

ISSN 2221-3198

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА ЮГА РОССИИ

№ 4 / 2018



УДК 553.66:553.61.13 (571.661)
DOI:10.23671/VNC.2018.4.20172

СЕВЕРО-ЗАПАДНО-КОРЯКСКИЙ ВУЛКАНИЧЕСКИЙ ПОЯС И ЕГО РУДОНОСНЫЕ ВУЛКАНОГЕНЫ

© 2018 Г. П. Яроцкий, к. г.-м. н.

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Россия, 683006, Камчатский кр., г. Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа, 9, e-mail: ecology@kscnet.ru

Обосновано выделение орогенного Северо-Западно-Корякского вулканического пояса. В методологии авторской глыбово-клатвишной структуры литосферы определён на границе регионального прогиба и северной активной окраины Корякского микроконтинента механизм образования вулканогенов пояса. На пересечении поперечными межглыбовыми глубинными разломами литосферы границы регионального прогиба и северной окраины микроконтинента образовались локальные впадины вулканогенов. В них в эпоху олигоценовой тектоно-магматической активизации внедрились породы гранитно-метаморфического слоя коры, в которых образовались рудные столбы с золотом, ртутью, ураганным серебром, сопутствующими месторождениями олова в породах фундамента.

Обосновано выделение олово-золото-серебряных рудных районов вулканогенов пояса. Простирание пояса в пределы и Чукотки даёт основание определить Северо-Западно-Корякскую металлогеническую зону.

Ключевые слова: вулканический пояс, Север Корякского нагорья, вулканогены, поперечные разломы литосферы, сереборудные районы.

Введение

Северо-Восток Азии включает пространства азиатского материка на Северо-Западе Тихого океана. Его частями являются крупные географические территории, созданные вулканическими процессами позднего мезозоя и кайнозоя. География положения Северо-Западно-Корякского нагорья определяется на западе р. Рекинники (Рекиннинская губа Пенжинского залива), на востоке рр. Пальматкина, Пальнывеем, Импенвеем (вдоль восточной административной границы Камчатского края), на юге северными отрезками главного Корякского хребта (средних течений рек Уннэйваям, Энычаваям, Пальматкина). Эта территория простирается на СВ на 375 км от г. Велолнык (Маметчинский залив) при ширине полосы 25-40 км и уходит на Чукотку.

На протяжении к СВ от побережья Пенжинской губы до долготы г. Ледяной в Северо-Западно-Корякском вулканическом поясе простираются на широте р. Пальматкиной изолированные друг от друга горные массивы орогенной стадии олигоценового вулканизма, разделённые локальными площадями низменности Парапольского дола. Массивы представляют геологические структуры с высотами 600-1000 м, зачастую прорезанные узкими (2-5 км) долинами рек. География территории лежит в зоне сочленения Корякского хребта с бассейном рек и озёр, крупным резерватом перелётных птиц с юго-востока Азии – Парапольским долом. Территория относится к Корякскому государственному биосферному заповеднику, имеющему международное значение. Она прослеживается далее к СВ, переходя в обширные озёрно-болотные низменности Чукотки.

Особенностью строения пояса является его прерывистость – он разделён на локальные площади. С ними связаны кислые вулканические породы с серебряным, золотым, ртутным оруденениями, в т.ч. месторождениями. Площади относятся нами к вулканогенам – Уннэйваямскому, Гайчавайамскому, Пальматкинскому. Их геология, полезные ископаемые, металлогения и тектоника являются предметами авторского исследования. В системном анализе эти вопросы решаются с целью определения роли вулканогенов пояса как места в минерально-сырьевой базе металлогении Камчатского края. В таком ракурсе тектоника ранее исследователями не рассматривалась.

Методология и методика исследования

Методология лежит в классических представлениях о связи металлогении с тектоникой и вулканизмом. В них автор исследования рассматривает тектонику Северо-Западно-Корякского вулканического пояса. Пояс возник на северной окраине поздне-мезозойского Корякского континента, созданного верхнемеловыми терригенными отложениями корякской серии. Окраина маркируется олигоценным орогенным вулканизмом образований велолныкской серии. Характерными геологическими признаками пород серии пояса является андезитовый состав и гранитоидный магматизм рассматриваемых отдельных его площадей (полей), как бы вулканогены (рис. 1).

Основой методологии является авторская Концепция глыбово-клатвишной структуры литосферы активной окраины континента на СВ Азии. Концепция отражает делимость литосферы по разрезу и в плане на активной СЗ окраине континентов Тихоокеанского подвижного пояса. Делимость обусловлена планетарной регматической сетью разломов, проникающих сквозь земную кору и входящих в верхнюю мантию. Это происходит, как в процессе образования и роста коры и литосферы в целом, так и в последующие тектоно-магматические активизации эпох геологического мироздания [Яроцкий, 1973, 2016, 2017].

На СВ Азии северо-восточные элементы диагональной сети обеспечивают прирост суши за счёт СВ разломов окраины, вдоль которых развиваются вулканические пояса со складчато-блоковым чехлом. Вместе с тем, СЗ составляющая этой сети делит литосферу на блоки и глыбы, которые получают возможность перемещаться по вертикали и горизонтали. Это перемещение видно на закономерном чередовании воздымающихся и погружающихся полуостровов и заливов Камчатки, южного побережья Корякского нагорья и Чукотки. Глыбы образуются поперечными глубинными разломами, делящими продольные геоструктуры прироста суши на обособленные звенья. Соседние звенья единой продольной геоструктуры окраины отличаются по ряду признаков, в том числе характеризующих самостоятельные части вулканических поясов в своей геологической истории развития. В поясах эти части образуют вулканогены. Согласно классике тектоники окраин [Красный, 1966] *«Вулканоген. – Самостоятельное звено вулканических поясов, относящееся к особому генетическому типу тектонических структур, которые почти везде «срезают» уже сформированные складчатые образования; связаны с гранитоидными процессами активизации»* [Тектоника..., 1976, стр. 511]. Такими геоструктурами на материковой части Корякии являются разновозрастные вулканические поля вдоль сочленения Пенжинской [Гос. геол. карта., 1998] и Центрально-Корякской структурно-формационных тектонических зон (СФЗ), рассматриваемых и как тектонические зоны [Апрелков и др., 1997], а также в Олюторской СФЗ. Сочленение

Центрально-Корякской СФЗ на севере маркируется выходами образований велолынской серии олигоцена в виде чёткообразных закономерных чередований обособленных вулканических полей, разделяемых выступами фундамента, либо скрытых под рыхлыми отложениями. Чёткообразное простирание вулканитов серии создаётся системой поперечных региональных межглыбовых разломов литосферы СЗ простирания. Разлом является основным элементом системы тектоники активных окраин континентов и их металлогении. Ниже приведено их описание – именно эта система и создаёт тройцу вулканогенов Северо-Западно-Корякского вулканического пояса олигоцена (рис. 1, 2, 3). Названия стратиграфических подразделений приведены по [Карта полезных ископаемых..., 1999], названия геоструктур даны по [Апрелков и др., 1997].

Парень-Таловско-Тиличикский поперечный межглыбовый разлом (П-Т-Т). В своём начале на юге на побережье Берингова моря он ограничивает распространение к северо-востоку Ватынский тектонический покров (в районе г. Отыранваем) и образовании корфской свиты плиоцена. Далее к северо-западу он проходит в разрыве и по смещению осей антиклиналей в Центрально-Корякской (Укэляятской) тектонической зоне. Ещё далее к северо-западу через Мелководненскую впадину Пенжинской губы разлом на его суше фиксируется грабеном р. Парень. На крайнем юго-востоке территории в акватории моря разлом фактически ограничивает Олюторско-Командорский прогиб, совпадая частью с Северо-Командорским глубинным разломом. Является восточным ограничением Ветроваяемского вулканогена миоцена на юге – от южной границы линейного максимума зоны Вывенского глубинного разлома. В его зоне лежит Уннэйваяемский вулканоген Северо-Западно-Корякского вулканического пояса.

Омолон-Каменско-Олюторский поперечный межглыбовый разлом (О-К-О). На крайнем юго-востоке ограничивает распространение к западу выходов меланократовых пород Беринговского поднятия вдоль побережья Олюторского полуострова. В среднем течении р. Пахачи в зоне разлома сильно сужается Говенско-Пахачинский прогиб. А ещё севернее он является фактически западным ограничением Пахачинско-Апукского вулканического поля (вулканогена). В верховьях р. Вывенки, в её слиянии с правым притоком Вахавнитваем, в зоне разлома резко сужается площадь Ильпинско-Тылговаяемского прогиба, представленного почти полным выклиниванием угленосной миоценовой молассы (классическая и медвежкинская свиты). Далее к северу поперечный разлом фиксируется изгибом к северо-западу продольного глубинного разлома – тектонической границы Пенжинской и Центрально-Корякской (Укэляятской) тектонических зон. В зоне поперечного разлома в низовьях р. Белой выклинивается юго-западный фланг Парапольского прогиба. К северу от устья р. Белой поперечный разлом подчёркивается восточной границей Чалбуганского тектонического блока (по р. Оклан).

Особо ярко в геологии, гравитационном и магнитном полях проявлена зона поперечного разлома в изгибе глубинного северо-восточного Орловско-Микинского разлома в среднем течении р. Оклан на отрезке между крупным узлом её слияния с р. Юлговаяем, Бол. и Малой Чалбугчан, Лыланта и южным притоком р. Игульвием – это отрезок длиной 25 км. Сам узел гидросети и её прямолинейный (325°) отрезок также являются признаком крупной разломной структуры.

Прямым указанием на существование Парень-Таловско-Тиличикского и Омолон-Каменско-Олюторского поперечных разломов является дуга Орловского от-

резка Орловско-Микинского глубинного продольного разлома между рр. Оклан и Парень. Дуга выгнута на север и выдвинута примерно на 30 км, является южной частью Удско-Мургальской дуги (У-М). Разлом проходит по р. Оклан. На севере по разлому изгибается Шайбовеемский разлом между блоками древнего Омолонского массива. В сейсмологии южная часть разлома усилена аргументами макроцентров Хаилинского землетрясения 1991 г. [Яроцкий, 2016]. В его зоне лежит Уннэйваямский вулканоген.

Олойско-Слаутненско-Ачайваямский/Аниваямский поперечный межглыбовый разлом (О-С-А).

На юго-востоке разлом ограничивает восточный край Пахачинско-Апукского четвертичного вулканического поля. Здесь же Вывенско-Ватынский глубинный северо-восточный разлом, являющийся границей Центрально-Корякской (Укэляятской) (ЦК (У) и Олюторской тектонических зон, резко (почти дискордантно) меняет своё предыдущее северо-восточное простирание (около 60-65°) на юго-восточное (около 120°). Далее к северу, в Центрально-Корякской тектонической зоне СЗ простирание поперечного разлома подчёркивается аналогичным простиранием Учхичхильского поднятия и северо-западным простиранием осей антиклиналей в ЦК (У) тектонической зоне.

Часть поперечного разлома совпадает с глубинным северо-западным разломом, ограничивающим Учхичхильское поднятие на востоке, к востоку от которого на северо-запад простирается Куйбивеемский грабен. Часть разлома совпадает с Уннэйваямским вулканическим полем – вулканогенном северо-западного простирания, ограничивая на востоке Ватынский тектонический покров. На разломе лежит и Пальматкинский вулканоген Северо-Западно-Корякского вулканического пояса.

Продолжение поперечного разлома на северо-запад фиксируется Слаутненским поперечным поднятием на северном окончании Пареньско-Парапольского прогиба и прямолинейным (325°) отрезком (длиной около 60 км) русла р. Пенжины между её слиянием с рр. Мургаль и Черной. Добавим, что в месте пересечения Олойско-Слаутненско-Ачайваямского/Аниваямского разлома с изгибом Вывенско-Ватынского (Вв-Вт) продольного глубинного разлома (район г. Ледяной) – границы Центрально-Корякской и Олюторской тектонических зон, произошло Корякское землетрясение (1988 г.). В его зоне лежит Гайчаваямский вулканоген – звено пояса Северо-Западно-Корякского.

Поперечный Олойско-Слаутненско-Ачайваямский/Аниваямский разлом разделяет два блока с разной мощностью земной коры. На западе в поднятой глыбе Южно-Корякских мысов с мощностью 40-38 км, на востоке в опущенной глыбе Южно-Корякских бухт – 31-28 км [Вашилов, 1982, в Апрельков и др., 1997].

Приведенное описание трёх поперечных межглыбовых разломов является критерием их роли в формировании тектоники Северо-Западно-Корякского вулканического пояса. Особым элементом глыбово-клавишной структуры литосферы являются продольно-осевые разломы глыб параллельные поперечным межглыбовым. С ними как установлено нами в настоящем исследовании связано образование сателлитов Северо-Западно-Корякского вулканического пояса. О сателлитах более подробно сказано ниже. Они определили вместе с окраиной континента условия возникновения вулканических и рудоносных столбов их гранитно-метаморфического слоя земной коры окраины уже зрелой и рудоносной.

Геолого-геофизическая изученность территории

Территория распространения образований велолныкской серии олигоцена известна с начала её исследования как рудоносная – с 50-х годов XIX века [Гос. геол. карта., 1998]. В процессе геологических поисковых работ установлены проявления ртути и сурьмы, серебра, золота. Решались вопросы стратиграфии, в частности, выделены велолныкские образования, залегающие на отложениях позднемелового фундамента (маметчинская, эссоевская свиты). На всей территории пояса выполнены геологическая полистная, а также аэромагнитная [Корнилов, 1971] и гравиметрическая [Белоусов, 2001] съёмки м-ба 1:200 000. К западу от р. Энычаваям проведена электроразведка МТЗ м-ба 1:500 000 [Мороз, 1976].

Площади вулканогенов велолныкской серии получили и целенаправленное крупномасштабное геолого-геофизическое изучение. Уннэйваямский вулканоген под названием «вулканическое поле» получил аэромагнитную и гравиметрическую съёмки м-ба 1:50 000. На её основании С. Е. Апрельков и др. [2002] провели районирование поля на базе концепции развития вулканоструктур площади. Позиция поля в поясе не исследовалась. По результатам интерпретации аэромагнитной съёмки [Шмелёв и др., 1983] определены некоторые связи проявлений полезных ископаемых вулканического поля с особенностями аномалий поля.

Согласно [Гос. геол. карта., 1998] установлена мощность кислых вулканитов Уннэйваямского вулканогена 500 м, согласно [Мороз, 1976] вулканиты лежат в локальной впадине глубиной 0,5-1,0 км на верхнемеловом фундаменте и на глубине 8 км – метаморфическом. Повсеместно кислые породы вулканогена прорваны мелкими интрузивными телами гранитов. В центре впадины – крупнейшая на материковой части региона Мигитунупская интрузия гранитов.

Особым аспектом территории **Уннэйваямского вулканогена** является магнитное поле АМС (м-ба 1:200 000). При явной его локальности среди мозаик выделяются линейные полосы корреляции локальных аномалий чередующегося знака. Объяснение находится в условиях локализации вулканических пород и последующем их остывании. Подобная картина известна для аэромагнитного поля Ветроваямского вулканогена [Яроцкий, 2006]. Там огромная территория миоценового покровного комплекса андезитов, кластолав, дацитов сложена полосами пород в локальных зонах нарушений. В них породы в процессе вулканического литогенеза остывают, приобретая магнитное поле. Так образуются линейные полосы чередующихся локальных минимумов и максимумов таких зон нарушений. Этот тип магнитного поля вообще характерен для трёх изучаемых вулканогенов и их магнитного поля. [Яроцкий, Митрофанов, 2013]. Имеется явная очевидность: линейные протяжённые закономерно полосчатые аномалии наиболее оптимальны для лавовых андезитовых покровов, против мозаичных – для площадей распространения туфовых, туфогенных фаций.

Основательное геологическое изучение получил другой – **Гайчаваямский вулканоген**, в групповой геологической съёмке м-ба 1:200 000 и в Объяснительной записке к карте [Гос. геол. карта., 1998]. Дана подробная стратиграфия и взаимоотношение фундаментов позднемелового геосинклинального и орогенного олигоценных комплексов. Показана локализация орогенных образований велолныкской серии между Парапольским и Ванэтатским глубинными СВ разломами, заключающими по простиранию Пусторецко-Парапольский прогиб. Дана схема перспективности вулканогена и прилегающей площади на цинк и олово, ртуть, сурьму. Особо

выделены проявления серебра (25 проявлений), в ряде из которых в штучных пробах его содержания достигают первых сотен г/т, при ураганных показателях более тысяч г/т! Особым аспектом рудоносности таких проб является низкое содержание золота – до десятка г/т! В примесях серебряных руд – сурьма, мышьяк, свинец, медь. Рудные тела – кварцевые жилы, жильные зоны окварцевания и брекчирования, субвулканические дробленные тела кислого состава подавляюще СЗ простирания, редко – СВ.

Пальматкинский вулканоген изучен на ранней стадии исследования Северо-Востока Корякско-Камчатского региона и лишь в [Карта полезных ископаемых..., 1999] получил стратиграфическое определение в виде олигоценовых отложений велолныкской серии. Ранее он был отнесён к автоваамской свите с несколькими проявлениями золота. Была выделена Палаваямская интрузия гранитов [Башаркевич и др., 1987].

Таким образом, определилась полоса вулканогенов, – Уннэваямского, Гайчаваямского и Пальматкинского – создавших Северо-Западно-Корякский вулканический пояс. Добавим, что пояс по таким же велолныкским отложениям олигоцена простирается на Чукотку в бассейн слияния рек Майни и Ваеги. Здесь также выделяется Майнский вулканоген в зоне поперечного межглыбового Опуцкого разлома, выделенного нами [Яроцкий, 2017]. Этот вулканоген находится в 120 км от Пальматкинского вулканогена к востоку.

Результаты

Вулканогены Северо-Западно-Корякского пояса и их металлогеническая роль

Тектоника Северо-Западно-Корякского нагорья

В геологическом отношении рассматриваемая территория лежит вдоль северной окраины Центрально-Корякской структурно-формационной зоны. Зона образована обширной территорией выходов образований корякской серии позднего мела, слагающих Корякский микроконтинент [Апрелков и др. 1997; Карта полезных ископаемых..., 1999]. Вместе с обрамляющими полосками выходов пород свит фундамента на севере и юге микроконтинент рассматривается как Центрально-Корякская (Укэлаятская) тектоническая зона [Апрелков и др., 1997]. На юге микроконтинент контактирует с Олюторской тектонической зоной. На севере системой вулканических полей олигоцена микроконтинент сочленяется через Пусторецко-Парапольский прогиб с Пенжинской тектонической зоной. Последняя через систему эоценовых *вулканических полей* сочленяется с древними образованиями юга Омолонского массива палеозоя. Вулканические поля образуют чётки Пенжинского вулканического пояса, подобные чёткам полей олигоцена рассматриваемой территории северной части Корякского микроконтинента – вулканогенам Северо-Западно-Корякского вулканического пояса.

Для «вулканических полей» упоминающейся территории существует определение Л. И. Красного (1966), приведенное выше. В нашем исследовании будет применено именно это определение, отражающее как тектонику площади, так и её возможную металлогению в системе «тектоника-магматизм-металлогения». В заключении конкретизирован механизм образования вулканогенов на примере Уннэваямского вулканогена Северо-Западно-Корякского вулканического пояса. Это выполнено на основании геофизических исследований окраины Корякского микро-

континента. На содержании понятия «вулканоген» нами будет показано, как происходит образование системы «вулканоген-металлогения», установление связи между её структурными элементами и формирование самой системы в Северо-Западно-Корякском вулканическом поясе.

Роль поперечных межглыбовых разломов литосферы в формировании вулканических орогенных поясов окраин континентов

Поперечные межглыбовые разломы литосферы на рассматриваемой территории Северо-Западно-Корякского пояса проявились как главные тектонические элементы Концепции глыбово-клавишной системы структуры литосферы и формирования вулканогенов: Уннэйваямского, Гайчавайамского и Пальматкинского. Установлено, что эти поперечные разломы разделяют пояса на *линейные вулканогены* как звенья продольных линейных вулканических поясов, а также складчатых геоструктур типа прогибов, антиклинориев, выступов фундамента и т. п. [Яроцкий, Чотчаев, 2018].

В настоящем исследовании получены новые данные о роли поперечных разломов и как механизма формирования *вулканогенов гнездового-узлового типа*. Эта

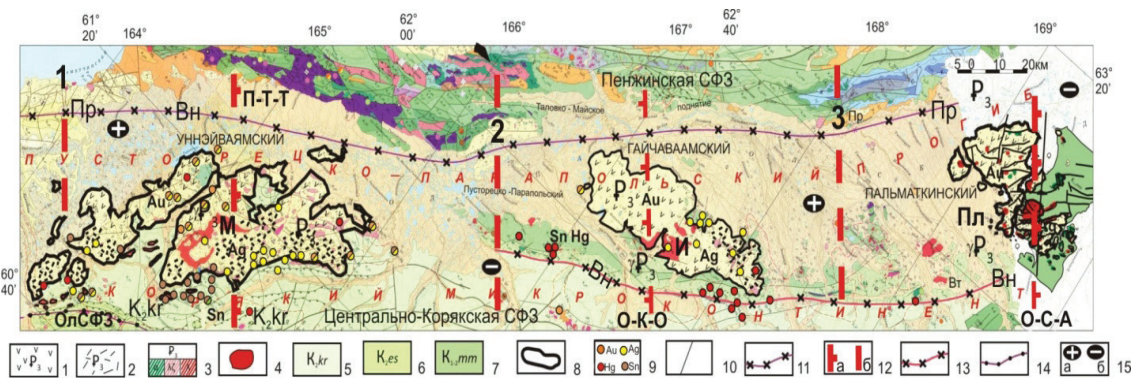


Рис. 1. Тектоническое положение и геология Северо-Западно-Корякского вулканического пояса олигоцена и его вулканогенов Уннэйваямского, Гайчавайамского, Пальматкинского [Гос. геол. карта., 1998; Карта полезных ископаемых..., 1999; Евглевский, 1987]

Геологические элементы. Орогенный комплекс олигоцена, андезит-дацитовая формация.

Покровный олигоценовый и субвулканический комплекс. Велолныкская свита: 1 – андезиты, дациты, риолиты, 2 – туфы среднего и кислого состава. 3 – базальты, андезиты (α); дациты, риодациты ($\lambda\zeta$), риолиты (λ); 4 – граниты (γ), гранит-порфиры ($\gamma\pi$), grano-диорит-порфиры ($=\wedge\pi$). Интрузии. М – Мигитунупская, И – Ильвапинанская, Пл – Палаваямская.

Позднемеловой геосинклинальный комплекс (сантон-маастрихт): 5 – корякская серия, 6 – эссовеямская свита, 7 – маметчинская свита; 8 – контуры образований рудовмещающей велолныкской свиты – вулканогенов Северо-Западно-Корякского вулканического пояса;

9 – проявления золота (Au), серебра (Ag), олова (Sn), ртути (Hg); 10 – тектонические границы: крутопадающие, прочие; 11 – глубинные продольные краевые разломы, заключающие Пусторецко-Парапольский прогиб – границы Пенжинской и Центрально-Корякской СФЗ: Пр – Парапольский, Вн – Ванэататский; 12 – поперечные глубинные разломы: а – межглыбовые разломы литосферы (П-Т-Т – Парень-Таловско-Тиличикский, О-К-О – Омолон-Каменско-Олюторский, О-С-А – Олойско-Слаутненско-Ачайваямский/Аниваямский), б – внутриглыбовые разломы продольно-осевые, параллельные межглыбовым; 13 – граница Пенжинской и Центрально-Корякской СФЗ; 14 – граница Центрально-Корякской и Олюторской СФЗ; 15 – воздымающиеся (а) и опускающиеся (б) в эпоху тектогенеза части сопредельных северо-западных глыб земной коры.

Цифрами обозначены: спутники вулканогенов (внемасштабные): 1 – Велолныкский, 2 – Усть-Найвалваямский, 3 – Усть-Импенвеемский.

функция определена на примере рассматриваемых трёх названных вулканогенов Северо-Западно-Корякского олигоценового вулканического пояса, разделенных разломами: Парень-Таловско-Тиличикским, Омолон-Каменско-Олюторским и Олойско-Слаутненско-Ачайваямским/Аниваямским. Их роль как разделов поясов активных окраин континента, как окраинных. Одним примером является Юго-Восточно-Корякский миоценовый вулканический пояс Олюторской СФЗ, другим – Окланско-Пенжинский эоцен-олигоценый вулканический пояс на Пенжинском правом берегу Пенжинской СФЗ – тектонической зоны на южной окраине палеозойского Окланского континента. Зона здесь фиксируется линейными юрскими выходами севера Таловско-Майнского поднятия [Гос. геол. карта., 1998].

На рассматриваемой территории три вышеописанных поперечных межглыбовых разлома выполняют важную главную функцию: они обеспечили выход на поверхность кислым вулканитам и интрузиям из метаморфического кислого слоя литосферы. Пересечение ими образований и верхнего мела и гранитного слоя в литосфере привело к локальным впадинам в ней. В них в орогенную стадию пояса локализованы гранитные интрузии, кислые вулканиты с рудоносными растворами – образовались магматогенно-рудные столбы с серебром и др. Их дериваты создали также и оловянные площади в рудовмещающих комплексах фундамента – эти площади обрамляют с юга гранитные интрузии и кислые вулканиты впадины. Они генетически также принадлежат как поперечным разломам, так и продольным разломам северной границы Центрально-Корякской СФЗ и южной – Пусторецко-Парапольского прогиба.

Тектоно-магматическая гранитоидная активизация в орогенную стадию на северной окраине Корякского микроконтинента и юга Пусторецко-Парапольского прогиба распространилась к северу на его противоположный край – в пределы Пенжинской СФЗ (тектонической зоны) – к югу от Таловско-Майнского поднятия. В этом проявил себя еще один элемент системы глыбово-клавишной структуры литосферы – продольно-осевой внутриглыбовый глубинный разлом. Он проходит через середину глыбы литосферы и дериваты – вулканогенные – магматогенно-рудного столба вулканогена достигают образований южной окраины фундамента Пенжинской СФЗ – тектонической зоны в пределах её прогиба. На её пересечении продольно-осевыми разломами локализуются площади уже сателлитов каждого из вулканогенов – выходы олигоценовых велолныкских образований [Карта полезных ископаемых..., 1999]. На этих продольно-осевых разломах лежат и выступы фундамента (мамечинская и эсовеевская свиты) микроконтинента, разделяющие вулканогены. Это Ваежское, Средне-Найваямское поднятия Центрально-Корякской тектонической зоны.

Выходы пород серии образовали окраинный вулканический пояс, который в работе [Апрелков и др., 1997], рассматривается как северное продолжение Западно-Камчатского палеоцен-эоценового вулканического пояса (ЗКВП). Однако в ЗКВП вулканиты кинкильской свиты, возникшие в эоцене и ещё по вещественным характеристикам принципиально отличаются от олигоценовых вулканитов велолныкской серии. И авторы это акцентируют. Эти вулканиты «...*формировались на более мощной «зрелой» земной коре*» (стр. 53). Это привело к необходимости пересмотра нами рассматриваемого пояса велолныкской формации и выделению его в самостоятельную Северо-Западно-Корякскую геоструктуру окраины мезозойского континента – вулканический пояс.

Сателлиты названных вулканогенов созданные образованиями велолныкской серии малы по площадям и имеют лишь обозначенные контуры без основных минералогических и геофизических характеристик. Это площади сателлитов – Велолныкский (г. Велолнык на берегу Пенжинского залива), Усть-Найлвалваямский и Усть-Импенвеемский. В настоящем исследовании они пока ещё лишь маркер-индикаторы Южно-Пенжинского окраинного вулканического пояса олигоцена.

Южно-Пенжинские сателлиты как дериваты вулканогенов Северо-Западно-Корякского пояса развиты вдоль древних образований юга Пенжинской СФЗ и маркируется небольшими площадями велолныкская серия ещё один окраинный вулканический пояс. Его положение и фиксируется названными сателлитами. Следующая с ними пара «вулканоген-сателлит» расположена за пределами «Карты полезных ископаемых...» [1999] в 130 км к СВ от слияния рек Майн-Ваеги (г. Банкулгун) – это площадь Майнского вулканогена. К западу от неё лежит сателлит г. Граница (к югу от оз. Линлин). Условно этот орогенный олигоценый пояс можно назвать Южно-Пенжинским. В конечном счете, нами формулируются два ранее не выделявшихся окраинных пояса орогенной эпохи олигоцена.

В свете приведенных фактов и рассуждений возникла возможность воспользоваться мыслью Ч. Дарвина «Наука заключается в такой группировке фактов, которая позволяет выводить на основании их общие законы и заключения» и получать новое их качество как элементов систем.

Тектоническое положение вулканогенов пояса

Выше уже была дана общая аргументация выделения Северо-Западно-Корякского окраинного вулканического пояса, развитого на северной окраине Центрально-Корякской тектонической зоны в олигоцене, как самостоятельной геоструктуры.

Северо-Западно-Корякский пояс представлен вулканогенами: Уннэйваямским, Гайчаваямским и Пальматкинским. Далее он выходит к СВ на Чукотку за пределы края. Характерным для всех трёх вулканогенов является: одинаковые признаки положения в региональном СВ Пусторецко-Парапольском прогибе большей северной частью своих площадей; обрамление каждого вулканогена с юга выходами пород



Условные обозначения см. на рис. 1

Рис. 2. Карта аномального магнитного поля зоны сочленения Пенжинской и Центрально-Корякской СФЗ с положением Северо-Западно-Корякских вулканогенов, их сателлитов. Изолинии (ΔT)_a [Корнилов, 1971; Карта полезных ископаемых..., 1999; Евлевский, 1987].

Цифрами обозначены сателлиты вулканогенов: 1 – Велолныкский, 2 – Усть-Найлвалваямский, 3 – Усть-Импенвеемский.



Условные обозначения см. на рис. 1

 Изоаномалы (штрихи направлены в сторону уменьшения значения поля)

Рис. 3. Гравиметрическая карта [Белоусов и др., 2001. Объяснительная записка к «Гравиметрической карте Камчатской области м-ба 1:500 000»] Северо-Западно-Корякских вулканогенов и их сателлитов.

Вулканогены: 1 – Уннэйваямский, 2 – Гайчаваамский, 3 – Пальматкинский. Сателлиты: 1 – Велолныкский, 2 – Усть-Найвалваямский, 3 – Усть-Импенвеемский.

фундамента Центрально-Корякской СФЗ (тектонической зоны); идентичным геологическим строением и их рудной, подавляюще серебряной, минерализацией. Положение территории вулканогенов в прогибе определяется и его тектоническими границами-разломами, которые замыкают прогиб на юге и севере; положение вулканогенов определено их локализацией в месте пересечения прогиба поперечными межглыбовыми глубинными разломами, они лежат на границах глыб литосферы, созданными поперечными разломами; их положение симметрично относительно друг друга на равных расстояниях.

Положение вулканогенов определяется системой субпараллельных трёх вышеописанных поперечных межглыбовых разломов, которые трассируются от побережья Берингова моря на северо-запад. Все три разлома включают и их магматические производные – гранитные интрузии. Интрузии являются важным признаком вулканогенов согласно приведенному определению геоструктур и по факту. Вместе с тем, гранитоиды вулканогенов являются, в свою очередь, и признаками: земной коры с развитым гранитным слоем; глубинности очагов гранитоидов и вулканитов кислого ряда геологического разреза вулканогенов; признаком генетически сопряженной серебрянорудной минерализации вулканогенов с оловорудной в образованиях фундамента; признаком сквозькоровой глубины межглыбовых разломов. В этом контексте две полосы выходов образований велолныкской серии в орогенной олигоценовой стадии вулканизма очевидно формируют два пояса: Южно-Пенжинский и Северо-Западно-Корякский. И оба они на окраине континента, являясь окраинными. В этом контексте Пусторецко-Парапольский прогиб оправданно является рифтогенной структурой. Этот аспект окраинной тектоники требует дальнейшего изучения геологической истории развития окраин.

Положение вулканогенов, определяемое в плане поперечными межглыбовыми разломами определяет ещё один важнейший элемент системы «тектоника-структура» литосферы. Это отражено в положении между Уннэйваямским и Гайчаваамским вулканогенами Нойвалваямского выступа фундамента, а между Гайчаваамским и Пальматкинским – срединным Ваежским поднятием. На западном (приморском) фланге пояса срединный выступ, возможно, погружён в прогиб и не устанавливается. Между тем, оба выступа фундамента лежат на продольно-осевых разломах

глыб, проходящих вдоль параллельно обрамляющих их межглыбовых разломов. Явление вывода на поверхность блоков фундамента требует изучения.

Тектоника и геология вулканогенов

В пределах велолныкской серии вулканитов пояса точно расположены поля вулканитов орогенной андезит-дацитовый формации олигоцена. Главные ее члены – андезиты, риолиты, дациты, туфы среднего и кислого состава, гранитоиды. Образования формации и окружающих их пород велолныкской серии осложнены множеством разрывных нарушений. Мощность формации около 550 м [Гос. геол. карта., 1998]. Орогенная формация развита вдоль Парапольского, Куюльского, Парапольского, Ванэатского продольных разломов вдоль северной окраины Корякского микроконтинента. Вулканиты формации создают наполнение локальных впадин и образуют вулканогены Северо-Западно-Корякского вулканического пояса. Такие комплексы являются характерными и для вулканических поясов Олюторской СФЗ [Карта полезных ископаемых..., 1999], созданных в миоценовую орогенную стадию развития активной окраины позднемиоценового континента СВ Азии.

Уннэйваямский вулканоген изучался групповой геологической и геологическим доизучением м-ба 1:200000 съёмками [Гос. геол. карта., 1998], материалы и результаты которых вошли в [Карта полезных ископаемых..., 1999].

Северная окраина Центрально-Корякской тектонической зоны представлена окраиной Корякского микроконтинента [Апрелков и др., 1997]. Он сложен 10 км толщиной флишевых отложений корякской серии, обрамлённых на севере континента узкими полосками маметчинской и эссовеемской свитами фундамента ранне-позднемиоценового возраста. Обрамление локализовано вдоль Ванэатского глубинного разлома, падающего на юго-восток. На нём – лежащий блок с амплитудой перемещения первые сотни метров. Это сочленение образований фундамента окраины и Пусторецко-Парапольского прогиба пересекается длительно существующим поперечным Парень-Таловско-Тиличикским межглыбовым разломом. Место пересечения на западе края пояса фиксируется зоной этого поперечного разлома. Оно установлено также методом МТЗ [Мороз, 1976] в виде локальной впадины глубиной до 1 км до поверхности верхнемиоценового комплекса и до 8 км – по поверхности домелового основания (кровли метаморфического фундамента литосферы) размером около 90 × 15-20 км и 40 × 15 км, по изолиниям 1 км и 8 км.

Максимум глубин и площадей локальной впадины смещён к югу от Мигитунупской интрузии и кислых туфов вулканогена. И именно к этому смещению приурочена максимальная концентрация проявлений серебра! На юго-восточном краю Уннэйваямской впадины в образованиях корякской серии фундамента – проявления олова и его двух месторождений. Все они лежат в зоне поперечного межглыбового Парень-Таловско-Тиличикского разлома. Смещение максимума глубин и их площадей к югу от Мигитунупской интрузии согласуется с положением висячего надразломного (над Ванэатским разломом) крыла фундамента окраины микроконтинента. Таким образом, локализуется разрез Уннэйваямского вулканогена.

Мигитунупская интрузия гранитов является следствием подъема из гранитного слоя литосферы вулканогенно-рудного столба. Дериваты этого столба выражены многочисленными малыми телами гранитов и субвулканических риолитов в породах андезит-дацитовый формации. Как говорилось выше, образования велолныкской серии свидетельствуют о развитии гранитного слоя коры. Это против более

ранних эоценовых вулканитов кинкильской свиты Западной Камчатки, которые ошибочно рассматриваются как камчатское продолжение к югу велолныкской серии олигоцена [Апрелков и др., 1997].

Гайчаваямский вулканоген характеризуется теми же признаками и закономерностями, что и Уннэйваямский. Полная аналогия в магнитном поле (рис. 2) и в гравитационном минимуме той же формы и интенсивности (рис. 3). Он лежит в зоне поперечного Омолон-Каменско-Олюторского разлома. В его пересечении сочленения Пусторецко-Парапольской впадины образована Ильванпинанская гранитная интрузия, обрамлённая андезито-дацитами вулканитов велолныкской серии. Мощность вулканитов около 550 м. Вулканиты насыщены исключительно проявлениями серебра: 25 проявлений с ураганными содержаниями [Гос. геол. карта., 1998]. На юге вулканоген обрамлён полосой образований маметчинской и эссовеемской свит фундамента.

Пальматкинский вулканоген характеризуется теми же признаками и геологическими и геофизическими закономерностями (рис. 2 и 3), что и Уннэйваямский и Гайчаваямский вулканогены. Он лежит в зоне поперечного Олойско-Слаутненско-Ачайваямского/Аниваямского разлома. В его пересечении с Пусторецко-Парапольским прогибом образовалась локальная впадина с Палаваямской гранитоидной интрузией, обрамлённая вулканитами велолныкской серии с проявлениями золота, серебра [Башаркевич и др., 1987 г].

В целом, схема формирования вулканогенов Северо-Западно-Корякского и Южно-Пенжинского орогенных поясов в эпоху орогенеза проста и определена тектоникой литосферы активных окраин двух континентов СВ Азии; позднемезозойской – Пенжинской и позднекайнозойской – Центрально-Корякской.

Выводы

Концепция глыбово-клавишной структуры литосферы Корякско-Камчатского региона в общей схеме формулируется нижеследующим образом. Её положения являются базовыми в тектонике, геологии и минерагении.

В геологическом мироздании на границе «континент-океан» происходит постоянный прирост суши за счёт океанического дна. Процесс протекает под воздействием и контролем диагональной сети планетарной трещиноватости. Её разломы – линеаменты определяют конфигурацию побережья континента и геологическую историю его суши. Диагональная сеть сложена СВ и СЗ разломами, которая существует от времени заложения и всё время формирования литосферы и её геоструктур. На СЗ Тихого океана разломы определяют заложение и развитие СВ региональных структур, в частности, окраинных продольных вулканических поясов под контролем СВ составляющей диагональной сети. Вместе с ними действуют и разломы СЗ направления, поперечные продольным геоструктурам. Разломы делят их на отдельные линейные звенья, которые начинают развитие синхронно, но геодинамически симметрично противоположно: одни в условиях вертикальных воздыманий, другие – погружений! Поэтому в воздымающихся геоструктурах форма слоёв горизонтов земной коры и литосферы в целом выгнутая, в погружающихся – прогнутая, критические точки в них – замки и кили. В глыбах через них проходят продольно-осевые разломы.

На поверхности звеньев образуются различные возрастные и вещественные геологические комплексы, которые указывают на процессы в коре и литосфере в целом.

Так последовательно формируется продольная зональность продольных региональных геоструктур, выраженная в «разноцветных» их звеньях со своими индивидуальными признаками. Последовательный процесс прироста суши разноглубинными линейными звеньями серии сопредельных региональных геоструктур формирует их клавиши, которые объединяются в глыбы, заключённые парами СЗ поперечных разломов СЗ составляющей диагональной сети трещиноватости. Звенья в глыбах молодые по возрасту в прибрежьях сменяются более древними по мере удаления их от океана. Во времени звенья могут менять своё вертикальное движение в зависимости от последующих процессов на границе «океан-суша» и на поверхность могут быть выведены горизонты звеньев, сформированных ранее в условиях погружения. В вулканических поясах поперечные разломы ограничивают линейные вулканогены. Они самостоятельные – их звенья с общими основополагающими характеристиками возраста, вещества, тектоники геофизических полей. На поперечных разломах, пересекающих тектонические сочленения региональных продольных геоструктур, формируются изометричные тектонические узлы с локальными сквозькоровыми впадинами. В них формируются гнездовые вулканогены.

Таким образом, на окраине континента формируется активная часть прирастаемой литосферы суши. В ней возникают и действуют основополагающие процессы, которые влияют на деятельность каждого обособленного линейного или узлового звена продольной геоструктуры: от зарождения по зарождения по стадию орогенеза. Процессы создают частые отклонения в состоянии вещества и его физических свойств в звеньях, которые в целом являются оригинальными и самобытными.

Концепция глыбово-клавишной структуры литосферы в настоящем исследовании позволила установить генеральные структурные связи между её элементами и процессами в системах «тектоника-полезные ископаемые», «тектоника-сейсмичность». Имеются дальнейшие возможности совершенствования Концепции, приобретающей черты познания закономерностей геологического мироздания на окраине континента в Корьякско-Камчатском регионе.

Заключение

1. Изложенный аспект методологии авторского исследования показал, что эффективным методологическим инструментом тектонического исследования сочленения рифтогенного Пусторецко-Парапольского прогиба и северной окраины Корьякского микроконтинента является авторская тектоническая Концепция глыбово-клавишного строения литосферы.

2. Главный элемент Концепции – поперечные межглыбовые разломы литосферы на пересечении сочленения прогиба и микроконтинента привели к образованию локальных впадин в позднемеловом и метаморфическом фундаментах. Во впадинах – верхняя часть рудных столбов с веществом гранитно-метаморфического слоя коры и локализации самих андезит-дацитовых вулканитов, интрузий гранитов, рудной золото-серебряной минерализации с сопутствующим оловом.

3. Второй элемент Концепции – внутриглыбовые продольно-осевые разломы обусловили образование на южной стороне Пенжинской структурно-формационной зоны сателлитов вулканогенов Северо-Западно-Корьякского вулканического пояса – Южно-Пенжинского окраинного пояса.

4. Системой главных поперечных и продольно-осевых разломов создана пара окраинных вулканических поясов окраин континентов, обрамляющих рифтоген-

ный Пусторецко-Парапольский прогиб: Южно-Пенжинский и Северо-Западно-Камчатский.

Элементы глыбово-клавишной структуры литосферы создали вдоль сочленения окраин континентов цепь вулканогенов Северо-Западно-Корякского пояса, простирающегося на Чукотку. Система вулканогенов образует Северо-Западно-Корякскую металлогеническую зону месторождений серебра, золота, ртути, олова на северной окраине Корякского микроконтинента Центрально-Корякской структурно-формационной зоны.

Литература

1. Апрельков С. Е., Декина Г. И., Попруженко С. В. Особенности геологического строения Корякского нагорья и бассейна р. Пенжины // Тихоокеанская геология. – 1997. – Т. 16. №2. – С. 46-57.
2. Апрельков С. Е., Богдан П. С., Попруженко С. В. Палеовулканоструктуры Унэйвайамского поля в Корякском нагорье и связь с ними оруденения / по геолого-геофизическим данным // Тихоокеанская геология. – 2002. – Том 21. №5. – С. 51-61.
3. Башаркевич А. Л., Дмитриева В. К., Бочков Б. В. Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1:200000. Корякская серия. Р-59-VII (г. Острая). 1981. Объяснительная записка. 37 л. 1 гр. ВСЕГЕИ СГФ. – 1987 г.
4. Белоусов С. П., Касьянюк Е. Е., Желтухина С. Ф. и др. Объяснительная записка к гравиметрической карте Камчатской области масштаба 1:500000. Руководство пользователю. 1 кн. – 16 л., 11 гр. пр. ФГУП «Елизовская геофизическая экспедиция». Елизово, Камчатской области. – 2001 г.
5. Государственная геологическая карта Российской Федерации м-ба 1:200000. Серия Еропольская. Лист Р-58-XI (Оклан). Серия Корякская. Листы Р-58-XII (Слаутное), Р-58-XVIII (Пальматкино), Р-59-XIII (р. Эссоеем). Объяснительная записка. (МПР Россия, «Камчатгеология»). – М. – 1998. – 160 с.
6. Евглевский Н. Л. Отчёт о групповой геологической съёмке и геологическом доизучении площадей масштаба 1:200000 на территории листов Р-58-XI, XII, XVIII; Р-59-XIII, проведённой Пенжинской ГСП в 1983-1987 гг. – 1987 г.
7. Карта полезных ископаемых Камчатской области м-ба 1:500000. Листы 2-8, 11. Ред. Литвинов А. Ф., Патока М. Г., Марковский Б. А. Редакторы-составители Фролов Ю. Ф. и др. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 1999. – 19 л.
8. Корнилов Б. А. Карта аномального магнитного поля СССР. Листы Р-58, 59. – М.: Центргеология, 1971. – 22 с.
9. Мороз Ю. Ф. Метод электроразведки в региональных исследованиях Камчатки // Изв. АН СССР. Геология и геофизика. – 1976. – №7. – С. 63-70.
10. Тектоника континентов и океанов / Под ред. Ю. А. Косыгина, В. А. Кульдышева, В. А. Соловьёва. – Хбр. – 1976. – С. 511.
11. Шмелёв В. Л., Буланов А. Б. и др. Отчёт о результатах аэромагнитной съёмки масштаба 1:50000, проведённой в пределах листов Р-58-29, 30, 41, 42, 47, 48; Р-59-60, 70-72, 83, 84; Р-59-49, 61 в 1982-1983 гг. – 1983 г.
12. Яроцкий Г. П. Мегаблоки и металлогеническая зональность Корякского нагорья и Камчатки // Металлогения и новая глобальная тектоника. – Л.: Недра, 1973. – С. 93-95.
13. Яроцкий Г. П. Закономерности размещения вулканических серных месторождений Тихоокеанского рудного пояса (Корякия, Камчатка, Курилы, Япония). –

П.-Камчатский: Изд-во Камчатского госуниверситета им. В. Беринга, 2006. – 138 с.

14. Яроцкий Г. П., Митрофанов М. О. Серебруродная провинция северо-запада Корякии. Геолого-геофизическое обоснование выделения // Материалы конференции «Вулканизм и связанные с ним процессы». – П.-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2013. – С. 199-206.

15. Яроцкий Г. П. Феномен Хаилинского землетрясения 1991 г. на Юго-Западе Корякского нагорья. – П.-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, КамГУ им. Витуса Беринга, 2016. – 177 с.

16. Яроцкий Г. П. Глыбово-клавишная структура литосферы активной окраины континента на СВ Азии. Корякско-Камчатский регион // Геология и геофизика Юга России. – 2017. – №2. – С. 135-151.

17. Яроцкий Г. П., Чотчаев Х. О. Ветроваямский вулканоген и его рудный район, Юго-Запад Юго-Восточно-Корякского пояса // Геология и геофизика Юга России. – 2018. – №1. – С. 79-92.

NORTH-WESTERN-KORYAK VOLCANIC BELT AND ITS ORE-BEARING VOLCANOGENES

© 2018 G. P. Yarotsky, Sc. Cand. (Geol.-Min.)

Institute of volcanology and seismologies FEB RAS, Russia, 683006, Kamchatka Krai, Petropavlovsk-Kamchatsky, Piyp avenue, 9, e-mail: ecology@kscnet.ru;

We managed to reveal the North-Western-Koryak orogenic volcanic belt. Using the authors' methodology of block and key structure of lithosphere at the boundary of the regional downfold and the northern active margin of the continent we defined the mechanism of the belt volcanogenes formation. The local regional downfolds were formed at the intersection of the transverse intra-block deep faults of regional downfold lithospheric boundary and the Koryak microcontinent's northern margin. During Oligocene tectonic-magmatic activity rocks from the crustal granitic-metamorphic layer with ore columns of gold, mercury, hurricane silver, associated with Sn deposits in basement rocks were introduced in them.

The allocation of the tin-gold-silver ore regions in volcanogenic belts is proved. The trend of the belt within the margins and Chukotka gives the basis to determine the North-West Koryak metallogenic zone.

Keywords: volcanic belt, the North of the Koryak Highland, volcanogenes, transverse faults of the lithosphere, silver ore regions.

References

1. Aprelkov S.E., Dekina G.I., Popruzhenko S.V. Osobennosti geologicheskogo stroeniya Korjaksckogo nagor'ja i bassejna r. Penzhiny [Features of the geological structure of the Koryak highland and the basin of the river. Penzhiny]. Tihookeanskaja geologija. 1997. Vol. 16. No. 2. Pp. 46-57. (in Russian)

2. Aprelkov S.E., Bogdan PS, Popruzhenko S.V. Paleo-volcanic-structures of Unnuvaimsky field in the Koryak Highland and their association with mineralization / geological and geophysical data // Tihookeanskaya geologiya 2002. Vol. 21. No. 5. P. 51-61. (in Russian)

3. Basharkevich A.L., Dmitrieva V.K., Bochkov B.V. State geological map of the USSR. Scale 1: 200.000. Koryak series. P-59-VII (Mount Ostriy). 1981 Explanatory letter. 37 p. 1 gr. 1987 y. A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute GFS. (in Russian)

4. Belousov S.P., Kasyaniuk E.E., Zheltukhina S.F. et al. Explanatory note to the gravimetric map of Kamchatka region at a scale of 1: 500.000. Instruction manual. 1 book. – 16 sh., 11 gr. etc. FSUE “Elizovo Geophysical Expedition”. Yelizovo, Kamchatka region. 2001 y. (in Russian)
5. State geological map of the Russian Federation in scale 1: 200000. Eropolskaya series. Sheet P-58-XI (Oklan). Koryak series. Sheets P-58-XII (Slautnoye), P-58-XVIII (Palmatkin), P-59-XIII (Essoveym River). Explanatory letter. M. 1998. 160 p. (MPR Russia, Kamchatgeologiya). (in Russian)
6. Evglevsky N.L. Report on group geological survey and additional geological study of areas of 1: 200,000 scale in the territory of sheets P-58-XI, XII, XVIII; P-59-XIII, carried out by Penzhinsky GMP in 1983-1987. 1987 y. (in Russian)
7. Karta poleznyh iskopaemyh Kamchatsko joblasti m-ba 1:500000. Listy 2-8, 11. [Map of deposits of the Kamchatka region, m-ba 1: 500000. Sheets 2-8, 11.]. Red. Litvinov A.F., Patoka M.G., Markovskij B.A. Redaktery-sostaviteli Frolov Ju.F. i dr. SPb. Kart. Fabrika VSEGEI, 1999. 19 sheets, (in Russian).
8. Kornilov B.A. Map of the anomalous magnetic field in the USSR. Sheets P-58, 59. M.: Centrgeologiya. 1971. 22 p. (in Russian)
9. Moroz Y.F. The method of electrical exploration in regional studies of Kamchatka// News Academy of Sciences of the USSR. Geologija i geofizika Rossii. 1976. No. 7. Pp. 63-70. (in Russian)
10. Tektonika kontinentov i okeanov [Tectonics of continents and oceans]. Pod red. Ju.A. Kosygina, V.A. Kul’dysheva, V.A. Solov’jova. Habarovsk. 1976. pp. 511. (in Russian).
11. Shmelev V.L., Bulanov A.B. et al. Report on the results of aeromagnetic survey of 1:50000 scale, carried out within the limits of sheets P-58–29, 30, 41, 42, 47, 48; P-59–60, 70-72, 83, 84; R-59–49, 61 in 1982-1983. 1983 y. (in Russian)
12. Jarockij G.P. Megabloki i metallogenicheseskaja zonal’nosfl Korjaksckogo nagor’ja i Kamchatki [Megablocks and metallogenic zoning of the Koryak highland and Kamchatka]. Metallogenija i novaja global’naja tektonika. L. Nedra, 1973. pp. 93-95. (in Russian)
13. Jarockij G.P. Zakonomernosti razmeshhenija vulkanicheskikh semyh mestorozhdenij Tihookeanskogo rudnogo pojasa (Korjakija, Kamchatka, Kurily, Japonija). [Regularities in the location of volcanic sulfur deposits of the Pacific ore belt (Koryakia, Kamchatka, Kuriles, Japan)]. Petropavlovsk-Kamchatski], Izd-vo Kamchatsckogo gosuniversiteta im. V. Beringa, 2006. 138 p. (in Russian)
14. Yarotsky G.P., Mitrofanov M.O. Silver ore province of the northwest Koryakiya. Geological and geophysical justification of the selection // Proceedings of the conference “Volcanism and associated processes.” Publishing house IVIS FEB RAS. P.-Kamchatsky, 2013. Pp. 199-206. (in Russian)
15. Jarockij G.P. Fenomen Hailinskogo zemletrjasenija 1991 g. na Jugo-Zapade Korjaksckogo nagor’ja [The phenomenon of the 1991 Khaila earthquake in the South-West of the Koryak highland]. Petropavlovsk-Kamchatsckij, Izd-vo IViS DVO RAN, KamGU im. V. Beringa, 2016. 177 p. (in Russian)
16. Yarotsky G.P. Block and key lithospheric structure of the active Asian north-eastern continental margin. Koryak-Kamchatka region. // “Geology and Geophysics of the South of Russia”. 2017. No. 2. Pp. 135-151. (in Russian)
17. Yarotsky G.P., Kh.O. Chotchaev. The Vetrovayam volcanic rocks and their ore district (southwestern part of south-eastern Koryak belt) // “Geology and Geophysics of the South of Russia”. 2018. No. 1. Pp. 79-92. (in Russian)