

На правах рукописи

Моисеев Артем Вячеславович

**Структура и история тектонического развития
Усть-Бельского сегмента Западно-Корякской складчатой системы (СВ
России, Корякия)**

Специальность: 25.00.03 – геотектоника и геодинамика

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Москва – 2015

Работа выполнена в лаборатории Тектоники океанов и приокеанических зон Федерального государственного бюджетного учреждения науки Геологического института Российской академии наук (ФГБУН ГИН РАН)

Научный руководитель:

Доктор геолого-минералогических наук, профессор

Соколов Сергей Дмитриевич (ФГБУН ГИН РАН, г. Москва)

Официальные оппоненты:

Доктор геолого-минералогических наук, профессор

Никишин Анатолий Михайлович (ФГБОУ ВПО Московский государственный Университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва)

Кандидат геолого-минералогических наук

Цуканов Николай Васильевич (ФГБУН Институт океанологии им. Ширшова РАН, г. Москва)

Ведущая организация:

ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

Защита состоится 29 октября 2015 года в 14.30 на заседании диссертационного совета Д.002.215.01 в ФГБУН Геологическом институте РАН по адресу: 119017, Москва, Пыжевский пер., 7. Актовый зал Геологического института РАН

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке геологической литературы Секции Наук о Земле РАН по адресу: Москва, Старомонетный пер., д. 35, ИГЕМ РАН и на сайте ГИН РАН:

<http://www.ginras.ru/struct/21/20/dis.php>

Автореферат разослан « » 2015 г.

Отзывы на автореферат просьба высылать в двух экземплярах, заверенных печатью, по адресу: 119017, Москва, Пыжевский пер. д. 7. Геологический институт РАН, Ученому секретарю Спецсовета.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор геолого-минералогических наук



М.В. Лучицкая

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Несмотря на достаточно хорошую изученность Западно-Корякской складчатой системы в целом, до сих пор остается ряд противоречий в представлениях о геологическом строении и моделях тектонической эволюции. Это обусловлено тем, что регион изучен неравномерно. Некоторые крупные участки изучены или слабо, или без применения современных аналитических методик. Например, в Усть-Бельском сегменте исследования были сосредоточены главным образом на офиолитах, а изучению вмещающих комплексов уделялось недостаточно внимания. Представлявшаяся ранее логичной связь офиолитов с вулканогенно-терригенным чехлом становится неопределенной в свете новых геохронологических и вещественных данных по ультрабазит-габбровому комплексу Усть-Бельского массива. В связи с этим важными задачами стали изучение их взаимоотношений с вмещающими образованиями и выяснение их возможных связей с вулканогенно-терригенными породами палеозоя и мезозоя.

Анализ опубликованных региональных материалов по этому вопросу показывает отсутствие работ с применением современных методов и технологий лабораторных исследований, а также недостаточное количество изотопных и палеонтологических датировок вещественных комплексов. Это затрудняет создание тектонической модели Усть-Бельских гор и межрегиональные корреляции. При этом в Усть-Бельских горах совмещены разновозрастные и разнообразные по составу образования, именно здесь можно наблюдать взаимоотношения Западно-Корякских (Усть-Бельский террейн) и Анадырско-Корякских (Алганский террейн) структур. Их изучение дает возможность дополнить знания о тектонике и геодинамике Корякского региона. Кроме того, разработка новой модели расширит представления об особенностях формирования континентальной окраины Северо-Восточной Азии и взаимодействия континентальных и океанических структур.

Степень разработанности темы исследования. Большой вклад в изучение тектоники и картирование покровно-складчатых структур Корякского нагорья был сделан сотрудниками АН СССР (Корякская экспедиция ГИН РАН и СВКНИИ ДВО РАН, а также ИЛСАН и ДВГИ ДВО РАН). Основные результаты были опубликованы в работах (Руженцев и др., 1979, 1981; Руженцев, Соколов, 1980; Тектоническая расслоенность литосферы, 1980; Аристов и др., 1982; Очерки тектоники Корякского нагорья, 1982; Казимиров, 1985; Григорьев и др., 1986, 1987; Брагин и др., 1987; Богданов и др., 1987; Тильман, 1987; Геология юга Корякского нагорья, 1987; Пушаровский и др., 1992; Соколов, 1992; Коваленко, 1992; Ханчук и др., 1992; Вишневская и др. 1992; Ханчук, 1993; Чехович, 1993; Соколов, Бялобжеский, 1996 и др.). Одними из важных объектов исследований были структуры Западно-Корякской складчатой системы, расположенной на границе Верхояно-Чукотской и Корякско-Камчатской складчатых областей. (Некрасов, 1976; Заборовская, 1978; Алексеев, 1981; Филатова, 1988; Ханчук и др., 1990; Бондаренко и др., 1999; Голозубов и др., 2005; Геодинамика..., 2006). Позже, преимущественно сотрудниками ГИН РАН, на основании большого

фактического материала были дополнены знания о строении, и создана серия палеотектонических реконструкций континентальной окраины Азии. Основное внимание было сосредоточено на изучении Тайгоносского, Пенжинского и Пекульнейского сегментов (Соколов и др., 1999, 2001; Бондаренко и др., 1999; Лучицкая, 2000; Морозов, 2001; Палечек, Паланджян, 2007; Леднева, Матуков, 2009; Sokolov et al., 2003).

В пределах структур Усть-Бельских гор планомерные геологические исследования проводились во время геолого-съёмочных работ. (Кальянов, Силкин, 1961; Кальянов, Беляцкая, 1962; Агальцов, Беляцкая, 1960; Шкурский и др., 1962; Силкин, Куприенков, 1964). Большое значение имели стратиграфические работы (Терехова 1957, 1958), а в изучении гипербазитов— специальные работы Г.Г. Кайгородцева (Кайгородцев, 1961), и геолого-петрографические исследования В.Г. Силкина и В.Е. Стерлиговой (Силкин, Стерлигова, 1974). Результаты этих работ были использованы в качестве основного материала при составлении геологической карты 1:200000 масштаба прошлого поколения (Захаров, 1974). Современное представление о покровно-чешуйчатом характере структуры Усть-Бельских гор и океанической природе офиолитов сформулировано в работах А.А. Александрова (Александров, 1978; 1978). Отдельные вопросы тектоники и геологии офиолитов Усть-Бельских гор изучались Г.В. Пинусом, В.В. Велинским, Т.А. Смирновой, Г.Е. Некрасовым, М.С. Марковым, С.А. Паланджяном, Г.Г. Дмитренко (Пинус, Велинский, 1973; Марков и др., 1982; Palandzhyan et al., 1996; Паланджян, 1992; Некрасов и др., 2001).

Автор диссертации принимал участие в полевых работах, где его коллегами был собран новый фактический материал. На его основании были опубликованы геохронологические (Тихомиров, 2010; Паланджян и др., 2011; Леднева и др., 2012) и вещественные (Базылев и др., 2009; Леднева и др., 2012) данные для базитов и ультрабазитов Усть-Бельского массива и связанных с ними магматических пород. Полученный материал указывает на существенно более древний возраст датированных пород. Данные о составе пород идут в разрез с ранее существующими представлениями.

Цель исследований разработка модели тектонической эволюции Усть-Бельского сегмента Западно-Коряжской складчатой системы.

Задачами исследования являются:

- Выяснить тектоническую позицию, особенности внутреннего строения и первичные взаимоотношения различных покровных комплексов.
- Определить возраст, состав и геохимические особенности кремнистых и вулканических пород.
- Определить нижний предел возраста осадконакопления и реконструировать основные источники сноса для разновозрастных осадочных бассейнов.

- Определить геодинамические обстановки для породных ассоциаций, входящих в различные покровные структуры

- Восстановить последовательность, природу геологических процессов и событий начиная с палеозоя до конца раннего мела.

Фактический материал и методология исследования. Автор участвовал и организовывал полевые работы ГИН РАН в 2007, 2008 и 2011 годах. Участвовал в геологосъемочных работах ГДП-200 (ОАО «Георегион»; Гульпа, 2014). В результате было выполнено несколько субширотных пересечений среднепалеозойских – мезозойских комплексов, вдоль которых были детально изучены наиболее ключевые и информативные участки. В качестве основной методики исследования использовался анализ структурно-вещественных комплексов (СВК). В основу интерпретаций был заложен комплексный аналитический подход к изучению различных типов пород.

Диссертантом был пройден путь от опробования до получения аналитических данных и их интерпретации. Этап пробоподготовки включал: дробление, истирание горных пород, извлечение объемных форм микроорганизмов. Автор самостоятельно работал на приборах: ICP-MS, XRF, SHRIMP II, EPMA.

Было изучено более 500 петрографических шлифов, использовано 54 геохимических анализа кремнистых и вулканических пород. Определение главных элементов производилось классическим методом мокрой химии (ГИН РАН). Определение элементов-примесей производилось методом масс-спектрометрии (лаборатории АСИЦ ИПТМ РАН; ИМГРЭ).

Геохронологические исследования включают локальное U-Pb датирование индивидуальных зерен акцессорных цирконов для 4 магматических пород и обломочных зерен цирконов для 5 осадочных пород. Измерения проводились методом лазерной абляции (LA-ICP-MS, лаборатория A2Z, США) и на вторично ионном зонде (SHRIMP II, лаборатории университетов г. Киото и г. Хиросима, Япония). Для подсчета и графического представления данных были использованы Excel макрос (Gehrels G., 2013), а также Isoplot/Ex 4.15 (Ludwig, 2003). Помимо этого, геохронологические исследования включают 2 Ar-Ar анализа, произведенные в университете г. Фэрбенкс (США).

В работе использованы новые определения микрофаунистических остатков. Конодонтовые элементы были извлечены из 6 образцов (определения В.А. Аристов, ГИН РАН). Радиоляриевым методом было датировано 13 образцов (определения Т.Н. Палечек, ГИН РАН).

Научная новизна. К новым результатам относятся:

- Впервые проведено U-Pb датирование обломочных цирконов палеозойских и мезозойских обломочных пород, что позволило уточнить временные параметры осадконакопления и охарактеризовать источники сноса.

- Обнаружены осадочные породы докембрия с возрастом самой молодой популяции обломочных цирконов 1720 ± 14 млн. лет. Другие популяции указывают на размыв древней континентальной коры с возрастaми 2045 и 2725 млн. лет.

- Выделены и закартированы СВК и пластины в пределах Алганского террейна.

- Впервые определены и интерпретированы геохимические особенности вулканитов и кремнистых пород различных породных комплексов Алганского террейна. Выявлена гетерогенность вулканитов и черты их сходства с базальтами N-MORB и окраинных морей. Особенности состава пелитовых и кремнистых пород указывают на их накопление в различных палеофациальных зонах. Разработана схема принципиальных взаимоотношений различных СВК

- Получены новые данные по строению и составу различных комплексов Отрожнинской пластины Усть-Бельского террейна. Установлена тектоническая природа контакта между вулканогенным и вулканогенно-осадочным комплексами. Реконструированы условия осадконакопления, палеобассейны и проведен анализ источников сноса для пород вулканогенно-осадочного комплекса.

- Выполнен комплексный геодинамический анализ разновозрастных СВК Усть-Бельских гор, позволивший разработать модель тектонической эволюции.

Степень достоверности исследования. Исследования основаны на оригинальных данных. Аналитический материал был получен в лицензированных лабораториях. Были выбраны современные и широко используемые в мировой практике методы. При интерпретации были получены консультации аналитиков и специалистов по различным методикам. Помимо этого, знакомство с современным оборудованием и методиками автор получал во время международных геологических экскурсий (Япония, Ирландия, Турция, Россия), стажировок (Япония) и школ (Германия). При решении задач геодинамического плана применялся комплексный подход с использованием различных методик.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались на международных и всероссийских совещаниях: МТК XLII «Геология полярных областей земли» (Москва, 2008), совместном японско-российском симпозиуме (Москва, 2010), японско-российской конференции (Тохоку, 2011), на 4-х Яншинских чтениях «Современные вопросы геологии» (Москва, 2011), МТК XLIV «Осадочные бассейны и геологические предпосылки прогноза новых объектов, перспективных на нефть и газ» (Москва, 2012), на 30-й международной конференции ассоциации седиментологов (Манчестер, 2013), МТК XLVI «Тектоника складчатых поясов Евразии: сходство, различие, характерные черты новейшего горообразования, региональные обобщения» (Москва, 2014), заседаниях Лаборатории тектоники океанов и приокеанических зон, Тектоническом коллоквиуме и конкурсах научных работ ГИН РАН.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 работ. Из них 3 статьи в рецензируемых журналах, остальные тезисы и материалы конференций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, изложенных на 124 страницах текста. Она содержит 55 рисунков. Результаты изотопного датирования и химических анализов приведены в приложении в виде 5 таблиц. Список литературы включает 159 наименований.

Практическое значение. Изложенные результаты могут быть использованы при создании обобщающих схем Северо-Востока России. Они имеют прямое отношение к повышению уровня геологической изученности региона и были использованы при создании Государственной геологической карты Q-59-XXIX, XXX нового поколения (Гульпа, 2014).

Основные защищаемые положения.

1. Установлен тектонический контакт вулканитов офиолитовой ассоциации и вулканогенно-осадочной толщи Отрожинской пластины. Они образовались в разных геодинамических обстановках: вулканиты имеют состав океанических базальтов, а вулканогенно-осадочная толща накапливалась в предостроводужной обстановке.

2. В составе вулканогенно-осадочной толщи выделены 4 пачки, различающиеся по литологии и условиям осадконакопления. Накопление пачек 1 и 2 происходило в присклоновых частях бассейна вблизи конвергентной окраины. Верхняя часть (пачки 3, 4) образовалась в изолированном более мелководном бассейне. Возраст детритовых цирконов и состав обломков указывают на резкую смену источника сноса.

3. В пределах Алганского террейна выделены две тектонические пластины. «Верхняя» пластина представлена серпентинитовым меланжем и включает блоки вулканогенно-кремнистого, вулканогенно-кремнисто-туфотерригенного и туфотерригенного комплексов. Породы «Нижней» пластины представлены вулканогенно-туфотерригенным комплексом. Магматические породы по составу сходны с вулканитами окраинных морей и базальтов СОХ. Кремнистые породы имеют поздний аален-батский, бат - кимериджский, кимеридж - титонский, титон - берриасский и кимеридж - валанжинский возрасты. Особенности состава кремнистых пород указывают на их накопление в различных палеофациальных зонах от центральных частей океанического бассейна и до окраинно-континентальных.

4. Фундамент Удско-Мургальской дуги в Усть-Бельском сегменте имеет гетерогенное строение. Для поздней юры - раннего мела установлен латеральный ряд структур: предостроводужный бассейн (туфотерригенные отложения Удачинской пластины), аккреционная призма («Верхняя» пластина Алганского террейна) и окраинное море («Нижняя» пластина).

Благодарности. Выражаю глубокую признательность научному руководителю и идейному вдохновителю данной работы С.Д. Соколову, за его поддержку и подпитку идеями. Его влияние за

время написания кандидатской, позволили автору получить необходимую уверенность и созреть как специалист.

Автор признателен С.А. Паланджяну за труд прочтения всего текста работы, обсуждение, конструктивную критику и замечания, которые позволили значительно улучшить диссертацию.

Я благодарен своим коллегам из Лаборатории тектоники океанов и приокеанических зон и других лабораторий Геологического института РАН: Г.В. Ледневой, А.В. Ганелину, М.И. Тучковой, А.Б. Кузьмичеву, Г.Е. Некрасову, А.И. Хисамутдиновой, Е.В. Ватрушкиной, Т.Н. Палечек, А., И.А. Войцику за поддержку и полезные консультации.

Особую благодарность я хочу выразить А.В. Соловьеву, К.Е. Дегтяреву, М.В. Лучицкой и А.В. Рязанцеву за интерес к ходу работы и полезные наставления.

Проведение и организация полевых работ были бы невозможны без участия в них С.Д. Соколова, Г. В. Ледневой, И.А. Войцика, Б.А. Базылева, С.А. Паланджяна. Отдельно хочется поблагодарить сотрудников Анадырской экспедиции ОАО «Георегион» В.В. Лебедева, Е.П. Исаеву, С.А. Аксенова, Т.В. Звизда и особенно И.В. Гульпа за теплый прием, оказание всесторонней помощи и интерес к проводимым полевым работам.

Получение новых геохронологических данных явилось результатом совместных работ с иностранными коллегами из Японии Я. Хаясака и А. Ишиватари, которым я выражаю свою благодарность.

Особо признателен своим родным и близким за поддержку.

Работы по теме диссертации проводились при финансовой поддержке РФФИ (гранты №№ 12-05-31432; 12-05-31432-мол_а, 11-05-00074, 14-05-00031, 13-05-00249) и научных школ (НШ-7091.2010.5, 5177.2012.5, 2981.2014.5). Частично аналитические работы проведены при поддержке “TGS”.

II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В введении обрисовывается круг проблем, формируются цели и задачи работы, ее актуальность, новизна и степень разработанности материала.

Глава 1. Геологическое строение Северо-восточной окраины Азии (Западно-Корякская и Анадырско-Корякская складчатые системы). Структуры Корякско-Камчатской складчатой области образованы в результате последовательного причленения разновозрастных террейнов со стороны Тихого океана. В пределах Усть-Бельского сегмента тектонически совмещены отложения Западно-Корякской (ЗКСС) и Анадырско-Корякской (АКСС) складчатых систем, структуры которых были аккретированы к окраине к концу раннего и позднего мела соответственно (рис. 1). В главе 1 подробно рассмотрено строение обеих складчатых систем и выделяемых в их пределах террейнов. ЗКСС имеет пограничное положение по отношению к структурам Верхояно-Чукотской и Корякско-Камчатской складчатых областей (Богданов и др., 1990; Соколов, 1992; 2010; Парфенов

и др., 1993; Соколов, Бялобжеский, 1996, Геодинамика..., 2006). В ее пределах широко развиты островодужные образования от карбона до конца раннего мела. Их изучение позволило различать позднепалеозойско-раннемезозойскую Кони-Тайгоносскую и позднеюрско-раннемеловую Удско-Мургальскую островодужные системы (Белый 1974; 1981; Некрасов, 1976; Заборовская, 1978; Филатова, 1988; Соколов, 1992). В пределах конвергентной окраины происходило образование аккреционных призм и наращивание континента путем причленения различных СВК, включая офиолиты (Тектоника..., 1980; Очерки..., 1982; Парфенов, 1984; Филатова, 1988; Богданов и др., 1992; Соколов, 1992, 2003, 2010; Соколов и др., 1997, 1999).

Аккреционные призмы *сложены* терригенными отложениями (в основном турбидитами) и серий тектонических пластин, разделенных серпентинитовыми меланжами. На полуострове Тайгонос (*Береговой террейн*) призма состоит: (1) пластины океанических комплексов, которые включают среднетриасовые-нижнемеловые породы базальт-кремнистой ассоциации; (2) сильно дислоцированные породы дайкового комплекса и амфиболовые габбро; (3) турбидиты средней-поздней юры; волжско-валанжинские вулканогенно-терригенные образования. Вдоль побережья р. Пенжины, в Таловских и Понтонейских горах (*Айнынско- Майнский террейн*) преимущественно развиты пластины турбидитов верхней юры – нижнего мела, а также отложения ордовика — силура, среднего-верхнего девона; карбона-нижней перми, триаса.

Офиолитовые комплексы включены в состав различных террейнов. *Куюльский террейн* представляет собой бескорневую пластину, сложенную серпентинитовым меланжем, (Александров, 1978; Чехов, 1982; Соколов и др., 1996). В меланже встречаются фрагменты офиолитовых разрезов океанического (Р-Т-J₂), супрасубдукционного (J₂₋₃) и внутриплитного генезиса (Григорьев и др 1995; Соколов, Бялобжеский, 1996). *Ганычаланский террейн* состоит из нескольких тектонических пластин (Некрасов и др., 2001). Ильпенейская пластина содержит глаукофановые сланцы (Аг-Аг возраст 325-327 млн. лет; Добрецов, 1974; Виноградов и др., 1994). Пластина, сложенная габбро-амфиболитами и плагиогранитами (U-Pb возраст 531.5±5 млн. лет; Некрасов и др., 2003). Выше описан меланж, содержащий блоки кремнисто-терригенных пород с фауной ордовика (Ханчук и др., 1992; Соколов и др., 1997). Верхний покров представляет собой разрез дезинтегрированных офиолитов (Аг-Аг возраст амфиболов 559±3 млн. лет; Ханчук и др., 1992). Геохимические характеристики габброидов и базальтов свидетельствуют об их формировании в океанических условиях (Ганелин и др., 2001; Некрасов и др., 2001). Осадочные породы офиолитового разреза представлены сланцами среднего ордовика – раннего силура. *Усть-Бельский террейн* — состоит из нескольких тектонических пластин (Александров, 1978; Марков и др., 1982; Паланджян, 2000; Palandzhyan et. al., 1996) объединенных в аллохтонный комплекс, надвинутый на мезозойские породы АКСС (Алганский террейн). Досреднедевонский возраст офиолитовых пластин определен по перекрывающим осадкам. Более подробное описание в **главе 2**.

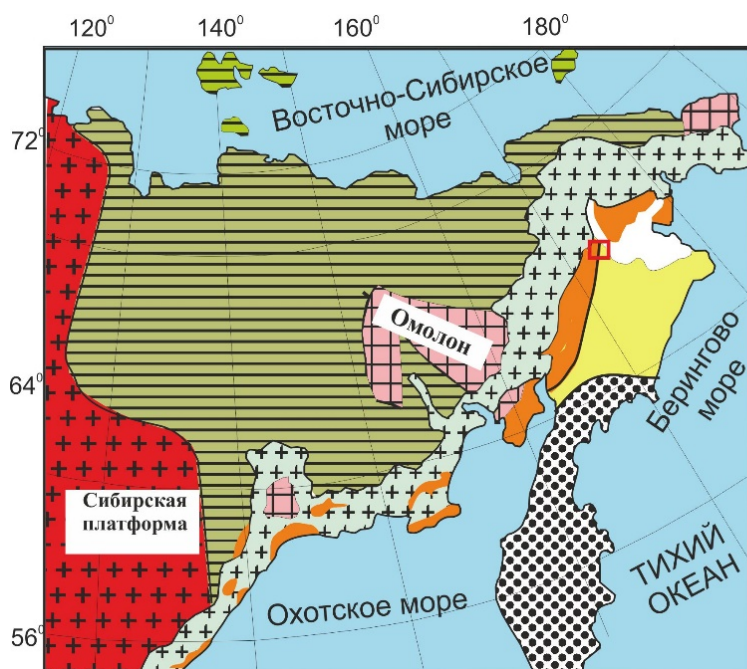


Рисунок 1. Тектоническая схема

- 1 Северо-Востока Азии (Соколов, 2010). Красным прямоугольником отмечен район работ.
- Условные обозначения: 1 – Сибирская платформа; 2-3 – Верхояно-Чукотская складчатая область: 2 – палеозойско-мезозойские отложения, 3 – террейны с континентальной корой; 4-6 – Корякско-Камчатская складчатая область: 4 – Западно-Корякская складчатая система, 5 – Анадырско-

Корякская складчатая система, 6 – Олюторско-Камчатская складчатая система; 7 – Охотско-Чукотский вулканогенный пояс.

В пределах АКСС широко распространены вулканогенно-кремнисто-терригенные образования, которые разбиты на пластины юго-восточной вергентности. В северной части АКСС (*Алганский, Майницкий террейны*) подобные образования объединены в алганскую (ранее пекульнейвеемскую) свиту и чирынайскую серию (Кайгородцев, 1961; Кальянов, Силкин, 1961; Шмакин, 1984; Зинкевич, 1981; Терехова, 1987). Развитые тут комплексы характеризуются весьма значительной фациальной изменчивостью и крайне высокой степенью разобщенности первичной последовательности разрезов. Вышележащие отложения представлены флишоидными образованиями неоавтохтона позднего альба-сенона (Марков и др., 1982).

Глава 2. Геологическое строение района Усть-Бельских гор. Покровно-чешуйчатое строение Усть-Бельских гор впервые было обосновано А.А. Александровым (Александров, 1978). В состав параавтохтона были включены породы, распространенные восточнее р. Утесики (рис. 2). Все, что западнее, было включено в состав аллохтона, с востока на запад или снизу-вверх были выделены Утесинская, Мавринская, Отрожнинская, Удачнинская и Толовская пластины (см. рис. 2, 3). На схеме террейнов (Парфенов и др., 1993; Соколов, Бялобжеский, 1996) автохтон был включен в состав *Алганского*, аллохтон – *Усть-Бельского террейнов*. На геологических картах породы включены в состав алганской (J_2baj-K_1h) и перекатнинской ($K_{1alb}-K_{2tur}$) свит (Захаров, 1974; Легенда..., 1999; Гульпа, 2014). Александровым (Александров, 1978) выходы восточней р. Утесики были отнесены к автохтону сеноман-туронского возраста. Породы междуречья Левая Маврина — Утесики были включены в состав Утесинской пластины основания аллохтона. Предполагался их палеозойский возраст. Среднеюрские туфо-терригенные породы бассейна р. Левая Маврина были выделены в отдельную Мавринскую пластину. В работах (Филатова и др., 1992; Вишневская и др.,

1996) для водораздела Левая Маврина — Утесики описан сложный пакет пластин, состоящих из пород, образованных в различных геодинамических обстановках. Для некоторых из них удалось обосновать позднегетитон-готеривский и позднебат-раннекеловейский возраст.

Традиционно разрез Отрожной пластины интерпретируется как единая среднепалеозойская офиолитовая ассоциация (Александров, 1978; Марков и др., 1982; Паланджян 2000). В основании пластины расположена зона серпентинитового меланжа. Выше находятся: (I) деформированный ультрабазит-габбровый комплекс мощностью около 1 км и (II) вулканогенный комплекс мощностью до 400 м. Базальты вулканогенного комплекса соответствуют базальтам N-MORB (Palandzhyan, Dmitrenko, 1996). Вулканогенный комплекс перекрывается вулканогенно-терригенными отложениями (мощность до 900 м) среднего девона — нижнего карбона. Характер взаимоотношения не был установлен, и предполагалось согласное налегание.

Западнее г. Отрожная в междуречье Маврина — Коначан распространены туфо-осадочные породы валанжина, общей мощностью 700 м (Удачинская пластина по Александров, 1978). В поле их распространения отмечены изолированные выходы предположительно палеозойских пород в виде экзотических утесов (Захаров, 1974).

В районе р. Толовка выделяются гипербазиты, габбро, вулканогенно-осадочные образования. Данные породы совместно с отложениями р. Еонайваам объединены в единую Толовскую пластину, которая рассматривалась как полный аналог Отрожного разреза офиолитов (Александров, 1978).

В северной части Усть-Бельских гор расположен одноименный крупный габбро-гипербазитовый массив, который слагает верхний покровный комплекс. Предполагается, что его фрагменты также обнажены в пределах Эльденырского массива на юге (Пинус и др., 1973; Некрасов и др., 2001; Паланджян 2000; 2010).

Существует несколько точек зрения относительно происхождения перидотит-габбровых пород различных покровных единиц. В работах С.А. Паланджяна гипербазиты Отрожной пластины и Усть-Бельского массива интерпретируются как фрагмент единой океанической плиты, сформированной «во внутри- или окраинно-континентальном бассейне (т.е. офиолиты энсиалического типа)». В пределах Отрожной пластины сохранилась верхняя часть офиолитовой ассоциации, где перидотиты надстраиваются габброидами и вулканогенным комплексом. Позже, данная океаническая литосфера (перед средним девоном) была структурно разобщена и в среднем — позднем девоне метаморфизована в супрасубдукционной обстановке и инкорпорирована в различные структуры островной дуги (Паланджян, 2010; 2014; Паланджян и др., 2011). По мнению Г.Е. Некрасова отрожные офиолиты были отнесены к коре среднепалеозойского спредингового центра, образованного внутри более древнего океанического

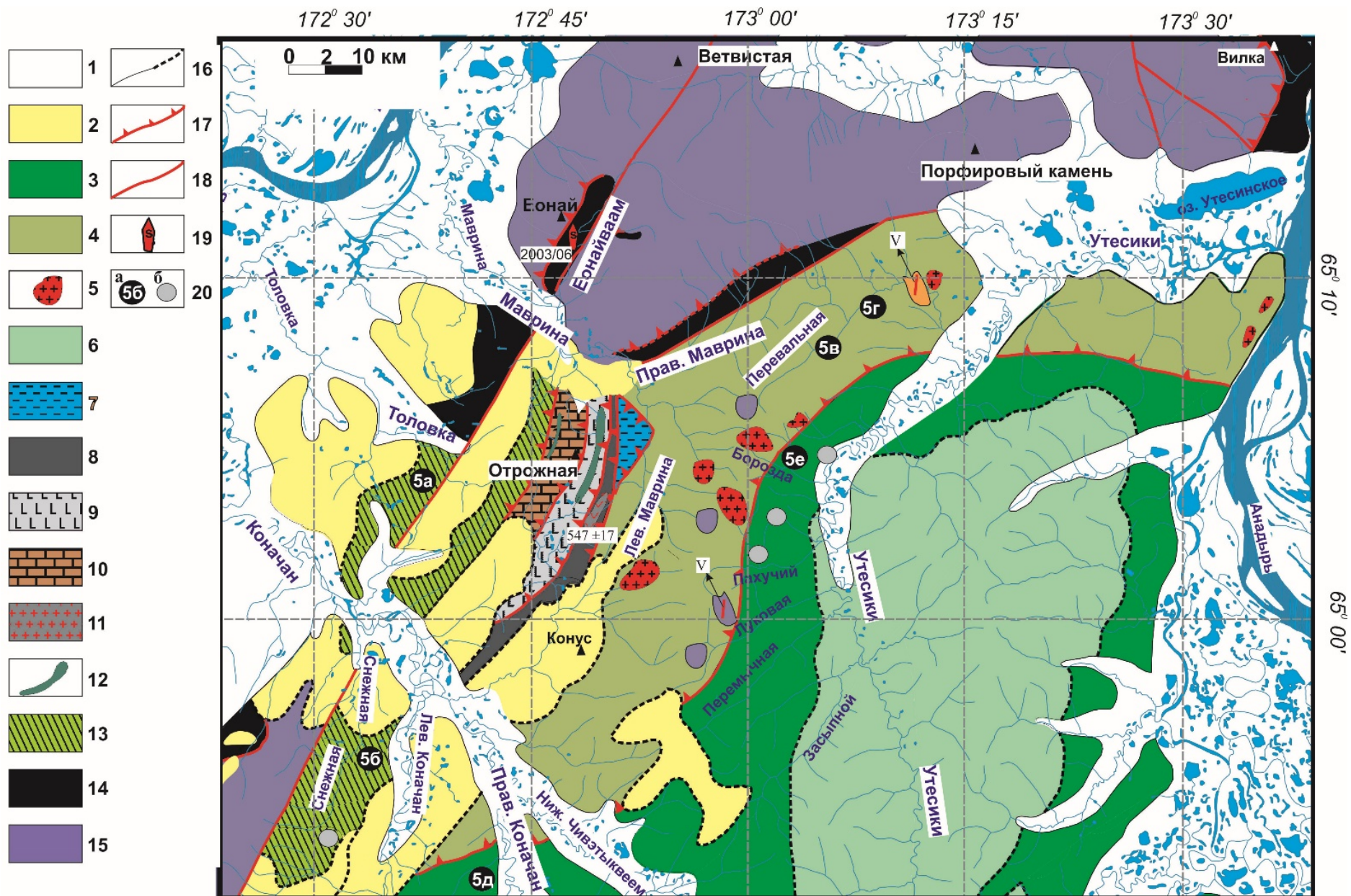


Рисунок 2. Схема геологического строения Усть-Бельских гор. Составлено с использованием (Александров, 1978; Захаров, 1974; Паланджян и др., 2011). В квадратных скобках указаны названия комплексов и пластин согласно (Александров, 1978).

Условные обозначения: 1 – четвертичные отложения; 2 – кайнозойские и позднемеловые отложения; 3 – 6 – Алганский террейн: 3 – «Нижняя» пластина [автохтон] ; 4 – «Верхняя» пластина (Утесинская пластина); 5 – блоки плагиогранит-тоналитов венда-раннего кембрия; 6 – перекатнинская свита позднего альба-турона; 7-12 – Усть-Бельский террейн: 7 - терригенные образования средней юры и нижнего мела (Мавринская пластина); 8-12 - Отрожинская пластина: 8 – серпентинитовый меланж и породы меланократового основания, 9 – вулканогенный комплекс; 10 – вулканогенно-осадочный комплекс; 11 - секущие плагиограниты в габброидном комплексе Отрожинской пластины и их блоки в меланже; 12 - среднетриасовые дайки диоритов; 13 - терригенные отложения верхней юры – нижнего мела (Удачинская пластина); 14 – крупные тела меланжей (Толовская пластина (водораздел Маврина-Толовка)); 15 - породы Усть-Бельского (север) и Эльденырского (юг) массивов; 16 – стратиграфические контакты; 17 – надвиг; 18 – разломы; 19 - U-Pb датирование обломочных цирконов песчаника р. Еонайваам; 20 -положение разрезов мезозойских пород: а - цифра соответствует номеру рисунка, индекс — номеру разреза; б – не вошедших в автореферат.

плато, фрагментами которого является Усть-Бельский массив (Некрасов и др., 2001). На основании составов минералов гипербазиты Усть-Бельского массива рассматриваются как глубинные части субконтинентальной литосферной мантии, претерпевшей взаимодействие с надсубдукционными расплавами (Базылев и др., 2009; Леднева и др., 2012).

В последние годы были получены новые датировки. Sm-Nd возраст оливиновых пироксенитов района г. Вилка составляет 885 ± 83 млн. лет (Некрасов, 2013). В работе (Леднева и др., 2012) U-Pb возраст кристаллизации метагаббро р. Толовка оценен в 799 ± 15 млн. Их геохимическое сходство с породами Усть-Бельского массива позволяет авторам предполагать их комагматичность. Вендские U-Pb датировки диоритов (575 ± 10 млн. лет) авторы связывают с наложенным магматическим этапом. Близкие датировки 556 ± 12 млн лет были получены для плагиогранитов Усть-Бельского террейна (Тихомиров, 2010).

Для рифейских цирконов из метагаббро р. Толовка, приведенных в работе (Леднева и др., 2012) С.А. Паланджян предполагает захваченную природу, вендские датировки диоритов и плагиогранитов интерпретируются как проявление поздних фаз формирования коровой последовательности Усть-Бельских офиолитов. Приведенный U-Pb возраст кристаллизации плагиогранитов р. Толовка оценен по двум наиболее молодым цирконам в 259.7 ± 3.4 млн лет; большое количество древних зерен (от 1 до 2.7 млрд лет) цирконов автор связывает с процессами захвата (заражения). Сходные оценки получены K-Ar методом (262 млн лет) для дацитов р. Еонайваам (Паланджян и др., 2000; Паланджян, 2014).

Ar/Ar датирование амфиболов из жил и даек в метAPERодотитах различных пластин Усть-Бельского террейна указывает на метаморфические события в раннем ордовике (~480 млн лет), среднем триасе (~250 млн лет; Леднева, 2012), а амфиболов из самих перидотитов – в позднем девоне (~380 млн. лет; Паланджян и др., 2011).

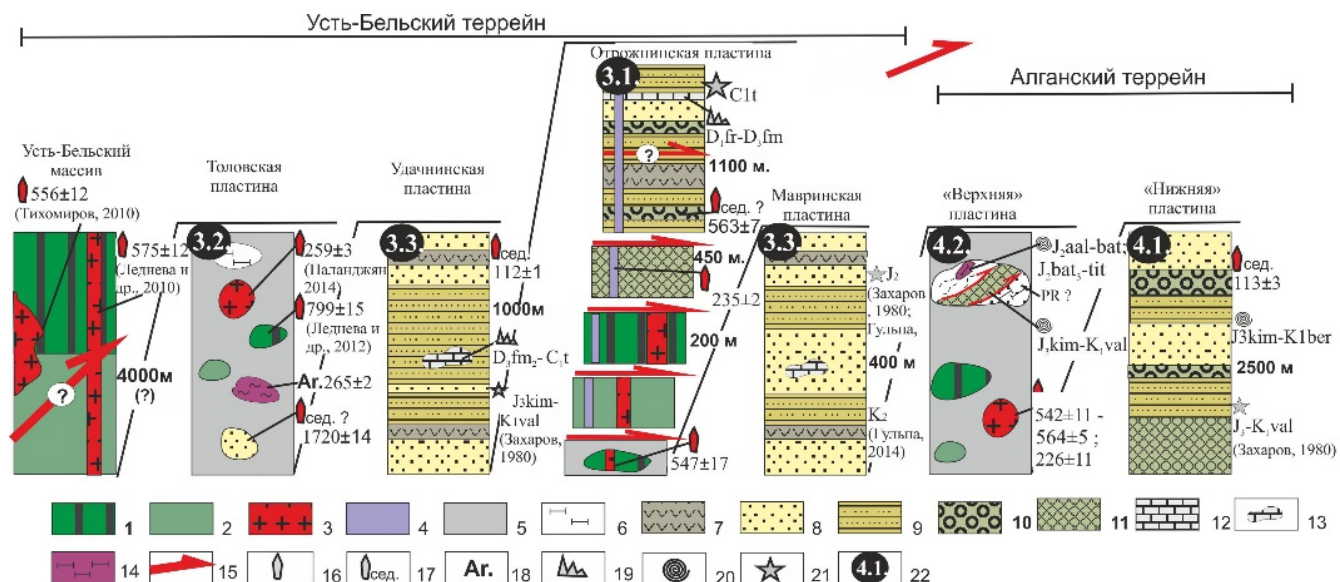


Рисунок 3. Тектоно-стратиграфическая схема Усть-Бельских гор.

Условные обозначения: 1 – габбро; 2 – гипербазиты; 3 – плагиограниты, тоналиты; 4 – диориты; 5 – серпентинитовый меланж; 6 – сланцы по вулканогенно-осадочным породам; 7 – туфы и лавы среднего состава; 8 – туфопесчаники; 9 – туфогенные алевриты и аргиллиты; 10 – туфогенные конгломераты и гравелиты; 11 – базальты; 12 – известняки; 13 – блоки известняков; 14 – кремни, метакремни; 15 – надвиги; 16 – U/Pb датировки акцессорных цирконов, в млн лет; 17 – нижний U-Pb возраст осадконакопления по обломочным цирконам; 18 – Ar-Ar возраст по амфиболу, в млн лет; 19-21 – биостратиграфический возраст: 19 – по конодонтам, 20 – по радиоляриям, 21 – по макрофауне; 22 – номер главы где описаны комплексы пластин. В главе 5 приведен анализ строения всех пластин.

Глава 3 «Структурно-вещественные комплексы Усть-Бельского террейна» состоит из трех разделов, каждый из которых посвящен геологии комплексов, включенных в различные пластины, выделенные Александровым (1978) в пределах Усть-Бельского террейна.

Раздел 3.1. «Вулканогенный и вулканогенно-осадочный комплексы Отрожинской пластины» включает три подраздела: 1) геологическое строение комплексов, состав обломочных пород; 2) геохимия вулканических пород; 3) U-Pb датирование цирконов.

Строение комплексов было изучено в ходе детальных съемочных работ в районе г. Отрожная. В основании пластины залегает серпентинитовый меланж (рис. 4). Конкордатный U-Pb возраст плагиогранит-порфира из блока в меланже составляет 547 ± 17 млн лет. В пределах меланжа и габбро-гипербазитового комплекса подобные плагиограниты прорывают габброиды. Габбро-

гипербазитовый и вулканогенный комплекс прорваны кварцевыми диорит-порфирами, U-Pb возраст (SHRIMP-II) которого составляет 235.4 ± 2.4 млн. лет (Гульпа, 2014).

Контакт вулканогенного и габбро-гипербазитового комплексов тектонизирован. Мощность вулканогенного комплекса оценивается в 450 м. Породы представлены долеритами, спилитами и лавобрекчиями. Вещественный состав пород вулканогенного комплекса указывает на их сходство с базальтами срединно-океанических хребтов. Умеренно увеличенные содержания крупноинных литофилов (КИЛ), а также некоторых РЗЭ (Y, Yb) не позволяют исключить присутствие в составе пород обогащенной компоненты и их образование в задуговом бассейне.

Выше, с тектоническим контактом залегают породы вулканогенно-осадочного комплекса, разрез которых подразделен на 4 пачки (см. рис. 4).

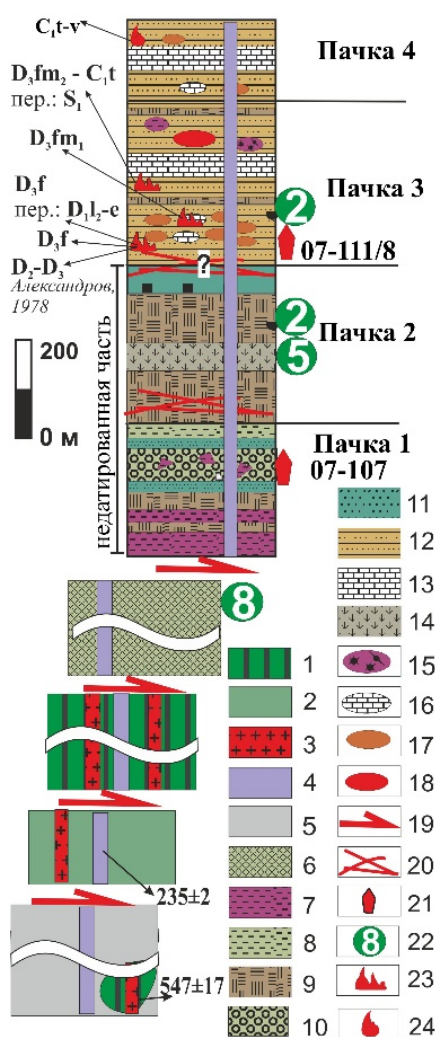


Рисунок 4. Тектоно-стратиграфическая колонка Отрожнинской пластины.

Условные обозначения: 1 – габбро; 2 – гипербазиты; 3 – плагиограниты, тоналиты; 4 – диориты; 5 – серпентинитовый меланж; 6 – базальты; 7 – кремнистые алевро-аргиллиты и их обломки; 8 – зеленые алевролиты; 9 – лито, витро, кристаллокластические туфы; 10 – туфогравелиты; 11 – голубоватые песчаники; 12 – переслаивание черных алевролитов, песчаников и известковистых песчаников; 13 – горизонты и обломки известняков; 14 – горизонты андезитов и диоритов; 15 – 18 – галька: 15 – радиоляритов; 16 – известняков; 17 – дацитов и андезитов; 18 – кислых плутонических пород; 19 – надвиги; 20 – зоны дробления; 21 – U-Pb датирование обломочных цирконов (результаты см. рис. 4); 22 – 24 – опробование: 22 – геохимический анализ вулканитов и туфов и его количество; 23 – конодонты (пер. – переотложенные формы); 24 – макрофауна (по Александров, 1978; Захаров, 1974).

Пачка 1 (мощность 100-150 м). На вершине г. Отрожная снизу-вверх составлен разрез: 1) слоистые бордовые кремнистые алевро-аргиллиты (50 м) с тонкими прослоями (до 4 см) кристаллокластических туфов среднего состава и песчаников; 2) горизонты (5 см - 1 м) туфогравелитов; 3) массивные темно-зеленые алевролиты (50 -70 м) с прослоями песчаников. В

ручье Отрожном мощность пачки 1 сокращена до 50 - 70м и представлена массивными зелеными алевролитами. Смена пород в непосредственной близости с базальтами вулканогенного комплекса позволяет предполагать тектонический контакт, вдоль которого обнажаются различные части пачки 1. Породы не содержат фаунистических остатков. U-Pb возраст обломочных цирконов из туфогравелита (N=49) образуют один пик в 571 млн лет (рис. 5).

В составе алевро-аргиллитов преобладают плохо окатанные обломки плагиоклаза, вулканических пород, пироксена, а также хорошо окатанного кварца. На границе прослоев встречаются структуры давления осадка. В обломочной части туфогравелитов преобладают обломки средних и основных вулканитов (до 90%), плохо окатанных бордовых кремнистых алевролитов, редких обломков кварца и долеритов. Сортировка материала плохая. Обломки вулканических пород часто спекаются удлинёнными вулканокластическими обломками. Горизонты песчаников (мощность 2-3 см.) заполняют неровные поверхности конседиментационных нарушений, смяты в мелкие подводно-оползневые складки. Обломочный материал представлен кварцем (до 20 %) и полевыми шпатами (80 %).

Пачка 2 (мощность до 400 м.). Базальные горизонты не вскрыты, в основании и кровле породы интенсивно тектонизированы. Сложена песчаниками, аргиллитами и туфолоавовыми горизонтами среднего состава. В обломочной части терригенных пород преобладают вулканиты среднего и кислого состава (до 80%), обломки кристаллов плагиоклаза (около 10%) и пироксена (до 15 %).

Среди туфов присутствуют субвулканические тела андезитов мощностью до 2 м. Спектры распределения РЗЭ андезитов и туфов имеют отрицательный наклон и характеризуются обогащением ЛРЗЭ относительно ТРЗЭ ($(La/Yb)_n = 1.4-3.2$). На спайдер-диаграммах наблюдаются повышенные содержания КИЛ элементов (Rb, Ba, Cs), слабо проявленный Ti минимум, обеднение всеми элементами группы ВЗЭ, Ta-Nb минимум. Такой характер распределения элементов-примесей типичен для вулканических пород островных дуг.

Пачка 3 (мощность 300 м) представлена маломощными витрокластическими туфами и терригенными породами с многочисленными телами известняков и горизонтами конгломератов. В черных аргиллитах встречаются складки оползания. Песчаники хорошо сортированы, обломки представлены зернами плагиоклаза, кварца и обломками кислых вулканических пород. Кроме того, встречаются единичные обломки радиоляритов, серпентинитов, кварц-плагиоклазовых сростков, гранитов. Из матрикса конгломератов (мощностью до 5 м) и известняков были определены конодонтовые элементы **D_{1fr}-D_{3fm}** ярусов, а также переотложенные формы **D_{1l-e}** ярусов и **S₁** возраста. Конгломераты сложены преимущественно галькой дацитов. По составу дациты сходны с вулканогенными породами пачки 2. На дискриминантной диаграмме Ta-Yb (Pearce at. al., 1984) точки составов расположены в поле гранитов вулканических дуг.

U-Pb возраст цирконов ($n=46$) из слоя конгломерата указывает на резкую смену в источниках сноса вверх по разрезу. Как и для туфогравелитов отмечается лишь одна популяция с возрастом 432 млн лет (см. рис. 4, 5).

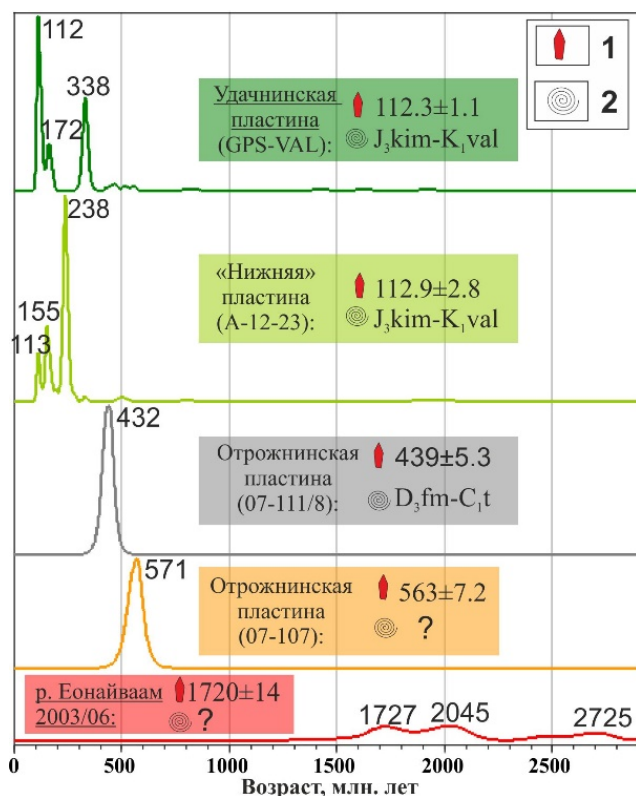


Рисунок 5. Нормализованные графики плотности распределения возрастов обломочных цирконов для пород из различных структурно-вещественных комплексов.

Цифрами обозначены возраста основных популяций в млн лет. Условные обозначения: 1 — средневзвешанный возраст молодой популяции; 2 — биостратиграфический возраст.

Пачка 4 (мощность около 250 м) представлена теми же породами, что и пачка 3. Граница между пачками проведена условно, по подошве пласта, содержащего нижнекаменноугольную фауну (Александров, 1978).

Раздел 3.2. «Комплексы условно палеозойского возраста (Толовская пластина)» включает два подраздела: 1) геологическое строение комплексов; 2) U-Pb датирование обломочных цирконов.

Породы, условно отнесенные к палеозойским (Захаров, 1974; Толовская пластина по Александров, 1978), были изучены вдоль бортов р. Еонайваам и среднего течения р. Маврина (см. рис. 2, 3). Здесь обнажается серпентинитовый меланж. Блоки представлены: гипербазитами, амфиболитизированными габбро, милонитами по мусковитовым гранитам, глаукофан-эпидот-альбитовыми сланцами, амфиболитами, метаяшмами; метапесчаниками с горизонтами черных сланцев. Терригенные породы содержат силлы и дайки базальтов, габбро и долеритов, которые порой превращены в метаморфические сланцы. Ar-Ar возраст монофракции амфибола из блока амфиболитового сланца соответствует 265.3 ± 2.6 млн. лет.

Метапесчаники имеют олигомиктовый состав. Средневзвешенный U-Pb возраст молодой популяции обломочных цирконов (обр. 2003/06; см. рис. 2) составляет 1720 ± 14 млн. лет (см. рис. 5). Также отмечаются пики 2045 (39%), 2448 (8%), 2725 (17%) млн лет.

Раздел 3.3. «Терригенные отложения средней юры, верхней юры – нижнего мела (Мавринская, Удачнинская пластины)» включает четыре подраздела: 1, 2) геологическое строение комплексов; 3, 4) U-Pb датирования цирконов, а также состав туфо-терригенных пород.

Породы, отнесенные к средней юре (Мавринская пластина), представлены различными вулканогенно-осадочными породами, а также туфами среднего состава и силлами андезитов. Основание разреза не вскрыто. На большей части пластины интенсивно развиты зоны дробления и структуры «broken formation». На отдельных участках отмечается ненарушенное флишоидное чередование пород видимой мощностью до 80 м. В русле р. Лев. Маврина собраны иноцерамы, подтверждающие среднеюрский возраст осадков. Рядом впервые найдены бухии валанжина - готерива (заключение В.А. Захарова (ГИН РАН); Гульпа, 2014). Установить взаимоотношения разновозрастных пород не удалось.

Образования верхней юры - нижнего мела (Удачнинская пластина) были изучены на водоразделе Маврина - Толовка, а также вдоль р. Лев. Коначан и Снежная. Породы представлены чередованием туфогенных песчаников, алевролитов и гравелитов с градиционной слоистостью (рис. 2, 6). В поле их распространения встречаются останцы известняков, в бассейне р. Снежная из них выделены конодонты **D_{3fm} – C_{1t}** возраста.

Состав обломочных пород на всех участках сходен. Обломки представлены: фрагментами вулканических (средние, кислые) пород и вулканических стекол (30-70%); кристаллами полевых шпатов (10-50%), кварцем (20%), фрагментами алевропелитов и туфоаргиллитов (5-30%); пироксеном (5-10%), кварц-полевошпатовыми сростками (5-10%), кварцитом (5%), рудным минералом (5%). Характерной чертой является наличие обломков (до 5%) сланцев кварц-хлоритового состава.

Из туфопесчаника (обр. GPS-VAL; см. рис. 5), были датированы обломочные цирконы. Нижний предел возраста осадконакопления равен 112 ± 1 млн. лет (более 50% зерен). Выделяются популяции 172 (15 %); 338 (23 %) и единичные зерна интервалов 410-470; 510-560; 1400-1950 млн лет.

Глава 4. Структурно-вещественные комплексы северо-западной части Алганского террейна. В пределах изученной части Алганского террейна были выделены «Нижняя» и «Верхняя» тектонические пластины (см. рис. 2). В первом разделе приводятся данные по «Нижней», а во второй по «Верхней» пластинам. Каждый раздел состоит из четырех подразделов, из которых идентичными являются: 1) геологическое строение; 2) геохимия вулканических пород; 3) состав обломочных пород. Помимо этого, в первом разделе приведены данные U-Pb датирования обломочных цирконов, а во втором – по геохимии кремнистых пород.

Раздел 4.1. Пластина «Нижняя». Пластина сложена породами вулканогенно-туфотерригенного комплекса. Основание разреза не вскрыто. Осадочные породы хорошо стратифицированы. Наибольшим распространением пользуются пачки туфогенных песчаников и алевролитов, которые переслаиваются друг с другом, либо образуют отдельные горизонты до 400 мощности, иногда в породах отмечается градационная слоистость (рис. 6). В кластической части преобладают фрагменты вулканических (~ 60%), осадочных пород (до 30 %), плутонических (биотитовые плагиограниты, гранит-порфиры; до 15 %).

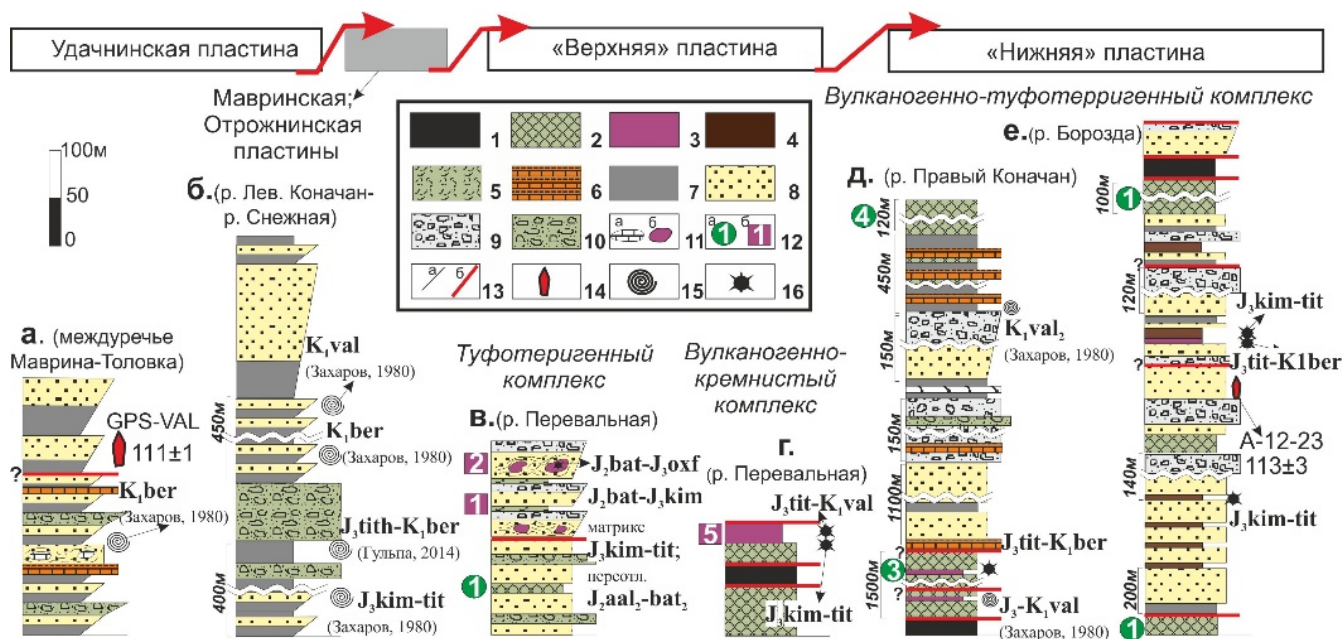


Рисунок 6. Тектоно-стратиграфические колонки среднемезозойских комплексов Усть-Бельского сегмента.

Условные обозначения: 1 - меланж; 2 – базальты-андезиты; 3 – яшмы; 4 – кремнистые породы; 5 – туфосилициты; 6 – карбонатные породы; 7 – алевролиты; 8- туфопесчаники; 9 – туфогравелисты; 10 – туфоконгломераты; 11 – олистолиты: а – известняков б – кремней; 12 – количество проб на химический анализ: а – вулканитов; б – кремней; 13 - контакты: а – стратиграфические, б – тектонические (надвиги); 14 - нижний предел возраста осадконакопления по возрасту обломочных цирконов, в млн лет; 15 - макрофауна; 16 – радиоларии.

На юго-западе развиты грубообломочные разности и появляются известковистые породы. На северо-западе обнажены пестроцветные тонкоплитчатые кремнистые породы. Почти во всех изученных разрезах из яшм и кремнистых пород были выделены радиоларии **J3tit-K1ber** интервалов. При этом на различных интервалах разреза мощностью до 400 м. встречаются горизонты одновозрастных кремнистых пород, что указывает на тектоническое скупивание и их тектоническую мощность (см. рис. 2, 6 д, е).

Самая молодая популяция из туфопесчаника (А-12-23, см. рис. 5, 6е) соответствует возрасту 112.9 ± 2.8 млн. лет (9%). Также выделяются популяции 155 (24 %), 238 (59%). Единичные зерна с возрастом 495, 517, 802, 1876, ~2000 млн лет.

Вулканические породы представлены базальтами и андезитами, которые образуют либо самостоятельные горизонты (до 1500 м), либо вытянутые будины. Большая часть вулканитов имеет кайнотипный облик с подушечной отдельностью. Среди вулканитов встречаются изолированные обнажения метарадиоляритов. В одном из них (р. Правый Коначан) определены радиолярии **Jztit-Kiber**.

Вулканические породы вариативны по своему составу, были подразделены на 3 группы. Составы пород 1 группы (4 образца) сходны с океаническими базальтами типа N-MORB. Они отвечают толеитовому тренду, являются высоко титанистыми ($TiO_2 = 1,3 - 2,4$ масс. %). По содержанию петрогенных элементов тяготеют к полям океанических базальтов Восточно-Тихоокеанского поднятия (Dmitriev, 1980). Составы РЗЭ характеризуются обеднением ЛРЗЭ относительно СРЗЭ и ТРЗЭ: $((La/Yb)_{cn} = 0,7 - 1,5; (La/Sm)_{cn} = 0,6-0,8)$. На спайдер-диаграммах спектры пород образуют плоские кривые.

Вулканиты, отнесенные ко 2-й группе (2 образца), опробованы среди небольших по мощности горизонтов. Их составы обладают ярко выраженными характеристиками надсубдукционного магматизма. По концентрациям TiO_2 (0,7-0,9 масс. %) и Mg# близки к составам островодужных пород Марианской дуги (Woodhead, 1989). Помимо резкого обеднения ЛРЗЭ также отмечается деплетированность СРЗЭ относительно ТРЗЭ: $((La/Yb)_{cn} = 0,3-0,6; (Sm/Yb)_{cn} = 0,6-0,7)$. На мульти-элементных диаграммах отмечаются низкие концентрации ТРЗЭ и ВЗЭ, ярко выраженные Nb-Ta минимумы ($Nb/Nb^* = 0,1-0,2; Ta/Ta^* = 0,2-0,2$), а также высокие концентрации КИЛЭ ($Rb = 9.4-96.6$ г/т; $Ba = 720-4749$ г/т).

Составы вулканитов, отнесенных к 3-й группе (5 обр.) обладают промежуточными характеристиками между 1 и 2 группами. Концентрации петрогенных окислов близки к океаническим базальтам. Однако по соотношению и концентрациям большинства редких и рассеянных элементов породы сходны с островодужными толеитами.

При этом деление на группы носит во многом условный характер. Все изученные вулканиты обладают низкими концентрациями Al_2O_3 (10.5-16.1 масс. %), что не свойственно островодужным вулканитам. Характерны значительные вариации концентраций многих когерентных элементов Ni, Cr, Co, V, низкие концентрации CaO.

Такие вариации в составах вулканитов «Нижней» пластины, промежуточные между толеитами типа N-MORB и островодужными вулканитами, позволяют предположить их формирование в пределах окраинного моря.

Раздел 4.2. Пластина «Верхняя». Пластина представляет собой серпентинитовый меланж, в состав которого включены блоки: габбро, амфиболизированных габбро, катаклазированных плагиогранитов, дунитов, амфиболизированных кварцевых диоритов, амфиболитов, верлитов и диоритов, также крупные блоки кремнисто-базальтовой ассоциации. Размер блоков колеблется от 5 до 1000 метров.

Блоки катаклазированных плагиогранитов и кварцевых диоритов (размер до 100-300м.) распространены по всему телу меланжа (см. рис. 2). U-Pb возраст цирконов составляют 226 ± 11 млн. лет и 542 ± 29 млн. лет. (р. Анадырь); 542 ± 14 млн. лет. (р. Перевальная) (см. рис. 3). Большое количество (8 проб) вендских датировок было получено для тоналит-плагиогранитов по результатам съемочных работ (Гульпа, 2014). Все датировки ложатся в узкий интервал от 564.4 ± 4.9 до 547.7 ± 3.4 млн. лет. Ar/Ar возраст амфибола из блока амфиболового габбро - 474.4 ± 10.5 млн лет.

Все блоки вулканогенно-кремнисто-туфотерригенного состава интенсивно катаклазированы, изменены и пронизаны густой (до 90%) сетью трещин; по сути представляют собой брекчии, цементом в котором служит гидротермально-метасоматический агрегат кальцита, пренита, цеолита, кварца. В пределах блоков обнажаются фрагменты различных комплексов.

Вулканогенно-кремнистый комплекс. Вулканиды представлены базальтами с реликтами подушечной отдельности и редкими прослоями гиалокластитов и кремнистых туфоаргиллитов. Широко распространены блоки вулканических пород, которые образуют мегабрекчии и псевдоконгломераты. Цементирующая масса и включенные в нее обломки представлены в разной степени переработанными магматитами. Некоторые блоки являются растащенными телами даек, сложенными породами кислого состава. Кремнистые породы представлены метаморфизованными бордовыми яшмами и радиоларитами. Чаще всего кремнистые породы образуют вытянутые будины (длиной от 20 см до 80 см.) и фрагменты «слоев» в базальтовом матриксе. Подобные фрагменты разрезов разбиты на повторяющиеся чешуи мощностью до 100 м. Реже наблюдаются стратиграфические контакты кремней с базальтами. На р. Перевальная из различных прослоев кремней надстраивающие базальты были выделены **Jz_{kim}-tith** и **Jz_{kim}-K_{1val}** радиоларии (см. рис. 6 г).

Из вулканогенно-кремнистого комплекса были опробованы кремнистые породы, которые согласно перекрывают базальты. В основании разреза р. Анадырь для пород характерны высокие концентрации SiO_2 (93,8 масс. %) и низкие Al_2O_3 (0.1 - 1.1 масс. %). Отмечаются высокие значения модулей $(\text{Fe}+\text{Mn})/\text{Ti} = 74 - 198$ и $(\text{Fe}+\text{Mn})/\text{Al} = 3 - 28$. Спектр распределения РЗЭ, нормированный на PAAS сходен со спектром глубинной окисленной океанской воды при выраженном дефиците $\text{Ce}_{\text{PAAS anom.}} = 0,2$ и обогащением СРЗЭ и ТРЗЭ относительно ЛРЗЭ - $\text{La}/\text{Sm}(\text{n}) = 0,8$, $\text{La}/\text{Yb}(\text{n}) = 1,2$. Приведенные особенности состава указывают на образование осадка в окисленных, глубоководных условиях. Стратиграфически выше в разрезе обнажаются яшмы, в которых увеличивается

содержание Al_2O_3 до 2,4%. Спектр распределения РЗЭ имеет положительный наклон ($\text{La}/\text{Sm}(n) = 0,5$; $\text{La}/\text{Yb}(n) = 0,3$, и ясно проявленным положительным Се максимумом $\text{Ce}_{\text{paas anom.}}=1,61$. Соотношения Ce/La и Zr/Y близки к крайним значениям эвпелагических красных глин и отвечают пелагическим сорбционным системам открытых областей океанов (Морозов, 2001). Сходным геохимическим составом обладают радиоляриты, вскрытые в основании осадочного разреза на р. Перевальная (см. рис. 6, г), где вверх по разрезу наблюдается увеличение (до 20%) количества обломочных зерен, глинистого материала. Радиоляриты сменяются телами кремнистых алевролитов. В химическом составе такая смена отражается в значительном увеличении Al_2O_3 до 3,6 %, высокими содержаниями $\Sigma\text{РЗЭ}$ до 74,45. Вверх по разрезу в породах отмечаются хорошие корреляционные связи между содержаниями Al , Fe с основными петрогенными показателями (Al/Ti , $(\text{Fe}+\text{Mn})/\text{Ti}$ и др.) и ΣREE , что указывает на высокое влияние железистых алюмосиликатов в составе пород.

Вулканогенно-кремнисто-туфотерригенный комплекс. Породы, отнесенные к данному комплексу, наиболее сильно изменены и разбиты на ряд чешуй. На данный момент выделение комплекса во многом условно, и часто объединяет недатированные сильно измененные породы, которые, возможно, являются фрагментами других комплексов. Туфотерригенные породы в основном не стратифицированы и имеют невыразительный облик. Ненарушенный разрез мощностью 250 м. был изучен вблизи устья р. Утесики, вдоль правого борта р. Анадырь. В основании залегают спилиты (100 м.), которые перекрыты бордовыми кремнями (2 м.). Выше появляются туффиты и туфы основного-среднего состава. Туффиты надстраиваются зелеными туфосилицитами (до 2 м.). Венчается разрез граувакками, алевролитами и черными аргиллитами (мощность 5-10 м.). Чаще всего спилиты с будинами кремней образуют тектонические включения (до 1-2 м.) в туфотерригенном матриксе. Нередко можно увидеть обратную картину, где туфотерригенные породы образуют тектонические клинья в базальтовом матриксе.

Кремнистые породы в пределах комплекса слагают тектонические будины среди спилитов, которые, в свою очередь, включены в туфотерригенный матрикс. Породы представлены яшмами, кремнистыми брекчиями, кремнями и радиоляритами. Состав пород отражает их накопление в пелагических частях океанов. Отмечается явное преобладание гидрогенных компонентов над литогенными, что выражается в высоких значениях модулей $(\text{Fe}+\text{Mn})/\text{Ti} = 74 - 198$ и $(\text{Fe}+\text{Mn})/\text{Al} = 3 - 28$. Спектры распределения РЗЭ имеют гидрогенный характер с отчетливо выраженным Се минимумом $\text{Ce}_{\text{paas anom.}}=0.2-0.7$.

Туфотерригенный комплекс. Обнажается в виде отдельного блока в бассейне р. Перевальная. Ассоциация представлена плохо стратифицированными от пелитовой до мелко гравийной размерности туфогенно-обломочными породами с горизонтами лавовых потоков андезитов и туфосилицитов. В поле распространения обломочных пород встречены олистолиты яшм, которые

содержат радиолярии **J₂bat-J₃kim** и **J₂bat-J₃oxf** возрастных интервалов. В одном из олистолитов выделены **J₃kim-tit** радиолярии и переотложенные **J₂aal₂-bat₂** формы (см. рис. 6 в).

Для туфосилицитов характерны высокие значения Ce/La - 2,6 и Zr/Y - 6,5, что соответствует терригенным и туфотерригенным осадкам окраин океанов (Тейлор и др., 1988). Составы яшм из олистолитов сходны между собой и осадками вулканогенно-кремнистого комплекса.

Вулканогенные породы различных комплексов «Верхней» пластины дифференцированы от базальтов до андезитов. По содержанию Al₂O₃ (12,6 - 14,9 масс. %), CaO (9,2 - 11,4 масс. %), TiO₂ (1,2 - 2,1 масс. %) породы сходны с океаническими базальтами Восточно-Тихоокеанского поднятия. Все породы обеднены ЛРЗЭ относительно СРЗЭ и ТРЗЭ: ((La/Yb)_n= 0,6– 1; (La/Sm)_n= 0,6-0,8). На спайдер-диаграмме составы субпараллельны базальтам типа N-MORB. Для двух образцов вулканогенно-кремнисто-туфотерригенного комплекса характерны небольшие минимумы в содержаниях Zr (41,7 г/т при 105-153 г/т в остальных породах), Nb и Ta (Nb/Nb*=0,3-0,6, а Ta/Ta*=0,4-0,8). Таким образом, можно сделать вывод о сходстве вулканитов пластины «Верхней» с базальтами СОХ, и незначительном влиянии субдукционной компоненты для вулканогенно-кремнисто-туфотерригенного комплекса.

Глава 5. Тектоническая эволюция Усть-Бельского сегмента континентальной окраины Азии. В главе определены геодинамические режимы, особенности размещения, временные и латеральные ряды палеоструктур для различных геологических этапов. Глава состоит из четырех разделов, которые соответствуют выделенным этапам тектонической истории Усть-Бельского сегмента: позднедокембрийский — раннепалеозойский; среднепалеозойский; позднепалеозойский-раннемезозойский; позднеюрский — раннемеловой.

Раздел 5.1. Позднедокембрийский — раннепалеозойский этап. Долгое время о геологических событиях этого времени практически ничего не было известно. Первые U-Pb датировки цирконов из Усть-Бельских офиолитов показали возможность широкого распространения образований данного возраста. Отчетливо устанавливаются рифейские (U-Pb 799±15 млн лет, метагаббро; Sm-Nd 885 ± 83 млн лет) и вендские (U-Pb 575±10 млн лет, диорит; 556±12 млн лет, плагиогранит, Тихомиров, 2010; Леднева и др., 2012; Некрасов, 2013) возрасты (глава 2). U-Pb датировки (547±17 млн лет) плагиогранит-порфира из блока в меланже основания Отрожнинской пластины (глава 3.1.) указывают на наличие общего тектоно-магматического этапа с Усть-Бельским массивом. На масштабность проявления этапа указывает большое количество блоков плагиогранит-тоналитов со сходными венд-раннекембрийскими возрастами (U-Pb от 542±29 до 562±8 млн. лет, 10 датировок) в теле меланжа «Верхней» пластины Алганского террейна (глава 4.2; Гульпа, 2014).

Блоки меланжа, расположенного структурно ниже Усть-Бельского массива (глава 3.2.), разнообразны по составу и резко отличаются от пород Отрожнинской пластины. Анализ

полученных и опубликованных геохронологических данных позволяет выделить два интервала. Один из них относится к поздней перми - позднему триасу, и его обсуждение приведено ниже в соответствующем разделе. Другой этап устанавливается по множеству докембрийских датировок акцессорных цирконов (Паланджян, 2014). Вероятнее всего их появление связано с захватом пермскими (молодая популяция 259.7 ± 3.4 млн. лет) расплавами (Паланджян, 2014).

Помимо этого, докембрийские датировки были получены для обломочных цирконов из блока метапесчаника р. Еонайваам. Возраст молодой популяции раннепротерозойский (1720 ± 11 млн лет, см. рис. 4), по всей вероятности, наиболее близко соответствует времени седиментации. Большое количество позднепротерозойских и архейских цирконов (61 %) позволяет предполагать размыв древнего континента в источниках сноса. Именно наличием фрагментов фундамента древнего континента (или континентального блока) можно объяснить происхождение ксеногенных зерен цирконов в габбро и плагиогранитах, упомянутых выше.

К сожалению, полученные новые сведения о докембрийских комплексах еще фрагментарны, что делает невозможным воссоздать единый геодинамический сценарий для данного этапа.

Раздел 5.2. Среднепалеозойский (средний девон – ранний карбон) этап. Опорным объектом являются породы Отрожнинской пластины (глава 3.1.). Возраст вулканогенного комплекса остается неясным; их состав указывает на образование в срединно-океаническом хребте, либо в задуговом бассейне.

Вулканогенно-осадочный комплекс надвинут на базальтоиды. Наличие грубообломочных пород, продуктов пирокластической деятельности, известковистость терригенных пород, а также отсутствие глубоководных осадков позволяет утверждать, что породы не были образованы в центральных частях океана. Такой вывод противоречит предположению об океанической природе и единстве офиолитового разреза Отрожнинской пластины (Александров, 1978; Марков и др., 1982).

Накопление пород пачек 1 и 2 происходило на фоне высокой тектоно-магматической активности, о чем говорят конседиментационные тектонические нарушения и структуры спекания. В источниках сноса размывались породы с возрастом ~ 570 млн лет (см. рис. 5), что соответствует возрасту плагиогранитов и диоритов Усть-Бельского массива. Относительно природы источника можно сделать два предположения. Это мог быть пирокластический материал. В этом случае датировки указывают на синхронную с накоплением эксплозивно-обломочную деятельность. С другой стороны, пространственная сопряженность пород пачки 1 с вулканогенным комплексом, присутствие обломков базальтоидов и наличие эдафогенного материала могут указывать на размыв гипербазит-базальтовой части Отрожнинской пластины. Косвенно на размыв плагиогранитов указывают горизонты кварц-полевошпатовых песчаников пачки 1. Однако при такой интерпретации остается неясным отсутствие популяции цирконов, указывающих на синхронную вулканическую деятельность.

Породы верхней части вулканогенно-осадочного комплекса (пачки 3, 4) содержат фауну **D₃-C₁**. Они были образованы в мелководном бассейне. Об этом свидетельствует грубая зернистость пород, фрагменты чешуй девонских рыб, растительные остатки, а также горизонты известняков и известковистых пород. В породах значительно уменьшается количество синхронного вулканического материала. В обломочной части преобладают фрагменты кислых магматитов. Датировки обломочного циркона (439 ± 5.3) из пачки 3 хорошо согласуются с силурийским возрастом переотложенных форм микрофауны и сильно отличаются от возрастов цирконов туфогравелита пачки 1 (см. рис. 5). Это указывает на смену источника сноса. Геохимический анализ гальки дацитов указывает на их образование в надсубдукционных условиях. Таким образом, основным источником нового материала могла служить размываемая островодужная постройка силурийского возраста.

До конца остаются неясными взаимоотношение нижней (пачка 1, 2) и верхней (пачка 3, 4) частей разреза. В случае их непрерывного накопления заложение конвергентной окраины, поставляющей пирокластический материал, началось как минимум с позднего девона. В пользу данного предположения говорят Ar/Ar (среднее 375 ± 11 млн. лет) возраста амфиболов из габбро (Паланджян, 2011). Такая интерпретация указывает на то, что вулканогенно-осадочный разрез является фрагментом наиболее древней активной окраины Палеопацифики и существенно удревняет начало образования Кони-Тайогоносской островодужной системы, которое ранее считалось раннекаменноугольным (Некрасов, 1976; Соколов и др. 1999).

Однако, исходя из имеющихся данных, автору представляется маловероятным накопление верхних и нижних частей вулканогенно-осадочного разреза в ходе единого седиментологического цикла, наиболее вероятным представляется их тектоническое совмещение. На это указывают: (1) крайне резкая смена в источниках сноса; (2) повышенная дислоцированность пачки 2; (3) отсутствие каких-либо фаунистических находок в нижней части и их разнообразие (чешуя рыб, отпечатки флоры, конодонты, брахиоподы, двустворки, криноидеи) в верхней; (4) отсутствие цирконов, датирующих синхронную вулканическую деятельность для пачки 1. В этом случае накопление нижней части (по крайней мере пачки 1) происходило в предостроводужном бассейне с неопротерозойским (~ 570 млн лет, см. рис. 5) возрастом эксплозивной деятельности. Можно говорить об одновременном осадконакоплении нижней части с проявлениями венд-раннепалеозойского тектоно-магматического этапа, отраженного в Усть-Бельском массиве. Сходные возраста характерны для плагиогранитов Ганычаланского террейна, появление которых связывают с Ганчаланской островной дугой (Марков и др., 1982; Некрасов и др., 2001; 2003).

Отсутствие следов пирокластической деятельности в породах пачки 3, 4 уменьшает, однако, полностью не исключает возможность включать данный бассейн в позднедевонскую конвергентную окраину Палеопацифики. Обломки гипербазитов и радиоляритов в конгломератах

пачки 3 указывают на размыв офиолитовой ассоциации, что свидетельствует об эрозии офиолитового разреза в позднем девоне.

Надсубдукционные условия образования гальки из конгломератов пачки 3, а также находки переотложенной микрофауны и детритовых зерен циркона раннесилурийского возраста позволяют сделать вывод о возможном существовании дуги в силуре. Однако, островодужные постройки силурийского возраста в районе не известны и, вероятно, были полностью эродированы.

Раздел 5.3. Позднепалеозойский-раннемезозойский этап. Породы этого этапа сохранились в виде тектонических блоков в меланже основания Усть-Бельского покрова (глава 3.2), в меньшей степени в виде блоков плагиогранитов верхней пластины Алганского террейна (глава 4.2). Породы отражают метаморфическое ($\text{Ar-Ar } 265.3 \pm 2.6$ млн. лет) и магматическое события ($\text{U-Pb } 259 \pm 3.4$, Паланджян, 2014; $\text{U-Pb } 235.4 \pm 2.4$, Гульпа, 2014), произошедшие в перми и среднем триасе. Не исключено, что метаморфизм связан с погружением при субдукции допозднепермских пород, что подтверждается находкой глаукофан содержащих сланцев. Интересно отметить находки в гравелитах западного склона г. Эльденыр нижнепермской фауны (Назаренко и др., 1969).

Образование подобных пород, безусловно, связано с деятельностью Кони-Тайгоносской островной дуги. Наличие блоков древних, возможно, нижнепротерозойских осадков, большое количество (нижней протерозой-неоархей) ксеногенных цирконов доказывает, что дуга была заложена на древнем, дораннекембрийском основании. При этом метаморфическое событие на границе перми с триасом устанавливается не только в пределах тела меланжа, а также в габбро и жильных телах и дайках метаперидотитов Усть-Бельского комплекса и Отрожнинской пластины, что отражается в Ar-Ar датировках для амфиболов $\sim 250\text{--}240$ млн лет. (Леднева и др., 2012). Помимо этого, породы Отрожнинской пластины прорваны дайками кварцевых диоритов среднего триаса. Это говорит о том, что эти комплексы принадлежали структурам единого тектонического ансамбля и уже были аккретированы к фронту Кони-Тайгоносской дуги.

Раздел 5.4. Позднеюрский — раннемеловой этап. В этот период была заложена Удско-Мургальская островодужная система, которая развивалась вдоль границы Азиатского континента и Северо-Западной Пацифики (Некрасов, 1976; Зоненшайн и др., 1990; Соколов, 1992; Парфенов и др., 1993; Соколов и др., 1999). Островодужные образования этого возраста известны западнее Усть-Бельских гор в бассейне р. Пастбищная. Разнообразие СВК верхней юры-нижнего мела Усть-Бельских гор позволяют предполагать их образование в различных частях реконструируемой конвергентной границы. Выделенная из разных разрезов микрофауна, преимущественно титон-берриасского интервала, позволяет предположить их синхронное образование.

В пределах Усть-Бельского террейна верхнеюрско-нижнемеловые отложения (Удачинская пластина) накапливались в пределах разновозрастных изолированных седиментационных ванн на склоне Удско-Мургальской дуги. Верхний возраст седиментации по результатам датирования

цирконов оценен в 112.3 ± 1.1 млн. лет (см. рис. 4). Сходное палеотектоническое положение занимали бассейны, в которых накапливались верхнеюрско-нижнемеловые отложения Харитонинского, Ганычаланского и Упупкинского террейнов Пенжинского региона.

Позднеюрско-раннемеловые туфо-терригенные осадки содержат большое количество девон-каменноугольных отторженцев, сходных по составу с породами района г. Отрожная. На широкое проявлении перемыка палеозойских структур указывают находки S_1 туффита в микстите раннемелового комплекса хр. Пекульней (Морозов, 2001). Таким образом, можно утверждать, что палеозойские образования были включены в структуру фундамента аккреционной окраины до заложения Удско-Мургальская островодужная система.

Породы вулканогенно-кремнистого комплекса, датированы **J₃kim-K₁val** временем. Формирование осадочных пород происходило в пелагических частях глубоководного бассейна. Изменение состава вверх по разрезу указывает на увеличение влияния терригенного сноса и эксплозивного вулканизма. Ограниченная распространенность пород комплекса в целом, малая мощность глубоководных осадков, геохимические характеристики вулканитов не позволяют предполагать их происхождение в крупных океанических бассейнах. Скорее породы комплекса были образованы в центральных частях окраинного моря.

В туфотерригенном комплексе встречаются олистолиты глубоководных кремней **J₂aal-bat** и **J₂bat-ztit** возраста. Выведение подобных пород в область эрозионного сноса можно объяснить путем вхождения в аккреционную призму более древних, относительно кимеридж-валанжинских, фрагментов глубоководного бассейна. Таким образом, накопление *посттитонских* туфотерригенных пород происходило на предостроводужной части желоба, который был сложен аккретированными фрагментами верхней части коры окраинного моря. Подобные структуры (Пекульнейский террейн, Береговой террейн) были реконструированы разными авторами в пределах ЗКСС (Бондаренко и др., 1999; Морозов, 2001; Константиновская, 1998; Григорьев и др., 1995). При этом составы океанических осадков имеют общие черты и отражают продвижение новообразованной океанической коры от спредингового хребта к пелагической зоне и далее к конвергентной границе.

Характерной чертой строения вулканогенно-туфотерригенного комплекса «Нижней» пластины является компенсированное накопление пестрых грубых туфотерригенных пород. В сравнении с породами «Верхней» пластины они отличаются своей четкой стратификацией. Их состав указывает на относительную мелководность формирования. Помимо этого, отмечается отчетливая смена в источниках сноса: 1) появляется галька известняков и кислых плутонических пород; 2) увеличивается доля интеркластов, плагиогранитов и кварц-полевошпатовых сростков; 3) появляются обломки кварц-мусковитовых сланцев. Таким образом, породы «Нижней» пластины накапливались в окраинноморском бассейне. Появление дополнительных источников объясняется

размывом фундамента островодужной постройки. Нижний предел возраста осадконакопления туфотерригенных пород «Нижней» пластины раннеальбский (112.9 ± 2.8).

Сравнение U-Pb возрастов детритовых цирконов туфотерригенных пород Удачинской и «Нижней» пластин (см. рис. 5) указывает на присутствие в источниках сноса средне – раннепалеозойских, венд-раннекембрийских, нижнепротерозойских, а также архейских комплексов. Цирконы с подобными возрастами представлены единичными зернами. Однако, их присутствие указывает, что Удско-Мургальская дуга в Усть-Бельском сегменте была заложена на сложном составном фундаменте, его разрушение обуславливает присутствие упомянутых цирконов. Разница в количественном распределении молодых зерен обусловлена степенью влияния синхронного с осадконакоплением эксплозивного материала. Присутствие цирконов в интервале 150 - 350 млн лет. можно связывать с развитием Кони-Тайгоносской островодужной системы, и заложением Удско-Мургальской дуги. Сложно объяснить колебания в доле их распределения в породах Удачинской и «Нижней» пластин.

Можно предположить, что формирование пород «Нижней» пластины происходило в более мелководных условиях вблизи островной дуги. Появление дополнительных источников объясняется размывом фундамента дуги. Перечисленные черты строения указывают на формирование пород *вулканогенно-туфотерригенного комплекса* в пределах окраинных частей окраинноморского бассейна.

В результате коллизии Удско-Мургальской островодужной системы с комплексами Алганского террейна, в Усть-Бельском сегменте помимо покровов, включающих мезозойские комплексы, были выведены на поверхность более древние фрагменты цоколя островодужной постройки (Отрожнинская пластина, Усть-Бельский массив) и тела меланжей.

Заключение. В данной работе представлен новый большой фактический материал, на основе которого был проведен геодинамический анализ большинства досреднемеловых комплексов. Было обосновано выделение следующих СВК: океанический (вулканогенный комплекс Отрожнинской пластины); островодужный (вулканогенно-терригенный комплекс Отрожнинской пластины); предостроводужный бассейн (туфотерригенный комплекс Удачинской пластины); аккреционная призма (вулканогенно-кремнистый и туфотерригенные комплексы «Верхней» пластины); окраинноморской (вулканогенно-туфотерригенный комплекс «Нижней» пластины). Приведены новые геохронологические данные для венд-раннекембрийского и пермь-триасового этапов развития региона.

Разработана тектоническая модель Усть-Бельского сегмента Западно-Корякской складчатой системы. В структурном плане в составе Алганского террейна выделены две тектонические пластины, сложенные СВК, образовавшимися в разных геодинамических обстановках. Представления о покровном строении рассмотрены с позиций аккреционной тектоники: отсутствие

автохтона и последовательное наращивание края континента посредством последовательного приращения различных СВК.

В тектонической эволюции установлено 4 этапа: позднедокембрийско - раннепалеозойский, среднепалеозойский, позднепалеозойско - раннемезозойский и позднеюрско - раннемеловой.

Установлено, что вулканогенно-осадочный комплекс Отрожнинской пластины не был образован на дне глубоководного океанического бассейна. Как фрагмент океанической литосферы могут рассматриваться породы вулканогенного комплекса пластины, геохимические характеристики которых близки к базальтам N-MORB. По офиолитокластам в конгломератах верхнего девона аккрецию офиолитов можно оценивать поздним девонem и более ранним временем. Нет надежных оснований рассматривать разрез вулканогенно-осадочного комплекса Отрожнинской пластины как результат единого цикла осадконакопления. Породы, залегающие в тектоническом основании комплекса (пачка 1, 2), остаются не датированными биостратиграфическим методом и содержат следы синхронного вулканизма. Все обломочные цирконы принадлежат одной популяции с возрастом ~570 млн лет. Не исключено, что их накопление происходило одновременно с венд-кембрийским магматическим событием, которое проявлено в виде отдельных тел в Усть-Бельском массиве и блоков меланжа тоналитов, плагиогранитов и диоритов (настоящая работа; Тихомиров, 2010; Леднева, 2012; Гульпа, 2014)

Верхняя часть вулканогенно-осадочного разреза (пачки 3, 4) имеет среднедевонско-раннекаменноугольный возраст. В разрезе значительно снижается количество пирокластического материала. В терригенных породах наблюдается смена источников сноса, детритовые цирконы указывают на преобладание источника сноса с возрастом в 432 млн лет. Это хорошо согласуется с установленным явлением переотложения силурийской микрофауны. Принимая во внимание надсубдукционную природу гальки дацитов, предполагается, что потенциальным источником могла служить островная дуга ордовик-силурийского возраста. Однако, образования с подобными возрастами и вещественным составом в регионе не известны. Накопление осадков в среднем девоне-раннем карбоне происходило в изолированном и достаточно мелководном бассейне. Предположительно, данный бассейн входил в островодужную постройку зоны перехода Азиатского континента и Палеоокеании и может быть включен в состав Кони-Тайгонесской островодужной системы. Такие данные существенно удревняют начало ее образования, которое ранее считалось раннекаменноугольным (Некрасов, 1976; Соколов и др. 1999). В случае накопления всего разреза вулканогенно-осадочного комплекса Отрожнинской пластины в пределах единого бассейна, его вхождение в состав палеозойской конвергентной окраины является более обоснованным.

Существование активной окраины для позднего палеозоя - раннего мезозоя отражено в магматических и метаморфических событиях в породах различных пластин Усть-Бельского сегмента (настоящая работа; Леднева и др., 2012; Паланджян, 2014; Моисеев и др., 2014; Гульпа,

2014). Породы включены в состав Кони-Тайгоносской дуги. Триасовые дайки прорывают породы Усть-Бельского массива и Отрожнинской пластины. Это доказывает, что комплексы последних двух являлись основанием для островодужной постройки.

Предположенное в работе расширение нижней границы формирования Кони-Тайгоносской дуги до среднего девона, позволяет сопоставлять породы с окраинно-континентальными вулканитами Кедонской серии (Зоненшайн и др., 1990). В одном из вариантов северным продолжением Кони-Тайгоносской дуги могут быть островодужные комплексы Алазейско-Олойской складчатой системы. В таком случае, Прото-Арктический можно считать заливом Палеопацифики (Соколов, 2010). Другим возможным продолжением являются позднепалеозойские островодужные комплексы хребта Пекульней и р. Канчалан (Морозов, 2001). При таком варианте структуры мезозойская Верхояно-Чукотской складчатой области представляли собой самостоятельную плиту, куда входил Прото-Арктический океан (Соколов, 1996).

Изучение особенностей состава и строения позднеюрских — раннемеловых пород позволило реконструировать размещение латеральных рядов палеоструктур. Были выделены: аккреционная призма и несколько палеобассейнов, которые формировались на склоне островной дуги, висячем крыле аккреционной призмы и в пределах окраинно-морского бассейна. Предложенная для позднеюрского — раннемелового этапа модель хорошо согласуется с предложенными ранее моделями для разных сегментов мезозойской Азиатской окраины (Соколов, 1992; Соколов и др., 1999, 2001).

Список основных публикаций по теме диссертации:

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. **Моисеев А.В.**, Соколов С.Д., Хаясака Я. Состав и геодинамические обстановки формирования вулканических образований офиолитов Усть-Бельских гор (Чукотка) // Доклады Академии Наук. 2011, том 437, №2. с. 215-219.

2. Палечек Т.Н., **Моисеев А.В.**, Соколов С.Д. Новые данные о строении и возрасте юрско-нижнемеловых отложений Алганского террейна (район р. Перевальная, Корякское нагорье, Чукотка). // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2013, том 21, №2, с. 43-60.

3. **Моисеев А.В.**, Соколов С.Д., Хаясака Я. Строение, состав и возраст вулканогенно — осадочного комплекса Отрожнинской пластины Усть-Бельского террейна Западно-Корякской складчатой области. Геотектоника, 2014, №3, с. 30-49.

Тезисы и материалы совещаний

4. **A.V. Moiseev**, S.D. Sokolov, Y. Hayasaka Middle Mesozoic cherty depositions Northern Akgansky terrane (Koryak Highlands) // Ophiolites and related complexes: significance for geodynamic interpretation. Abstract of the Russian – Japanese workshop symposium. Moscow. 2010. P. 18-19.

5. **Moiseev Artem V.**, Sokolov Sergey D., Yasutaka Hayasaka Structure and composition of the Paleozoic terrigenous complex overlapping of Ust-Belaya ophiolite – tectonic and geodynamic conclusions \ Northern Pacific-Rim Ophiolites and their Ocean-Floor Analogues. Abstracts of Japanese-Russian workshop symposium. Japan. 2011. P. 15-16.

6. **Моисеев А.В.**, Соколов С.Д., Хаясака Я. Строение и датирование детритовых цирконов осадочного комплекса Отрожных офиолитов (Усть-Бельский террейн, Северо-Восток России). // 4-е Яншинские чтения; современные вопросы геологии. М.: ГЕОС, 2011. С. 116-123.

7. **Моисеев А.В.**, Палечек Т.Н., Соколов С.Д. Новые данные о строении и возрасте юрско-раннемеловых отложений Алганского террейна района р. Перевальная (СВ России) // 4-е Яншинские чтения; современные вопросы геологии. М.: ГЕОС, 2011. С. 111-116.

8. **Моисеев А.В.**, Палечек Т.Н., Соколов С.Д., Хаясака Я. Новые данные по строению, составу и возрасту пород юрско-меловых комплексов Алганского террейна (район Усть-Бельских гор, СВ России) // Осадочные бассейны и геологические предпосылки прогноза новых объектов перспективных на нефть и газ. XLIV Тектоническое совещание. М. ГЕОС, 2012. С. 292-298.

9. **Моисеев А.В.**, Соколов С.Д., Хаясака Я., Лэйер П. Новые данные Ar-Ar датирования позднепалеозойско-раннемезозойского метаморфического события пород Усть-Бельского террейна Западно-Корякской складчатой области // Тектоника складчатых поясов Евразии: сходство, различие, характерные черты новейшего горообразования, региональные обобщения. Материалы XLVI тектонического совещания. Том. 2. М.: ГЕОС., 2014. С. 13-16.