

Террейны Верхоянского складчато-надвигового пояса (Восточная Якутия)

Ф.Ф. Третьяков

*Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск, Россия
treyakov_ff@mail.ru*

Аннотация. Рассмотрена проблема тектонического строения и происхождения террейнов Верхоянского складчато-надвигового пояса. Изучение их не полное и вызывает замечания и вопросы, часть которых обсуждается. Кроме того, обсуждаемые исследования опираются большей частью на разного рода предположения и допущения, которые всегда рождают новые. Одно из решений этой проблемы предполагает, что Верхояно-Колымская система мезозойд (ВКСМ) была сформирована в средней юре–начале раннего мела в процессе коллизии, столкновения с Сибирским континентом различных блоков земной коры или террейнов малых океанов, окраинных морей, задуговых бассейнов, микроконтинентов и островных дуг, которые располагались в пределах перикратонной конвергентной зоны или в тылу конвергентной границы, обрамлявшей побережье Северо-Азиатского континента. Характерная особенность террейнов ВКСМ заключается в том, что они представляют собой коллизионные террейны, слагающие орогенные системы с изометричным мозаичным рисунком, которые отличаются от линейных орогенных систем, сложенных аккреционными террейнами.

Ключевые слова: террейн, тектоническая аккреция, конвергентная граница, коллизия, конвергентная перикратонная зона, Верхояно-Колымская система мезозойд.

Благодарности. Работа выполнена в рамках Проекта НИР ИГАБМ СО РАН № 0381-2019-0001, а также при частичной поддержке гранта РФФИ № 19-05-009 45.

Введение

Тектоническое районирование Северо-Востока СССР на основе террейновой тектоники впервые была предпринята Л.П. Зоненшайном с соавторами [1]. Ими в пределах мезозойд Верхояно-Колымской складчатой системы к чужеродным блокам (террейнам) были отнесены тектонические элементы Колымской структурной петли, Олойской зоны, а также Омолонский и Охотский массивы, окруженные структурами Верхоянской складчатой системы, возникшей в позднем мезозое на месте пассивной континентальной окраины. Позже область распространения террейнов в пределах Верхояно-Колымских мезозойд расширилась главным образом за счет восточных тектонических элементов Верхоянского складчато-надвигового пояса (ВСНП) [2], где в ранге террейнов были выделены: турбидитовые Кулар-Нерский и Нагонджинский, а также Полоусно-Дебинский аккреционного клина (рис. 1).

Эта точка зрения в целом была поддержана другими исследователями [3–5]. Более того, было предложено включить в разряд перикратон-

ных или террейнов пассивной континентальной окраины оставшуюся западную часть ВСНП, сложенную шельфовыми терригенными отложениями [5], т. е. осадочные комплексы явно нетектонической (вертикальной) аккреции. Причем этот последний шаг к полной террейнизации области ВСНП был предпринят на основе не террейнового, а структурного анализа. Как видно, основные положения и понятия аккреционной тектоники, изложенные в работах [3, 6, 7], не всегда строго соблюдаются и есть возможность формальной, свободной трактовки определения террейнов и их типов в разных геодинамических обстановках.

Под тектонической аккрецией понимается латеральное приращение и наращивание активных континентальных окраин террейнами в результате субдукции; террейны – блоки, фрагменты различных геодинамических областей и зон земной коры, доставленные к зоне субдукции на «спине океанской литосферы» [6, 7]. Таким образом, основным механизмом тектонической аккреции является субдукция, в процессе которой происхо-

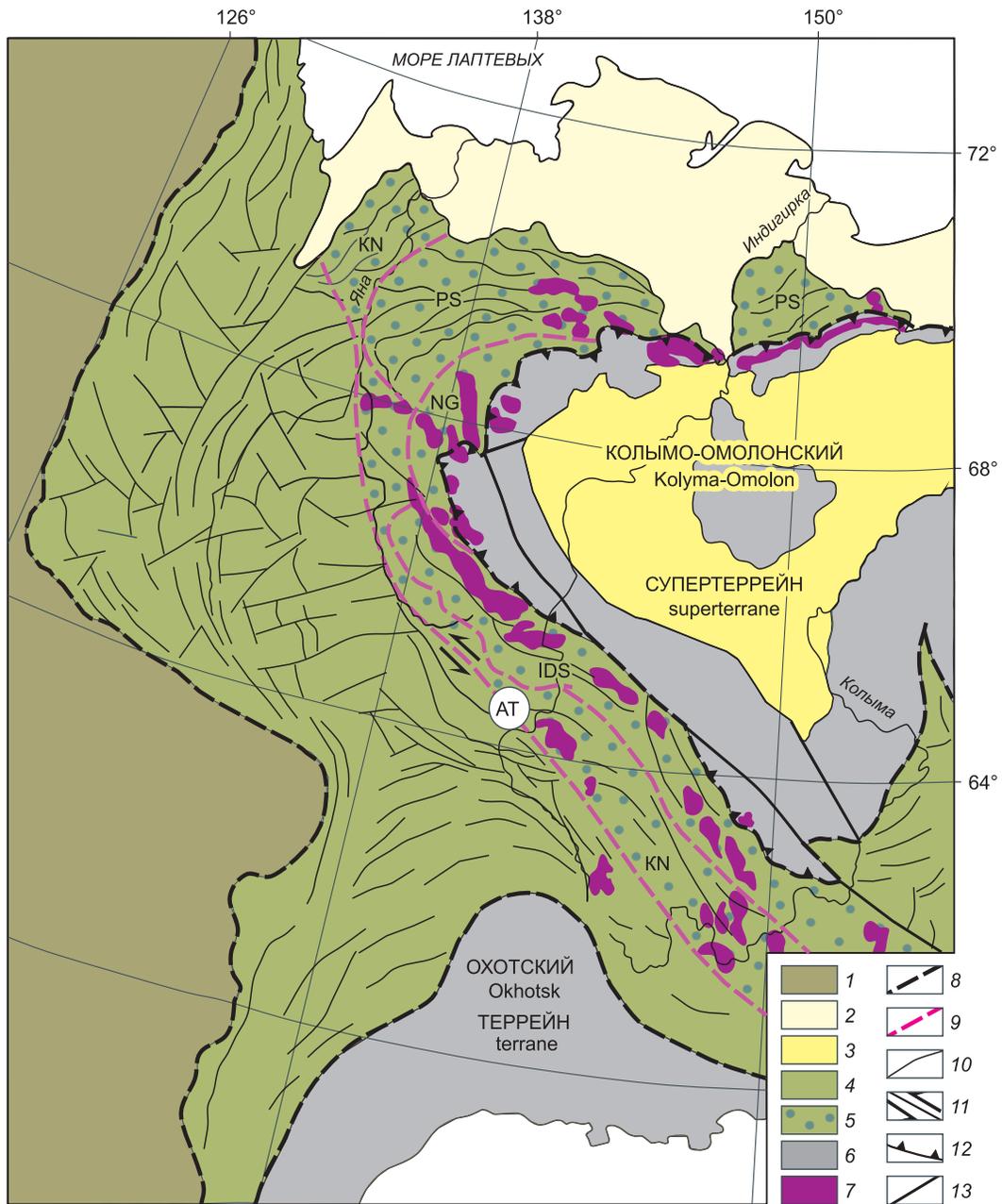


Рис. 1. Тектоническая схема Верхояно-Колымской складчатой системы.

1 – Сибирская платформа. Геологические комплексы Верхояно-Колымской складчатой системы: 2 – четвертичные, 3 – кайнозой-позднеюрские Колымо-Омолонского супертеррейна, 4 – каменноугольно-юрские Верхоянского складчато-надвигового пояса. Террейны: 5 – Верхоянского складчато-надвигового пояса, 6 – Колымо-Омолонский и Охотский. 7 – гранитоиды Главного и Северного поясов. Границы: 8 – Верхоянского складчато-надвигового пояса, 9 – террейнов. 10 – структурные линии складок и разрывов, 11 – сдвиги, 12 – надвиги, 13 – прочие разрывы.

Буквенные обозначения. Террейнов: KN – Кулар-Нерский, NG – Нагонджинский, сегменты Полоусно-Дебинского: PS – Полоусный, IDS – Иньяли-Дебинский. Разлом: AT – Адыча-Тарынский.

Fig. 1. Tectonic scheme of the Verkhoyansk-Kolyma fold system.

1 – Siberian platform. Geological complexes of the Verkhoyansk-Kolyma fold system: 2 – quaternary, 3 – cenozoic-late jurassic of the Kolyma-Omolon superterrane, 4 – carboniferous-jurassic of the Verkhoyansk fold-and-thrust belt. Terranes: 5 – Verkhoyansk fold-and-thrust belt, 6 – Kolyma-Omolon and Okhotsk. 7 – granitoids of the Main and North belts. Boundaries: 8 – Verkhoyansk fold-and-thrust belt, 9 – terranes. 10 – structural lines of folds and faults, 11 – strike-slip faults, 12 – thrusts, 13 – other faults.

Abbreviations. Terranes: KN – Kular-Nera, NG – Nagondzha, segments of the Polousny-Debyn terrane: PS – Polousny, IDS – Inyali-Debin. Fault: AT – Adycha-Taryn.

дит приращение, увеличение площади земной коры активных окраин континентов террейнами разной природы с формированием аккреционных орогенных поясов [8, 9].

Помимо этого, общий рост континентов (кратонов) кроме латеральной тектонической аккреции обеспечивает вертикальная, нетектоническая аккреция, которая наращивает, увеличивает мощность структур земной коры континентов (платформ, пассивных континентальных окраин) продуктами седиментации и магматизма [10].

С этих основных и других положений, на которые опирается идея тектонической аккреции [6], рассмотрим проблему террейнов ВСНП Верхояно-Колымской системы мезозоид. Необходимо также учитывать и недостаточную геологическую изученность тектонического строения и развития рассматриваемой территории, что так или иначе влияло на неизбежные условности в геодинамических построениях обсуждаемых ниже [2, 4, 11] и в других работах, авторы которых полностью отдают себе в этом отчет.

Обсуждение

Кулар-Нерский турбидитовый террейн (см. рис. 1) в контексте плитной тектоники вначале был выделен как Кулар-Нерский сланцевый пояс (КНСП) [12], сложенный глинистыми глубоководными толщами пермь-нижнеюрского возраста. Указанный комплекс терригенных отложений большинство исследователей [1, 5, 11, 13] единодушно относят к дистальным отложениям, накопившимся на склоне и подножье Верхоянской пассивной континентальной окраины, и он является неотъемлемым крайним элементом непрерывного латерального ряда терригенных комплексов континентального шельфа, склона и подножья пассивной окраины.

Другими словами, осадочный комплекс КНСП участвует в строении крупной проградационной осадочной призмы (миогеоклинали), которая росла и продвигалась в процессе седиментации, наращивая терригенные отложения Верхоянской пассивной окраины в направлении к Оймяконскому бассейну [11]. С этой точки зрения, восточный край Северо-Азиатского кратона (САК) был приращен осадочными отложениями позднего палеозоя-мезозоя КНСП в процессе седиментации или вертикальной, нетектонической аккреции. Основные, общие черты геологического строения, тектоническое положение и форма этой крупной седиментационной проградацион-

ной призмы в целом кардинально не изменились и после деформации ее *in situ* в процессе поздне-мезозойской коллизии и превращения ее в обширный Верхоянский складчато-надвиговый пояс. При всем этом дистальная часть терригенных отложений Верхоянской пассивной окраины или турбидитовый комплекс КНСП не испытал тектонической аккреции (причленения) к краю Сибирского континента в качестве террейна. Но допускается, что черносланцевая толща КНСП, возможно, принадлежит отложениям «Оймяконского малого океанического бассейна» и располагается к востоку от Адыча-Тарынского коллизиионного шва [11, 13].

Неоднозначно трактуется геодинамическая природа в прошлом Туоастахского антиклинория [14], триас-юрские терригенные отложения которого дугообразно обрамляют западный выступ (индензор) КОС. Согласно современным представлениям, Туоастахская структура сложена двумя разными по своей природе геодинамическими комплексами [4, 13]: терригенными отложениями карбона-ранней юры континентального склона и подножья западной окраины Омудевского микроконтинента и карбон-пермскими рифтогенными вулканогенно-осадочными образованиями Селенняхского и Тас-Хаяхтахского блоков. Этот тектонический элемент, сложенный указанными выше геодинамическими комплексами, по мнению одних исследователей, образует Туоастахскую аккреционную призму [4], других – Нагонджинский турбидитовый террейн [13].

В террейновой тектонике аккреционные призмы (клинья) представляют собой деформированный осадочный комплекс, сформированный во фронтальной зоне активных окраин континентов или островных магматических дуг [6, 7]. Следовательно, Туоастахская призма должна соответствовать по природе, возрасту и геодинамическому строению надсубдукционным образованиям. Но возникает вопрос, порождением какой зоны субдукции в пределах Оймяконского малого океанического бассейна в позднем палеозое–раннем мезозое являются синхронные этому процессу осадочные и вулканогенно-осадочные комплексы Туоастахской аккреционной призмы? Субдукционная обстановка в рассматриваемой области была сформирована лишь в позднеюрское время с закрытием Оймяконского малого океана, которое маркируется образованием Уяндина–Ясачненского вулканического пояса (УЯВП) [2, 11].

Более того, предполагается, что эта Туостакская аккреционная призма к концу мезозоя расширяет и увеличивает свою площадь за счет включения в ее состав преддуговых образований Инъяли-Дебинского и Полоусненского синклинориев, а также турбидитовых комплексов КНСП [4]. В этом случае в строении западного фронтального клина Туостакской аккреционной призмы принимают участие наиболее древние пермь-триас-раннеюрские породы КНСП, принадлежащие к осадочным комплексам Верхоянской пассивной окраины. Кроме того, в составе рассматриваемой призмы не находят себе места верхнепалеозойские (карбон–пермь) рифтогенные вулканогенно-осадочные образования Селенняхского и Тас-Хаяхтакского блоков Омуплевского микроконтинента.

Нагонджинский турбидитовый террейн [13] – это тот же Туостакский террейн [4], состоящий из тех же геодинамических комплексов (см. рис. 1). Каменноугольно-раннеюрская часть террейна состоит из осадочной толщи континентального склона и подножья западной окраины Омуплевского микроконтинента и по своей геодинамической характеристике соответствует типу турбидитового террейна, в котором мощные триас-раннеюрские терригенные отложения выделялись в составе селенняхской осадочной серии [15]. Фрагменты позднепалеозойских отложений Нагонджинского террейна другого состава обнаружены в рассматриваемом районе в конце 1980–начале 1990 гг. и представлены фтанитами, кремнистыми туффитами, туфопелитами с прослоями известняков и алевролитов, которые слагают узкие тектонические клинья вдоль Нальчанского надвига [4]. В раздробленных, деформированных породах этих клиньев автором в 1989 г. в кремнистых отложениях были впервые обнаружены неопределимые остатки радиолярий. Позднее в результате целенаправленного поиска и изучения этих ископаемых был установлен их раннекаменноугольно-пермский возраст [16].

Другая верхнепалеозойская часть разреза Нагонджинского террейна имеет совершенно иную геодинамическую природу. В пределах Селенняхского блока она изучена в зоне Сеймчанского надвига, где представлена фамен-турнейским рифтогенным вулканогенно-осадочным комплексом [4]. Одинаковые по происхождению позднедевонские (фран) магматические образования устанавливаются и на смежной территории в пределах Чималгинского и Нахаттинского блоков Тас-Ха-

яхтахского хребта [17]. Далее рифтовые комплексы девон-каменноугольного возраста прослеживаются в юго-восточном направлении в пределы Арга-Тасского хребта и Белоноченской зоны Южного Приколымья [18], которые на ранних стадиях их изучения предлагалось выделять в составе вулканогенно-осадочных комплексов Арга-Тасской рифтовой системы [19].

Таким образом, эту цепочку среднепалеозойских рифтовых комплексов северо-западно-юго-восточного направления, разрушивших целостность Омуплевского микроконтинента на отдельные блоки, не следует выделять в составе Нагонджинского террейна, а следует относить к ряду террейнов рифтогенного типа юго-западной окраины КОС.

Полоусно-Дебинский террейн аккреционного клина [13] состоит из двух сегментов, представленных синклинориями, обрамляющими КОС: с севера – Полоусный, а с юго-запада – Инъяли-Дебинский (см. рис. 1). На ранней геосинклинальной стадии изучения тектоники Северо-Востока СССР они рассматривались как отрицательные региональные складчатые структуры, сложенные терригенными отложениями юрского возраста [20]. С появлением концепции тектоники плит и созданием первой геодинамической модели территории Якутии эти тектонические структуры стали трактоваться как преддуговые прогибы УЯВП [4, 11, 13, 21]. Позже с внедрением аккреционной тектоники на северо-востоке России структуры Полоусненского и Инъяли-Дебинского преддуговых прогибов были упразднены и трансформированы в единый террейн аккреционного клина [13]. Согласно этим представлениям, сегменты Полоусно-Дебинского террейна выполнены средне-позднеюрскими терригенными турбидитовыми (флишевыми) толщами с горизонтами подводно-оползневых образований и олистостромом с обломками вмещающих и чужеродных пород.

В составе средне-позднеюрских терригенных толщ Инъяли-Дебинского сегмента олистостромом с обломками пестрого (чужеродного) состава, в том числе палеозойских известняков с остатками кораллов и криноидей, приурочены к северо-восточному крылу синклинория, в районе истоков р. Омуплевка и Мома, вблизи границы его с Омуплевским террейном [22, 23]. В направлении к центральной части синклинория горизонты микститов с чужеродными обломками выклиниваются. В юго-западном крыле структуры средне-

верхнеюрские разрезы терригенных образований содержат олистостромы исключительно из обломков и блоков местных, вмещающих пород глинистого и песчаникового состава.

В Полоусном сегменте келловей-оксфордские хаотические образования, содержащие обломки и валуны известняков среднепалеозойского (?) возраста, установлены на западе и в центральной части синклинали [14]. В этих же районах наблюдается несогласное стратиграфическое залегание келловейских осадочных пород на норийских отложениях позднего триаса. В восточной части этого сегмента на Кондаковском плоскогорье (правобережье р. Индигирка) обозначаются некоторые особенности строения его фундамента. Изучение литологии турбидитовых позднеюрских толщ показало, что источником обломочных отложений этих пород служили преимущественно гранитоиды и кристаллические сланцы [24]. Этим исследованиям не противоречат геофизические материалы, которые свидетельствуют о неглубоком залегании кристаллического(?) фундамента, наиболее приближенного к дневной поверхности на юге и востоке этой территории [25].

Следует отметить также отсутствие в разрезе средне-позднеюрских терригенных отложений Полоусно-Дебинского террейна фрагментов океанской коры, содранных с погружающейся плиты Оймяконского малого океана, и пелагических осадков, маркирующих происхождение и особенности строения надсубдукционных аккреционных клиньев. Кремнистые раннеюрские отложения, выделяемые в районе междуречья Артык-Бурустах Иньяли-Дебинского синклинали, рассматриваются в составе норий-лейасового горизонта [26] в кровле турбидитовой толщи Кулар-Нерского террейна [4, 13]. В других районах Иньяли-Дебинского синклинали, а также в пределах Полоусного сегмента кремнистые отложения в разрезах нижней юры не установлены, осадочные отложения геттангского возраста представлены толщей песчаников [15]. Кроме того, в характеристике террейнов рассматриваемого типа подчеркивается, что одним из основных признаков этих структур является омоложение расчешуенных пелагических отложений фронтальных клиньев аккреционных призм в сторону океана [27].

Однако в Полоусном сегменте аккреционной призмы, который имеет широтное простирание, омоложение юрских отложений (от ранних к поздним) происходит с юга на север, т. е. с уда-

лением от КОС или от позднеюрской островной дуги УЯВП. В Иньяли-Дебинском синклинали северо-западного простирания намечается обратная тенденция омоложения пород от ранне- до позднеюрских с юго-запада на северо-восток, т. е. с приближением к КОС или УЯВП. Противоположная вергентность омоложения юрских отложений Полоусного и Иньяли-Дебинского сегментов аккреционной призмы и соответственно их неодинаковое строение и развитие в течение юрского времени вызывает определенное сомнение считать их единой Полоусно-Дебинской позднемезозойской аккреционной призмой (клином).

Одно из допущений отнесения рассмотренных тектонических единиц восточной окраины ВСНП в состав террейнов Верхояно-Колымских мезозойд заключается в положении террейнов по отношению к структуре коллизионного шва, который был создан «столкновением крупных литосферных блоков вдоль Адыча-Тарынской зоны разломов» [28] (см. рис. 1).

Впервые идея о возможной принадлежности зоны Адыча-Тарынского разлома к шовным зонам была высказана Ю.В. Архиповым [29] и затем была поддержана и развита Л.М. Парфеновым [30, 31]. С этой точки зрения Адыча-Тарынский разлом рассматривался границей столкновения Алазейской островной дуги (микроконтинента) и Верхоянской пассивной континентальной окраины, вдоль которой могла быть поглощена океанская кора [4, 11, 30]. Эта идея была сохранена в [2], где тектонические элементы Верхояно-Колымской системы мезозойд (ВКСМ), расположенные восточнее Адыча-Тарынского шва, представляют собой коллаж террейнов разной природы (см. рис. 1).

Тем не менее, проблема коллизионного шва (сутуры), вдоль которой в процессе субдукции поглощается океаническая кора [32], в пределах территории ВКСМ остается открытой. Вполне естественно можно было бы считать, что сутура, соответствующая зоне закрытия Оймяконского малого океанического бассейна, располагается где-то в пределах коллизионного пояса Черского. Однако специальное исследование этого крупного тектонического элемента [4] показало лишь весьма сложное его тектоническое строение, содержащее раннепалеозойские офиолиты и другие их фрагменты неясной природы и возраста, но с неизменным положением в пространстве Адыча-Тарынской сутурной зоны. Следует заметить, что в покровно-складчатых областях суще-

ствуют внутриплитные зоны разломов с интенсивной деформацией осадочных пород, которые образуются вдоль границ тектонического сочленения комплексов глубоководных впадин и поднятий или двух поднятий над закрытым узким бассейном седиментации и т. д. Эти разломные структуры определяются как безофиолитовые или внутриплитные коллизионные швы [33]. К этому типу безофиолитовых швов относится, по всей видимости, и Адыча-Тарынская зона разломов, отделяющая в пределах ВСНП терригенные комплексы шельфовых отложений Верхоянской пассивной окраины от турбидитовых терригенных комплексов КНСП [2, с. 156].

Другие исследователи в пределах коллизионного пояса Черского в качестве коллизионного шва видят зону разлома Дарпир, который разграничивает автохтонные и аллохтонные палеозойские блоки КОС [23]. Эта идея в определенной мере была поддержана автором данной статьи [34], но указано, что шовной зоной является разлом Улахан, отделяющий аллохтонные палеозойские блоки Омудевского террейна, пронизанные коллизионными гранитными батолитами Главного и Северного поясов, от автохтонных блоков, в пределы которых гранитоиды указанных поясов не проникают (см. рис. 1).

Помимо не решенной проблемы коллизионного шва на территории ВКСМ остается другая, это проблема Оймяконского малого океанического бассейна, прямые геологические подтверждения существования которого отсутствуют. Вместе с тем некоторые косвенные геодинамические признаки указывают на расположение океанического бассейна в позднем палеозое–мезозое в центральной части территории ВКСМ.

Так, начальный этап его формирования связан с рифтовыми процессами среднего–позднего девона, когда между структурами растяжения Верхоянской и Индигирской рифтовых систем [35] произошло заложение обширной Верхоянской пассивной континентальной окраины. Особенности накопления и рост проградационной призм терригенных отложений верхоянского комплекса в восточном направлении указывают на возможное место зарождения и возникновения Оймяконского бассейна. Время закрытия и поглощения океанской коры бассейна выражено образованием вулканогенных позднеюрских островодужных комплексов УЯВП, а также становлением позднеюрско-раннемеловых коллизионных гранитных батолитов Главного и Северного поясов

[2, 11, 30, 36]. Другие геологические признаки Оймяконского бассейна основаны на предположениях разного характера.

Среди офиолитов пояса хребта Черского [37] наиболее изучены Калгынский и Мунилканский массивы. Однако они относятся к реликтам океанской коры раннепалеозойского окраинноморского бассейна, тектонически выведенные на земную поверхность в процессе амальгамации Омудевского микроконтинента с Алазейской островной дугой в ранне-среднеюрскую эпоху [4]. Возраст метаморфизма ультрамафит-мафитов этих массивов и вмещающих их пород по радиологическим данным датируется среднепалеозойским [2, 4]. Кроме того, результаты исследования последних лет [17] указанных ультрамафит-мафитовых ассоциаций показывают, что они обладают разными геологическими и петрохимическими характеристиками, по которым к типичным офиолитам ближе Калынгские образования, чем Мунилканские. Природа и возраст других фрагментов офиолитов юго-восточной части коллизионного пояса Черского: Кыбытыгасского, Уччинского и Гарбыньинского тел [4], как и существование фрагментов новообразованной океанской коры позднепалеозойско-мезозойского Оймяконского бассейна, не установлены.

Глубоководными океаническими отложениями Оймяконского бассейна предполагаются раннеюрские породы кадыкчанской свиты Инъяли-Дебинского синклинория [4, 13], которые представлены серицит-кремнистыми, глинисто-кремнистыми сланцами, ассоциирующими с прослоями пепловых туфов и песчаников с обломками вулканических стекол [26]. Они слагают базальные горизонты осадочного разреза ранней юры в центральной части синклинория на междуречье Артык–Бурустах и не известны в других его районах [38], а также на территориях Полоусного и Сугойского синклинориев [14, 39]. Эта ассоциация кремнистых и эксплозивных вулканогенных пород, по всей видимости, имеет локальное распространение, и их накопление связано с действием относительно кратковременного магматизма раннеюрского времени не в пределах Инъяли-Дебинского синклинория, а в смежном с ним районе.

Ближайший по возрасту и месту проявления раннеюрский эффузивный магматизм основного состава известен в зоне Кюбюминского рифта [40, 41], на северной окраине Сунтаро-Лабынкырского поднятия Северного Приохотья [20]. Можно предполагать, что некоторые особенно-

сти состава вулканогенных пород кадыкчанской свиты ранней юры (пепловый материал, обломки вулканических стекол) обусловлены выбросом в атмосферу взрывных магматических продуктов Кюбюминской рифтовой зоны [41], разносом и оседанием их в пределах одного из ближайших районов Оймяконского бассейна (Артык–Бурустах), располагавшегося к северо-востоку от Кюбюминского рифта.

По-разному объясняют и природу Оймяконского бассейна. Основные идеи хорошо известны, поэтому ниже ограничимся лишь кратким упоминанием о них. По мнению одних исследователей, в пределах рассматриваемой территории существовала окраинноморская обстановка, аналогичная современным краевым бассейнам Западно-Тихоокеанского побережья. Согласно [42], это было окраинное море типа современной Юго-Восточной Азии, но оно обладало утоненной континентальной корой, не достигшей «полного вскрытия меланократового фундамента». Другие [4], принимая неопределенное суждение об основании Оймяконского бассейна «с утоненной континентальной или океанической корой», сравнивают конвергентную обстановку его развития с окраинным Беринговым морем. Третьи сравнивают условия развития Оймяконского палеобассейна с современной геодинамической обстановкой моря Банда, где происходит столкновение Австралии с островной дугой этого моря [11].

Сторонники океанического типа рассматриваемого бассейна считали, что это новообразованный в позднем палеозое океан: Куларский [43] или Оймяконский [11]. Впоследствии привилось и укрепилось наименование Оймяконский малый океанический бассейн [2]. Характеристика «малый», видимо соответствовала небольшому размеру океанской коры Оймяконского бассейна, которое можно оценить, судя по времени ее поглощения и образования УЯВП. Не исключено, что значительному спредингу океанской коры препятствовала конвергентная обстановка в смежном Аргатаском бассейне, который располагался в позднем палеозое–раннем мезозое к востоку от Омудевского микроконтинента, где формировалась Алазейская островная дуга. Вместе с тем и эти исследователи склонялись к тому, что геодинамика Оймяконского бассейна в определенной мере соответствует обстановке современных окраинных морей Охотского [29] или Банда [11].

Однако какие-либо геологические следы Оймяконского океана не обнаружены ни в пределах

коллизийного пояса Черского, ни в зоне Адыча-Тарынского разлома, где как считали, кора этого океана была поглощена. Тогда как разновозрастный с ним Протоарктический (Южно-Анхойский) океан, закрытый также в поздней юре–раннем меле, охарактеризован многочисленными остатками геодинамических комплексов этой конвергентной области, которые слагают ряд разнородных террейнов в пределах Южно-Анхойской шовой зоны [3, 5].

Заключение

Проведенное обсуждение проблемы террейнов восточной части ВСНП показало, что их строение и природа еще не исследованы полностью, представления о них опираются большей частью на предположения и допущения, что вызывает много замечаний и вопросов, некоторые из них в этой работе рассмотрены. Кроме того, история развития каждого из этих террейнов, так или иначе, является частью истории палеогеодинамической реконструкции и становления Верхояно-Колымской складчатой системы мезозой [3, 5, 11].

Прежде всего, следует указать на общую схему развития ВКСМ в позднем палеозое–раннем мезозое, которая была определена существованием конвергентной границы вдоль северной Циркумпацифики и южного побережья Протоарктического океана [3, 44]. В тылу этой границы располагалась обширная, сложного строения конвергентная прибрежная зона Северо-Азиатского континента из системы малых океанов (Оймяконский), окраинных морей (Аргатаский и др.), микроконтинентов (Омудевский) и островных дуг (УЯВП и др.) (рис. 2, А). Латеральное взаимодействие, столкновение блоков земной коры и деформация геодинамических комплексов или террейнов с последовательным закрытием морских бассейнов этой зоны Северо-Азиатского континента в средней юре–начале раннего мела привело к формированию мозаичного рисунка ВКСМ.

Началось оно закрытием Аргатаского бассейна с амальгамацией (столкновением) Омудевского микроконтинента с Алазейской островной дугой и созданием Колымо-Омолонского супертеррейна (рис. 2, Б), затем замкнулся Оймяконский малый океан с коллизией КОС и Сибирского континента, формированием Главного и Северного коллизийных гранитных поясов и новообразованной Верхояно-Колымской континентальной окраины или ВКСМ [2, 11, 21] (рис. 2, В).

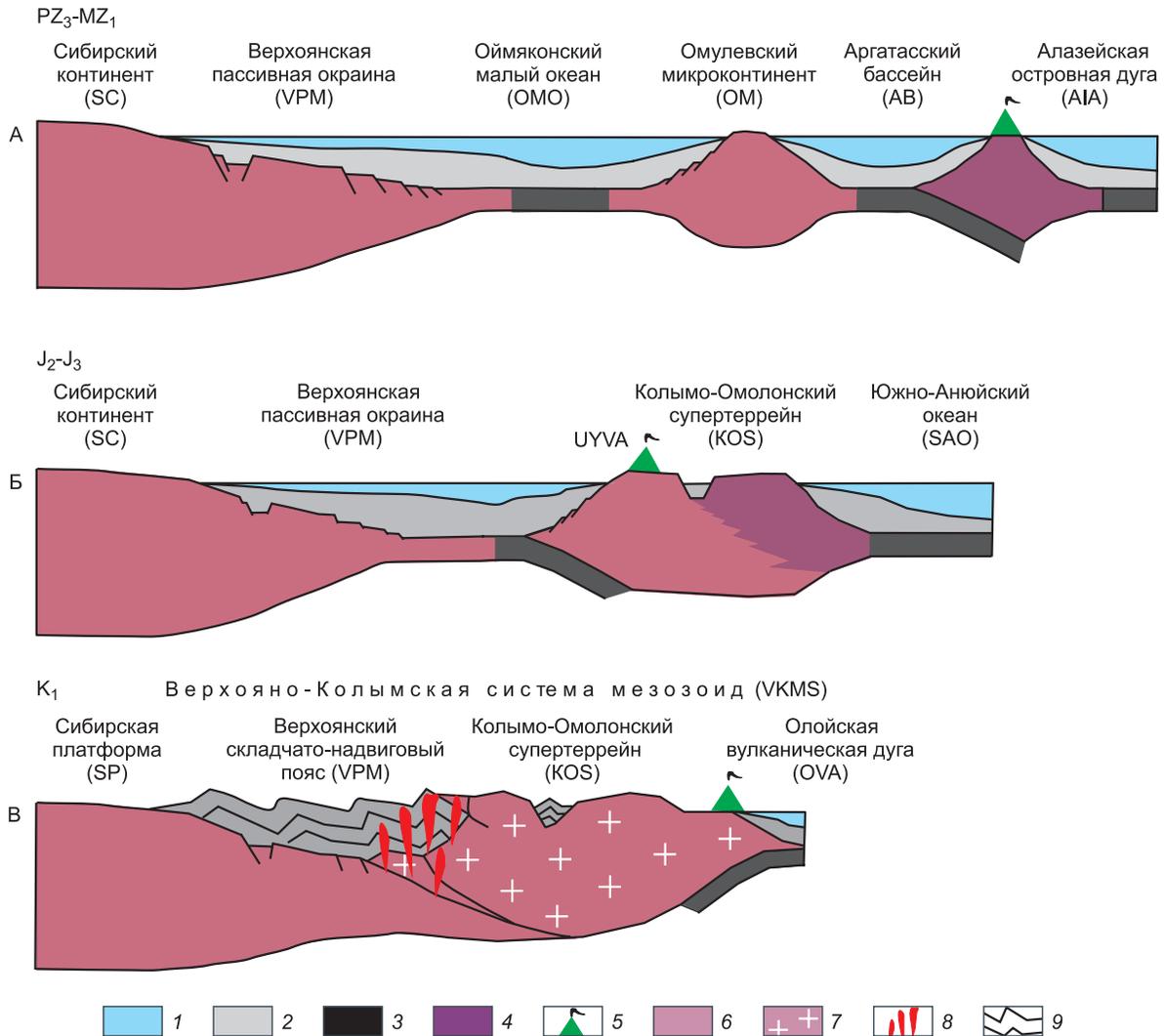


Рис. 2. Схема тектонического развития Верхояно-Колымской системы мезозойд.

1 – море, 2 – каменноугольно-мезозойские отложения, 3 – океанская кора, 4 – земная кора островодужных зон, 5 – вулканы, 6 – континентальная кора Сибирского континента, 7 – новообразованная континентальная кора Верхояно-Колымской системы мезозойд, 8 – гранитоиды, 9 – складчатые структуры.
 Буквенные обозначения: SC – Сибирский континент, VPM – Верхоянская пассивная окраина, ОМО – Оймяконский малый океан, ОМ – Омuleвский микроконтинент, АВ – Аргатасский бассейн, АИА – Алазейская островная дуга, КОС – Колымо-Омолонский супертеррейн, УУВА – Уяндина-Ясачненская вулканическая дуга, SAO – Южно-Анюйский океан, SP – Сибирская платформа, VFTB – Верхоянский складчато-надвиговый пояс, ОВА – Олойская вулканическая дуга, VKMS – Верхояно-Колымская система мезозойд.

Fig. 2. Schematic tectonic history of the Verkhoyansk-Kolyma Mesozooids system.

1 – sea, 2 – carboniferous-mesozoic deposits, 3 – oceanic crust, 4 – earth's crust of island-arc zones, 5 – volcanos, 6 – continental crust of the Siberian continent, 7 – newly-formed continental crust of the Verkhoyansk-Kolyma Mesozooids system, 8 – granitoids, 9 – fold structures.
 Abbreviations: SC – Siberian continent, VPM – Verkhoyansk passive margin, ОМО – Oimyakon minor ocean, ОМ – Omulevka microcontinent, АВ – Arga-Tas basin, АИА – Alazeya island arc, КОС – Kolyma-Omolon superterrane, УУВА – Uyandina-Yasachnaya volcanic arc, SAO – South-Anyui ocean, SP – Siberian platform, VFTB – Verkhoyansk fold-and thrust belt, ОВА – Oloy volcanic arc, VKMS – Verkhoyansk-Kolyma Mesozooids system.

Характерная черта возникновения ВКСМ и ее мозаичной структуры заключается в том, что они были образованы в результате коллизии террейнов внутри перикратонной конвергентной

зоны Северо-Азиатского континента, а не с приключением террейнов к конвергентной границе того же континента в процессе тектонической аккреции [5]. Это позволяет рассматривать ВКСМ

как орогенную систему, возникшую на месте закрытия перикратонной конвергентной зоны позднего палеозоя–мезозоя, аналогичной современным активным зонам Западно-Тихоокеанского побережья, которые располагаются в тылу зоны субдукции.

Как уже упоминалось выше, большинство исследователей, так или иначе, склонялись к этой идее [3, 4, 5, 11, 44] или поддерживали ее, предлагая окраинноморскую модель [42]. Анализ этих воззрений и обсуждение изложенных материалов позволяет наметить общее направление и продолжение всестороннего исследования террейнов ВКСМ, оценить их типы и характеристику. Также следует исходить из того [5], что тектонические элементы ВКСМ относятся к террейнам коллизионного типа, слагающим мозаичные орогенные системы, которые отличаются от рисунка линейных орогенных систем, сложенных аккреционными террейнами. С другой стороны нельзя не заметить и другую особенность коллизионных террейнов: они перикратонные и «родственные» структурам активной окраины Северо-Азиатского побережья позднепалеозойско-мезозойского времени.

Литература

1. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натанов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. Книга 2. М.: Недра, 1990. 334 с.
2. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) / Отв. ред. Л.М. Парфенов, М.И. Кузьмин. М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001.
3. Бондаренко Г.Е. Тектоника и геодинамическая эволюция мезозойского северного обрамления Тихого океана: Автореф. дис. докт. геол.-мин. наук. М.: МГУ, 2004. 46 с.
4. Оксман В.С. Тектоника коллизионного пояса Черского (Северо-Восток Азии). М.: ГЕОС, 2000. 269 с.
5. Соколов С.Д. Очерк тектоники Северо-Востока Азии // Геотектоника, 2010. № 6. С. 60–78.
6. Парфенов Л.М., Ноклберг У.Дж., Ханчук А.И. Принципы составления и главные подразделения легенды геодинамической карты Северной и Центральной Азии, юга российского Дальнего Востока, Кореи и Японии // Тихоокеанская геология, 1998. Т. 17. № 3. С. 3–13.
7. Соколов С.Д. Аккреционная тектоника (современное состояние проблемы) // Геотектоника, 2003. № 1. С. 3–18.
8. Хауэлл Д. Дж. Экзотические блоки // В мире науки. 1986. № 1. С. 40–50.

9. Jones D.L., Cox A., Coney P., Beck M. The growth of western North America // Scientific American. 1982. Vol. 247, N 5. P. 50–64.

10. Вертикальная аккреция земной коры: факторы и механизмы / Отв. ред. М.Г. Леонов. Тр. ГИН РАН; Вып. 542. М.: Наука, 2002. 323 с.

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

12. Parfenov L.M. Tectonics of Verkhoyansk-Kolyma Mesozoides in context of plate tectonics // Tectonophysics. 1991. Vol. 199. P. 319–342.

13. Парфенов Л.М., Оксман В.С., Прокопьев А.В., Тимофеев В.Ф., Третьяков Ф.Ф., Трунилина В.А., Дейкуненко А.В. Коллаж террейнов Верхояно-Колымской орогенной области // Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) / Отв. ред. Л.М. Парфенов, М.И. Кузьмин. М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. С. 199–255.

14. Натанов Л.М., Сурмилова Е.П. Геологическая карта СССР. Масштаб 1:1000000 (новая серия). Лист R-53-(55) Депутатский. Объяснительная записка. СПб., 1992. 105 с.

15. Басов В.А., Бурдыкина М.Д., Вороховская А.М., Эпов Е.Г. К стратиграфии мезозойских отложений Полоусного кряжа и прилегающих районов // Мезозойские отложения Северо-Востока СССР. Л.: НИИГА, 1977. С. 5–15

16. Руденко В.С., Прокопьев А.В., Оксман В.С., Кемкин И.В., Брагин Н.Ю. Первые находки позднепалеозойских радиоларий на территории Восточной Якутии (северо-восток России) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1998. № 1. С. 38–50.

17. Трунилина В.А., Роев С.П., Орлов Ю.С., Иванов А.И. Магматизм хребта Тас-Хаяхта. Якутск: Изд-во ЯГУ, 2009. 135 с.

18. Булгакова М.Д., Колодезников И.И. Среднепалеозойский рифтогенез на Северо-Востоке СССР: осадконакопление и вулканизм. М.: Наука, 1990. 256 с.

19. Гусев Г.С., Гайдук В.В., Булгакова М.Д., Фрадкин Г.С., Брахфогель Ф.Ф. Среднепалеозойский (верхнегерцинский) мегакомплекс // Структура и эволюция земной коры Якутии М.: Наука, 1985. С. 89–117.

20. Гусев Г.С. Складчатые структуры и разломы Верхояно-Колымской системы мезозойского. М.: Наука, 1979. 208 с.

21. Парфенов Л.М., Натанов Л.М., Соколов С.Д., Цуканов Н.В. Террейны и аккреционная тектоника Северо-Востока Азии // Геотектоника. 1993. № 1. С. 68–78.

22. Ермоленко В.Г. Юрские микститы юго-восточного фланга Иньяли-Дебинского мегасинклинария и Сумуно-Урультунского прогиба (верховья р. Колыма) // Проблемы геологии и металлогении Северо-Востока Азии на рубеже тысячелетий. Билибинские чтения. Региональная геология, петрология и геофизика. Т. 1. Магадан, 2001. С. 32–34.

23. Константиновский А.А. Древние глыбы в юрских отложениях хребта Черского (Северо-Восток СССР) // Геотектоника. 1975. № 6. С. 61–67.
24. Осипова З.В. Литология верхнеюрского песчанового комплекса Кондаковского плоскогорья // Новые данные по металлогении и геологическому строению Яно-Колымского междуречья. Л., 1972. С. 43–50.
25. Харин Е.П. Магнитотеллурические исследования на северо-востоке Якутии // Региональные геофизические исследования в труднодоступных районах. Новосибирск: Наука, 1974. С. 179–188.
26. Чехов А.Д. Тектоника Иньяли-Дебинского синклинория // Складчатые системы Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 3–64.
27. Геологический словарь. Т.1. СПб: Изд-во ВСЕГЕИ. 2010. 432 с.
28. Парфенов Л.М., Рожин С.С., Третьяков Ф.Ф. О природе Адыча-Тарынской зоны разломов (Восточное Верхоянье) // Геотектоника. 1988. № 4. С. 90–102.
29. Архипов Ю.В., Климаш В.П., Попов Л.Н., Трущелев А.М., Шашкина И.А. Геологическое строение Былыньинского блока в центральной части Адыча-Тарынского разлома (верхнее течение р. Адыча) // Геотектоника. 1981. № 4. С. 78–89.
30. Парфенов Л.М. Континентальные окраины и островные дуги мезозойд северо-востока Азии. Новосибирск.: Наука, 1984. 192 с.
31. Парфенов Л.М., Трущелев А.М. Позднетриасовая складчатость и олистостромы на юго-западном крыле Иньяли-Дебинского синклинория, их тектоническое положение и природа (Верхояно-Чукотская область) // Геология и геофизика. 1983. № 3. С. 7–20.
32. Дьюи Д.Ф. Шовная зона // Структурная геология и тектоника плит. М.: Мир, 1991. Т. 3. С. 280–291.
33. Леонов М.Г. Внутриплитные (интрабассейновые) коллизионные швы неогена и самоблокирующаяся субдукция // Тектоника неогена: общие и региональные аспекты. Том 2. Материалы XXXIV Тектонического совещания (30 января–3 февраля 2001 г.). М.: ГЕОС, 2001. С. 361–366.
34. Третьяков Ф.Ф. Разломы Дарпир и Улахан: современная интерпретация // Отечественная геология. 2003. № 6. С. 78–80.
35. Третьяков Ф.Ф. Некоторые аспекты строения консолидированной коры Верхоянского складчато-надвигового пояса // Отечественная геология. 2017. № 5. С. 116–122.
36. Акинин В.В., Прокопьев А.В., Торо Х., Миллер Э.Л., Вуден Дж., Горячев Н.А., Альшевский А.В., Бахарев А.Г., Трунилина В.А. U-Pb SHRIMP-возраст гранитоидов Главного батолитового пояса (Северо-Восток Азии) // Докл. РАН. 2009. Т. 426, № 2. С. 216–221.
37. Оксман В.С., Парфенов Л.М., Прокопьев А.В., Тимофеев В.Ф., Третьяков Ф.Ф., Недосекин Ю.Д., Лейер П.В. Пояс офиолитов хребта Черского // Геология и геофизика, 1994. Т. 35, № 6. С. 3–20.
38. Натанов Л.М., Сурмилова Е.П. Геологическая карта СССР. Масштаб 1:1000000 (новая серия). Лист-54, 55 – Хонуу. Объяснительная записка. Л., 1986. 120 с.
39. Государственная геологическая карта (отв. ред. М.Л. Гельман). Масштаб 1:1000000 (новая серия). Лист О-58 – Магадан; Р-56,57 – Сеймчан. Объяснительная записка. СПб., 1992. 112 с.
40. Коростелев В.И. Тектоника и магматические формации Кюбюминского грабена (Южное Верхоянье) // Геология и тектоника рудоносных регионов Якутии. Изд. Якут. гос. ун-та. Якутск, 1979. С. 3–33.
41. Шепелева Я.П., Колодезников И.И., Семенов В.П., Попов Б.И. Раннеюрский вулканизм Кюбюминской системы складок (Южное Верхоянье, Якутия). Якутск: Сфера, 2010. 96 с.
42. Чехов А.Д. Тектоническая эволюция Северо-Востока Азии (окраинноморская модель). М.: Научный мир, 2000. 204 с.
43. Архипов Ю.В. Геология и полезные ископаемые Верхояно-Колымской складчатой системы: Автореф. дис. докт. геол.-мин. наук. М.: ИЛС РАН, 1989. 36 с.
44. Соколов С.Д., Диденко А.Н., Григорьев В.Н., Александрун М.В., Бондаренко Г.Е., Крылов К.А. Палеотектонические реконструкции северо-востока России: проблемы и неопределенности // Геотектоника. 1997. № 6. С. 72–90.

Поступила в редакцию 22.08.2019

Принята к публикации 31.10.2019

Об авторе

ТРЕТЬЯКОВ Феликс Филаретович, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, 677980, Якутск, пр. Ленина, 39, <https://orcid.org/0000-0001-6087-6408>, tretyakov_ff@mail.ru.

Информация для цитирования

Третьяков Ф.Ф. Террейны Верхоянского складчато-надвигового пояса (Восточная Якутия) // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2019, Т. 24, № 4. С. 67–78. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2019-24-4-4>

Terranes of the Verkhoyansk fold-and-thrust belt, East Yakutia

F.F. Tretyakov

Diamond and Precious Metal Geology Institute, SB RAS, Yakutsk, Russia
tretyakov_ff@mail.ru

Abstract. *The origin and tectonic pattern of terranes of the Verkhoyansk fold-and-thrust belt are still not clearly understood. The studies of the terranes are mostly based on a variety of assumptions which, in turn, give rise to new ones. This causes a number of questions, some of which are discussed in the present paper. One of the solutions to this problem is that the Verkhoyansk-Kolyma Mesozooides system (VKMS) was formed in the Middle Jurassic–Early Cretaceous as a result of a collision of the Siberian continent with the Earth's crust blocks or minor oceans, marginal seas, back-arc basins, microcontinents, and island arcs, which were located within the pericratonic convergent zone or in the rear part of the convergent boundary framing the shore of the North Asian continent. A characteristic feature of the VKMS terranes is that they are collisional terranes forming orogenic systems with an isometric mosaic pattern, which differ from linear orogenic systems composed of accretionary terranes.*

Key words: terrane, tectonic accretion, convergent boundary, collision, pericratonic convergent zone, Verkhoyansk-Kolyma Mesozooides system.

Acknowledgements. *The work was done as part of Research Program of DPMGI, SB RAS (project no. 0381-2019-0001, and was partly supported by grant no. 19-05-00945 from RFBR.*

References

1. Zonenshain L.P., Kuzmin M.I., Natapov L.M. Tektonika litosfernih plit territorii SSSR. Kniga 2. M.: Nedra, 1990. 334 p.
2. Tektonika, geodinamika i metallogenia territorii Respubliki Sakha (Yakutia) / otv. red. L.M. Parfenov, M.I. Kuzmin. M.: MAIK "Nauka/Interperiodika". 2001. 572 p.
3. Bondarenko G.E. Tektonika i geodinamicheskaya evolutsiya mezozoid severnogo obramleniya Tihogo okeana. Avtoref. dis. dokt. geol.-min. nauk. M.: MGU, 2004. 46 p.
4. Oksman V.S. Tektonika kollizionnogo poyasa Cherskogo (Severo-Vostok Azii). M.: GEOS, 2000. 269 p.
5. Sokolov S.D. Ocherk tektoniki Severo-Vostoka Azii // Geotektonika. 2010. N 6. P. 60–78.
6. Parfenov L.M., Nokleberg W.J., Khanchuk A.I. Printsipi sostavleniya i glavnie podrazdeleniya legendi geodinamicheskoi karti Severnoi i Sentralnoi Azii, i uga Rossiiskogo Dalnego Vostoka, Korei i Japonii // Tihookeanskaya geologia. 1998. Vol. 17, N 3. P. 3–13.
7. Sokolov S.D. Akkretsiionnaya tektonika (sovremennoe sostoyanie problemi) // Geotektonika. 2001. N 1. P. 3–18.
8. Howell D.G. Exoticheskie bloki // V mire nauki. 1986. N 1. P. 40–50.
9. Jones D.L., Cox A., Coney P., Beck M. The growth of western North America // Scientific American. 1982. Vol. 247, N 5. P. 50–64.
10. Vertikalnaya akkretsiya zemnoi kori: faktori i mekhanizmi / Otv. red. M.G. Leonov. Trudi GIN RAN: Iss. 542. M.: Nauka. 2002. 323 p.
11. Parfenov L.M. Terranes i istoria formirovaniya mezozoiskih orogennih poyasov Vostochnoi Yakutia // Tihookeanskaya geologia. 1995. Vol. 14, N 6. P. 32–43.
12. Parfenov L.M. Tectonics of Verkhoyansk-Kolyma Mesozooides in context of plate tectonics // Tectonophysics. 1991. Vol. 199. P. 319–342.
13. Parfenov L.M., Oksman V.S., Prokopiev A.V., Timofeev V.F., Tretyakov F.F., Trunilina V.A., Deikunenko A.V. Collage terreinov Verkhoyano-Kolymaskoi orogennoi oblasti // Tektonika, geodinamika i metallogenia territorii Respublika Sakha (Yakutia) / Otv. red. L.M. Parfenov, M.I. Kuzmin. M.: MAIK «Nauka/Interperiodika». 2001. P. 199–255.
14. Natapov L.M., Surmilova E.P. Geologicheskaya karta SSSR. Masshtab 1:1000000 (novaya seriya). List R-53-(55) Deputatsky. Obyasnitelnaya zapiska. SPb, 1992. 105 p.
15. Basov V.A., Burdikina M.D., Vorokhovskaya A.M., Epov E.G. K stratigraphii mezozoiskih otlogeni Polousnogo kryaga i prilgayshih raionov // Mesozoiskie otlogenia Severo-Vostoka SSSR. L.: NIIGA. 1977. P. 5–15.
16. Rudenko V.S., Prokopiev A.V., Oksman V.S., Kemkin I.V., Bragin N.J. Pervie nahodki pozdnepaleozoiskih radiolarii na territorii Vostochnoi Yakuta severo-vostok Rossia // Stratigraphia. Geologicheskaya korrelyatsiya. 1998. N 1. P. 38–50.
17. Trunilina V.A., Roev S.P., Orlov J.S., Ivanov A.I. Magmatizm khrebt Tas-Khayakhtah. Yakutsk: Izd-vo YGU, 2009. 135 p.
18. Bulgakova M.D., Kolodeznikov I.I. Srednepaleozoiski riptogenez na Severo-Vostoke SSSR: osadkonakoplenie i vulkanizm. M.: Nauka, 1990. 256 p.

19. Gusev G.S., Gaiduk V.V., Bulgakova M.D., Fradkin G.S., Brahfogel F.F. Srednepaleozoiskiy (verkhnegersinskiy) megakompleks // *Struktura i evolusia zemnoi kori Yakutii*. M.: Nauka, 1985. P. 89–117.
20. Gusev G.S. Skladchatye struktury i razlomy Verkhoyno-Kolymskoy sistemy mesozoid. M.: Nauka, 1979. 208 p.
21. Parfenov L.M., Natapov L.M., Sokolov S.D., Tsukanov N.V. Terreiny i akkretsionnaya tectonika Severo-Vostoka Azia // *Geotectonika*. 1993. N 1. P. 68–78.
22. Ermolenko V.G. Jurskie mikstity jugo-vostochnogo flanga Inyali-Debinskogo megasiynklinoria i Sumuno-Urultunskogo progiba (verhovia r. Kolyma) // *Problema geologii i metallogenii Severo-Vostoka Azia na rubege ty-syacheletya*. Bilibinskiye chtenia. Regionalnaya geologia, petrologia i geophisica. T.1. Magadan. 2001. P. 32–34.
23. Konstantinovskiy A.A. Drevnyaya glibi i jurskie otlogenia khrebtta Chersky (Severo-Vostok SSSR) // *Geotectonika*. 1975. N 6. P. 61–67.
24. Osipova Z.V. Litologia verkhejurskogo peschanikovogo kompleksa Kondakovskogo ploskogoria // *Novye dannye po metallogenii i geologicheskomy stroenijj Yano-Kolymskogo mezhdurechia*. L. 1972. P. 43–50.
25. Kharin E.P. Magnitotelluricheskiye issledovaniya na severo-vostoke Yakutii // *Regionalnyie geofizicheskiye issledovaniya v trudnodostupnih raionah*. Novosibirsk: Nauka, 1974. P. 179–188.
26. Chehov A.D. Tectonica Inyali-Debinskogo sinclinoria // *Skladchatyie systemi Dalnego Vostoka*. Vladivostok: DVNS AN SSSR, 1976. P. 3–64.
27. *Geologicheskyy slovar* / T.1. SPb: Izd-vo VSEGEI, 2010. 432 p.
28. Parfenov L.M., Rodgin S.S., Tretyakov F.F. O prirode Adycha-Tarynskoy zony razlomov (Vostochnoe Verkhoynia) // *Geotectonika*. 1988. N 4. P. 90–102.
29. Arkhipov J.V., Klimash V.P., Popov K.N., Shashkina I.A. Geologicheskoe stroenie Bylyninskogo bloka v sentralnoy chasty Adycha-Tarynskogo razloma (verhnee techenie r. Adycha) // *Geotectonika*. 1981. N 4. P. 78–89.
30. Parfenov L.M. Continentalnyie okrainy i ostrovnyie dугy mesozoid severo-vostoka Azia. Novosibirsk: Nauka, 1984. 192 p.
31. Parfenov L.M., Trushchev A.M. Pozdnetriasovaya skladchatost i olistostromy na jugo-zapadnom kryle Inyali-Debinskogo synclinoria, ih tectonicheskoe pologenie i priroda (Verkhoyno-Chukotskaya oblast) // *Geologia i geofizika*. 1983. N 3. P. 7–20.
32. Djue D.F. Shovnaya zona // *Structurnaya geologia i tectonika plit*. M.: Mir, 1991. Vol. 3. P. 280–291.
33. Leonov M.G. Vnutriplitnye (intrabasseinovyie) collizionnyie shvi neogeoya i samoblokirujshiesyaie subduktsia // *Tectonica neogeoya: obshie i regionalnyie aspecty*. V. 2. Materialy XXXIV Tecnonicheskogo soveshaniya (30 janvaria–3 fevralia 2001 g.). M.: GEOS, 2001. P. 361–366.
34. Tretyakov F.F. Razlomy Darpir i Ulakhan: sovremennaya interpretatsiya // *Otechestvennaya geologia*. 2003. N 6. P. 78–80.
35. Tretyakov F.F. Nekotorye aspecty stroeniya consolidirovannoy kory Vterkhoynskogo skladchato-nadvigovogo poysa // *Otechestvennaya geologia*. 2017. N 5. P. 116–122.
36. Akinin V.V., Prokopiev A.V., Toro H., Miller E.K., Wuden Dg., Gorychev N.A., Alshevsky A.V., Bakharev A.G., Trunilina V.A. U-PB SHRIMP-vozrast granitoidov Glavnogo batolitovogo poyasa (Severo-Vostok Asii) // *Docl. RAN*. 2009. Vol. 426, N 2. P. 216–221.
37. Oksman V.S., Parfenov L.M., Prokopiev A.V., Timofeev V.F., Tretyakov F.F., Nedosekin J.D., Layer P.V. Poyas ophiolitov khrebtta Cyerskogo // *Geologia i geophisica*. 1994. Vol. 35, N 6. P. 3–20.
38. Natapov L.M., Surmilova E.P. Geologicheskaya karta SSSR. Masshtab 1:1000000 (novaya seria). List-54, 55 – Honuu. Obyasnitelnyia zapiska. L., 1986. 120 p.
39. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta* (otv. red. M.L. Gelman). Masshtab 1:1000000 (novaya seria). List O-58 – Magadan; P-56,57 – Seimchan. Obyasnitelnaya zapiska. SPb, 1992. 112 p.
40. Korostelev V.I. Tectonica i magmaticheskie formatsii Kubuminskogo grabena (Jugnoe Verkhoyanie) // *Geologiya i tectonica rudonosnyh regionov Yakutii / Yakuts gos. un-t. Yakutsk*, 1979. P. 3–33.
41. Shepeleva J.P., Kolodeznikov I.I., Semenov V.P., Popov B.I. Rannejursky vulkanizm Kubuminskoi sistemy skladok (Jugnoe Verkhoynie, Yakutia). Yakutsk: Sphera, 2010. 96 p.
42. Chehov A.D. Tectonicheskaya evolutsia Severo-Vostoka Asii (okrainnomorskaya model). M.: Nauchny mir, 2000. 204 p.
43. Arkhipov J.V. Geologia i poleznie iskopaemie Verkhoyno-Kolymskoy skladchatoy sistemy: Avtoref. dis. dokt. geol.-min. nauk. M.: ILS RAN, 1989. 36 p.
44. Sokolov S.D., Didenko A.P., Grigoriev V.N., Aleksutin M.V., Bondarenko G.E., Krylov K.A. Paleotectonicheskii rekonstruktsii severo-vostoka Rossia: problemy i neopredelennosti // *Geotectonika*. 1997. N 6. P. 72–90.

About the author

TRETYAKOV Felix Filaretovich, candidate of geological and mineralogical sciences, senior researcher, Diamond and Precious Metal Geology Institute SB RAS, 39 Lenina pr., Yakutsk, 677980, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-3911-2491>, tretyakov_ff@mail.ru.

Citation

Tretyakov F.F. Terranes of the Verkhoyansk fold-and-thrust belt, East Yakutia // *Arctic and Subarctic Natural Resources*. 2019, Vol. 24, N 4. P. 67–78. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2019-24-4-4>