Ag deposit Kupol based on study of the fluid inclusions]. *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*. 54(4):350-359. (in Russian)

- Volkov A.V., Prokofev V.Yu., Sidorov A.A. et al. 2019. Usloviya formirovaniya epitermalnoy Au–Ag mineralizatsii Amguemo-Kanchalanskogo vulkanicheskogo polya (Vostochnaya Chukotka) [Formation conditions of the epithermal Au-Ag mineralization of the Amguemo-Kanchalanskiy volcanic field (Eastern Chukotka)]. *Vulkanologiya i seismologiya*. 5:68–80. (in Russian)
- Geologicheskoe stroenie SSSR i zakonornosti razmeshcheniya poleznykh iskopaemykh*. Tom 8. Vostok SSSR [Geological structure of USSR and features of mineralization location]. L.I. Krasnyy, G.F. Ufimtsev, I.V. Belyaev [et al.], Pod red. L. I. Krasnogo, V. K. Putitseva, 1984, p. 560. (in Russian)
- Gurevich D.V. 2009. Koltsevye struktury: vazhneyshie mekhanizmy obrazovaniya [Ring structures: important formation mechanisms]. *Region. geologiya i metallogeniya*. 39:14-23. (in Russian)
- Gurevich D.V. 2013. Kartirovanie kupolno-koltsevykh struktur pri poiskakh i razvedke porfirovykh i epitermalnykh mestorozhdeniy [Mapping of ring-dome structures for searching and prospecting the porphyritic and epithermal deposits]. *In: Mater. konfer. Vulkanizm i svyazannyye s nim processy. Petropavlovsk-Kamchatskiy IViS DVO RA*, pp. 280-290. (in Russian)
- D'yakonov V.V. 2011. Fanerozoyskie paleovulkanicheskie sooruzheniya i rudnaya mineralizatsiya medno-molibden-porfirovogo tipa [Phanerozoic palaeo-volcanic structures and ore mineralization of copper-molybdenum-porphyritic type]. *Diss. dokt. geol.- min. nauk*. Moskva, p. 78. (in Russian)
- Konstantinov M.M. 2010. Zolotorudnye mestorozhdeniya Rossii [Gold deposits of Russia]. Moskva, Akvarel, p. 349. (in Russian)
- Kochneva N.T., Tomson I.N., Belov R.R. 1998. Struktura Dalnegorskogo rudnogo rayona po dannym kompyuternogo deshifirovaniya kosmicheskikh snimkov [Structure of the Dalnegorskiy ore region on the data of computer image interpretation]. *Rudy i metally*. 5:26–34. (in Russian)
- Kochneva N.T. 2003. Pozitsiya krupnykh rudnykh rayonov v orogennykh strukturakh Tsentralnoy Chukotki (po dannym morfostrukturnogo analiza) [Arrangement of large ore regions within the orogenic structures of Central Chukotka (on data of morphological-structural analysis)]. *Tikhookeanskaya geologiya*. 22(2):49-56. (in Russian)
- Nartikoev V.D., Lepeshev M.N., Kochneva N.T. 1975. Struktura i metallogeniya Iyultinskogo rudnogo rayona [Structure and metallogeny of Iyultinskiy ore region]. *Izv. AN SSSR. Ser. geol.* 2: 15–20. (in Russian)
- Polin V.F. 1990. Petrologiya kontrastnoy serii Amguemo-Kanchalanskogo vulkanicheskogo polya Chukotki [Petrology of contrast sequence of the Chukotka Amguemo-Kanchalanskiy volcanic field]. *Vladivostok, DVO AN SSSR*, p. 228. (in Russian)
- Sidorov A.A. 1966. Zoloto-serebryanoe oруденение Tsentralnoy Chukotki [Gold-silver mineralization of Central Chukotka]. Moskva, Nauka, p. 146. (in Russian)
- Sidorov A.A., Eremin R.H. 1991. Rudnoformatsionnyy analiz pri prognoze i poiskakh rudnykh mestorozhdeniy [Ore formation analysis for forecasting and searching the ore deposits]. *Obshchie problemy geologii i metallogenii yuga Dalnego Vostoka SSSR. Blagoveshchensk*, pp. 93–100. (in Russian)
- Struzhkov S.F., Konstantinov M.M. 2005. Metallogeniya zolota i serebra Okhotsko-Chukotskogo vulkanogennoy poyasa [Gold and silver metallogeny of Okhotsk-Chukotskiy volcanogenic belt]. Moskva, Nauchnyy mir, p. 320. (in Russian)
- Struzhkov S.F. 2010. Provintsiya Okhotsko-Chukotskogo vulkanogennoy poyasa. Zolotorudnye mestorozhdeniya Rossii. [Okhotsko-Chukotskiy belt province. Gold deposits of Russia]. Moskva, Akvarel, pp. 213-242. (in Russian)
- Highland Gold Mining Limited. Annual Report and Accounts 2019 Strategic Report. Governance. Financial Statements. St. Helier, 2020, p. 116.
- Chekhov A.D. 2000. Tektonicheskaya evolyutsiya Severo-Vostoka: (okrainnomor. model) [Tectonic evolution of the North-East: (margin morphological model)]. *Ros. Akad. Nauk, DVO Severo-vostochnyy nauch. Tsentr. Severo-vostochnyy kompleks. nauch.-issled. Inst. Moskva, Nauch. mir*, p. 203. (in Russian)
- Chitalin A.F., Agapitov D.D., Shtengelov A.R., Usenko V.V., Fomichev E.V., Grishin E.M., Voskresenskiy K.I. 2016. Sdvigovaya tektonika i zolotonosnost Kolymsko-Chukotskogo regiona [Shear tectonics and gold mineralization of Kolymsko-Chukotskiy region]. *In: Konf. Mayneks Dalniy Vostok*, URL: [https://minexforum.com/wp-content/uploads/2016/07/4.CHitalin-i-dr\\_Sdvigovaya\\_tektonika\\_i\\_zolotonosnost\\_Kolymsko-CHukotskogo\\_regiona\\_2016.pdf](https://minexforum.com/wp-content/uploads/2016/07/4.CHitalin-i-dr_Sdvigovaya_tektonika_i_zolotonosnost_Kolymsko-CHukotskogo_regiona_2016.pdf).