

«ОХОТСКО-ЧУКОТСКИЙ ВУЛКАНОГЕННЫЙ ПОЯС – ТИПИЧНЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ ПОЯСОВ АКТИВНЫХ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОКРАИН АНДИЙСКОГО ТИПА» – НОВАЯ КОЛЛЕКЦИЯ В ЭКСПОЗИЦИИ МУЗЕЯ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЯ МГУ

О.С. Березнер, К.А. Скрипко¹

Летом 2013 г. в зале «Тектоника» сектора геодинамики Музея землеведения в витрине, располагающейся под стендом «Андийский поддвиг литосферы», была выставлена новая коллекция горных пород, включающая 43 натуральных образца вулканических и интрузивных горных пород Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. В статье показано сходство геологического строения, магматизма, зональности и истории развития двух окраинно-континентальных вулканогенных поясов: современного Андийского и мелового Охотско-Чукотского.

Ключевые слова: геодинамика, вулканизм, активные континентальные окраины, Северо-Восток России, Охотско-Чукотский вулканогенный пояс.

«OKHOTSK-CHUKOTKA VOLCANOGENIC BELT – TYPICAL BELT FOR ANDEAN-TYPE ACTIVE CONTINENTAL MARGINS» – NEW COLLECTION IN MSU EARTH SCIENCE MUSEUM

O.S. Berezner, K.A. Scripko

The Moscow State University (the Earth Science Museum)

In the summer of 2013 in the hall «Tectonics» of Earth Science Museum, under the stand «Andean subduction zone of lithosphere», has been created a new collection of rock, including 43 full-scale samples of volcanic and intrusive rocks of the Okhotsk-Chukotka volcanogenic belt. The article shows the similarity of the geological structure, magmatism, zoning and development history of the two continental-margin volcanic belts: modern Andean and Cretaceous Okhotsk-Chukotka ones.

Keywords: geodynamics, volcanism, active continental margins, Okhotsk-Chukotka volcanogenic belt.

Введение. Летом 2013 г. в зале «Тектоника» сектора геодинамики на 28 этаже Музея землеведения, в витрине, располагающейся под стендом «Андийский поддвиг литосферы», была выставлена новая коллекция горных пород, сопровождаемая заголовком: «Охотско-Чукотский вулканогенный пояс – типичный представитель поясов активных континентальных окраин андийского типа». Коллекция, которая представляет эту уникальную для территории России и на редкость выразительную в геологическом и геодинамическом плане структуру, состоит из 43 натуральных образцов вулканических и интрузивных горных пород.

До сих пор образцов из Охотско-Чукотского региона в Музее землеведения почти не было: в период сбора основной коллекции Музея (1950-е годы), когда в этой работе участвовали многочисленные отряды музейных специалистов, Северо-Восток СССР

¹ Березнер Оксана Сергеевна – научный сотрудник, berezner@mineral.ru; Скрипко Константин Андреевич – научный сотрудник, kscriptko@mail.ru; Музей землеведения МГУ.

был не более доступен для этих отрядов, чем Анды Южной Америки: это была территория сугубо закрытой организации «Дальстрой». Закрытым пограничным районом оставался Северо-Восток и после упразднения Дальстроя в 1957 г.

Может показаться интересным, почему именно Охотско-Чукотский вулканогенный пояс (ОЧВП) – структура, расположенная на самом краю земли российской, не современная, как Андийский пояс (АВП), с которым она сопоставляется, а «ископаемая», мелового периода – считается тектонотипом окраинно-континентальных вулканических поясов, таких, как действующий в настоящее время вулканический пояс на западе Южной Америки.

Оба вулканогенных пояса – Охотско-Чукотский и Андийский – представляют собой надсубдукционные структуры, наложенные на весьма гетерогенное основание. Эти пояса, современный АВП и ОЧВП мелового периода, близки по протяженности, сходны по геодинамическим характеристикам, неоднородности фундамента, условиям проявления вулканизма (наземный) и составу продуктов магматизма, среди которых преобладают породы кислого и умеренно кислого состава; они имеют сходные черты продольной и поперечной петрохимической зональности.

Охотско-Чукотский вулканогенный пояс: геологическое строение, магматизм, история развития. ОЧВП – линейная структура протяженностью более 3000 км, сложенная субаэральными (наземными) известково-щелочными вулканитами и комагматичными им интрузивными образованиями, протягивающаяся вдоль Тихоокеанского побережья Евразии от хребта Джугджур на юго-западе до Берингова пролива на северо-востоке. Согласно современным геохронологическим данным, время формирования пояса охватывает интервал длительностью в 12–18 млн лет, от раннего альба до позднего сеномана [6], или 22–24 млн лет, от среднего альба до кампана (105–81 млн лет назад) [1].

Принадлежность ОЧВП к структурам, наложенным, подобно скрепляющей скобе, на весьма гетерогенное основание, за всё время его изучения, которое в 30-е годы XX века начал Сергей Владимирович Обручев (1891–1965) [12], удивительным образом не вызывала сомнений у исследователей, хотя многие черты его геологического строения (возрастные рамки, корреляция разрезов различных отрезков пояса, тектоническая природа его фундамента и т. д.) постоянно активно дискутировались и продолжают дискутироваться.

Это связано с тем, что окраинная часть Яно-Колымской складчатой области стала ареной активного магматизма много ранее заложения ОЧВП (в конце поздней юры – начале раннего мела), и оставалась таковой включая палеоген, то есть много позже конца его формирования. Однако разнородность фундамента ОЧВП и геодинамическая природа процессов, приведших в течение этого значительного отрезка времени (80–90 млн лет) к накоплению здесь огромного объёма продуктов эффузивного и интрузивного магматизма, были выявлены не сразу.

С.В. Обручев первым выделил структуру, теперь называемую ОЧВП, как Охотско-Чаунскую вулканическую дугу позднемелового возраста. Исследования продолжил петролог Евгений Константинович Устиев (1909–1970), который в 1940 г., ещё будучи расконвоированным поднадзорным заключённым ГУЛАГа, начал работать геологом ГРУ Дальстроя. Целенаправленное изучение магматизма Охотско-Чукотского региона позволило ему в 1946 г. выступить в Геологическом управлении Дальстроя с очень серьёзным докладом «Верхнемезозойский и кайнозойский магматизм Охотского склона», в котором он дал систематическое научное описание эффузивных и ин-

трузивных пород региона и выделил три цикла магматизма: позднеюрский, меловой и третичный. Содержание этого доклада известно только в изложении В.А. Титова, одного из слушателей доклада, так как, находясь в заключении, Е.К. Устиев до 1949 г. не имел возможности выступать в печати.

В течение первого из выделенных Устиевым цикла магматизма, в средней и поздней юре, вдоль окраин Яно-Колымской складчатой области в морских и континентальных условиях сформировался комплекс вулканитов (базальты-андезиты-риолиты) и родственных им небольших по величине, но весьма значимых в отношении рудоносности гипабиссальных интрузий (золотоносный комплекс), за которыми последовали крупные батолитоподобные интрузии гранитоидов, образовавшие цепь, глубоко заходящую вглубь материка, от побережья Охотского моря до низовьев р. Яны (колымский комплекс).

В раннемеловое время окраина Яно-Колымской складчатой области стала ареной интенсивного вулканизма, начавшегося с извержения базальтов и андезитов и продолжившегося формированием некоторого количества риолитов и дацитов, которое скоро сменилось извержением андезитов, базальтов и ультраосновных базальтоидов. В заключительные этапы цикла образовались крупные интрузии переменного состава, от габбро до гранитов с преобладанием гранодиоритов, названные Устиевым «охотским комплексом».

В позднем мелу, в сеноман-датское время, вулканизм был не менее активным, но состав его продуктов стал салическим: дациты, риолиты, субщелочные риолиты. Заключительный этап цикла характеризовался внедрением гранитоидов: гранитов и гранит-порфиров нормального ряда щёлочности и субщелочных, изредка щелочных.

Третичный цикл магматизма, по Устиеву, ознаменовался излияниями базальтов, резе лав кислого и щелочного состава и интрузиями долеритов и габбро.

Позднеюрско-третичную вулcano-плутоническую структуру Охотского побережья Е.К. Устиев назвал Охотским тектоно-магматическим поясом, развивавшимся на границе оформившейся в конце позднеюрского – начале раннемелового времени Колымо-Чукотской складчатой области и зарождавшейся Охотско-Камчатской геосинклинали. Пояс закончил своё развитие, по Е.К. Устиеву, в конце мела – начале палеогена.

Охотский пояс, наряду с Сихотэ-Алинским и Восточно-Китайским, входит, по мнению Е.К. Устиева [18], в состав выделенного им в качестве единой тектоно-магматической единицы Восточно-Азиатского тектоно-магматического пояса, который относится к системе континентальных вулканических дуг, составляющих почти непрерывную гирлянду вдоль восточного побережья Азии.

Более 40 лет, с конца 1950-х годов, отдал изучению ОЧВП Василий Феофанович Белый (1929–2009), стратиграф, палеофитолог, тектонист и палеовулканолог (несколько образцов из его коллекций есть и в нашей подборке). По убеждению В.Ф. Белого, Охотско-Чукотский вулканогенный пояс возник в апте и закончил развитие в конце палеоцена – начале эоцена (в более поздних работах он «опустил» верхнюю возрастную границу пояса до сантона [2] или кампана [3]); его развитие, по мнению В.Ф. Белого, связано с эволюцией Анадырско-Корякской системы, тогда как доаптские (верхнеюрско-неокомские) вулканиты, составляющие фундамент пояса, но к самому ОЧВП не относящиеся, связаны с завершением развития Верхояно-Чукотских мезозоид.

Справедливости ради надо сказать, что, несмотря на общепризнанную роль В.Ф. Белого как наиболее авторитетного исследователя ОЧВП, его выводы о природе и

возрасте ОЧВП остро дискутировались геологами, которые, в частности, доказывали, что временем заложения пояса, по мнению Г.Е. Некрасова и Н.Б. Заборовской, следует считать не альб, а середину волжского века, или что нижняя граница пояса не изохронна и меняется в разных его отрезках от поздней юры-неокома до альба [13].

Исследователи, занимавшиеся изучением западной (Охотской) части ОЧВП (Н.И. Филатова и др.), пришли к выводам о том, что на площади Охотско-Чукотского окраинно-континентального вулканического пояса сменяют друг друга во времени и пространстве продукты нескольких магматических серий, сформировавшихся в разное время, в различных геодинамических обстановках и слагающих самостоятельные тектонические структуры. Это позднеюрско-неокомская серия островодужных толеитов фундамента ОЧВП (Удско-Мургальский пояс); альб-кампанская известково-щелочная серия собственно ОЧВП и маастрихт-датская бимодальная риолит-щелочнобазальтовая серия осложняющих ОЧВП грабенов, или рифтовых структур [19].

Существование в регионе трёх разновозрастных гетерогенных магмогенерирующих структур находит своё отражение и в интерпретации истории его развития с позиций концепции плейттектоники, в рамках которой осадочные и вулканические формации анализируются как производные определённых геодинамических обстановок, в основном сопоставляемых с современными (метод актуализма). Этим методом вопрос о нижней границе ОЧВП был решён однозначно: до начала образования этого пояса, в период от средней юры до конца апта, вдоль западной окраины Тихого океана возникла, развилась, завершила своё развитие и была причленена к континенту система островных дуг (Удская и Кони-Мургальская дуги), в разрезе которых с вулканиками известково-щелочной серии сочетаются осадочные породы прибрежно-морского генезиса. С конца альба надсубдукционный вулканизм переместился на окраину континента, где вплоть до конца кампанского века действовал гигантский Охотско-Чукотский вулканический (а точнее вулcano-плутонический) пояс активной континентальной окраины. Завершающие вулканическую историю региона субщелочные платобазальты и риолиты, образовавшиеся в период от конца позднего мела до конца палеогена, связаны с обстановкой континентального рифтогенеза [16].

Сходство мелового Охотско-Чукотского вулканического пояса с современным Андийским. Мысль о сходстве ОЧВП с Андийским вулканическим поясом впервые высказал Алексей Алексеевич Богданов (1907–1971) [5], который, правда, тут же подчеркнул и разницу: ОЧВП располагается не просто на границе континента, как Перуанский пояс Анд, а между континентом и молодой «геосинклиналью» (Корякско-Камчатской). Однако сама мысль о сопоставимости Андийского и Охотско-Чукотского поясов была подхвачена и нашла детальное подтверждение в работах М.Г. Ломизе [7–11], Л.М. Парфёнова [13] и др., и Охотско-Чукотский вулканогенный пояс, «краевой вулканический пояс» по А.А. Богданову, стал трактоваться как тектонотип окраинно-континентальных вулканических поясов.

Действительно, ОЧВП – это геологически очень выразительное, да и просто очень красивое сооружение. Завершив своё формирование 80 миллионов лет назад, ОЧВП не был перекрыт ни одним более молодым геологическим телом и в наши дни стоит, будто только что образованный, возвышаясь над окружающим ландшафтом в виде гигантской горной цепи (в Охотском секторе, например, эта цепь составляет всем известный Охотско-Колымский водораздел).

Охотско-Чукотский пояс вполне сопоставим с Андийским по таким параметрам, как масштаб, особенности внутреннего строения, состав магматических продуктов, по характеру фундамента, тектоническому положению и геодинамической природе, а также «роли» в современной структуре.

Масштаб. ОЧВП, как уже говорилось, имеет протяженность более 3 тыс. км, длина сегментов Андийского вулканического пояса – Арауканского (Чилийско-Аргентинского) и Калипуи (Перуанского) – суммарно составляет 4,5 тыс. км, в том числе Арауканского – 2,5 тыс. км. Ширина ОЧВП 100–350 км, Арауканского сегмента – 100–150 км, Калипуи – 50–150 км. И ОЧВП, и Андийский вулканический пояс протягиваются строго параллельно краям континента, повторяя его крутые изгибы.

Зональность. ОЧВП отличается поперечной асимметрией; внешняя (приохотская), фронтальная по отношению к Тихому океану зона отличается от тыловой (приконтинентальной) соотношением вулканитов среднего-основного (их больше во фронтальной зоне) и кислого и умеренно кислого (преобладают в тыловой зоне) состава; есть различия и в мощности и полноте разрезов. Имеет место и продольная сегментация поясов: так, в ОЧВП выделяется несколько сегментов, различающихся соотношениями пород различной кислотности и щёлочности и историей наземного вулканизма (Охотский, Пенжинский, Анадырский и Центрально-Чукотский), а также две фланговые зоны – Западно-Охотская и Восточно-Чукотская (рисунок). Такая же продольная зональность существует и в Андийском вулканогенном поясе, который перегиб границы континента (т. н. «угол Арики») разделяет как минимум на два сегмента: Арауканский и Калипуи.

Состав вулканитов. В обоих поясах среди наиболее ранних вулканических накоплений преобладают андезиты и андезибазальты, а вверх по разрезу возрастает роль более кислых пород; в обоих регионах главные ареалы кислого вулканизма смещены в сторону континента. На окраине Южноамериканского континента в объёме собственно континентальных эффузивных накоплений на долю андезитовых пород приходится в среднем 85 %, на базальтовые, риолитовые и субщелочные – по 5 %; со временем роль неандезитового вулканизма нарастает: на участке между параллелями 37–34° ю. ш., в пределах «риолитового максимума Санта-Крус», доля риолитов составляет 80%. В ОЧВП среди вулканитов с возрастом от альба до сенона доля вулканитов андезитового состава – около 70 %, базальтов – 2 %, кислых вулканитов – 28 %, а в приконтинентальной зоне пояса и на его окраинах доля кислых вулканитов достигает 35 % [9] или даже 45–70 % [13]. Наряду с вулканитами известково-щелочного ряда в обоих поясах распространены субщелочные и щелочные породы, причём щёлочность андийских вулканитов (Арауканский сегмент), по данным М.Г. Ломизе, несколько выше, чем в ОЧВП. В вулканитах ранних стадий развития ОЧВП в западном направлении (в сторону континента) закономерно возрастает содержание калия [4].

История формирования. Время наземного вулканизма ОЧВП охватывает период от верхов раннего мела (альб) до второй половины позднего мела (сантон), то есть отрезок времени примерно в 25 млн лет. Время формирования континентальных «андезитовых» поясов Анд охватывает диапазон от позднего сенона до голоцена (80 млн лет). Однако вулканическая деятельность и в том, и в другом регионе началась задолго до этапа наземного (континентального) вулканизма, на северо-востоке Евразии – в средней-поздней юре, а в Андах – в позднем триасе, продолжалась в первом случае до конца неокома, во втором – по коньякский век и в обоих поясах сопровождалась накоплением морских, зачастую прибрежно-мор-

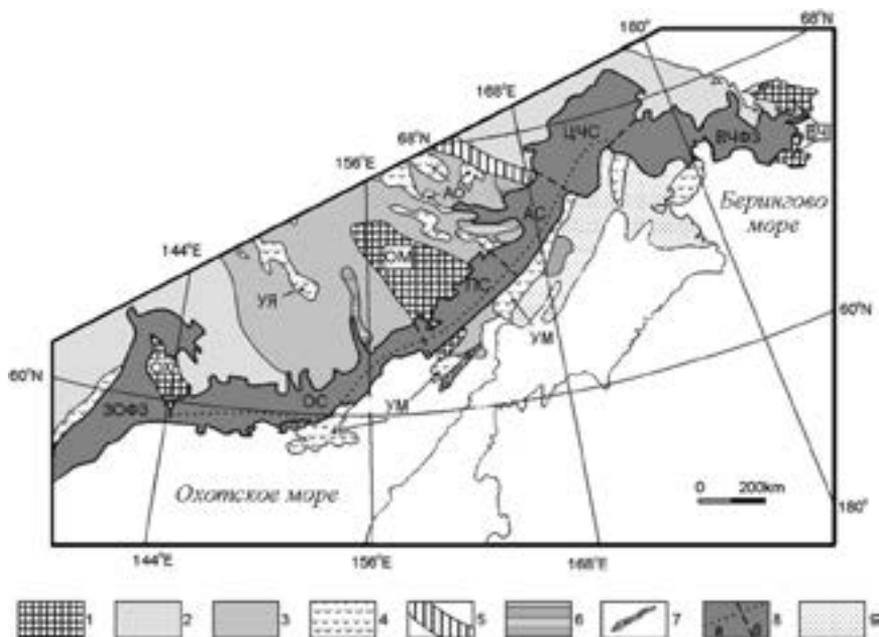


Рисунок. Положение Охотско-Чукотского вулканогенного пояса в тектонической структуре Северо-Востока Азии (по [21]): 1 – кратонные блоки (срединные массивы): ОМ – Омолонский, ОХ – Охотский, ВЧ – Восточно-Чукотский; 2 – мезозойские комплексы пассивных континентальных окраин; 3 – Колымо-Омолонский супертеррейн – тектонический коллаж террейнов различной природы, амальгамированных до раннего мела; 4 – юрско-раннемеловые островодужные пояса, в том числе: УМ – Удско-Мургальский, УЯ – Уяндино-Ясачненский, АО – Алазейско-Олойский; 5 – Южно-Анъюская шовная зона; 6 – синколлизионные бассейны, заполненные позднеюрско-раннемеловыми обломочными отложениями; 7 – крупнейшие массивы гранитоидов (Магаданский и Восточно-Тайгоносский); 8 – Охотско-Чукотский вулканогенный пояс: а – граница между его фронтальной и тыловой зонами, б – границы между его отрезками (по В.Ф. Белому) (ЗОФЗ – Западно-Охотская фланговая зона, ОС – Охотский сегмент, ПС – Пенжинский сегмент, АС – Анадырский сегмент, ЦЧС – Центрально-Чукотский сегмент, ВЧФЗ – Восточно-Чукотская фланговая зона); 9 – кайнозойские континентальные осадочные бассейны.

ских осадков. Вулканические породы этого времени образуют непрерывные петрохимические серии известково-щелочных пород с составом от основного до умеренно кислого. Геодинамическая обстановка этого времени со всей определённой трактуется как островодужная.

Собственно континентальные вулканические пояса, сформировавшиеся и в Андийском регионе, и на краю Евразии в геодинамической обстановке активной континентальной окраины, в том и в другом случае несколько мигрировавшие в сторону континентов от островодужных поясов, представляют собой ансамбли крупных вулканотектонических структур, включающие лавовые плато с многочисленными жерлами, свидетельствующие об ареальном характере вулканизма, кальдеры и вулканоплутонические депрессии, в том числе заполненные игнимбритами, свидетельствующими об эксплозивном типе извержения больших объёмов кислой магмы.

Вулканисты ранних стадий формирования и Охотско-Чукотского, и Андийского поясов интродуцированы крупными многофазными плутонами гранитоидов, сложен-

ными преимущественно гранодиоритами и тоналитами, с участием адамеллитов, габбродиоритов, монцодиоритов, кварцевых сиенитов, гранитов и лейкогранитов.

Тектоническая позиция. Охотско-Чукотский вулканогенный пояс в период своего формирования представлял собой, аналогично Андийскому, надсубдукционную зону, связанную с зоной Беньофа. Проведённые в 1970-е годы расчёты положения палеозоны Беньофа позволили их авторам (В.М. Моралев, Г.Ф. Григораш, Н.И. Филатова) заключить, что угол наклона этой зоны был достаточно пологим (20–25°) [13]. На Южноамериканском континенте сейсмофокальная зона, начинающаяся от Чилийского глубоководного жёлоба, уходит под континент также относительно полого, под углом около 25–30°, до глубин 300–600 км [8, 20].

Фундамент. Оба рассматриваемых вулканогенных пояса – ОЧВП и АВП – являются самостоятельными, неунаследованными тектоническими структурами, наложенными на разнообразные по своему происхождению и возрасту участки земной коры, что подчеркивают структурные несогласия в их основании. Для Андийского вулканогенного пояса субстратом служат прорванные гранитами складчатые комплексы палеозоя и кристаллические породы докембрийского фундамента, то есть области со зрелой континентальной корой, плюс упомянутые уже триасово-юрские островодужные формации.

Фундамент ОЧВП в общих чертах имеет такое же неоднородное строение. Им служит окраина Сибирского континента, которая здесь состоит из разновозрастных блоков с континентальной, утонённой континентальной, переходной и океанической корой, нарастивших край континента в ходе мезозойско-кайнозойской аккреции террейнов и супертеррейнов [14, 15, 17]. Вулканический пояс пересекает а) мезозойды Верхояно-Чукотской складчатой области, отчётливо демонстрируя дискордантность по отношению к их складчатым структурам преимущественно северо-западной ориентировки, б) срединные массивы (Охотский, Омолонский и Восточно-Чукотский) с докембрийским кристаллическим фундаментом, перекрытым палеозойско-мезозойскими породами чехла, а также в) без структурных несогласий – уже упомянутые позднеюрско-неокомские островодужные сооружения.

Заключение. В террейновом анализе используется понятие сшивающих геологических комплексов, то есть образований, пронизывающих смежные террейны и окраину кратона. К таким комплексам можно отнести и Охотско-Чукотский вулканогенный пояс – яркую и убедительную палеоструктуру типа вулканоплутонических поясов, маркирующих зоны андийского подвига литосферы.

Коллекция пород этого пояса есть теперь и в нашем музее. Более половины в ней (25 из 43 натуральных образцов) составляют породы кислого и умеренно кислого состава: риолиты, риодациты, дациты, трахириолиты, трахидациты и их туфы, туффзиты и игнимбриты. Породы среднего состава (андезиты, дациандезиты, трахиандезиты и их туфы) представлены десятью, а породы основного состава (андезибазальты, базальты, трахибазальты и их туфы) – восемью образцами. Породы известково-щелочного ряда составляют около 90%, а породы субщелочного и щелочного рядов – около 10% коллекции. Эти количественные соотношения приблизительно характеризуют распространённость вулкаников разного состава и типов в разрезах Охотско-Чукотского вулканогенного пояса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акинин В.В. Эволюция известково-щелочных магм Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. // IV Всероссийский симпозиум по вулканологии и палеовулканологии. «Вулканизм и ге-

динамика» (22–27 сентября 2009 г.). Петропавловск-Камчатский, 2009. С. 235–237 (www.kscnet/ivs/conferences/symposium_4/abstr/abs4-1.pdf).

2. *Белый В.Ф.* Геология Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. Магадан: СВ КНИИ ДВО РАН, 1994. 76 с.

3. *Белый В.Ф., Белая Б.Б.* Поздняя стадия развития Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (верхнее течение р. Энмываам). Магадан: СВ КНИИ ДВО РАН, 1998. 108 с.

4. *Беляев И.В., Гельман М.Л., Тимошенко В.И.* Мощность земной коры Северо-Востока СССР и относительные содержания калия в изверженных горных породах // ДАН СССР. 1973. Т. 213. № 3. С. 699–701.

5. *Богданов А.А.* О геологии Перуанских Анд // Бюлл. МОИП, отд. геологии. 1970. Т. XLV. № 2. С. 130–151.

6. *Котляр И.Н., Русакова Т.Б.* Меловой магматизм и рудоносность Охотско-Чукотской области: геолого-геохронологическая корреляция. Магадан: СВКНИИ ДВ РАН, 2004. 152 с.

7. *Ломизе М.Г.* Особенности развития вулканизма в Чилийско-Аргентинских Андах // Эволюция вулканизма в истории Земли. Материалы I Всесоюзного палеовулканологического симпозиума. М., 1973. С. 28–30.

8. *Ломизе М.Г.* Тектоническое развитие и вулканизм Чилийско-Аргентинских Анд // Бюлл. МОИП, отд. геол. 1975. Т. L. № 3. С. 48–69.

9. *Ломизе М.Г.* Сравнительный анализ Арауканского (Анды) и Охотско-Чукотского вулканических поясов // Глубинное строение, магматизм и металлогения тихоокеанских вулканических поясов: Тез. Всес. симпозиума. Владивосток, 1976. С. 182–183.

10. *Ломизе М.Г.* Об изменении геодинамической обстановки при развитии окраинно-материковых вулканических поясов // XIV Тихоокеанский научный конгресс. Комитет «Твёрдая оболочка Земли». Секция В IV. *Магматические и метаморфические комплексы в структурах Тихоокеанского кольца*. Тез. докл. М.: ВИНТИ. 1979. С. 62–64.

11. *Ломизе М.Г.* О факторах, регулирующих латеральную миграцию вулканизма в окраинно-материковых поясах // Мезозойский и кайнозойский вулканизм и связанные с ним полезные ископаемые. Тез. V Всесоюзного вулканологического совещания. Тбилиси, 1980. С. 21–23.

12. *Обручев С.В.* Материалы для тектоники Северо-Восточной Азии. // Проблемы Сов. геол. 1934. № 6. С. 182–200, № 7. С. 3–16.

13. *Парфёнов Л.М.* Континентальные окраины и островные дуги мезозойско-северо-востока Азии. Новосибирск: Наука, 1984. 190 с.

14. *Парфёнов Л.М.* Террейны и история формирования мезозойских орогенных поясов Восточной Якутии // Тихоокеанская геология. 1995. Т. 14, № 6. С. 32–43.

15. *Парфёнов Л.М., Натапов Л.М., Соколов С.Д., Цуканов Н.В.* Террейны и аккреционная тектоника Северо-Востока Азии // Геотектоника. 1993. № 1. С. 68–78.

16. *Полин В.Ф., Молл-Столпан Э.Дж.* Петролого-геохимические критерии тектонических условий формирования Чукотского звена Охотско-Чукотского вулканического пояса // Тихоокеанская геология. 1999. Т. 18. № 4. С. 29–47.

17. *Соколов С.Д.* Аккреционная тектоника Корякско-Чукотского сегмента Тихоокеанского пояса // Труды ГИН РАН. Вып. 479. М.: Наука, 1992. 181 с.

18. *Устиев Е.К.* Охотский тектономагматический пояс и связанные с ним проблемы // Сов. геология. 1959. № 3. С. 3–26.

19. *Филатова Н.И.* Периокеанические вулканогенные пояса. М.: Недра, 1988. 264 с.

20. *Чехович В.Д., Зоненишайн Л.П., Волкова Л.Н.* О некоторых особенностях развития мезозойских и кайнозойских структур Южных и Центральных Анд // Изв. высших учебных заведений. Геология и разведка. 1975. № 12. С. 62–71.

21. *Tikhomirov P.L., Kalinina E.A., Moriguti T., Makishima A., Kobayashi K., Cherepanova I.Yu., Nakamura E.* The Cretaceous Okhotsk–Chukotka Volcanic Belt (NE Russia): geology, geochronology, magma output rates, and implications on the genesis of silicic LIPs // J. of Volcanology and Geothermal Research. 2012. Vol. 221–222. P. 14–32.

REFERENCES

1. Akinin V.V. Evolution of calc-alkaline magmas in the Okhotsk-Chukotka volcanogenic belt. *The fourth All-Russian Symposium on volcanology and paleovolcanology. «Volcanism and geodynamics»*. Pp. 235–237 (Petropavlovsk-Kamchatsky, 2009) (in Russian).
2. Belyi V.F. *Geology of the Okhotsk-Chukotka volcanogenic belt*. 76 p. (Magadan: SV KNII DVO RAN, 1994) (in Russian).
3. Belyi V.F., Belaya B.B. *Late stage development of the Okhotsk-Chukotka volcanogenic belt (upper part of Enmyvaam river)*. 108 p. (Magadan, SV KNII DVO RAN, 1998) (in Russian).
4. Beliaev I.V., Gelman M.L., Tymoshenko V.I. The earth crust thickness of the North-Eastern part of the USSR and relative potassium content in igneous rocks. *Doklady Akademii Nauk SSSR*. **213** (3). 699–701 (1973).
5. Bogdanov A.A. About Geology of Peruvian Andes. *Bulleten' MOIP, otd. Geologii*. **XLV** (2). 130–151 (1970) (in Russian).
6. Kotlyar I.N., Rusakova T.B. *Cretaceous magmatism and ore-bearing of the Okhotsk-Chukotka region: geological and geochronological correlation*. 152 p. (Magadan, SV KNII DVO RAN, 2004) (in Russian).
7. Lomize M.G. Development features of volcanism in the Chilean-Argentine Andes. In: *The evolution of volcanism in the Earth's history. Materials of the first All-Union paleovolcanological symposium*. Pp. 28–30 (Moscow, 1973) (in Russian).
8. Lomize M.G. Tectonic evolution and volcanism of the Chilean-Argentine Andes. *Bull. MOIP, otd. geologii*. **L** (3). 48–69 (1975) (in Russian).
9. Lomize M.G. Comparative analysis of Araucanian (Andes) and the Okhotsk-Chukotka volcanic belts. In: *Deep structure, magmatism and metallogeny of the Pacific volcanic belts: Short abstracts of All-Union symposium*. Pp. 182–183 (Vladivostok, 1976) (in Russian).
10. Lomize M.G. On the change of geodynamic conditions during the development of marginal-continental volcanic belts. In: *XIV Pacific Science Congress. The Committee «Solid Earth»*. Section B IV. Igneous and metamorphic complexes in structures of the Pacific Rim. Abstracts. Pp. 62–64. (Moscow, VINITI, 1979) (in Russian).
11. Lomize M.G. Factors regulating the lateral migration of volcanic activity in the marginal-continental zones. In: *Mesozoic and Cenozoic volcanism and associated mineral resources. Abstracts of the fifth All-Union volcanological meeting*. Pp. 21–23 (Tbilisi, 1980) (in Russian).
12. Obruchev S.V. Materials for the tectonics of Northeast Asia. *Problemy Sovetskoj geologii*. **6**. 182–200. 7. 3–16 (1934) (in Russian).
13. Parfyonov L.M. *Continental margins and island arcs of Northeast Asia Mesozoides*. 190 p. (Novosibirsk, Nauka, 1984) (in Russian).
14. Parfyonov L.M. Terranes and history of the formation of the Mesozoic orogenic belts in Eastern Yakutia. *Tihookeanskaya geologiya*. **14** (6). 32–43 (1995) (in Russian).
15. Parfyonov L.M., Natapov L.M., Sokolov S.D., Tsukanov N.V. Terranes and accretion tectonics of Northeast Asia. *Geotectonica*. **1**. 68–78 (1993) (in Russian).
16. Polin V.F., Mall-Stolkap E.J. Petrological and geochemical criteria of tectonic conditions of formation of the Okhotsk-Chukotka volcanic belt Chukotka member. *Tihookeanskaya geologiya*. **18** (4). 29–47 (1999) (in Russian).
17. Sokolov S.D. Accretion Tectonics of the Koryak-Chukotka Segment of the Pacific Belt // *Proceedings of RAS Geological Sciences Institute*. Issue 479. 181 p. (Moscow, Nauka, 1992) (in Russian).
18. Ustiev E.K. Okhotsk tectonomagmatic belt and the associated problems. *Sovetskaya geologiya*. **3**. 3–26 (1959) (in Russian).
19. Filatova N.I. *Perioceanic volcanic belts*. 264 p. (Moscow, Nedra, 1988) (in Russian).
20. Chekhovich V.D. Zonenshain L.P., Volkova L.N. Some development features of the Mesozoic and Cenozoic structures of the Southern and Central Andes. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Geologiya I razvedka*. **12**. 62–71 (1975) (in Russian).
21. Tikhomirov P.L., Kalinina E.A., Moriguti T., Makishima A., Kobayashi K., Cherepanova I.Yu., Nakamura E. The Cretaceous Okhotsk-Chukotka Volcanic Belt (NE Russia): geology, geochronology, magma output rates, and implications on the genesis of silicic LIPs. *J. of Volcanology and Geothermal Research*. **221–222**. 14–32 (2012).