

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени М.В.ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Гущина Мария Юрьевна

**ЮРСКО-МЕЛОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ УСТЬ-БЕЛЬСКОГО И АЛГАНСКОГО
ТЕРРЕЙНОВ (КОРЯКСКОЕ НАГОРЬЕ)**

1.6.1 – Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Москва – 2022

Работа выполнена на кафедре региональной геологии и истории Земли геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова и в лаборатории геологии континентальных окраин

ГИН РАН

Научные руководители:

- *Тучкова Марианна Ивановна* – доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник
- *Никишин Анатолий Михайлович* – доктор геолого-минералогических наук, профессор

Официальные оппоненты:

- *Летникова Елена Феликсовна* – доктор геолого-минералогических наук, профессор РАН, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии имени В. С. Соболева Сибирского отделения РАН, главный научный сотрудник
- *Тихомиров Петр Леонидович* – доктор геолого-минералогических наук, доцент, Общество с ограниченной ответственностью "Институт геотехнологий", заместитель главного геолога
- *Цуканов Николай Васильевич* – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, ведущий научный сотрудник

Защита диссертации состоится 23 декабря 2022 г. в 16:30 на заседании диссертационного совета МГУ.016.7 Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по адресу: 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, МГУ имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, ауд. 415.

E-mail: nvbadulina@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в отделе диссертаций научной библиотеки МГУ имени М.В. Ломоносова (Ломоносовский просп., д. 27) и на сайте ИАС «ИСТИНА»:

<https://istina.msu.ru/dissertations/507525200/>

Автореферат разослан «___» ноября 2022 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета МГУ.016.7

кандидат геолого-минералогических наук



Ю.А. Гатовский

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Современные теоретические разработки и понятия геотектоники (аккреция, субдукция, конвергентные границы и др.) основаны на изучении активных континентальных окраин Тихого океана. Исследуемые автором структуры относятся к Корякско-Камчатской складчатой области (ККСО) Тихоокеанского пояса, являющейся примером континентальной окраины аккреционного типа и образованной при последовательном присоединении к континенту разнородных террейнов (Ставский и др., 1988; Зоненшайн и др., 1990; Парфенов и др., 1993; Соколов, 1992; 2003; Nokleberg et al., 1998).

Геологическая история и условия образования пород исследуемого региона важны для понимания тектоники ККСО и Северо-Востока Азии в целом. Именно в данном регионе можно наблюдать взаимоотношения Западно-Корякских структур, представленных Усть-Бельским террейном, и Анадырско-Корякских структур, представленных Алганским террейном (рис 1А). На ограниченной территории совмещены породы, образованные в различные тектонические этапы. Малое количество находок фауны не позволяет достоверно отнести породы к стратиграфическим подразделениям региона. Регион является удаленным и труднодоступным, и поэтому изучен недостаточно хорошо. Критериев литологического контроля, позволяющих отличать породы различных стратиграфических подразделений друг от друга, не установлено.

Юрско-меловой этап является наиболее знаменательным в истории Северо-Востока Евразии и характеризуется рядом кардинальных перестроек, в результате которых и был образован структурный план, близкий к современному. Юрско-меловые терригенные отложения слагают значительную часть Алганского и Усть-Бельского террейнов, но исследования предшественников были сосредоточены в основном на магматических и кремнистых породах (Вишневская, Филатова, 1996; Паланджян, 2011; Тихомиров 2010; Леднева и др., 2012; Моисеев и др., 2014; Моисеев, 2020; Палечек и др., 2016 и др.), хотя для выяснения эволюции складчатых систем исследование терригенных пород крайне важно.

Степень разработанности темы исследования. Большой вклад в изучение тектоники и картировании структур Корякского нагорья был сделан сотрудниками Академии наук СССР (Корякская экспедиция ГИНа и СВКНИИ ДВО, а также ИЛСАН и ДВГИ ДВО). Основные результаты были опубликованы в работах (Руженцев и др., 1979, 1981; Руженцев, Соколов, 1980; Аристов и др., 1982; Казимиров, 1985; Брагин и др., 1987; Григорьев и др., 1987; Тильман, 1987; Богданов, Тильман, 1990; Пушаровский и др., 1992; Соколов, 1992; Ханчук и др., 1992; Вишневская и др. 1992; Ханчук, 1993; Чехович, 1993; Соколов, Бялобжеский, 1996 и др.). На основании имеющегося массива фактического материала был создан ряд палеотектонических реконструкций континентальной окраины Азиатского континента. В пределах Усть-Бельских гор геологические исследования проводились во время производственных работ (Терехова

1957, 1958; Кальянов, Силкин, 1961; Кайгородцев, 1961; Кальянов, Беляцкая, 1962; Агальцов, Беляцкая, 1960; Шкурский и др., 1962; Силкин, Куприенков, 1964; Силкин, Стерлигова, 1974; Гульпа, 2014). Результаты этих исследований были использованы в качестве основного материала при составлении геологических карт 1:200 000 масштаба (Захаров, 1974; Вяткин, 1990; Гульпа, 2014). Современное представление о покровно-чешуйчатом характере структуры Усть-Бельских гор сформулировано в работах А.А. Александрова (Александров, 1978).

За последние годы интерес к Корякскому нагорью вырос. Изучению района был посвящен ряд работ (Тихомиров 2010; Соколов, 2010; Леднева и др. 2012; Моисеев и др., 2014; Паланджян, 2015; Палечек и др., 2016; Моисеев, 2020 и др.), отражающих в основном изучение офиолитов. Предшественниками были изучены особенности формирования (геохимия, петрография, структурная геология) вулканогенно-кремнисто-туфотерригенных комплексов Алганского и Усть-Бельского террейнов (Моисеев и др., 2014; Моисеев, 2020) и выявлены особенности, противоречащие существующим представлениям о тектонических обстановках формирования пород. Туфотерригенные породы были изучены только петрографическим путем и остались во многом не исследованы. Изучение юрско-меловых отложений Алганского и Усть-Бельского террейнов позволит решить вопросы, связанные с условиями и геодинамической обстановкой формирования пород региона, и поможет расшифровать детали процесса аккреционного роста Азиатского континента в юрско-меловое время.

Автор диссертации обрабатывала каменный материал, полученный ранее коллегами, и принимала участие в полевых работах, где ей были проведены собственные наблюдения и собрана каменная коллекция. Полученный материал указывает на существенно более сложное строение региона. Новые данные идут в разрез с ранее существующими представлениями.

Целью исследований является реконструкция условий осадконакопления, источников сноса и геодинамической обстановки формирования юрско-меловых отложений Усть-Бельского и Алганского террейнов ККСО.

Задачи исследования:

-установить: состав, геохимические особенности, происхождение, источники сноса туфотерригенных пород;

-установить: состав, геохимические особенности, происхождение кремнистых пород;

-восстановить последовательность, природу геологических процессов и событий в юрско-меловое время.

Объектом исследования в данной работе являются юрско-меловые отложения Алганского и Усть-Бельского террейнов, а **предметом исследования** – основные особенности условий образования данных отложений и история развития окраины Азиатского континента в юрско-меловое время.

Фактический материал и методология исследования. В основу работы положен фактический материал, собранный в ходе *полевых работ* на территории Алганских гор, выполненных в 2016 г. (полевые работы ГИН РАН, рук. А.В. Моисеев), в которых автор принимала участие, и материалы прошлых экспедиций сотрудников ГИН РАН на территории Усть-Бельских гор 2007, 2011, 2012 гг. В ходе полевых работ 2016 г. автором были изучены верхнеюрские-верхнемеловые породы северо-западной части Алганского террейна. В результате были детально изучены коренные выходы верхнеальбских-верхнемеловых пород и отобрана представительная коллекция образцов для дальнейших лабораторных исследований. Так как породы характеризуются плохой обнаженностью, составление сводного разреза каждой свиты не являлось приоритетной задачей автора в ходе полевых работ. В качестве основной методики исследования использовался анализ тектоно-стратиграфических комплексов (ТСК). В основу интерпретаций был заложен комплексный аналитический подход к изучению различных типов пород.

Комплекс *лабораторных работ* был направлен на выявление состава пород с целью определения их условий формирования и источников сноса.

В первую очередь породы изучались в *шлифах* при помощи поляризационного микроскопа Olimpus VX-51. При описании шлифов производилась оценка количественного состава обломочных компонентов и структурных признаков пород.

Изучение состава отдельных мономинеральных зерен производилось с помощью электронного микроскопа с детектором EDS в Лаборатории Локальных методов исследования вещества кафедры петрологии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова при помощи сканирующего электронного микроскопа «Jeol JSM-6480LV» (производство «Jeol», Япония) с энергодисперсионным спектрометром «X-MaxN-50» (производство «Oxford Instruments», Великобритания).

Силикатный анализ проб осуществлялся в аккредитованной Лаборатории химико-аналитических исследований ГИН РАН (г. Москва) рентгенофлуоресцентным методом (XRF) с использованием последовательного спектрометра S4 Pioneer фирмы «Bruker» (Германия) и программного обеспечения «Spectra-Plus» под руководством С.М. Ляпунова, позднее – А.С. Дубенского.

Элементный анализ проб псаммитовых пород так же выполнен в Лаборатории химико-аналитических исследований ГИН РАН методом ICP-MS с использованием масс-спектрометра «Элемент 2» (Thermo Fisher Scientific of GmbH, Германия) под руководством О.И. Окиной. Для контроля правильности результатов проводился анализ контрольных образцов сланца ShTX-1 и риолита ORPT-1 (IAG, Великобритания). Элементный анализ проб кремнистых пород выполнен в Аналитическом сертификационном испытательном центре Института проблем технологии

микроэлектроники и особо чистых материалов РАН (АСИЦ ИПТМ РАН) в Лаборатории ядерно-физических и масс-спектральных методов анализа под руководством В.К. Карандашева. Для разложения образцов использовали автоклавы МКП-05 НПВФ (“АНКОН-АТ-2”, Россия). Содержание микроэлементов в полученных растворах определяли методами атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICAP-61, Thermo Jarrell Ash, США) и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (X-7, Thermo Elemental, США).

Научная новизна. Впервые приводится описание применения литогеохимических методов для выяснения особенностей вещественного состава и условий седиментации юрско-меловых псаммитов Усть-Бельского и Алганского террейнов. Выполненные исследования дополнили представления об осадочных отложениях региона, позволили реконструировать основные источники сноса в юрско-меловое время и уточнить палеотектонические реконструкции. Впервые были определены и интерпретированы химические составы кампанских кремнистых пород региона. Выявлено, что состав кремнистых образований указывает на их накопление в различных палеофациальных зонах от открытого океана до континентальных окраин. Доказано, что разрезы региона не имеют стратиграфической последовательности и не могут рассматриваться в качестве непрерывного стратиграфического разреза как свиты. Они состоят из тектонически совмещённых блоков, различных по составу и условиям образования, и образуют разновозрастные тектоно-стратиграфические комплексы. Впервые были выделены критерии литологического контроля разновозрастных псаммитов региона, формировавшихся в сходных условиях, но при различных источниках сноса.

Теоретическая и практическая значимость. Результаты исследования, представленные в работе, упрощают диагностику рассматриваемых отложений в будущем и указывают на необходимость внесения коррективов в геологические карты региона и объяснительные записки к ним. Представленные данные могут быть использованы при составлении новых региональных и тектонических карт и схем развития Корякского нагорья.

Защищаемые положения:

1. В составе Алганского террейна выделены три тектоно-стратиграфических комплекса: позднеюрский-раннемеловой, позднеальбский-туронский и коньяк-кампанский. Эти комплексы сложены породами, различными по составу и условиям образования, и состоят из тектонически совмещённых фрагментов.

2. Верхнеюрские-нижнемеловые псаммиты имеют граувакковый состав и формировались высокоскоростными мутьевыми потоками за счет размыва на западе региона продуктов синхронного вулканизма, главным образом основного и среднего состава. Установлен латеральный ряд палеоструктур: преддуговой бассейн (отложения Удачинской и

Мавринской пластин Усть-Бельского террейна) – аккреционная призма (отложения Алганского террейна).

3. Верхнеальбские-туронские и коньяк-кампанские псаммиты имеют граувакковый состав и формировались вблизи активной континентальной окраины высокоскоростными проксимальными турбидитами за счет размыва кислых и средних вулканитов, древних гранитоидов и терригенных пород. Источник сноса располагался на северо-западе региона.

4. Верхнеальбские-верхнемеловые комплексы содержат тектонические включения кремнистых пород, которые являются пелагическими образованиями мелового океанического бассейна.

Достоверность полученных результатов обеспечена качеством исходных данных, комплексностью интерпретации использованных независимых методов, а также полевыми наблюдениями автора.

Апробация работы и публикации. По теме диссертации опубликовано **18** работ, основополагающий вклад в которых принадлежит соискателю: **4** статьи в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базах данных WoS, Scopus, RSCI и рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ; **14** материалов совещаний и тезисов докладов. Результаты работы докладывались и обсуждались на конференциях: «Тектоническое совещание — LIII» г. Москва в 2022; «IAS Meeting of Sedimentology – 33th, 34th, 35th» г. Тулуза, Рим, Прага, 2017, 2019, 2021; «Фундаментальные проблемы изучения вулканогенно-осадочных, терригенных и карбонатных комплексов» г. Москва, 2020; «Всероссийское литологическое совещание» г. Казань, 2019 и др.

Благодарности. За полезные советы и переданный опыт автор безгранично благодарен А.В. Моисееву, С.Д. Соколову, за интерес к работе и ценные комментарии – Т.Н. Палечек, В.В. Костылевой, М.В. Лучицкой, Е.В. Щепетовой, В.С. Вишневской, Е.В. Ватрушкиной, Г.В. Ледневой, А.И. Ханчуку и др. Так же автор выражает большую признательность своим научным руководителям М.И. Тучковой и А.М. Никишину за чуткое курирование.

Исследования по теме диссертации проводились при финансовой поддержке грантов Президента РФ МК-132.2017.5; РФФИ № 19-35-90126; РФФИ мол_а_вед №18-35-20037; РФФИ 16-17-10251, РФФИ № 22-27-00665.

Личный вклад соискателя. Автор участвовала в полевых работах ГИН РАН в 2016 г. На камеральном этапе производила подготовку проб: изготовление части шлифов, дробление и истирание пород. Соискатель выполняла описание шлифов под микроскопом, а также изучала состав отдельных мономинеральных породообразующих компонентов на сканирующем электронном микроскопе с ЭДС приставкой. Автор осуществляла обработку всех полученных аналитических данных: петрографических, геохимических. Было изучено около 100

петрографических шлифов, использовано 42 геохимических анализа кремнистых и туфотерригенных пород.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 161 страницу текста, работа включает 101 иллюстрацию. Работа содержит 6 приложений. Список литературы включает 178 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Геологическое строение Корякского нагорья. На территории Корякского нагорья тектонически совмещены различные тектоно-стратиграфические комплексы широкого возрастного диапазона. Для них характерно северо-восточное и восточное простирание, свойственное для тихоокеанского обрамления.

В тектоническом плане структуры Корякского нагорья относятся к Западно-Корякской, Анадырско-Корякской и Олюторско-Камчатской складчатым системам (рис. 1А), в формировании которых основная роль принадлежала аккреционным процессам, развивавшимся вдоль конвергентной границы Азиатского континента и Северо-Западной Пацифики (Соколов 2010). Все системы включены в Корякско-Камчатскую складчатую область. В главе 1 рассматривается геологическое строение Западно-Корякской и Анадырско-Корякской складчатых систем, в зоне сочленения которых находится исследуемый район.

В строении Западно-Корякской складчатой системы различают островодужные, офиолитовые террейны и террейны аккреционных призм (Парфенов, 1993; Пушаровский, 1992; Соколов, 1992, 2010; Ханчук, 1990; Чехович, 1993). Островодужные вулканогенно-осадочные образования в возрастном диапазоне от карбона до конца раннего мела представлены в Тайгоносском, Мургалском и Харитонинском террейнах (Паланджян, 1992; Соколов и др. 1999). Офиолиты сосредоточены в Ганычаланском, Куюльском и Усть-Бельском террейнах (Очерки..., 1982; Паланджян, 1992; Соколов и др., 1999; Некрасов, 2001). Образования аккреционных призм установлены в Береговом и Айнынско-Майнском террейнах (Соколов, 2010). Они представлены в основном серией пластин, разделенных серпентинитовым меланжем и сложенных кремнисто-базальтовыми ассоциациями и среднеюрскими-нижнемеловыми турбидитами. В современной структуре данные террейны сосредоточены вдоль узкой полосы, вытянутой в северо-восточном направлении от полуострова Тайгонос до Усть-Бельских гор (Соколов, 2010). В позднем альбе произошла коренная перестройка геодинамической обстановки на окраине Азиатского континента, связанная с началом формирования Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса (ОЧВП), что привело к завершению аккреции террейнов в конце раннего мела. Постаккреционные образования в регионе представлены породами позднего альба-сенона (Соколов, 2010).

В строении Анадырско-Корякской складчатой системы выделяются следующие террейны: Алганский, Майницкий, Великореченский, Алькатваамский, Эконайский и Янранайский. Их породы представлены в основном серией пластин юго-восточной вергентности, сложенных вулканогенно-кремнисто-терригенными породами.

Глава 2. Геологическое строение района Усть-Бельских – Алганских гор.

Район характеризуется покровно-чешуйчатым строением (Александров, 1978). Выделенные покровы погружаются в западных и северо-западных румбах (рис. 1В).

Породы, распространённые западнее бассейна р. Левая Маврина, включены в состав Усть-Бельского террейна (рис. 1Б), в пределах которого широко развиты породы гипербазит-габбрового состава, слагающие докембрийский габбро-гипербазитовый Усть-Бельский массив. В строении террейна выделяют несколько пластин (Александров, 1978).

Породы бассейна р. Левая Маврина выделены в отдельную *Мавринскую пластину* (Александров, 1978). Породы пластины относят к чахматкуульской свите (аален–келловой) (Александров, 1978; Гульпа 2014; Моисеев 2020), и майнской толще (валанжин) (Захаров, 1980; Гульпа, 2014; Моисеев, 2020). Общая мощность чахматкуульской свиты оценивается в 1400 м, майнской толщи – 800 м (Гульпа, 2014). Взаимоотношения чахматкуульской свиты и майнской толщи не установлены.

Отрожнинская пластина надвинута с запада на Мавринскую пластину (рис. 1В). В основании пластины расположена зона серпентинитового меланжа. Выше находятся: деформированный ультрабазит-габбровый комплекс площадью около 1 км и вулканогенный комплекс мощностью до 400 м, перекрытый вулканогенно-терригенными породами среднего девона–нижнего карбона (Моисеев, 2020). Базальты вулканогенного комплекса соответствуют базальтам N-MORB (Palandzhyan, Dmitrenko, 1996; Моисеев и др., 2010; 2014).

С запада на Отрожнинскую пластину, надвинута *Удачинская пластина* (рис. 1В), сложенная терригенными породами валанжина мощностью 700 м (Захаров, 1980; Гульпа, 2014). Ее породы обнажаются в междуречье рек Маврина — Коначан и в бассейне р. Снежная. Также присутствуют позднеальбские туфотерригенные образования (Моисеев, 2022).

Породы междуречья рек Толовка и Еонайваам относятся к *Толовской пластине*, которая рассматривается как аналог Отрожнинской (Александров, 1978). В основании залегают гипербазиты и габбро, перекрытые вулканогенно-осадочной толщей среднего-верхнего девона и нижнего карбона (Захаров, 1980; Александров, 1978).

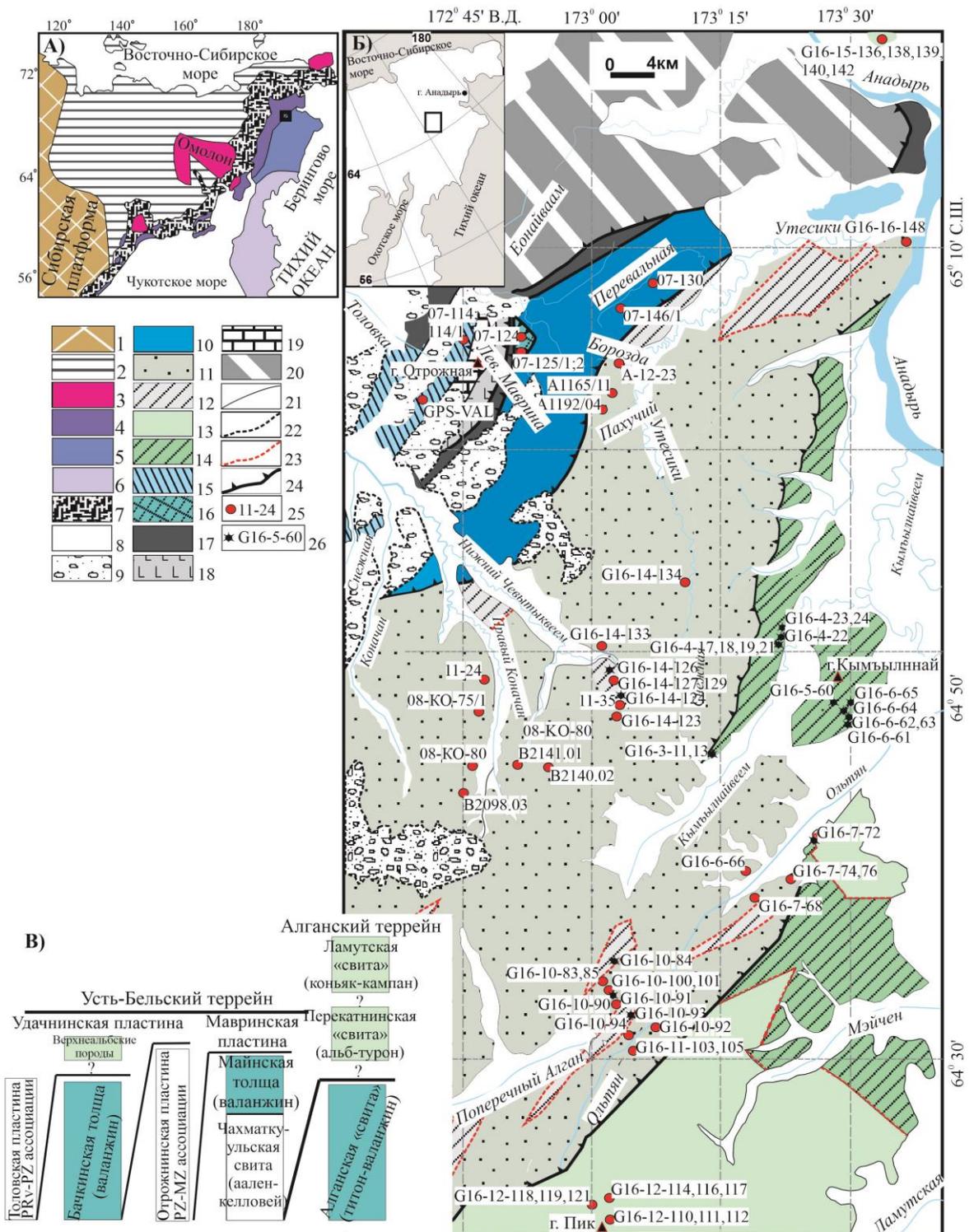


Рис. 1. А) Тектоническая схема Северо-Востока Азии по (Соколов, 2010) с изменениями: 1 – Сибирская платформа; 2-3 – Верхояно-Чукотская складчатая область: 2 – палеозойско-мезозойские отложения, 3 – террейны с континентальной корой; 4-6 – Корьякско-Камчатская складчатая область: 4 – Западно-Корьякская складчатая система, 5 – Анадырско-Корьякская складчатая система, 6 – Олюторско-Камчатская складчатая система; 7 – ОЧВП. Черным квадратом отмечен район работ. Б) Карта фактического материала на геологической основе по (Вяткин, 1990; Гульпа, 2014): 8 – четвертичные отложения; 9 – кайнозойские отложения; 10–14 – Алганский террейн, тектоностратиграфические комплексы: 10 – алганский вулканогенно-кремнисто-терригенный; 11-12 – перекатнинский: 11 – преимущественно терригенные породы; 12 – преимущественно кремнисто-базальтовые породы; 13-14 – ламутский: 13 – преимущественно терригенные породы; 14 – преимущественно кремнисто-базальтовые породы; 15-20 – Усть-Бельский террейн: 15 – вулканогенно-терригенные породы верхней юры - верхнего мела (Удачинская пластина); 16 - вулканогенно-

терригенные породы средней юры - нижнего мела (Мавринская пластина); 17 – меланж; 18 – базальты; 19 – вулканогенно-осадочные породы палеозоя; 20 – гипербазиты и габброиды Усть-Бельского массива; 21 – согласные границы, 22-23 – несогласные границы: 22 – стратиграфические; 23 – тектонические; 24 – надвиги; 25 – точки опробования псаммитовых пород; 26 – точки опробования кремнистых пород. В) Тектоно-стратиграфическая схема района Усть-Бельских и Алганских гор.

Породы Усть-Бельского террейна с северо-запада надвинуты на породы Алганского террейна (рис. 1В). На территории Алганского террейна распространены титон-валанжинские вулканогенно-кремнисто-терригенные отложения алганской свиты, формировавшиеся в окраинно-морских условиях (Соколов, Бялобжеский, 1996) к юго-востоку от существовавшей в поздней юре-раннем мелу Удско-Мургальской островной дуги, развивавшейся вдоль границы Азиатского континента и Северо-Западной Пацифики (Некрасов, 1976; Зоненштайн 1990; Парфенов и др., 1993; Соколов, 1992). Общая мощность алганской свиты оценивается в 1500 м (Гульпа, 2014). Выше несогласно залегают туфотерригенные породы перекатнинской свиты позднего альба-турона и ламутской свиты коньяк-кампана, рассматриваемые как комплексы постамальгамационного слабдеформированного чехла, формировавшегося в пределах мелкого моря во фронтальной части ОЧВП (Зинкевич, 1981; Соколов, Бялобжеский, 1996). Общая мощность перекатнинской свиты составляет 3000 м, ламутской свиты – 3500 м (Гульпа, 2014).

Для отнесения пород Алганского террейна к той или иной свите основным критерием считается наличие или отсутствие вулканитов, кремней и степень тектонической переработки. Присутствие базальтов, кремней и высокая степень деформированности пород считаются характерными для доальбских комплексов. Но, вопреки имеющимся представлениям о верхнеальбских-верхнемеловых породах Алганского террейна как слабдеформированных отложениях мелководного шельфа, в них встречаются горизонты кремнисто-вулканогенных пород, и они так же сильно деформированы. Доальбские комплексы, включая терригенные породы, датируются по находкам радиолярий в ассоциирующих кремнистых породах (Вишневская, 2001; Александров, 1978; Легенда Корякской серии..., 1999; Гульпа, 2014). Но подобный подход не всегда верен, т.к. между кремнистыми и терригенными породами контакты тектонические или не установлены. Не исключено, что условия образования кремнистых и терригенных пород различны. В таком случае разрезы региона не имеют стратиграфической последовательности и не могут описываться в рамках понятия свита.

Глава 3. Тектоно-стратиграфические комплексы Усть-Бельского террейна, и Глава 4. Тектоно-стратиграфические комплексы северной части Алганского террейна. В главах отображены результаты исследований пород Усть-Бельского и Алганского террейнов, включенных в составы различных покровных единиц. В пределах Усть-Бельского террейна терригенные породы входят в состав Удачинской и Мавринской пластин, в пределах Алганского террейна – в состав разновозрастных ТСК, сложенных титон-валанжинскими, верхнеальбскими-туронскими и коньяк-кампанскими туфотерригенными породами,

относящимися в более ранних работах (Вяткин, 1990; Гульпа, 2014 и др.) к алганской, перекактинской и ламутской свитам соответственно.

Верхнеюрские-нижнемеловые породы (Удачинская и Мавринская пластины, алганский ТСК). Породы Удачинской пластины представлены чередованием туффитов от пелитовой до мелкогравийной размерности, реже мергелями. Псаммиты содержат конкреции известковисто-алевритового состава. Встречаются конгломераты, кремнистые сланцы и известняки фаменского-турнейского возраста (Моисеев, 2020).

Породы Мавринской пластины представлены чередованием туфотерригенных пород: грубослоистыми туфопесчаниками, содержащими конкреции известковисто-алевритового состава, туфоалевролитами – туфоаргиллитами.

Породы алганского ТСК чаще всего представлены переслаиванием туфопесчаников с туфоалевролитами и туфоаргиллитами. Встречаются отдельные коренные выходы и высыпки базальтов, андезитов, кремней, гравелитов и конглобрекций. Породы сильно деформированы, характеризуются повышенной трещиноватостью, из-за чего часто трудно диагностируются.

Петрографические исследования. Туфотерригенные образования Удачинской пластины представлены туффитами. По минеральному составу они относятся к кварцево-полевошпатовым и полевошпатовым грауваккам ($Q_{15-19}F_{43-45}L_{36-43}$, где Q – кварц, F – полевые шпаты, L – обломки пород) по классификации В.Д. Шутова (Шутов, 1972), средне-мелкозернистым и тонко-мелкозернистым плохо окатанным, плохо сортированным с большим (20%) количеством цемента. Цемент пелитовой размерности, полностью замещен серицит-хлорит-кварцевым агрегатом. Наблюдается увеличенное содержание рудных минералов. Присутствуют обломки кораллов.

Туфотерригенные образования Мавринской пластины представлены туфопесчаниками тонко-мелкозернистыми и мелко-тонкозернистыми. По минеральному составу они относятся к кварцево-полевошпатовым и полевошпатовым грауваккам ($Q_{7-12}F_{35-43}L_{46-51}$), плохо окатанным, средне сортированным. Цемент чаще всего пелитовой размерности полностью замещен серицит-хлорит-кварцевым агрегатом (5–7%). Наблюдается увеличенное содержание рудных минералов.

Туфотерригенные образования алганского ТСК представлены средне-мелкозернистыми туфопесчаниками. По минеральному составу они относятся к кварцево-полевошпатовым грауваккам ($Q_{9-11}F_{34-51}L_{38-56}$), плохо сортированным, плохо окатанным. Цемент пелитовой размерности полностью замещен серицит-хлорит-кварцевым агрегатом (5–10%).

Кварц представлен моно- и поликристаллическими разновидностями. Присутствует вулканический кварц с резорбированными контурами. Полевые шпаты трещиноватые, как неправильной угловатой формы, так и идиоморфной таблитчатой. Большинство полевых

шпатов представлено андезином, редко встречаются зерна лабрадора. Среди обломков пород преобладают (77 до 93%) обломки основных и средних эффузивов. Среди основных эффузивов определены спилиты. В туфотерригенных породах алганского ТСК, в отличие от таковых Усть-Бельского террейна, встречаются обломки кремней. Пирокластический материал представлен кристаллокластами полевых шпатов, темноцветных и рудных минералов и литокластическими обломками эффузивов среднего и основного состава. Содержание пирокластического материала для пород Удачинской пластины – 50–70%, Мавринской пластины и Алганского террейна – 15–35%.

По результатам гранулометрического анализа установлено, что псаммиты Удачинской пластины крупнее таковых Мавринской пластины и алганского ТСК. По соотношению коэффициентов сортировки и асимметрии породы соответствуют отложениям мутьевых потоков (рис. 2А). По соотношению коэффициентов асимметрии и эксцесса породы соответствуют отложениям сильных речных или вдольбереговых течений, т.е. речных и прибрежно-морских фаций (рис. 2Б). В условиях вдольбереговых течений накапливается хорошо сортированный материал, тогда как все изученные песчаники плохо сортированы. Поэтому осадконакопление, вероятно, было связано с конусами выноса подводных дельт. Данные обстановки осадконакопления коррелируются с деятельностью и речных, и прибрежно-морских процессов. По способу переноса осадка по Р. Пассеги (Passega, 1964) породы относятся к отложениям течений с высокими и средними скоростями (рис. 2В). Причем, породы Удачинской пластины формировались более высокоскоростными потоками, чем таковые Мавринской пластины и Алганского ТСК.

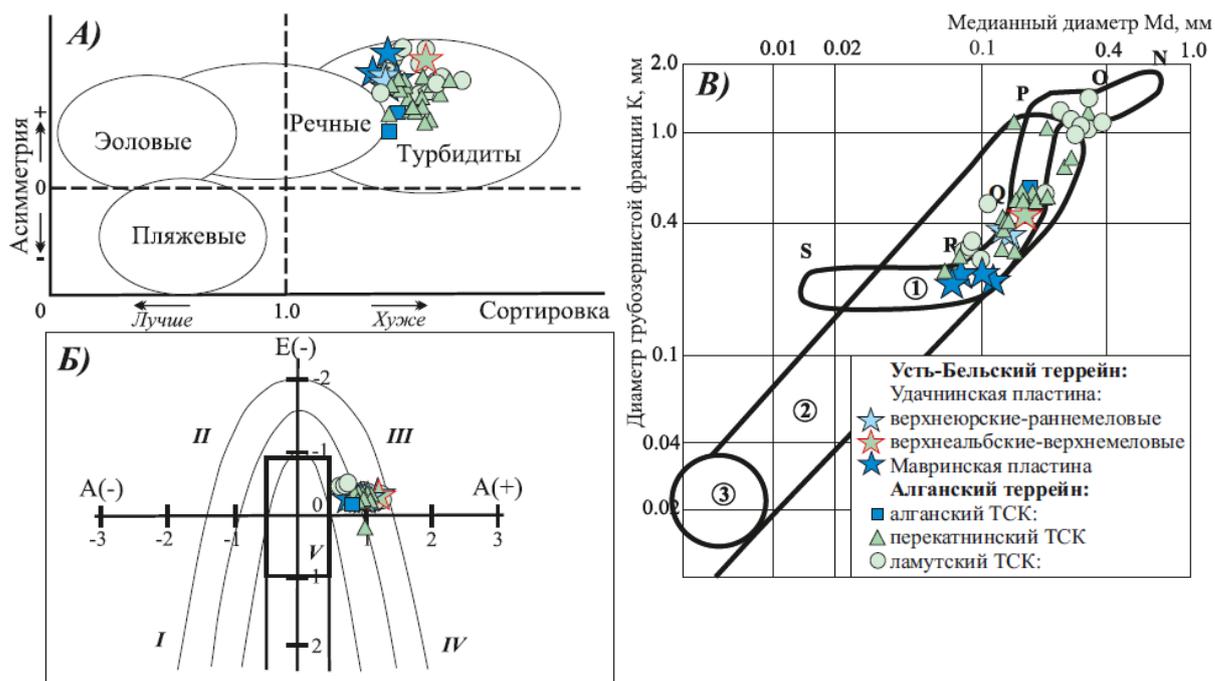


Рис. 2. А) Соотношение отсортированности к асимметрии в юрско-меловых псаммитах, по (Bjorlykke, 1989); Б) Динамо-генетическая диаграмма Г.Ф. Рожкова (Рожков, 1974), с изменениями.

Поля: I – донные течения или мутьевые потоки – морские фацции; гидромеханическое или физическое разрушение магматических пород, эрозия горных пород морского происхождения – континентальные фацции областей сноса, коры выветривания; II – слабые, преимущественно речные течения – континентальные речные фацции; III – сильные речные или вдольбереговые течения – континентальные речные или прибрежно-морские фацции; IV – выход волн на мелководье, сильные вдольбереговые течения, накат волн – прибрежно-морские фацции, континентальная микрофацция пляжей больших равнинных рек; В) Диаграмма СМ для определения способа переноса осадков, по (Passega, 1964), N–O – осадки перекачивания; O–P – осадки перекачивания с незначительным количеством осадков взвеси; P–Q – осадки взвеси с некоторым количеством осадков перекачивания (отложение течений с высокой скоростью); Q–R – отложение течений со средней скоростью; R–S – однородные осадки взвеси (отложение течений с низкой скоростью); 1 – отложения потоков, 2 – турбидитные отложения, 3 – осадки, отложенные из взвеси в спокойных водах.

Геохимические исследования. Диапазон содержаний SiO_2 варьирует от 38,13% до 63,46%, что свидетельствует об умеренной степени зрелости пород. Характерны высокие концентрации V, Cr, Ba. Содержания Be и некоторых крупных литофильных (Ba, Th, U, Sr) и высоkozарядных (Zr, Nb, Hf, Y) элементов в породах уменьшаются от пород Удачинской пластины к таковым Алганского террейна, т.е. с запада на восток. Сопоставление суммарных содержаний РЗЭ демонстрирует их уменьшение от Удачинской пластины к алганскому ТСК. Суммарные содержания РЗЭ в псаммитах Удачинской пластины составляют 139-141 мкг/г, Мавринской пластины – 108-120 мкг/г, алганского ТСК – 64 мкг/г. Для пород свойственно обеднение Cs, Th и обогащение Ba, Sr, Zr, Hf, Ti относительно элементов с близкими значениями коэффициента распределения. Породы обеднены LILE относительно HFSE.

Значения Fe/Mn по (Резников, 1961) указывают на присутствие как прибрежно-мелководных (Удачинская пластина), так и мелководных фаций (Мавринская пластина, алганский ТСК). Наблюдается уменьшение значений Ti/Mn, Fe/Mn от пород Удачинской пластины к породам алганского ТСК.

Отношения U/Th (0,3–0,6), Ni/Co (0,9–3,0) по (Jones, Manning, 1994) указывают на образование пород в окислительных придонных условиях.

Исследуемые псаммиты характеризуются умеренно высокими значениями титанового модуля (ТМ) (0,05–0,23), высокими значениями щелочного модуля (ЩМ) (1,4-4,5), низкими отношениями ЛРЗЭ к ТРЗЭ (от 3,0 до 5,3) и отсутствием выраженной отрицательной Eu аномалии, что по (Taylor, McLennan, 1985; McLennan, Taylor, 1991) указывает на влияние пород основного состава на их образование. Диаграмма Ni-V-10Th (рис. 3Б) так же указывает на присутствие в составе туфопесчаников продуктов размыва основных пород.

Для пород Усть-Бельского террейна характерно увеличение гидролизатного модуля (ГМ) от пород Удачинской пластины (0,32–0,45) к Мавринской (0,46–0,59), что объясняется близостью зоны осадконакопления пород Удачинской пластины к палеосуше и поступлением свежих продуктов выветривания с нее. Для пород алганского ТСК характерны невысокие значения ГМ (0,42). Содержания Th, Sc, Zr по (Taylor, McLennan, 1995) указывают, что породы являются результатом первого цикла седиментации.

Содержания SiO_2 , Al_2O_3 ; TiO_2 ; Fe_2O_3 ; K_2O ; Na_2O ; CaO ; Th; Sc; Zr; La; Zr, по (Bhatia, 1983; Roser; Korsch, 1986; Bhatia Crook, 1986), предполагают образование пород при надсубдукционном вулканизме (рис. 3А, В).

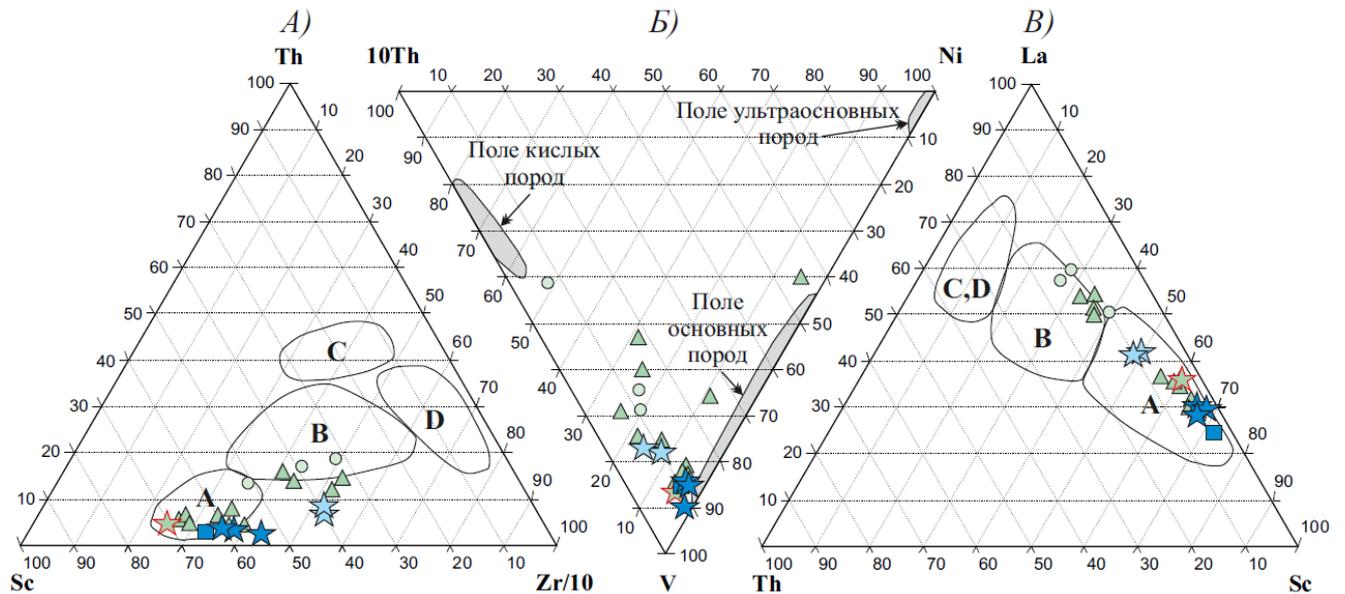


Рис. 3. Положение фигуративных точек состава юрско-меловых псаммитов на: диаграммы Th-Sc-Zr/10 (А) и La-Th-Sc (В) для определения палеотектонических обстановок (Bhatia; Crook, 1986). Б – диаграмма Ni-V-10Th по (Bracciali et al., 2007). Остальные условные обозначения см. рис. 2.

Верхнеальбские-верхнемеловые породы (Удачинская пластина, перекактинский и ламутский ТСК). Породы Удачинской пластины представлены переслаиванием туфопесчаников, туфоалевролитов, туфоаргиллитов.

Породы перекактинского и ламутского ТСК представлены переслаиванием туфопесчаников или вулканомиктовых песчаников с туфо-алевролитами и аргиллитами, иногда окремненными. Редко встречаются гравелиты и брекчии. В пределах распространения терригенных пород встречаются скальные выходы и делювиальные высыпки кремнисто-базальтовых пород. Вулканогенно-кремнистые породы представлены маломощными (до 70 м) выходами подушечных базальтов, бордовых и серых кремней (Моисеев и др., 2022). Подобные выходы нарисованы на карте как клиновидные тела, ограниченные разломами (рис. 1Б).

Псаммитовые породы. Туфотерригенные породы Удачинской пластины представлены туфопесчаниками. По минеральному составу они относятся к полевошпатовым грауваккам ($\text{Q}_8\text{F}_{63}\text{L}_{29}$), средне-мелкозернистым, плохо окатанным, плохо сортированным. Цемент (около 5%) пелитовой размерности полностью замещен серицит-хлорит-кварцевым агрегатом. Среди обломков пород преобладают обломки вулканитов среднего состава. Встречаются агрегаты слюд.

Туфотерригенные породы перекактинского ТСК представлены туфопесчаниками и вулканомиктовыми песчаниками. По минеральному составу они относятся к кварцево-полевошпатовым, полевошпатовым и собственно грауваккам по ($\text{Q}_{7-28}\text{F}_{20-41}\text{L}_{40-71}$), тонко-

мелкозернистым, средне-мелкозернистым, плохо сортированным, плохо окатанным. Матрикс (10%) чаще всего глинистый или серицитовый. Среди обломков пород преобладают обломки вулканитов среднего, кислого составов (77-99%), обломки гранитоидов и крупные фрагменты туфоалевролитов, туфоаргиллитов. Редко встречаются зерна биотита, мусковита и хлорита.

По различиям в составе пород можно выделить 3 петротипа псаммитов:

1. Туфопесчаники района р. Прав. Коначан характеризуются повышенным, относительно других петротипов, содержанием вулканических обломков пород (59-71%), пониженным содержанием кварца (7-13%) и полевых шпатов (21-26%). Иногда встречаются полевые шпаты с зональными структурами.

2. Вулканомиктовые песчаники района верховья р. Утесики имеют более низкое содержание обломков (52-63%) и более высокое содержание кварца (13-17%) и полевых шпатов (20-32%) относительно туфопесчаников района р. Прав. Коначан.

3. Вулканомиктовые песчаники района р. Ольтян с характерным повышенным содержанием осадочных обломков пород. Относительно пород районов рек Прав. Коначан и Утесики содержание литокластов понижено (40-69%), содержание кварца (8-28%) и полевых шпатов (23-41%) повышено.

Туфотерригенные породы ламутского ТСК представлены туфопесчаниками. По минеральному составу они относятся к кварцево-полевошпатовым, полевошпатовым и собственно грауваккам, крупно-среднезернистым, мелко-среднезернистым, средне-мелкозернистым, тонко-мелкозернистым, плохо окатанным, плохо и средне сортированным.

По петрографическому составу выделяются два петротипа псаммитов.

1. Вулканомиктовые песчаники и туфопесчаники районов г. Пик и верховья р. Ольтян представлены кварцево-полевошпатовыми граувакками ($Q_{11-22}F_{27-40}L_{46-57}$). Большая часть обломков пород представлена кислыми и средними эффузивами, обломками гранитоидов. Часто встречаются крупные фрагменты слаболитифицированных туфоалевролитов. Матрикс (4-9%) глинистый. В некоторых шлифах связующая масса имеет пепеловидную структуру. Наблюдается увеличенное содержание зерен амфиболов, входящих в состав обломков пород и представленных чермакитом и роговой обманкой.

2. Туфопесчаники левобережья р. Анадырь, представлены полевошпатовыми граувакками и собственно граувакками ($Q_{2-7}F_{6-45}L_{49-82}$) с низким содержанием кварца (2-7%). Большая часть обломков пород (90-99%) левобережья р. Анадырь представлена средними, иногда основными и кислыми эффузивами. Цемент (2-15%) вулканогенно-глинистый. Часто в составе цемента содержится тонкодисперсный неравномерно распыленный сульфидный материал. По содержанию полевых шпатов и обломков пород выделяется два подпетротипа: А)

с высоким содержанием полевых шпатов (23-45%) в виде кристаллокластов; Б) с высоким содержанием литокластов вулканического происхождения (87-92%).

Пирокластический материал представлен кристаллокластами полевых шпатов, литокластическими обломками эффузивов, витрокластами (ламутский ТСК, первый петротип).

По результатам гранулометрического анализа установлено, что верхнеальбские-верхнемеловые псаммиты по соотношению коэффициентов сортировки и асимметрии соответствуют отложениям мутьевых потоков (рис 2А), по соотношению коэффициентов асимметрии и эксцесса – отложениям сильных речных или вдольбереговых течений, т.е. речных и прибрежно-морских фаций (рис 2Б). В условиях вдольбереговых течений, в прибрежно-морских обстановках, накапливается хорошо сортированный материал, тогда как все изученные песчаники плохо сортированы. Поэтому осадконакопление, вероятно, было связано с конусами выноса подводных дельт. Данные обстановки осадконакопления коррелируются с деятельностью и речных, и прибрежно-морских процессов. По способу переноса осадка по Р. Пассеги (рис. 2В) породы относятся к отложениям течений с высокими и средними скоростями. В пределах перекактинского ТСК с юго-востока на северо-запад отмечаются гранулометрические изменения: увеличение среднего размера зерен, ухудшение коэффициента сортировки и окатанности материала.

Геохимические исследования. Содержания SiO_2 составляют 58–67%, что свидетельствуют об умеренной степени зрелости пород. Характерны обеднение Th, Zr, Hf, и обогащение Ba, Sr, Be, Ti, Li относительно элементов с близкими значениями коэффициента распределения. Наблюдается обеднение LILE относительно HFSE и REE.

Суммарные содержания РЗЭ в верхнеальбских псаммитах Удачинской пластины составляют 121 мкг/г, перекактинского ТСК – 86-146 мкг/г, первого петротипа ламутского ТСК – 217-270 мкг/г, второго петротипа ламутского ТСК – 81 мкг/г.

Значения Fe/Mn по (Резников, 1961) указывают на доминирование мелководных фаций, некоторые пробы ламутского ТСК указывают на присутствие прибрежно-мелководных фаций.

Отношения U/Th (0,3–0,6), Ni/Co (0,9–3,0) по (Jones, Manning, 1994) указывают на образование пород в окислительных придонных условиях

Характерны умеренно высокие значения ТМ (0,05–0,23), высокие значения ЩМ (1,4-4,5), и более высокие отношения ЛРЗЭ к ТРЗЭ (3,9-8,6), чем в верхнеюрских-нижнемеловых породах. Диаграмма Ni-V-10Th (рис. 3Б) указывает на большую, относительно верхнеюрских-нижнемеловых пород, роль в составе продуктов размыва кислых пород.

Для верхнеальбских-верхнемеловых пород характерно равномерное распределение величины ГМ (0,34-0,51), что указывает на одинаковую степень зрелости пород. Содержания

Th, Sc, Zr по (Taylor, McLennan, 1995) указывают, что породы являются результатом первого цикла седиментации.

Содержания SiO_2 , Al_2O_3 ; TiO_2 ; Fe_2O_3 ; K_2O ; Na_2O ; CaO ; Th; Sc; Zr; La; Zr по (Bhatia, 1983; Roser; Korsch, 1986; Bhatia Crook, 1986) указывает на образование пород при надсубдукционном вулканизме.

Кремнистые породы. Кремнистые породы были опробованы из перекактинского (район рек Ниж. Чивэтыквеем и Ольтян) и ламутского (р. Кымьылнейвеем и г. Кымьылнай) ТСК Алганского террейна. Кремнистые отложения обнажаются в составе кремнисто-базальтовой и кремнисто-базальт-терригенной ассоциаций; представлены красными, черными и зелеными яшмами и радиоляритами; сложены мелко-, криптозернистым кварц-халцедоновым материалом, чаще всего с пятнистой текстурой, подчеркнутой распыленной в матрице тонкодисперсной примесью железа. Из структур преобладают аффанитовая, ультрамелко-, мелко-, криптокристаллическая, реликтовая. Для радиоляритов характерна органогенная структура, реликты скелетов радиолярий выполнены кварц-халцедоновым материалом и составляют 50-80%. Доминируют массивная, слоистая, пятнистая, и комковатая текстуры.

По соотношению Zr/Y ; Ce/La ; $(\text{La}/\text{Ce})_n$ по (Дубинин, Волков, 1986; Морозов, 2000; Murray, 1994), диаграммам О.Л. Морозова (Морозов, 2000) (Рис. 4А) и R.W. Murray (Murray, 1991, 1994) кремнистые отложения были разделены на пелагические и приконтинентальные (окраинно-морские) разности. Для приконтинентальных разностей $\text{Zr}/\text{Y}=2,4-8,9$; $\text{Ce}/\text{La}=2,0-4,0$; $(\text{La}/\text{Ce})_n=0,53-1,09$, для пелагических $-1,9-4,1$; $1,1-2,0$; $1,05-1,99$ соответственно.

Для кремнистых пород отношение Zr/Hf составляет 32-52, что указывает на отсутствие, либо небольшое количество гидротермального материала в составе данных пород, и их принадлежность к обычным терригенным породам по (Дубинин, Волков, 1986; Стрекопытов и др., 1995). Значения алюминиевого (0,12-0,68) и титанового (8-629) модулей по (Bostrom, 1973; Страхов, 1976; Sugisaki et. al., 1982; Константиновская, 1998), низкие значения U/Th (0,1-8,4) по (Murray, 1992) в целом указывают на отсутствие эксгальтивного материала и свидетельствуют об удаленности от срединно-океанических хребтов (СОХ). Низкие значения Eu/Sm (0,01-0,51) и концентрации Ni (15-117), Cr (20-344), Cu (14-317) по (Bonatti et al., 1972,1976) соответствуют удаленности от зон гидротермальной разгрузки и, как следствие, от СОХ.

Соотношения U/Th , Ni/Co , Mo/Mn , $\text{V}/(\text{V}+\text{Ni})$ составляют 0,1-2,1; 1,6-5,8; 0,0001-0,0075; 0,4—0,83 соответственно и по (Холодов, Недумов, 1991; Холодов, Пауль, 1999; Hatch, Leventhal, 1992; Lewan, 1984; Jones, Manning, 1994; Холодов, 2006 и др.) указывают на формирование пород в хорошо аэрируемом бассейне, за исключением черных кремней района р. Кымьылнейвеем с характерными значениями U/Th (3,6-8,4), Ni/Co (13,4-36,6), Mo/Mn (0,17-0,21), $\text{V}/(\text{V}+\text{Ni})$ (0,90-0,92), которые формировались в бескислородных условиях. В них

отмечаются низкие концентрации Mn (44-97 мкг/г), Co (0,8-1,5), Ni (20-29), что по (Quinby-Hunt, Wilde, 1994; Rachold, Brumsack, 2001) так же свидетельствует об их формировании в аноксидных обстановках. В породах, формировавшихся при нормальном кислородном режиме, значения Mn составляют 527-3792 мкг/г; Co 3,4-43,0; Ni 20,5-117.

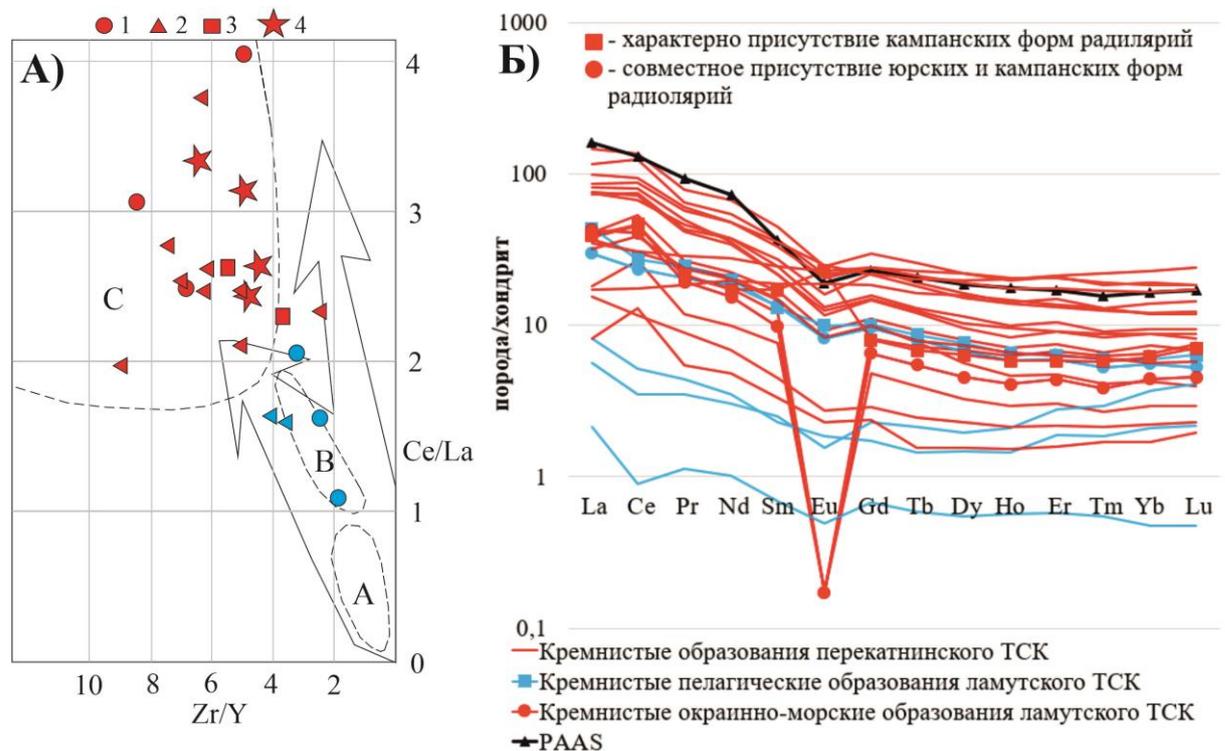


Рис. 4. А) Диаграмма Zr/Y-Ce/La по данным (Морозов, 2000). А - Гидротермальные, диагенетические и смешанные металлоносные осадки Тихого океана; В - пелагические осадки (глин) мирового океана; С - Терригенные и туфотерригенные осадки окраин океанов. Красным цветом раскрашены приконтинентальные кремнистые образования, голубым - пелагические: 1 – район г. Кымьылннай; 2 – района р. Кымьылннейвеем; 3 - района р. Ниж. Чиватыквеем; 4 – района р. Ольтян. Б) Диаграмма распределения РЗЭ для кремнистых отложений Алганского террейна.

Для пелагических разностей характерны более низкие концентрации РЗЭ – 2,6-51,3 мкг/г, относительно приконтинентальных – 16,4-206,5 мкг/г (Рис. 4Б). Для пород приконтинентальных разностей характерна положительная Се аномалия, для пелагических – отрицательная. По величине значения европиевой аномалии выделяется две группы пород ($Eu/Eu^*=0,017-0,028$ и $0,649-0,720$), что, вероятно, связано с разной терригенной примесью в их составе. Низкие отношения европиевой аномалии, так же по (Olivarez, Owen, 1991; German et al., 1990; Kato et al., 1998 и др.), указывают на удаление зоны осадконакопления кремней от СОХ.

Глава 5. Обстановки осадконакопления, источники сноса и геодинамические режимы юрско-меловых отложений. В данной главе рассматриваются источники сноса, геодинамические режимы, особенности размещения латеральных рядов палеоструктур в различные этапы.

5.1. Позднеюрский-раннемеловой этап. Верхнеюрские-нижнемеловые породы в районе Усть-Бельских–Алганских гор входят в состав Мавринской и Удачинской пластин Усть-Бельского террейна и алганского ТСК Алганского террейна. Породы Алганского террейна по минеральному составу представлены кварцево-полевошпатовыми граувакками, а Усть-Бельского – кварцево-полевошпатовыми и полевошпатовыми граувакками. Анализ состава пород указывает на то, что их накопление происходило синхронно с надсубдукционным вулканизмом основного и среднего состава. Результаты гранулометрического анализа подтверждают турбидитовый генезис псаммитов. Осадконакопление, вероятно, было связано с конусами выноса подводных дельт. Присутствуют как прибрежно-мелководные (Удачинская пластина Усть-Бельского террейна), так и мелководные фации (Мавринская пластина Усть-Бельского террейна, позднеюрский-раннемеловой ТСК Алганского террейна). Однако деятельность мутьевых потоков, обусловленная земной гравитацией, предполагает наличие крутого подводного склона. Поэтому условия осадконакопления, скорее всего, соответствовали умеренно глубоководной обстановке в сравнительно небольшой удаленности от берега. Вероятно, формирование отложений различных тектонических единиц происходило в различных частях Удско-Мургальской дуги счет высокоскоростных мутьевых потоков. Образование песчаников происходило в окислительных придонных условиях. Установлено, что породы Алганского террейна накапливались дальше от источника, чем породы Усть-Бельского террейна, а источник сноса располагался на западе региона. Полученные данные подтверждают, что: осадконакопление верхнеюрских-нижнемеловых псаммитов происходило за счет движения мутьевых потоков по склону, вблизи островодужного вулканизма; породы Алганского террейна содержат продукты разрушения пород аккретированных фрагментов океанической коры, которые являлись дополнительным источником для туфопесчаников Алганского террейна. Новые данные не противоречат предположениям о существовании вулканически активной континентальной окраины в позднеюрское-раннемеловое время.

В результате обобщения полученных данных построена палеотектоническая модель для позднеюрского-раннемелового времени (рис. 5А). На ней показано, что миграция материала происходила с запада на восток (в современных координатах). Источником сноса была Удско-Мургальская островная дуга, функционирующая в поздней юре-раннем мелу (Некрасов, 1976; Зоненшайн и др., 1990; Соколов, 1992; Парфенов и др., 1993; Соколов и др., 1999; Морозов, 2000). Породы Усть-Бельского террейна формировались в преддуговом бассейне, на склоне Удско-Мургальской дуги. Формирование верхнеюрских-нижнемеловых пород Алганского террейна происходило в пределах подножья склона или желоба, результаты исследования подтверждают их образование в составе аккреционной структуры Удско-Мургальской островной дуги. Изучение верхнеюрских-нижнемеловых пород позволило подтвердить

реконструкции латерального ряда палеоструктур Удско-Мургадской дуги А.В. Моисеева (Моисеев, 2020).

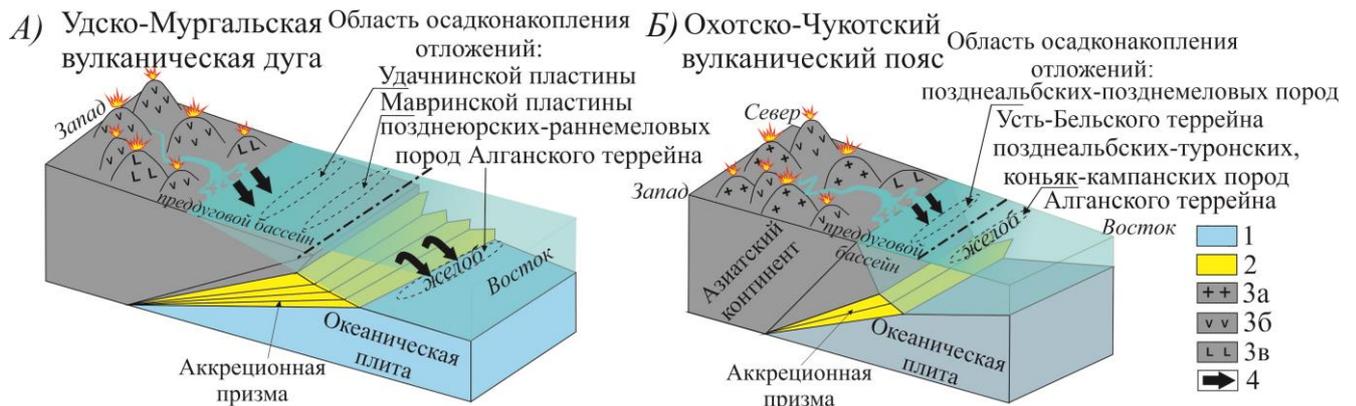


Рис. 5. А) Палеотектоническая реконструкция для позднеюрского-раннемелового времени. Б) Палеотектоническая реконструкция для позднеальбского-позднеемелового времени. 1 – океаническая плита; 2 – комплексы аккреционной призмы; 3 – комплексы ОЧВП: а – кислые вулканы; б – средние вулканы; в – «верхние базальты»; 4 – направление миграции материала от источника сноса.

5.2. Позднеальбский-позднеемеловой этап. В предпозднеальбское время произошла перестройка структурного плана региона, связанная с отмиранием зоны субдукции Удско-Мургадской дуги и заложением структур Охотско-Чукотского вулканогенного пояса.

Верхнеальбские-верхнемеловые отложения широко распространены на территории Алганского террейна и входят в состав перекатинского и ламутского ТСК, в пределах Усть-Бельского террейна – встречаются в составе Удачинской пластины.

В ходе исследований верхнеальбских-верхнемеловых туфотерригенных пород показано, что в пределах Удачинской пластины они представлены полевошпатовыми граувакками, а в пределах Алганского – кварцево-полевошпатовыми, полевошпатовыми и собственно граувакками. Предполагается, что их накопление происходило синхронно с вулканизмом кислого и среднего состава. Минеральный состав верхнеальбских-верхнемеловых пород указывает на близость области осадконакопления к активному надсубдукционному вулканизму, который обеспечивал поступление большого количества вулканического материала кислого и среднего состава. Отложения образовались в морских условиях, недалеко от берега. Осадконакопление было связано с конусами выноса подводных дельт. Вместе с фрагментами вулканических пород в бассейн поступали: фрагменты фундамента вулканической постройки, представленные гранитоидами, редко кварцитами; продукты размытия терригенных комплексов, представленные фрагментами туфоалевролитов и туфоаргиллитов. В составе ламутского ТСК выделен петротип пород, который формировался синхронно с основным и средним вулканизмом на севере региона. Предполагается, что его источником являлись «верхние базальты», присутствующие по (Тихомиров, 2018) во всех сегментах ОЧВП и часто встречающиеся в его фронтальной части.

Условия и способы образования верхнеальбских-верхнемеловых пород показывают сходство с породами верхнеюрского-нижнемелового возраста. Они формировались проксимальными высокоскоростными турбидитами недалеко от дельт, в умеренно глубоководной обстановке, в сравнительно небольшой удаленности от берега. Условия осадконакопления можно соотнести с обстановками, характерными для конусов выноса подводных дельт. Образование псаммитов, в основном, происходило в окислительных придонных условиях, кроме второго петротипа коньяк-кампанских пород, который формировался в бескислородных условиях. Характерно доминирование мелководных фаций, редко присутствуют прибрежно-мелководные. Установлено расположение источника сноса на северо-западе региона в позднеальбское-туронское время.

В ходе работ на сканирующем микроскопе при сравнении амфиболов коньяк-кампанских пород с амфиболами северной части ОЧВП установлено, что по составу они близки к амфиболам тыловой зоны ОЧВП Центрально-Чукотского сегмента. Предполагается, что гранитоиды содержащие амфиболы, были транспортированы реками, поставлявшими материал с удаленных участков. Кристаллизация амфиболов происходила на глубине 871-929 °С при давлении от 0,24 ГПа до 0,35 ГПа.

В результате обобщения полученных данных построена палеотектоническая модель для позднеальбского-позднемелового времени (рис. 5Б). На ней показано, что миграция материала происходила с северо-запада на юго-восток (в современных координатах). Источником сноса был ОЧВП, функционировавший в позднеальбское-позднемеловое время. В бассейн также поступали более древние терригенные отложения, представленные интракластами туфоалевролитов; фрагменты кристаллического фундамента Азиатского континента, представленные гранитоидами и кварцитами. Отложения образовывались в морских условиях, недалеко от берега. Осадконакопление было связано с конусами выноса подводных дельт. Верхнеальбские-верхнемеловые породы Усть-Бельского террейна формировались в преддуговом бассейне на склоне ОЧВП. Формирование верхнеальбских-верхнемеловых пород Алганского террейна происходило в пределах подножья склона или желоба.

Полученные данные подтверждают предположения о происхождении и способе осадконакопления верхнеальбских-верхнемеловых псаммитов за счет движения мутьевых потоков по склону вблизи надсубдукционного вулканизма и, таким образом, не противоречат предположениям о существовании вулканически активной континентальной окраины в позднеальбское-позднемеловое время на территории Усть-Бельских–Алганских гор.

В пределах распространения туфотерригенных пород присутствуют отдельные выходы кремнисто-базальтовой ассоциаций. По геохимическим показателям одна часть кремней образовалась в пелагических частях океана с низким влиянием аллотигенной примеси, другая –

на окраине океана, под большим влиянием аллогенной составляющей. Кремнистые отложения накапливались в приконтинентальной и пелагической областях далеко от СОХ, преимущественно в хорошо аэрируемом бассейне, за исключением черных кремней, формировавшихся в бескислородных условиях. Образование приконтинентальных разностей происходило при поставке различной терригенной примеси.

Геохимический анализ кремнистых осадков указывает, что в позднем мелу, до кампана включительно, мог существовать океанический бассейн с абиссалиями. Близкое расположение комплексов, образованных в различных седиментационных обстановках, свидетельствует о значительных тектонических сокращениях в регионе.

Все комплексы верхнеальбских-верхнемеловых пород Алганского террейна включены в покровно-складчатые деформации и обнажены в виде различных тектоно-стратиграфических комплексов, состоящих из отдельных тектонических пластин. Присутствующие среди осадочных отложений горизонты кремнисто-базальтовой ассоциации представляют фрагменты субдуцирующей океанической литосферы. Исследование позднеальбских-позднемеловых пород позволило вслед за А.В. Моисеевым (Моисеев, 2020; Моисеев, 2022) предположить, что они входят в аккреционную структуру ОЧВП.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В работе представлен фактический материал по различным юрско-меловым тектоно-стратиграфическим комплексам Алганского и Усть-Бельского террейнов.

В ходе работы были установлены состав, условия и обстановки формирования пород различных комплексов. На основе обобщения данных построены палеотектонические модели формирования изученных пород в позднеюрско-раннемеловое и позднеальбское-позднемеловое время.

Изучение пород алганской, перекактинской и ламутской свит Алганского террейна показало, что каждая состоит из тектонически совмещённых блоков, породы которых различаются по составу и условиям образования. Доказано, что объединенные в каждую из свит породы формировались в разных условиях. Псаммитовые породы формировались в умеренно глубоководных морских условиях под действием высоко- и среднескоростных мутьевых потоков, недалеко от берега, вблизи дельт, синхронно с надсубдукционным вулканизмом. Кремнистые отложения накапливались в приконтинентальной и пелагической областях далеко от СОХ и зон гидротермальной разгрузки. Породы с различными условиями образования не должны включаться в одну свиту, так как это противоречит самому термину «свита». Поэтому в отношении пород Алганского террейна стоит употреблять термин «тектоно-стратиграфический комплекс» (ТСК). Таким образом, в составе Алганского террейна присутствуют разнообразные и разновозрастные ТСК: позднеюрский-раннемеловой (алганский), позднеальбский-туронский (перекактинский), коньяк-кампанский (ламутский).

Изучение туфотерригенных верхнеюрских-нижнемеловых пород позволило подтвердить реконструкции латерального ряда палеоструктур Удско-Мургальской дуги А.В. Моисеева (Моисеев, 2020). Были выделены: комплексы аккреционной призмы (алганский ТСК Алганского террейна) и комплексы нескольких палеобассейнов (отложения Удачинской и Мавринской пластин Усть-Бельского террейна), которые формировались в преддуговом бассейне на склоне островной дуги.

Изучение верхнеальбских-верхнемеловых пород Алганского террейна позволило вслед за А.В. Моисеевым (Моисеев, 2020; Моисеев, 2022) предположить, что данные породы входят в состав аккреционной призмы ОЧВП и указывают на необходимость внесения ряда изменений в существующую схему аккреционного роста Азиатского континента.

Полученные данные решают проблему диагностики верхнеюрских-нижнемеловых и верхнеальбских-верхнемеловых комплексов на основе их литологических характеристик. Установлены критерии, позволяющие различать разновозрастные отложения, формировавшиеся в сходных условиях. Основные различия разновозрастных пород обусловлены петрографо-минералогическими и геохимическими особенностями псаммитов, состав которых определяется различными источниками сноса.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в журналах Scopus, WoS, RSCI, а также в изданиях, рекомендованных для защит в диссертационном совете МГУ по специальности

1.6.1 – Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика

1) *Гущина М.Ю.* Литогеохимические особенности и условия образования позднеюрских-раннемеловых туфотерригенных пород Усть-Бельских гор (северо-запад Корякского нагорья) // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. № 6. 2021. С. 30–39. **(0,978 авторского листа, 1,101 п.л., авторский вклад - 100%, импакт-фактор в РИНЦ 0,648).**

2) *Гущина М.Ю., Моисеев А.В., Тучкова М.И.* Позднеюрско-раннемеловые туфопесчаники алганской свиты: состав, происхождение, источники сноса // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. № 6. 2020. С. 48–58. **(0,789 авторского листа, 1,339 п.л., авторский вклад - 33%, импакт-фактор в РИНЦ 0,648).**

3) *Гущина М.Ю., Моисеев А.В., Тучкова М.И.* Туфопесчаники перекактинской свиты: состав, происхождение, источники сноса (Усть-Бельские горы, Корякское нагорье) // Литосфера. Т. 19. № 3. 2019. С. 372–385. **(1,101 авторского листа, 1,771 п.л., авторский вклад - 33%, импакт-фактор в РИНЦ 0,824).**

4) *Палечек Т. Н., Моисеев А.В., Гущина М.Ю.* Новые данные о возрасте ламутской свиты (Алганские горы, Северо-Западная часть Корякского нагорья) // Вестник Камчатской

региональной ассоциации "Учебно-научный центр". Серия: Науки о Земле. № 4(40). 2018. С. 105–119. **(1,101 авторского листа, 1,687 п.л., авторский вклад - 33%, импакт-фактор в РИНЦ 0,777).**

Иные публикации

1) *Гущина М.Ю., Моисеев А.В.* Геохимическая характеристика туфопесчаников Алганского террейна (Усть-Бельские горы, Корякское нагорье) // Сборник научных трудов по материалам XI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Геология в развивающемся мире 2018". Пермь. Т. II. 2018. С. 256-259. **(0,214 авторского листа, 0,356 п.л., авторский вклад - 50%).**

2) *Гущина М.Ю., Моисеев А.В.* Юрско-меловые туфопесчаники района Усть-Бельских гор: состав и возможные источники сноса (Корякское нагорье) // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2017». Электронный ресурс. Москва. МАКС Пресс. 2017. **(0,089 авторского листа, 0,149 п.л., авторский вклад - 50%).**

3) *Гущина М.Ю., Моисеев А.В., Палечек Т.Н., Тучкова М.И.* Кремнистые отложения г. Кымьылнай (Корякское нагорье, Северо-Восток России) // Тезисы докладов IX Международной научной конференции молодых учёных «Молодые-Наукам о Земле». М.: МГРИ. Т. 1. 2020. С. 61–64. **(0,212 авторского листа, 0,354 п.л., авторский вклад - 25%).**

4) *Гущина М.Ю., Моисеев А.В., Палечек Т.Н., Тучкова М.И.* Состав, строение и условия образования тектоно-стратиграфических комплексов позднего альба-кампа Алганского террейна (Корякское нагорье) // Материалы конференции «Геология на окраине континента. II молодежная научная конференция-школа ДВГИ ДВО РАН». Владивосток. 2022. С. 14-17. **(0,226 авторского листа, 0,376 п.л., авторский вклад - 25%).**

5) *Гущина М.Ю., Моисеев А.В., Тучкова М.И.* Геохимическая характеристика кремнистых отложений Алганского террейна (Алганские горы, Корякское нагорье) // Литология осадочных комплексов Евразии и шельфовых областей: материалы IX Всероссийского литологического совещания. Казань: Издательство Казанского университета. 2019. С. 116-117. **(0,133 авторского листа, 0,221 п.л., авторский вклад - 33%).**

6) *Гущина М.Ю., Моисеев А.В., Тучкова М.И.* Источники сноса и палеогеодинамическая обстановка формирования отложений территории Усть-Бельских гор в альб-туронское время (Корякское нагорье, северо-восток России) // Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий: Сборник статей VII Всероссийской молодежной конференции. Уфа: РН-БашНИПИнефть. 2019. С. 10-12. **(0,216 авторского листа, 0,359 п.л., авторский вклад - 33%).**

7) *Гущина М.Ю., Моисеев А.В., Тучкова М.И.* Литологические особенности туфопесчаников алганской свиты: (Усть-Бельские горы, Корякское нагорье) // Методы, методы

и снова методы в литологии. Материалы 4-й Всероссийской школы студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов по литологии. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН. 2020. С. 79-80. **(0,221 авторского листа, 0,368 п.л., авторский вклад - 33%)**.

8) *Гущина М.Ю., Моисеев А.В., Тучкова М.И.* Сравнительный анализ туфопесчаников алганской и перекатнинской свит (Усть-Бельские горы, Корякское нагорье) // Материалы Всероссийского совещания «Фундаментальные проблемы изучения вулканогенно-осадочных, терригенных и карбонатных комплексов», Москва. ГЕОС. 2020. С. 49-52. **(0,225 авторского листа, 0,375 п.л., авторский вклад - 33%)**.

9) *Гущина М.Ю., Моисеев А.В., Тучкова М.И., Палечек Т.Н.* Юрско-меловые тектоно-стратиграфические комплексы Алганского террейна (Корякское нагорье) // Тектоника и геодинамика Земной коры и мантии: фундаментальные проблемы. материалы ЛПТ Тектонического совещания. Т. 1. М.: ГЕОС. 2022. С. 152-155. **(0,248 авторского листа, 0,414 п.л., авторский вклад - 25%)**.

10) *Моисеев А.В., Гущина М.Ю., Палечек Т.Н., Соколов С.Д.* Альб-кампанская аккреционная призма Охотско-Чукотского вулканического пояса (Алганский террейн, Корякская складчатая система) // Материалы конференции «Геология на окраине континента. II молодежная научная конференция-школа ДВГИ ДВО РАН». Владивосток. 2022. С.30-34. **(0,223 авторского листа, 0,371 п.л., авторский вклад - 25%)**.

11) *Моисеев А.В., Соколов С.Д., Палечек Т.Н., Гущина М.Ю.* Аккреционная призма Охотско-Чукотского вулканического пояса в структуре Алганского террейна (Корякская складчатая система) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России [Электронный ресурс]: материалы XII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 65-летию Института геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения РАН. Якутск: Издательский дом СВФУ. 2022. С. 90-95. **(0,374 авторского листа, 0,624 п.л., авторский вклад - 25%)**.

12) *Gushina M., Moiseev A., Tuchkova M.* Jurassic-Cretaceous tuff-sandstones on the Ust-Belsky mountains: composition, genesis, sources // 33 IAS Meeting. Toulouse. 2017. P. 386. **(0,087 авторского листа, 0,145 п.л., авторский вклад - 33%)**.

13) *Gushchina M., Moiseev A., Tuchkova M.* Paleotectonic reconstruction and sources sediments of the Ust-Belsky mountains territory for the albian-turonian time (Koryak Highland, NE Russia) // 34 IAS Meeting. Rome. 2019. P. 836. **(0,078 авторского листа, 0,133 п.л., авторский вклад - 33%)**.

14) *Gushchina M.U., Moiseev A.V., Tuchkova M.I.* Late Jurassic-Early Cretaceous tuff sandstones of the Ust-Belsky Mountains (Koryak Highland, NE Russia) // 35th IAS Meeting. Praha. 2021. P. 195. **(0,085 авторского листа, 0,142 п.л., авторский вклад - 33%)**.