

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Геологический институт Российской академии наук

На правах рукописи

Ватрушкина Елена Владимировна

**Верхнеюрско-нижнемеловые отложения Западной Чукотки: состав,
источники сноса, обстановки осадконакопления и геодинамические режимы**

Специальность: 25.00.01 – общая и региональная геология

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Научный руководитель:
доктор геол.-мин. наук,
М.И. Тучкова

Москва – 2018

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	2
ГЛАВА 1. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЧУКОТСКОГО ТЕРРЕЙНА	12
ГЛАВА 2. СТРАТИГРАФИЯ ВЕРХНЕЮРСКО-НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ	21
2.1. Стратиграфия верхнеюрско-нижнемеловых отложений Мырговаамско-Раучуанской впадины	25
2.1.1. Оксфорд-кимериджские отложения (раучуанская свита)	28
2.1.2. Волжские отложения (нетпнейвеемская свита)	32
2.1.3. Берриасские отложения (утувеемская свита)	39
2.1.4. Валанжинские отложения (погынденская свита)	43
2.2. Стратиграфия верхнеюрско-нижнемеловых отложений Певекской впадины	44
2.2.1. Нерасчлененные верхнеюрско-нижнемеловые отложения	45
2.3. Стратиграфия верхнеюрско-нижнемеловых отложений Верхне-Пегтымельской впадины	62
2.3.1. Волжские отложения (имлекинская свита)	63
2.3.2. Юрско-нижнемеловые отложения в пределах Берложьей кальдеры	68
2.4. Схема корреляции и стратиграфического расчленения верхнеюрско-нижнемеловых отложений	69
ГЛАВА 3. ЛИТОЛОГИЯ ВЕРХНЕЮРСКО-НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ	72
3.1. Петрографические исследования	72
3.1.1. Состав верхнеюрско-нижнемеловых отложений Мырговаамско-Раучуанской впадины	72
3.1.1.1. Состав оксфорд-кимериджских отложений (раучуанская свита)	72
3.1.1.2. Состав волжских отложений (нетпнейвеемская свита)	75
3.1.1.3. Состав берриасских отложений (утувеемская свита)	78
3.1.1.4. Состав валанжинских отложений (погынденская свита)	81
3.1.2. Состав верхнеюрско-нижнемеловых отложений Певекской впадины	83
3.1.2.1. Состав нерасчлененных верхнеюрско-нижнемеловых отложений	83
3.1.3. Состав верхнеюрско-нижнемеловых отложений Верхне-Пегтымельской впадины	92
3.1.3.1. Состав волжских отложений (имлекинская свита)	92
3.2. Результаты работ на сканирующем микроскопе	96
3.3. Геохимические исследования	99
3.3.1. Химический состав верхнеюрско-нижнемеловых терригенных отложений	99
3.3.2. Химический состав галек вулканитов из волжских грубообломочных отложений	107
3.4. Sm-Nd изотопный состав	110
3.5. Датирование детритовых цирконов	111
ГЛАВА 4. ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ И СОСТАВ ИСТОЧНИКОВ СНОСА ВЕРХНЕЮРСКО-НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ	122
4.1. Обстановки осадконакопления	122
4.2. Источники сноса	124
ГЛАВА 5. ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ	127
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	133
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	135
ПРИЛОЖЕНИЯ	145

Введение

Степень разработанности темы исследования

Анализ осадочных бассейнов с определением геодинамических обстановок накопления и созданием палеореконструкций является одной из ключевых фундаментальных задач на стыке литологии и геотектоники. Формирование позднеюрско-раннемеловых бассейнов Чукотского микроконтинента происходило синхронно с активными тектоническими событиями в Арктическом регионе. В первую очередь это относится к этапам формирования Амеразийского бассейна (Grantz et al., 2011; Соколов и др., 2015). К изучению континентальных окраин Российской части Восточной Арктики приковано внимание не только отечественных, но и зарубежных ученых (Miller et al., 2006, 2008; Amato et al., 2015; Till, 2016 и др.).

Впервые присутствие на Северо-Востоке СССР отложений верхней юры и нижнего мела, было доказано находками ископаемой фауны из коллекции П.И. Полевого в 1912 г. (определения А.П. Павлова). В 50-е – 70-е гг. XX в. систематические исследования продолжились силами геолого-съёмочных отрядов при составлении геологических карт 1:200000 масштаба. Результаты этих работ легли в основу создания стратиграфии мезозойских комплексов. Этой теме посвящен ряд статей (Ефимова, 1958; Городинский, Паракецов, 1960; Городинский, 1963; Паракецов, Городинский, 1966; Тибилов, 1988; Тибилов Черепанова, 2001), среди которых наибольшего внимания заслуживает обобщающая работа по стратиграфии и фауне верхнеюрско-нижнемеловых отложений Северо-Востока СССР (Паракецов, Паракецова, 1989).

С конца 1980-х годов начался второй этап изучения региона. На отдельных площадях были проведены геологосъёмочные работы с общими поисками 1:50000 и 1:200000 масштабов, а также более детальные исследования на участках, перспективных на обнаружение полезных ископаемых. Позднее были выпущены мелкомасштабные карты 1:500000 и 1:1000000, учитывающие все полученные ранее данные по геологическому строению рассматриваемого региона.

Вопросам тектоники и геодинамической эволюции Чукотского региона посвящено множество работ (Шатский, 1935; Тильман, 1980; Парфенов, 1984; Натальин, 1984; Зоненшайн и др., 1990; Богданов, Тильман, 1992; Парфенов и др., 1993; Баранов, 1995; Бялобжеский, Горячев, 2004; Бондаренко, 2004; Филатова, Хаин, 2007; Соколов и др., 2001, 2010, 2015; Miller et al., 2006; Amato et al., 2015). В том числе были проведены детальные структурные исследования (Бондаренко, 2004; Miller, Verzhbitsky, 2009; Катков, 2010; Голионко и др. 2017, 2018). При этом, основное внимание в последние годы было сосредоточено на изучении комплексов Южно-Ануйской сутуры и гранитно-метаморфических куполов.

Единственной работой по изучению верхнеюрско-нижнемеловых отложений Чукотского террейна, выполненной на современном уровне и направленной на восстановление условий осадконакопления и создание палеореконструкций является статья (Miller et al., 2008).

Актуальность исследования

Изучение верхнеюрско-нижнемеловых отложений Чукотского террейна в основном проводилось в рамках геологосъемочных работ еще в конце прошлого века. Основные исследования были направлены на решение вопросов стратиграфии. Вследствие бедности пород остатками ископаемой фауны и литологического сходства разновозрастных свит, литолого-стратиграфический подход к расчленению изучаемых отложений был признан предшественниками геологически несостоятельным (Тибилев, Черепанова, 2001). Все верхнеюрско-нижнемеловые отложения, в том числе и ранее расчлененные было предложено объединить в мырговаамскую серию оксфорд-валанжинского возраста.

Актуальность исследования верхнеюрско-нижнемеловых пород с использованием современных, в том числе прецизионных методик, обусловлена необходимостью получения новых данных о составе и строении этих толщ. Полученные результаты призваны решить, как ранее намечавшиеся проблемы стратиграфического расчленения, так и новые запросы, связанные с восстановлением условий накопления и состава питающих провинций. С учетом положения в структурах южной окраины Чукотского террейна и тесной взаимосвязи процесса осадкообразования с предколлизийными событиями важен не только палеогеографический, но и в особенности палеогеодинамический аспект этого вопроса.

Цель и задачи исследования

Основной **целью** исследования является выявление обстановок осадконакопления и геодинамических режимов, существовавших на южной окраине Чукотского террейна в позднеюрско-раннемеловое время.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие **задачи**:

1. Провести детальное описание коренных выходов в пределах Китепвеевской, Мырговаамской, Раучуанской, Певекской и Верхне-Пегтымельской верхнеюрско-нижнемеловых впадин с выявлением основных седиментологических характеристик
2. Расчленить верхнеюрско-нижнемеловые отложения, составить сводные разрезы по каждой впадине и произвести их корреляцию
3. Изучить состав верхнеюрско-нижнемеловых пород с использованием современных методов
4. Определить источники сноса для позднеюрско-раннемеловых осадков: состав, возраст и палеотектоническую позицию

5. Реконструировать условия и геодинамические обстановки накопления верхнеюрско-нижнемеловых отложений.

Фактический материал и методология исследования

В основу работы положен фактический материал, собранный в ходе **полевых работ** 2003-2004 гг. и 2010-2011 гг., а также 2014 года (Приложение 1). Экспедиции 2003-2004 года проведены сотрудниками Лаборатории тектоники океанов и приокеанических зон ГИН РАН совместно с учеными из Стенфордского университета в западной части бассейна р. Раучуа (Китепвеемская впадина и западная часть Мырговаамской и Раучуанской впадин). В ходе полевых работ 2010-2011 гг. непосредственно автором были изучены верхнеюрско-нижнемеловые отложения в нижнем течении р. Пегтымель (Верхне-Пегтымельская впадина) и восточного побережья р. Раучуа (восточная часть Мырговаамской и Раучуанской впадин), а также обнажения в районе г. Певек (Певекская впадина). Работы 2014 года по изучению восточного побережья Чаунской губы (в том числе Певекской впадины) были организованы и профинансированы в рамках договора с ЗАО «РН-Шельф-Дальний Восток». В результате были детально изучены коренные выходы верхнеюрско-нижнемеловых отложений (Приложение 1) и отобрана представительная коллекция образцов для дальнейших лабораторных исследований (Приложение 2).

Поскольку верхнеюрско-нижнемеловые отложения характеризуются плохой обнаженностью и уже были изучены предшественниками по единичным коренным выходам и, в большинстве случаев, при помощи проходки канав и бурения скважин, составление сводного разреза каждой свиты не являлось приоритетной задачей для автора в ходе полевых работ. Исследования были направлены на детальное изучение обнажений с целью послойного описания разреза и выявления текстурных особенностей пород, указывающих на обстановку накопления и направление сноса материала. При интерпретации седиментологических данных использовалась классификация (Shanmugam, 2000).

Комплекс **лабораторных исследований** был направлен на выявление особенностей состава пород с целью определения источников сноса, а также в качестве вспомогательных критериев для стратиграфического расчленения. Уровень постседиментационных преобразований верхнеюрско-нижнемеловых отложений находится на стадии катагенеза. Для проведения аналитических работ использовались наименее измененные образцы.

В первую очередь породы изучались в **шлифах** при помощи поляризационного микроскопа Olimpus BX-51. При описании шлифов выделялся комплекс седиментационных текстурных и структурных признаков пород, производилась оценка количественного состава породообразующих и аксессуарных обломочных компонентов. Среди главных структурных

признаков пород исследовались: гранулометрический состав, степень окатанности кластогенных компонентов, их сортированность и типы цементации.

Гранулометрический анализ в шлифах производился путем непосредственного замера поперечников зерен в поле зрения микроскопа. Измерение проводилось линейкой, вмонтированной в окуляр. Для определения гранулометрического состава использована классификация РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина (Логвиненко, 1984).

Окатанность зерен определялась визуально с помощью трафаретов (Рухин, 1969). Было выделено четыре класса окатанности: неокатанные, плохоокатанные, среднеокатанные и хорошоокатанные зерна.

По сортированности выделено три гранулометрических класса пород: плохосортированные, среднесортированные и хорошосортированные. Если более 80% частиц сосредоточено не в одном, а в двух размерных классах, то порода определялась как плохосортированная и называлась в соответствии с наименованием этих классов. При этом на второе место ставилось название того класса, содержание зерен в котором больше.

В соответствии с классификациями Н.В. Логвиненко и В.Н. Шванова (Логвиненко Сергеева, 1986; Шванов и др, 1998) цемент разделялся по времени образования на седиментационный и постседиментационный. Седиментационный цемент (матрикс) описывался по количеству цементирующей массы, составу, равномерности распределения и типу (базальный, базально-поровый, порово-базальный, поровый, поропо-контактный и контактный). Постседиментационный (аутигенный) цемент классифицировался по: минеральному составу, равномерности распределения, количеству цементирующей массы и типу (в основном поровый и островной).

Петрографический визуальный анализ в шлифах осуществлялся для всех классов терригенных пород. Для полного количественного анализа были выбраны наиболее представительные псаммитовые разновидности, не подвергшиеся значительным преобразованиям. Количественный анализ проводился путем подсчета всех породообразующих компонентов, до 300 зерен в каждом шлифе. Для песчаных пород в работе использована классификация В.Д. Шутова (1972) с применением треугольных диаграмм. Для песчаников, содержащих в составе более 20% литокластов, применялась дочерняя треугольная диаграмма, в которой учитывалось количество обломков пород различного генезиса. Для номенклатуры туфотерригенных разностей использована классификация А.В. Вана и Ю.П. Казанского (1985).

Изучение состава отдельных мономинеральных зерен производилось с помощью электронного микроскопа с детектором EDS в различных аналитических центрах: 1) в Лаборатории локальных методов исследования вещества кафедры петрологии геологического

факультета МГУ им. М. В. Ломоносова при помощи сканирующего электронного микроскопа «Jeol JSM-6480LV» (производство «Jeol», Япония) с энергодисперсионным спектрометром «X-MaxN-50» (производство «Oxford Instruments», Великобритания); 2) в Лаборатории Петрологии и геохимии Польского Геологического института с использованием сканирующего электронного микроскопа LEO с детектором EDS (Oxford Instruments ltd.) и спектрометром CL (SIM GmbH); 3) на Факультете Наук о Земле Силезского университета с помощью сканирующего электронного микроскопа Philips XL30 ESEM с детекторами BSE и EDS (Oxford Instruments); 4) в Лаборатории физических методов изучения порообразующих минералов ГИН РАН с помощью сканирующего электронного микроскопа MV 2300 с приставкой для энергетического дисперсионного рентгеновского микроанализа INCA 200.

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

Элементный анализ проб 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 спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ICAP-61, *Thermo Jarrell Ash*, США) и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (X-7, *Thermo Elemental*, США).

Определение концентраций *Sm* и *Nd* и изотопных отношений *Nd* в образцах проводилось в Лаборатории геохронологии и изотопной геохимии Геологического института Кольского Научного Центра РАН (КНЦ РАН) под руководством д.г.-м.н. Т. Б. Баяновой.

Изотопные исследования детритовых зерен циркона (LA-ICP-MS) проводились: 1) в Лаборатории изотопной геохимии и геохронологии ГЕОХИ РАН под руководством Ю.А. Костицина методом лазерной абляции с использованием ICP-MS спектрометра Element XR (Thermo Finnigan) и лазерной установки UP 213 (New Wave Research); 2) в Лаборатории GeoSep (GSS) под руководством Пола О'Салливана методом лазерной абляции с использованием ICP-MS спектрометра ThermoScientific Element2 с приставкой для лазерной абляции New Wave YP213.

U/Pb – изотопное датирование цирконов магматических пород с применением ионного микроанализатора высокого разрешения (SRHIMP-II) были выполнены в Центре

Изотопных Исследований при Всероссийском научно-исследовательском геологическом институте им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ) МПР России в Санкт-Петербурге.

Датирование магматических и детритовых цирконов производилось после помещения зерен на шайбу и получения катодолюминесцентных изображений с помощью сканирующего электронного микроскопа (CamScan MX2500).

Научная новизна

Впервые верхнеюрско-нижнемеловые отложения, слагающие несколько впадин на южной окраине Чукотского террейна, были изучены одинаковым комплексом современных методов исследования осадочных пород. В результате были определены состав отложений, их геохимические особенности, Sm-Nd изотопные характеристики, а также датированы детритовые цирконы из песчаников волжско-валанжинского возраста.

Геохимические и геохронологические исследования галек вулканитов позволили установить и датировать магматическое событие, существование которого в регионе ранее не было доказано. Успешно применен метод выявления терригенного источника сноса на основе определения геохимических особенностей аргиллитовых обломков из песчаников и галек осадочных пород из конгломератов, и сравнения их с геохимическими характеристиками предполагаемых источников сноса. При этом, изучение магматических галек достаточно распространено в литологической практике, а метод определения терригенных источников по обломкам аргиллитов считался малоперспективным, вследствие низкой контрастности геохимических характеристик и большой трудоемкости.

В работе применен новый подход к расчленению и корреляции литологически схожих отложений, недостаточно охарактеризованных фаунистически. Подход основан на идее, что в активной тектонической обстановке в разное время, размываются разные источники сноса, что отражается на составе пород. Также по аналогии с отложениями Раучуанской впадины удалось стратифицировать нерасчлененные верхнеюрско-нижнемеловые отложения Певекской впадины.

В качестве основных достижений работы можно рассматривать выявление обстановок накопления и источников сноса, которые позволили определить основные геодинамические режимы, существовавшие на окраине Чукотского микроконтинента в позднеюрско-раннемеловое время. Доказано существование двух этапов седиментации, с резкой сменой источников сноса на рубеже кимериджа-волги. Это позволило обосновать, объединить и дополнить ряд имеющихся на сегодняшний день концепций, касающихся тектонической эволюции региона в мезозойское время. Так, впервые выдвинуто предположение о существовании двух позднеюрских дуг с различной полярностью: энсиматической Кульпольнейской в оксфорд-кимериджское и континентальной Нутесынской – в волжско-

берриасское время. Кроме того, обосновано разделение выделенных предшественниками этапов деформаций сбросовой кинематики (ранняя юра) (Тучкова и др., 2007а) и компрессионных деформаций, выявленных Б.Г. Голионко (Голионко и др., 2017), которые на основе полученных в результате исследования реконструкций можно связать с аккрецией Кульпольнейской дуги к Чукотской окраине и датировать позднекимериджским-ранневолжским временем.

Защищаемые положения:

1. В позднеюрско-раннемеловом интервале выделено 2 этапа осадкообразования. В оксфорд-кимериджское время в пределах Мырговаамской и Китепвеемской впадин в едином бассейне накапливались преимущественно отложения песчаных потоков. В волжско-валанжинское время на территории Раучуанской, Певекской и Верхне-Пегтымельской впадин существовал бассейн, для которого установлено доминирующее направление сноса осадочного материала с юга на север, северо-восток в современных координатах. В строении волжско-валанжинского разреза преобладают турбидиты.

2. Оксфорд-кимериджские и валанжинские песчаники характеризуются аркозовым составом. Позднеюрские разновидности формировались за счет размыва древних гранитоидов и триасовых терригенных пород, а также вулканитов и метаморфических комплексов. Валанжинские аркозы накапливались в результате перемыва преимущественно оксфорд-кимериджских песчаников.

3. Песчаники волжско-берриасского возраста имеют граувакковый состав с высокой долей вулканогенного материала. Основными источниками сноса в это время являлись континентальная дуга и триасовые терригенные породы. В составе волжских отложений преобладают обломки вулканитов, в нижних частях разреза андезибазальтов и андезитов, в верхних дацитов и риолитов. Берриасские породы сложены преимущественно обломками триасовых турбидитов и в меньшей степени кислых вулканитов.

4. В оксфорд-кимеридже отложения накапливались в грабенообразной впадине, образовавшейся в результате растяжения на южной (в современных координатах) окраине Чукотского микроконтинента. На рубеже киммериджа и волги Кульпольнейская островная дуга аккретировалась к Чукотской окраине и заложила Нутесынская континентальная дуга. В волжско-валанжинское время накопление осадков происходило в бассейне, располагавшемся в тылу дуги.

Благодарности

Диссертационная работа подготовлена в Лаборатории тектоники океанов и приокеанических зон Геологического института РАН. Автор благодарен заведующему

лаборатории С.Д. Соколову за помощь при организации полевых и аналитических работ, научные идеи, обсуждение результатов исследований, конструктивную критику и замечания.

Выражаю глубокую признательность научному руководителю М.И. Тучковой за вдохновение, поддержку, приобретенные знания, терпение и создание благоприятной рабочей атмосферы.

За участие в полевых работах, полезные советы и переданный опыт автор благодарен П.Л. Тихомирову, М.А. Новиковой, И.А. Войцику, А.В. Ганелину, М.В. Лучицкой, Г.Н. Александровой и в особенности структурщикам С.М. Каткову, В.Е. Вержбицкому, Б.Г. Голионко, А.В. Моисееву. Выражаю признательность геологам ЗАО Чаунское ГГП В.А. Войнову и И.Ю. Черепановой за теплый прием и оказание всесторонней помощи.

Особую благодарность хочу выразить Г.В. Ледневой, М.В. Лучицкой, В.В. Костылевой, М.А. Рогову и В.Е. Вержбицкому за интерес к работе и полезные консультации, а также Н.Б. Кузнецову за внимательное прочтение диссертации, ценные комментарии и замечания.

Автор признателен своей семье за помощь, мотивацию и поддержку.

Исследования по теме диссертации проводились при финансовой поддержке грантов РФФИ № 11-05-00787а, № 12-05-31432-мол_а, № 14-05-00031, № 17-05-00795, № 18-05-70061; научных школ НШ - 7091.2010.5, НШ - 5177.2012.5, НШ - 2981.2014.5 и грантов РНФ № 16-17-10251, № 18-77-10073. Полевые и аналитические работы по Певекской впадине выполнены за счет средств договора с ЗАО «РН-Шельф-Дальний Восток» № 0441414/0112Д.

Личный вклад соискателя

Автор занимался организацией и проведением полевых исследований 2010, 2011 и 2014 года в качестве начальника отряда. На камеральном этапе производил пробоподготовку, в случаях, где требовалась кропотливая работа, исключая засорение проб и обеспечивающая надежность аналитических данных (дробление на ручном комплексе и истирание в ступе мелких обломков и галек терригенных и вулканических пород; промывка в УЗ ванне цирконового концентрата и последующая ручная отборка зерен под бинокуляром). Соискатель выполнял описание шлифов под микроскопом, а также изучал состав отдельных мономинеральных пороодообразующих компонентов на сканирующем электронном микроскопе с ЭДС приставкой, в том числе и в качестве оператора. Автор осуществлял обработку всех полученных аналитических данных: петрографических, геохимических и изотопных.

Теоретическая и практическая значимость

Верхнеюрско-нижнемеловые отложения достаточно широко распространены на Западной Чукотке. Они накапливались одновременно с формированием Амеразийского бассейна на севере. На юге в это время происходило закрытие океанического бассейна с

субдукцией вдоль активной окраины Колымо-Омолонского континентального блока (супертеррейна). Такое пространственное положение Чукотского микроконтинента определяет важность изучения его тектонической истории для понимания процессов формирования арктической окраины и континентального роста Азии.

Проведенные исследования имеют прикладное значение. Во-первых, получены новые данные в области региональной геологии о составе и строении верхнеюрско-нижнемеловых отложений. Во-вторых, детальные литолого-стратиграфические разрезы позволили внести коррективы в обоснование и трактовку различных свит, что в дальнейшем может быть использовано для обновления региональной схемы стратиграфического расчленения Чукотской серии листов государственных карт. В отсутствие глубоких скважин в российской части акватории эти разрезы необходимы для расшифровки строения шельфов прилегающих Восточно-Сибирского и Чукотского морей по геофизическим данным. В-третьих, разработанные палеогеографические и палеотектонические реконструкции являются вкладом в понимание истории развития региона на этапе крупнейших тектонических перестроек.

Практическая значимость проведенных исследований подтверждается высоким интересом крупнейших нефтяных и сервисных организаций (Роснефть, TGS, SHELL) при финансировании которых выполнена часть как полевых, так и аналитических работ.

Апробация работы и публикации

Результаты исследований были доложены на международных конференциях по геологии Арктического региона (3P Arctic в 2013 и ICAM в 2015 и 2018 гг.), на Тектонических совещаниях (МТК в 2010, 2014 и 2018 гг.), на Международных встречах седиментологов (IMS в 2013, 2015 и 2017 гг.), а также ряде других конференций (всего 10 устных и 5 постерных докладов).

По теме диссертации подготовлено и опубликовано 15 тезисов и материалов докладов, а также 5 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК:

1. **Ватрушкина Е.В.**, Тучкова М.И. Литологические и геохимические особенности пород раучуанской свиты (верхняя юра) Западной Чукотки // Бюл. МОИП отд. геол., 2014, Т.89, вып. 1, С. 58-73.
2. Голионко Б. Г., **Ватрушкина Е. В.**, Вержбицкий В. Е. Структурная эволюция мезозойских комплексов Западной Чукотки // ДАН, 2017, Т. 475, №1, С. 53-56.
3. **Ватрушкина Е.В.**, Тучкова М.И. Обстановка осадконакопления и состав источников сноса верхнеюрско-нижнемеловых отложений Верхне-Пегтымельской впадины, Чукотский террейн // Тихоокеанская геология, 2018, Т. 37, №4, С. 87-107.
4. Голионко Б.Г., **Ватрушкина Е.В.**, Вержбицкий В.Е., Соколов С.Д., Тучкова М.И. Деформации и этапы структурной эволюции мезозойских комплексов Западной Чукотки // Геотектоника, 2018, №1, С. 63-78.

5. Ганелин А.В., Ватрушкина Е.В., Лучицкая М.В. Новые данные о вулканизме Центрально-Чукотского сегмента Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // ДАН, 2019 (в печати).

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения и списка литературы. Работа объемом 196 страниц содержит 113 иллюстраций, 1 таблицу и 5 приложений. Список литературы включает 127 источников.

Термины, определения и сокращения

Термины и определения

Древние гранитоиды – гранитоиды древнего кристаллического фундамента

Класты глины (от rip-up clasts) – обломки аргиллитов в песчаниках, образованные при выпаживании турбидитовым потоком подстилающих глин

Кристаллокласты – мономинеральные обломки кварца и полевых шпатов (зональные и резорбированные) вулканогенного генезиса в псаммитовых и псефитовых разностях, не претерпевшие длительной транспортировки

Литокласты – обломки пород различного генезиса в псаммитовых разностях

Седиментация=осадкообразование

Стратификация – положение отдельных частей геологических образований в вертикальном разрезе. Стратификация может устанавливаться на основании возрастных, литологических, петрографических, химических, морфологических и других особенностей геологических образований, слагающих разрез (Геологический словарь, 1960)

Чукотский микроконтинент – часть микроплиты Чукотка-Арктическая Аляска, в современной структуре представлен Чукотским, Беринговским, Врангелевским террейнами

Чукотская окраина – юго-западная окраина Чукотского микроконтинента

Терригенный источник – источник сноса, сложенный породами терригенного состава

Терригенная галька – галька, сложенная породами терригенного состава

Терригенный обломок – обломок, сложенный породой терригенного состава

Обозначения на микрофотографиях шлифов

Q – кварц

Му – мусковит

Pl – плагиоклаз

Or – ортоклаз

Ms – микроклин

Lv – обломки вулканических пород

Ls – обломки терригенных пород

Lm – метаморфических пород

Bi – биотит

Sl – слюда

Ab – альбит

Глава 1. Геологическое строение Чукотского террейна

Чукотская складчатая область включает Новосибирско-Врангелевскую и Анюйско-Чукотскую складчатые системы, которые состоят из нескольких террейнов (рис. 1.1) (Геодинамика..., 2006; Соколов, 2010). Район исследований расположен в пределах Чукотского террейна. Северная часть террейна скрыта под водами и донными осадками Восточно-Сибирского и Чукотского морей, на юго-востоке он перекрыт породами Охотско-Чукотского вулканического пояса (ОЧВП), с юга – ограничен Южно-Ануйской сутурой.

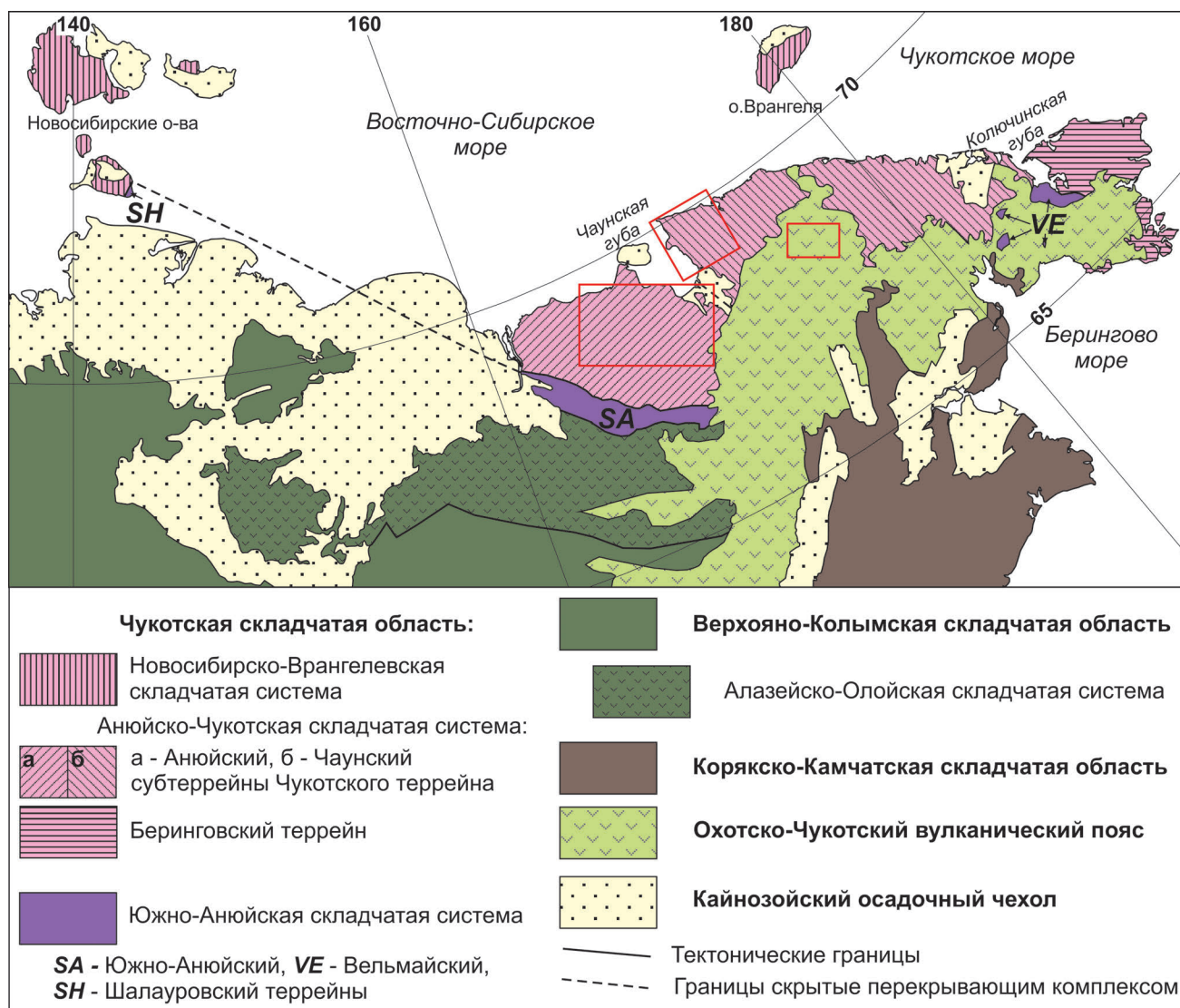


Рис. 1.1 Схема основных тектонических элементов Российского сектора Восточной Арктики. По данным (Парфенов и др., 1993; Геодинамика..., 2006; Соколов, 2010) с изменениями. Красными рамками показаны районы работ

В строении Чукотского террейна можно выделить два основных комплекса: докембрийский фундамент и интенсивно деформированный палеозойско-мезозойский вулканогенно-осадочный чехол. На сегодняшний день выходы фундамента непосредственно в пределах Чукотского террейна не известны. Метаморфический **фундамент** неопротерозойского возраста обнажается на острове Врангеля (Врангелевский террейн) и на

Восточной Чукотке (Беринговский террейн). На о. Врангеля фундамент сложен сильно дислоцированными метавулканическими и метаосадочными комплексами с единичными линзами и пластами измененных карбонатных пород (Косько и др., 2003; Соколов и др., 2017). Породы метаморфизованы в зеленосланцевой и эпидот амфиболитовой фациях и прорваны гранитоидами с возрастом ~690-730 млн лет (Лучицкая и др., 2016). Часть гранитоидов содержит цирконы с унаследованными ядрами, для которых получены оценки возраста 1010, 1170, 1200 и >2600 млн лет, что позволяет предполагать наличие древних пород в фундаменте Врангелевского террейна. По последним представлениям, в состав врангелевского комплекса также входят метаморфизованные вулканиты (базальты и риолиты), из северной полосы развития магматических пород в пределах острова. Для них получены датировки ~590-610 млн лет (Соколов и др., 2017; Лучицкая и др., 2017).

В пределах Беринговского террейна докембрийский фундамент представлен метаморфизованными в амфиболитовой и зеленосланцевой фациях вулканическими и осадочными породами с горизонтами мраморов, гранито-гнейсов и гипербазитов (Тектоника... ,1980; Гельман, 1995). Древние датировки для Восточной Чукотки были получены Rb/Sr (2565 и 1990 млн лет) и K/Ar (1570 и 1680 млн лет) методами (Жуланова, 1990; Гельман, 1995; Геодинамика..., 2006). В настоящее время возраст метаморфических пород, относимых к докембрию, был пересмотрен. Прежде всего, это относится к гранитно-метаморфическим куполам, формирование которых происходило в конце раннего мела (Гельман, 1995; Bering... ,1997). Наиболее древние U-Pb датировки цирконов характеризуют ортогнейсы Кооленского купола и составляют 369.6 ± 1.2 и 374.8 ± 0.5 млн лет (Natal'in et al., 1999) и метаморфического комплекса Чегитунь – в интервале 650-540 млн лет (Natal'in et al., 1999).

Чехол Чукотского террейна сложен деформированными палеозойскими и мезозойскими вулканогенно-осадочными комплексами.

Палеозойские отложения обнажаются в районе мыса Кибера и мыса Энмыкай, где представлен самый полный разрез терригенно-карбонатной толщи девонского и каменноугольного возрастов, а также в пределах Куэквуньского и Алярмаутского поднятий.

Стратотипические разрезы **девонских** отложений описаны в районе мыса Энмыкай (Рогозов, Васильева, 1968). Здесь авторами выделены энмакайская, пильхикайская, лонгская и пегтымельская свиты. В нижней части разреза **энмакайской свиты** преобладают песчаниковая и песчаниково-сланцевая пачки редко с линзами и стяжениями известняков. Верхняя часть представлена сланцево-известняковой толщей с фауной кораллов и брахиопод, датирующей отложения свиты нижней частью позднего девона. Разрез **пильхикайской свиты** сложен мелкозернистыми кварцевыми и кварцево-слюдистыми песчаниками и алевролитами

с известковыми конкрециями с фауной брахиопод. Свита относится к верхней части нижнего девона и нижней части среднего девона. *Лонгская* свита среднего девона представлена мощной песчано-сланцевой толщей с маломощными прослоями брекчированного известняка, содержащего остатки брахиопод. *Пегтымельская* свита сложена кварцево-полевошпатовыми песчаниками, и по аналогии с отложениями, развитыми в бассейне р. Пегтымель, она датируется поздним девоном. Общая мощность непрерывного разреза девонских отложений в районе мыса Энмыкай составляет 1360 м.

В береговых обрывах мыса Кибера нижняя часть разреза девонских отложений сложена хорошо сортированными мелкозернистыми слюдисто-кварцевыми песчаниками, алевролитами и глинистыми, кремнисто-хлоритовыми и серицито-хлоритовыми сланцами (более 300 м), относящимися к нижнему-среднему отделу (Саморуков, 1984). Верхняя часть разреза датируется поздним девоном и представлена преимущественно песчаниками, среди которых, наряду с кварцевыми, присутствуют полевошпатово-кварцевые и известковистые разновидности (300 м). В верхних частях толщи содержатся известняки и доломиты.

В **карбоне** западных районов Чукотки выделяются две свиты: *юнонская*, характеризующая преимущественно нижний карбон (турнейский – нижняя часть башкирского ярусы) и *киберовская* среднего карбона (верхняя часть башкирского-московский ярусы) (Васильева, Соловьева, 1979).

В районе мыса Кибера разрез карбона начинается с базальных конгломератов, содержащих гальку гранодиоритов. Помимо конгломератов, нижняя толща сложена гравелитами, серицито-глинистыми сланцами и известняками, общей мощностью 50 м. Ранее, эти отложения относили к фаменскому ярусу верхнего девона (Васильева, Соловьева, 1979). По последним данным гальки гранодиоритов из базальных конгломератов аналогичны гранодиоритам Киберовского массива, датированного 353 ± 5 млн лет (Катков и др., 2013). Выше залегает *юнонская* свита, представленная кварцевыми и полевошпатово-кварцевыми песчаниками и алевролитами переслаивающимися с глинисто-серецитовыми и доломито-кремнистыми сланцами. Толща содержит маломощные горизонты известняков с фауной фораминифер, кораллов и брахиопод. Мощность отложений оценивается в 250 м.

Киберовская свита согласно надстраивает разрез нижнекаменноугольных отложений. В нижней части свиты преобладают глинистые, доломито-кремнистые, серецито-хлоритовые сланцы, реже встречаются зеленовато-серые, местами коричневые песчаники и алевролиты (мощность около 200 м). Выше залегает пачка органогенных известняков, мощностью более 50 м. В известняках найдено большое количество остатков брахиопод, кораллов, фораминифер, криноидей и мшанок.

С размывом на известняках киберовской свиты залегает терригенная *гэсмыткунская* толща (Саморуков, 1984). Толща сложена темно-серыми до черных слюдисто-глинистыми сланцами и кварцевыми алевролитами, переслаивающимися с полевошпатово-кварцевыми и полимиктовыми песчаниками, общей мощностью 250-300 м. Органических остатков в толще не найдено, ее возраст условно устанавливается как позднепермский-раннетриасовый (индский век).

В пределах Куэкувуньского и Алярмаутского поднятий палеозойский комплекс представлен метаморфизованными в эпидот-амфиболитовой фации терригенно-карбонатными породами, содержащими фауну карбона.

По данным М.И. Тучковой турне-визейские известняки Алярмаутского поднятия накапливались в мелководно-морской обстановке с активной гидродинамикой, проявившейся в микротекстурах взмучивания и перемывания осадка. Образование карбонатных пород из нижних (серпуховский ярус) и верхних (башкирский и московский яруса) частей разреза мыса Кибера происходило в морских шельфовых условиях карбонатной платформы, более глубоководных в среднем карбоне (Тучкова и др., 2017).

Мезозойские отложения широко распространены в пределах Чукотского террейна. В нижней части разреза выделяются мощные флишоидные толщи триаса. Нижнеюрские отложения обнаружены только на узком участке, на левом берегу р. Раучуа. Отложения средней юры отсутствуют (Городинский, 1963). Верхнеюрско-нижнемеловые вулканогенно-осадочные породы залегают непосредственно на триасовых. К нижнемеловым комплексам также относятся континентальные угленосные отложения.

Триасовые отложения Чукотского террейна накапливались в условиях пассивной континентальной окраины (Тучкова и др., 2007б; Tuckova et al., 2009; Тучкова, 2011). В это время существовал единый морской бассейн седиментации, в котором установлены: шельф, авандельта, континентальный склон, подножье и бассейновая равнина. Снос материала происходил с севера на юг в современных координатах.

В строении разреза, как правило, выделяют три основных стратиграфических интервала: нижний-средний триас, карнийский и норийский ярусы верхнего триаса (Белик, 1960; Сосунов, 1962; Часовитин 1966; Белик, 1979; Садовский, 1970; Тучкова, 2011 и др).

Отложения *нижнего-среднего триаса* представлены чередованием пачек аргиллитов, алевролитов и/или песчаников. В терригенных породах встречаются многочисленные силлы и мелкие пластовые интрузии габбро и долеритов, которые деформированы вместе с вмещающими породами. Для одной из таких интрузий в районе Колючинской губы был определен возраст 252 ± 4 млн лет (Соколов и др., 2010; Ledneva et al., 2011). Отложения нижнего-среднего триаса датированы остатками характерных видов двустворчатых

моллюсков из рода *Posidonia* и аммонитов рода *Ophiceras* (Сосунов, 1962; Часовитин, 1966). Мощность отложений по разным данным составляет от 400 до 1000 м.

Карнийские отложения сложены переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов, в различных соотношениях. По сравнению с другими триасовыми отложениями в строении карнийского разреза преобладают псаммитовые разновидности, особенно в его верхней части. Карнийские отложения также характеризуются богатством текстурных особенностей таких как горизонтальная, косоволнистая, конволютная слоистость, текстуры внедрения на нижней поверхности градационного ритма, горизонты амальгамированных песчаных слоев и многие другие, в зависимости от конкретной обстановки накопления. Породы карнийского яруса содержат ископаемые остатки двустворчатых моллюсков из рода *Halobia*, трубкообразных тел *Dentalium* и фораминифер *Flagrina* sp. indet (Сосунов, 1962; Часовитин, 1966; Громыко, 1979). Мощность отложений оценивается от 700 до 2400 м. По-видимому, верхний предел мощности сильно переоценен в следствии последующих деформаций и счешуивания пород разреза.

Норийские отложения представлены тонким ритмичным чередованием песчаников, алевролитов и аргиллитов с преобладанием тонкозернистых разностей. В тонкозернистых разностях часто встречаются ихнофоссилии. Стратиграфический возраст отложений хорошо обоснован благодаря находкам ископаемых остатков двустворчатых моллюсков из рода *Monotis* (Белик, 1960; Сосунов, 1962; Часовитин 1966; Садовский, 1970; Белик, 1979; Тучкова, 2011 и др.). Мощность норийского разреза составляет от 800 до 1000 м.

Помимо вышеописанных отложений, в районе г. Певек в ходе полевых работ 2014 года автором были изучены крупноглыбовые массивные песчаники **пырканийской** свиты, которые бронируют поверхности сопок, сложенных тонкоплитчатыми аргиллитами норийского возраста. С учетом резкой фациальной изменчивости можно предположить незначительное локальное стратиграфическое несогласие. Возраст отложений пырканийской свиты был определен предшественниками как норийский (Громыко, 1979). Песчаники свиты содержат единичные более молодые зерна цирконов, датированные U-Pb (LA-ICP-MS) методом, что свидетельствует о рэтском возрасте пород.

Верхнеюрско-нижнемеловые вулканогенно-осадочные комплексы слагают несколько впадин (Паракецов, Паракецова, 1989) на юго-западной окраине Чукотского террейна (рис. 2.1). Они с угловым несогласием, а местами и с тектоническим контактом, залегают на триасовых турбидитах.

Детально стратиграфия верхнеюрско-нижнемеловых отложений рассмотрена в отдельной главе. Тем не менее, необходимо отметить, что на сегодняшний день существует две основные гипотезы образования этих отложений. Первая высказана в работе Э. Miller

(Miller et al., 2008) на основе интерпретации результатов датирования детритовых цирконов из единичных проб песчаников позднеюрско-раннемелового возраста о-ва Столбовой (Новосибирские о-ва), Южно-Аннуйской сутуры, Певекской впадины и раучуанской свиты Мырговаамской и Китепвеемской впадин Чукотского террейна. Согласно этой точке зрения, отложения накапливались в едином синорогенном бассейне форланда. При этом предполагается, что мезозойские и позднепалеозойские источники сноса, установленные по возрастам цирконов, были расположены в северном Верхоянье. Такая интерпретация возможна только при условии, что Южно-Аннуйский океанический бассейн закрылся до начала накопления позднеюрских осадков, что противоречит современным представлениям (Соколов и др., 2015, Amato et al., 2015). Предложенная гипотеза также не объясняет присутствие продуктов синхронного вулканизма в составе вулканогенно-осадочных отложений верхней юры – нижнего мела.

Вторая точка зрения принадлежит Н.И. Филатовой и В.Е. Хаину (Филатова, Хаин, 2007), которые вслед за М.А. Барановым (1995), изучавшим верхнеюрско-нижнемеловые отложения в Раучуанской впадине в ходе ГСП-50, полагали, что в пределах Чукотской зоны были распространены синнадвиговые бассейны с терригенным осадконакоплением, часть которых возникла, как тыловые в зоне надвига, возможно, еще в поздней юре.

Нижнемеловые (апт-альбские) терригенные породы образуют несколько небольших выходов в нижнем (*ольховская* свита) и среднем (*кукевеемская* толща) течении р. Пегтымель. Представленные здесь континентальные угленосные отложения выполняют наложенные постколлизийные впадины. Отложения слабо деформированы и перекрыты вулканогенными комплексами ОЧВП, а местами андезитами этчикуньской свиты, что указывает на их апт-альбский возраст.

Кукевеемская толща с резким угловым несогласием залегает на породах норийского яруса. В строении толщи принимают участие конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты и аргиллиты, пропластки и пласты каменного угля мощностью до 3 м. Все разновидности пород содержат примесь углистого детрита. По простиранию толща крайне изменчива. Мощность отложений достигает 300 м. Ископаемый комплекс флоры кукевеемской толщи соответствует средней части раннего мела, готерив-баррему (Черепанова, 2003).

Взаимоотношения *ольховской* свиты с нижележащими породами не изучены. Разрез свиты сложен преимущественно туфоконгломератами, туфогравелитами, туфопесчаниками и туфоаргиллитами с пластами каменных углей максимальной мощности 18.4 м (Копытин, 1977). Свита относится к нижнему мелу, её мощность составляет 205 м.

Меловой этап в развитии региона так же характеризуется рядом проявлений **эффузивного магматизма**.

Ранее, все вулканические образования южной периферии Чукотского террейна относили к комплексам ОЧВП, сформировавшимся в позднем мелу на активной окраине Азиатского континента.

В настоящее время, с использованием прецизионных методов из их состава были выделены более древние образования: риолитовые туфы Берложьей кальдеры, тытыльвеемская и этчикуньская свиты.

Берложья кальдера представляет собой вулканоструктуру размером 16×22 км, выполненную интенсивно спеченными кристаллокластическими риолитовыми туфами интродуцированными небольшими телами порфировидных гранодиоритов. В результате U-Pb (SHRIMP) изотопного датирования цирконов из риолитовых туфов, их возраст был оценен как 142.5 ± 1.4 млн лет (Тихомиров и др, 2008). По данным П.Л. Тихомирова с соавторами обстановкой формирования этой вулcano-плутонической ассоциации является активная континентальная окраина.

Для вулканитов из нижней и средней частей разреза Тытыльвеемского прогиба получены датировки 121.4 ± 2.8 млн лет и 118.0 ± 2.0 млн лет (Тихомиров и др., 2009). Эти значения согласуются с датировками ряда гранитоидных массивов Анюйского субтеррейна. По мнению П.Л. Тихомирова общий возраст и пространственная сопряженность гранитоидных тел и вулканогенных толщ предполагает их генетическую связь.

Андезиты, относимые к этчикуньской свите, развиты в районе г. Певек и в бассейне нижнего течения р. Паляваам. В результате U-Pb (SHRIMP) изотопного датирования цирконов, их возрасты были оценены как 105 ± 1 млн лет (Vatrushkina et al., 2015) и 108.6 ± 1 млн лет (Ганелин и др., 2019) соответственно. Таким образом, андезиты этчикуньской свиты имеют раннемеловой возраст и отражают магматический этап, предшествующий формированию ОЧВП.

Необходимо отметить, что ранее выделяемая из состава ОЧВП кремьянkinская толща (Тибиллов, Черепанова 2001), развитая на юге Чаунской губы имеет возрасты 95 ± 1 млн лет и 97 ± 1 млн лет (Vatrushkina et al., 2015). По совокупности геохронологических и геохимических данных андезиты кремьянkinской толщи коррелируются с вулканитами ОЧВП и соответственно слагают основание Чаунской серии вулканического пояса.

В пределах Чукотского террейна выделяется два основных этапа **гранитоидного магматизма**: палеозойский и позднемезозойский.

Наличие палеозойского этапа подтверждено недавними датировками цирконов методами U-Pb SIMS (SHRIMP) и TIMS из гранитоидов Киберовского массива и гранитно-

купольных структур Куульского и Куэжвуньского поднятий (Akinin, 2011; Катков и др., 2013; Лучицкая и др., 2015; Lane et al., 2015).

Раннемеловой гранитоидный магматизм широко проявлен в пределах изучаемой территории. Он связан с субширотным растяжением и образованием комплексов метаморфических ядер, даек и постколлизийных интрузий (Гельман, 1995; Bering strait..., 1997; Катков и др., 2010).

Тектоническая характеристика

Мезозойды Чукотки рассматриваются как область позднекиммерийской складчатости, возникшей в процессе коллизии Чукотского микроконтинента (как части микроплиты Чукотка-Арктическая Аляска) со структурами активной окраины Сибири (Соколов, 2010). В результате закрытия океанического бассейна между двумя континентальными блоками образовалась Южно-Ануйская сутура (Наталин, 1984; Парфенов, 1984; Зоненшайн и др., 1990; Парфенов и др., 1993; Соколов и др., 2015).

Первые структурные характеристики мезозойских комплексов Чукотского террейна появились в результате геолого-съёмочных работ 1:50000 масштаба, проведенных здесь в 1990-х годах. М. А. Баранов (1995) вскрыв канавами контакт верхнетриасовых и верхнеюрских отложений Мырговаамской впадины, пришел к выводу, что верхнеюрские породы слагают пакет моноклинально залегающих тектонических пластин с юго-западным падением. Тектонические пластины полого надвинуты одна на другую и разделены горизонтами перемятых, милонитизированных песчано-глинистых отложений норийского возраста.

Г.Е. Бондаренко (2004) по результатам работ в пределах Южно-Ануйской сутуры в деформационной истории коллизийного шва выделил три главных этапа. Деформации первого этапа (D1) обусловлены аккреционно-субдукционными процессами вдоль Азиатской окраины Протоарктического океана. Деформации второго этапа (D2) сопровождали формирование надвиго-сдвиговой структуры коллизийного шва. Деформации третьего этапа (D3) связаны с импульсами релаксационного растяжения.

Позднее С.М. Катковым (Катков и др., 2010) были детально изучены отложения Алярмаутского поднятия. Полученные геохронологические данные и структурные наблюдения позволили выявить в тектонической истории Чукотского региона три последовательных этапа деформаций. Ранний этап (D1), характеризующийся напряженной региональной складчатостью и покровообразованием, привел к формированию Южно-Ануйской сутуры и коллизийного орогена, становление которых завершилось в преаптское время (до 117.5 млн лет). Тектонический режим регионального растяжения (D2), существовал в интервале от 117 до 105 млн лет и сопровождался становлением Алярмаутской гранитно-

метаморфической структуры. Затем последовал этап молодых (позднемеловых-кайнозойских) внутриплитных хрупких деформаций (D3).

Тем не менее, несколько факторов, в том числе отсутствие среднеюрских отложений и результаты датирования новообразованной слюды, развитой вдоль плоскостей кливажа в карнийских отложениях в бассейне р. Малый Анюй (Тучкова и др., 2007а), свидетельствовали о существовании еще одного донеокомского деформационного этапа.

В результате полевых работ 2011 и 2014 гг. В.Е. Вержбицким и Б.Г. Голионко были получены структурные характеристики триасовых и верхнеюрско-нижнемеловых отложений, что позволило выявить ранний этап деформации D1, связанный с формированием складок F₁ и надвигов южной вергентности только в терригенных комплексах триасового возраста. Проявление этого этапа деформаций могло быть связано с началом раскрытия Американо-Азиатского бассейна в ранней юре или, альтернативно, с более поздней аккрецией Кульполнейской энсиматической дуги к Чукотскому микроконтиненту (Голионко и др., 2017, 2018).

Глава 2. Стратиграфия верхнеюрско-нижнемеловых отложений

Первостепенной задачей при изучении верхнеюрско-нижнемеловых отложений является их стратиграфическое расчленение. Основные трудности обусловлены их литологическим сходством и недостаточным количеством надежных фаунистических датировок. Корреляция разрезов осложнена также плохой обнаженностью и широким развитием интенсивных деформаций.

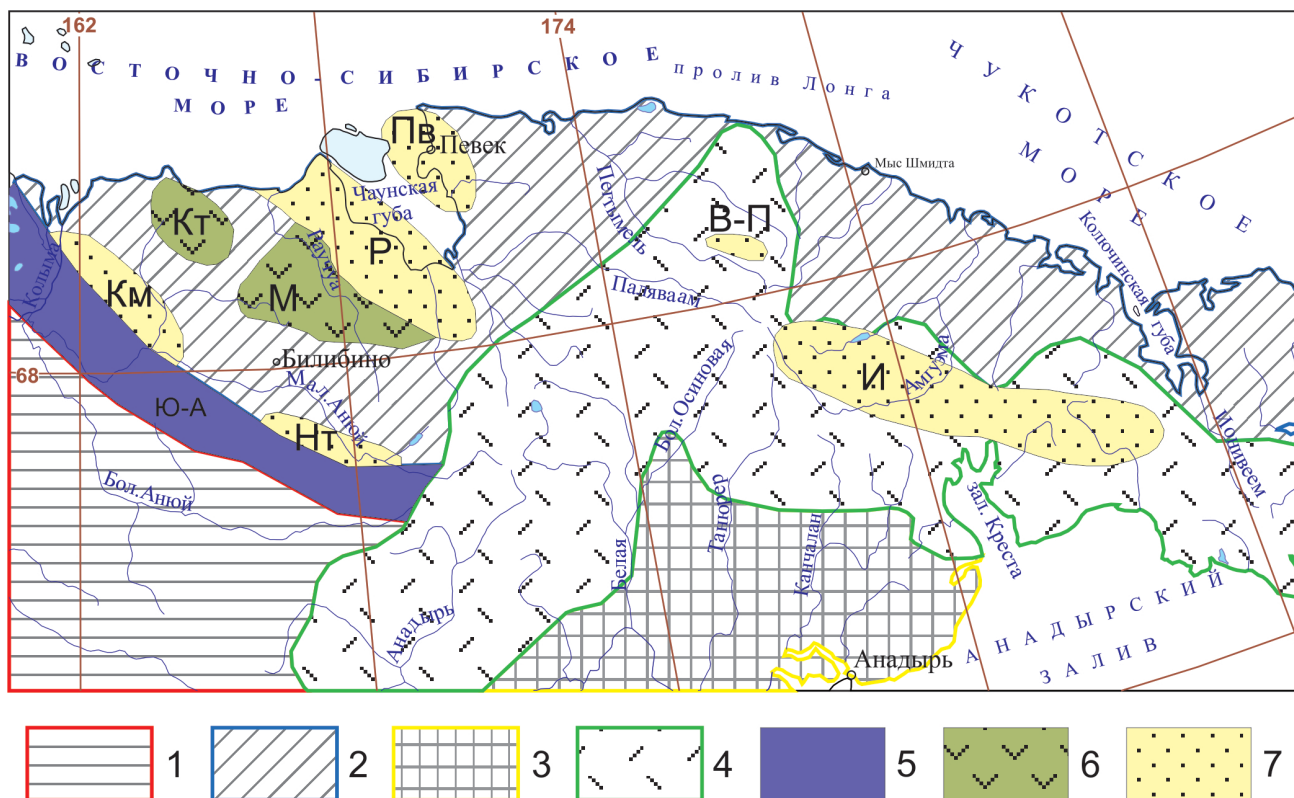


Рис. 2.1 Схема размещения впадин по данным (Паракецов, Паракецова, 1989) с изменениями
1 – Алазейско-Олойская складчатая система; 2 – Чукотская складчатая область; 3 – Корякско-Камчатская складчатая область; 4 – Охотско-Чукотский вулканический пояс; 5 – Южно-Ануйская сутура; 6 – раннеорогенные впадины: Кт – Китепвеемская, М – Мырговаамская; 7 – позднеорогенные впадины: Р – Раучуанская, Пв – Певекская, В-П – Верхне-Пегтымельская, И – Искатеньская, Км – Камешковская, Нт – Нутесынская

Необходимо отметить и о разночтениях в общей и региональной шкалах относительно границы юрской и меловой систем. В мировой практике используется последняя версия международной стратиграфической шкалы, согласно которой граница титона и берриаса оценивается как 145 млн лет, альтернативно 145.7 млн лет (Ogg et al., 2016). В недавнее время была опубликована существенно отличающаяся датировка 140.22 ± 0.13 млн лет для этого рубежа (Lena et al., 2018). Аналогами титона и берриаса в региональной стратиграфической схеме Северо-Востока России являются волжский и рязанский (бореальный берриас) ярусы соответственно (Решения Третьего..., 2009). Однако их граница, по последним представлениям, несколько смещена к рубежу нижнего-среднего берриаса (Брагин и др., 2013). Поскольку использование рязанского яруса как стратиграфического подразделения

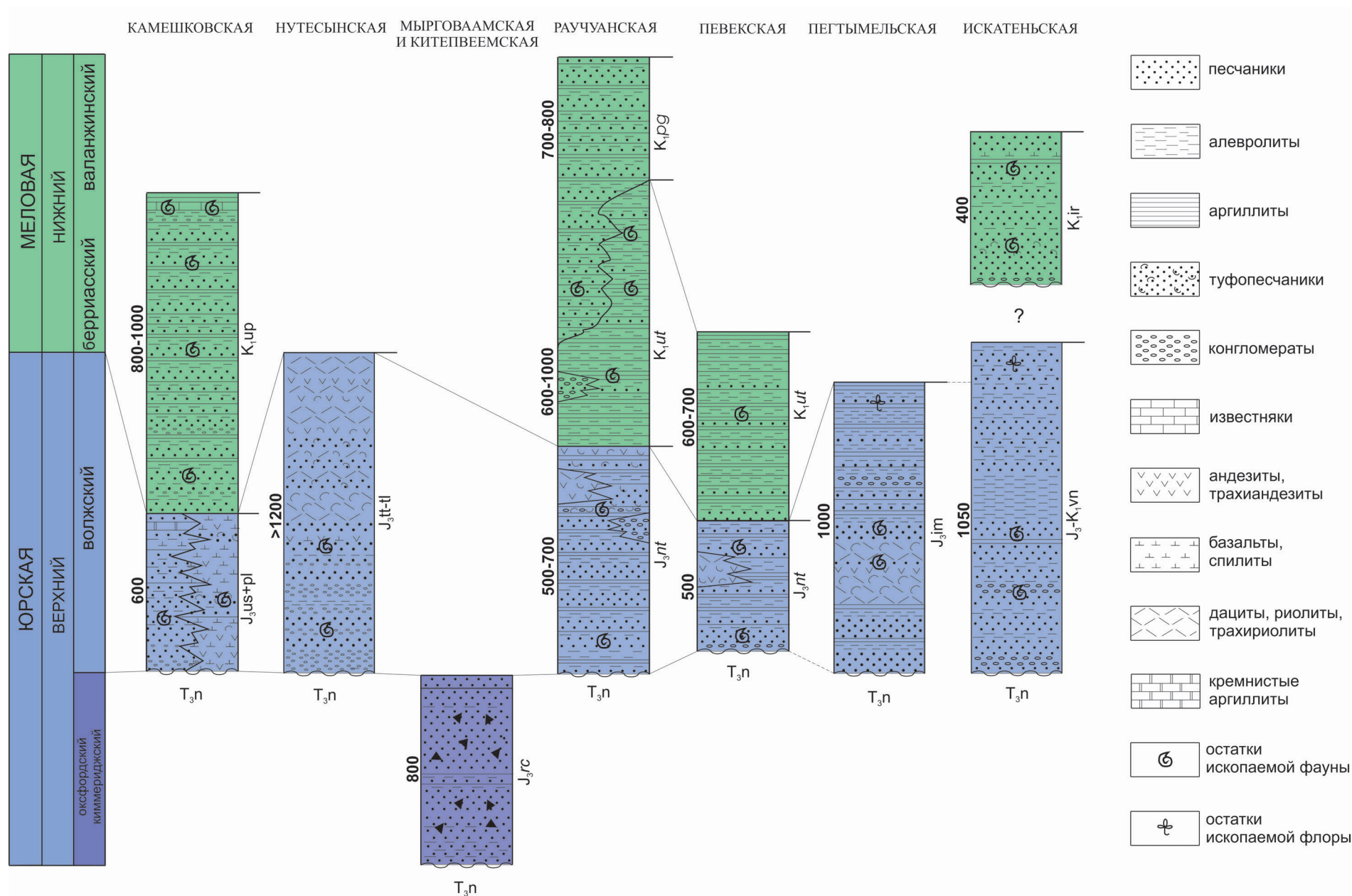


Рис. 2.2 Сопоставление разрезов верхнеюрско-нижнемеловых отложений Чукотского террейна по (Паракецов, Паракецова, 1989) с дополнениями

недостаточно широко, в работе для обозначения возраста раннемеловых, до валанжинских пород, применяется берриасский век с временными рамками его бореального аналога.

Впервые все имеющиеся данные по стратиграфии и ископаемой фауне верхней юры и нижнего мела Северо-Востока СССР были обобщены К.В. Паракецовым в 1989 году (Паракецов, Паракецова, 1989). Учитывая историю геологического развития региона, авторы разделили впадины на ранне- и позднеорогенные (рис. 2.1). Заложение первых происходило в начале кимериджа, реже оксфорде, на этапе локального прогибания и существенной трансгрессии морского бассейна. Большая часть позднеорогенных впадин, по их мнению, возникла в середине волжского века, на новом этапе локальных прогибаний. С точки зрения современной геотектоники, данная классификация устарела, однако, основная идея о существовании в позднеюрско-раннемеловом интервале как минимум двух этапов седиментации до сих пор актуальна.

Самыми древними образованиями позднеюрско-раннемелового возраста в пределах Чукотского террейна являются песчаники раучуанской свиты, слагающие Китепвеемскую и Мырговаамскую впадины (рис. 2.2). Свита на основании единичных находок бухий датируется оксфорд-кимериджем.

Разрезы остальных впадин начинаются с волжских вулканогенно-осадочных комплексов. В пределах юго-западных Камешковской и Нутесынской впадин описаны горизонты андезитов, дацитов и риолитов. В расположенных севернее и восточнее Раучуанской, Певекской, Верхне-Пегтымельской и Искатеньской впадинах разрез представлен преимущественно терригенными разностями с пачками туфопесчаников и туффитов. Волжские отложения содержат многочисленные фаунистические остатки и надежно датированы.

Нижнемеловые терригенные отложения распространены в пределах Камешковской, Раучуанской, Певекской и Искатеньской впадин. Монотонное строение разреза, сложенного ритмичным переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов, с редкими маломощными прослоями гравелитов и конгломератов, не позволяет детально расчленить эти отложения. По единичным находкам бухиевой фауны нижнемеловые толщи относили к берриасу-валанжину.

Предложенное К.В. Паракецовым стратиграфическое деление верхнеюрско-нижнемеловых отложений (Паракецов, Паракецова, 1989), впоследствии не подвергалось значительным изменениям. Результаты проведенных в 90-е годы работ по геологическому доизучению лишь дополнили существующие схемы. На сегодняшний день наиболее актуальная информация отражена в Решениях Третьего Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и мезозою Северо-Востока России (Решения Третьего..., 2009) (рис. 2.3).

			ЧУКОТСКИЙ РЕГИОН									
СИСТЕМА	ОТДЕЛ	ЯРУС	КАМЕШКОВСКАЯ		НУТЕСЫНСКАЯ	КИТЕПВЕЕВСКАЯ	РАУЧУАНСКАЯ	ПЕВЕКСКАЯ	ПЕГТЫМЕЛЬСКАЯ	ИСКАТЕНЬСКАЯ ЗОНА		
			НИЖНЕКОЛЫМСКАЯ П/З р. Колыма (прав. берег в низовьях) (1)	ПОГЫНДЕНСКАЯ П/З р. Погынден (низовья, р-н г. Лядинья) (2)	рр. Ургувеем, Кульпольней (3)	р. Китепвеем (4)	рр. Погынден, Рауча, западное побережье Чаунской губы (5)	нижн. течение р. Паляваам, р. Млеловеем, восточное побережье Чаунской губы(6)	р. Имлекин (ср. течение р. Пегтымель) (7)	ВУЛЬВЫВЕЕВСКАЯ П/З рр. Ирвынейвеем, Вульвывеем (8)	ПРИКРЕСТОВСКАЯ П/З р. Вэнылемвеем, Янранайвеем (р-н залива Креста) (9)	
МЕЛОВАЯ	НИЖНИЙ	ВАЛАНЖИНСКИЙ							ПОГЫНДЕНСКАЯ и УТУВЕЕВСКАЯ СВИТЫ K_{pg} K_{ut} 1) средние и мелкозернистые кварц-полевошпатовые песчаники с подчиненными прослоями и пластами аргиллитов и алевролитов (700-800) <i>Buchia inflata</i> (Toula), <i>Tollia</i> sp. 2) аргиллиты, алевролиты, тонко- и мелкозернистые песчаники, локально линзы конгломератов, гравелитов, грубозернистых песчаников (600-1000) <i>Buchia lanuseni</i> (Pavl.), <i>B. terebratuloides</i> (Lah.), <i>B. cf. okensis</i> (Pavl.), <i>B. cf. volgensis</i> (Lah.), <i>B. cf. sibirica</i> (Sok.), <i>B. cf. uncitoides</i> (Pavl.), <i>B. crassa</i> (Pavl.), <i>B. crassicolis</i> (Keys.).		УТУВЕЕВСКАЯ СВИТА K_{ut} аргиллиты, алевролиты и мелкозернистые песчаники (600-700); ядра крупных <i>Buchia</i> sp.	
		БЕРРИАСКИЙ							ИРВЫНЕЙВЕЕВСКАЯ ТОЛЩА K_{ir} Песчаники, алевролиты, аргиллиты, в верхих -прослои известняков и ракушечников, в центральной части с прослоями конгломератов (1500) <i>Buchia crassicolis</i> (Keys.), <i>B. cf. sublaevis</i> (Keys.), <i>B. cf. pacifica</i> Jeletz. <i>B. crassa</i> (Pavl.), <i>Coniopteris burejensis</i> (Zal.) Sew. и др. ЭМПИКВЕЕВСКАЯ ТОЛЩА K_{em} аргиллиты, алевролиты, подчиненные им песчаники (500) <i>Buchia volgensis</i> (Lah.), <i>B. ex gr. fischeriana</i> (Orb.), <i>B. cf. tenuicollis</i> (Pavl.), <i>B. cf. unschensis</i> (Pavl.), <i>B. aff. и др.</i>		ВЭНЫЛЫВЕЕВСКАЯ ТОЛЩА J_3-K_{1vn} верхняя часть: песчаники и алевролиты с прослоями и пластами конгломератов (450-500) <i>Buchia fischeriana</i> (Orb.), <i>B. cf. tenuicollis</i> (Pavl.), <i>B. terebratuloides</i> (Lah.), <i>B. aff. jaskovi</i> (Pavl.), <i>B. cf. volgensis</i> (Lah.), <i>B. aff. okensis</i> (Pavl.), <i>Cladophlebis aldanensis</i> Vachr., <i>Ctenis cf. anyuensis</i> Philipp., <i>C. ex gr. burejensis</i> Pryn., <i>Desmiophyllum</i> sp. нижняя часть: мелко- и среднезернистые полимиктовые песчаники с редкими прослоями и пластами алевролитов (600) <i>Oxytoma</i> (<i>Boreioxytoma</i>) cf. <i>aucta</i> Zakh., <i>Meleagrinnella</i> cf. <i>subovalis</i> Zakh., <i>Buchia piochii</i> (Gabb), <i>B. fischeriana</i> (Orb.), <i>B. cf. flexuosa</i> (Parak.), <i>Tancredia</i> sp., <i>Astarte</i> sp., <i>Goniomya</i> sp.	
ЮРСКАЯ	ВЕРХНИЙ	ТИТОНСКИЙ	УСТЬКОЛЫМСКАЯ ТОЛЩА J_{3us} кластолавы андезитов с прослоями базальтов, туфопесчаников и аргиллитов; в верхней части переслаивающиеся андезиты, андезибазальты, базальты (600) <i>Buchia cf. mosquensis</i> (Buch), <i>B. cf. orbiculatis</i> (Hyatt), <i>B. piochii</i> (Gabb)?	ПАЛЪТОТКИНСКАЯ ТОЛЩА J_{3pl} полевошпат-кварцевые песчаники с прослоями и линзами гравелитов и конгломератов, прослоями аргиллитов; 2 пласта спилитов (500-700) <i>Meleagrinnella</i> sp., <i>Buchia mosquensis</i> (Buch), <i>B. rugosa</i> (Fisch.), <i>B. orbicularis</i> (Hyatt), <i>B. cf. russiensis</i> (Pavl.)	ТЭТЭМВЕЕВСКАЯ и ТЭЛЫКЫЛУВЕЕВСКАЯ ТОЛЩИ J_{3tt} J_{3tl} 1)риолиты, андезиты, их туфы, туфопесчаники, туфоконгломераты, алевролиты, линзы каменного угля (600) <i>Cladophlebis argutula</i> (Heer) Font. 2) конгломераты, гравелиты, полимиктовые песчаники, алевролиты, туфы риолитов и базальтов (400-600) <i>Buchia mosquensis</i> (Buch), <i>B. rugosa</i> (Fisch.), <i>B. lindstroemi</i> (Sok.), <i>B. cf. piochii</i> (Gabb), <i>B. fischeriana</i> (Orb.), <i>B. ex gr. lahusei</i> (Pavl.)		НЕПТИНЕЙВЕЕВСКАЯ СВИТА J_3-K_{1nt} верхняя часть: аргиллиты, алевролиты, туфиты и туфы среднего состава, туфогравелиты, локально лавы риолитов, андезитов (300-350) <i>Buchia ficheriana</i> (Orb.), <i>B. cf. terebratuloides</i> (Lah.), <i>B. tenuicollis</i> (Pavl.) нижняя часть: аргиллиты, алевролиты, мелкозернистые полимиктовые песчаники, местами мощные линзы гравелитов, конгломератов, разнозернистых песчаников; туфиты и туфы андезитов, туфопесчаники и туфогравелиты (преимущественно в верхней части) (500) <i>Buchia mosquensis</i> (Buch), <i>B. rugosa</i> (Fisch.), <i>B. orbicularis</i> (Hyatt), <i>B. cf. piochii</i> (Gabb), <i>B. fischeriana</i> (Orb.), <i>B. lahusei</i> (Pavl.)		НЕПТИНЕЙВЕЕВСКАЯ СВИТА J_3-K_{1nt} верхняя часть: аргиллиты, алевролиты, песчаники, аргиллиты, алевролиты, локально андезиты (100-200) <i>Buchia ex gr. lahusei</i> (Pavl.) и др. нижняя часть: переслаивающиеся аргиллиты, алевролиты, тонко- и мелкозернистые песчаники, линзочки гравелитов, местами мощные линзы риолитов, дацитов, андезитов (300-400) <i>Buchia ex gr. mosquensis</i> (Buch), <i>B. ex gr. lahusei</i> (Pavl.), <i>Lima</i> sp.; <i>Dorsoplanites</i> sp.			
		ОКСФОРДСКИЙ КИМЕРИДЖСКИЙ			РАУЧУАНСКАЯ СВИТА J_{3rc} средне- и мелкозернистые кварц-полевошпатовые песчаники с прослоями аргиллитов и алевролитов, линзами конгломератов (400-450) <i>Entolium</i> sp.		РАУЧУАНСКАЯ СВИТА J_{3rc} средне- и мелкозернистые кварц-полевошпатовые песчаники с редкими прослоями алевролитов и аргиллитов (800-1200) <i>Praebuchia aff. reticulata</i> (Lundgr.) в нижней части; <i>Buchia ex gr. concentrica</i> (Sow.) в средней части; <i>Buchia tenuistriata</i> (Lah.), <i>B. paradoxa</i> (Sok.), <i>B. cf. lindstroemi</i> (Sok.), <i>B. cf. rugosa</i> (Fisch.), <i>B. orbicularis</i> (Hyatt) в верхней части					

Рис. 2.3 Стратиграфическая схема верхнеюрско-нижнемеловых отложений по (Решения Третьего ..., 2009)

Несмотря на хорошо обоснованную схему стратиграфического деления, составленную по отдельным разрезам, содержащим ископаемые фаунистические остатки, на практике верхнеюрско-нижнемеловые отложения достаточно сложно расчленить. И.В. Тибилов, основываясь на литологическом сходстве и в ряде мест низкой фаунистической охарактеризованности разрезов, предложил объединить все отложения впадин, в том числе и ранее расчлененные в мырговаамскую серию оксфорд-валанжинского возраста (Тибилов, Черепанова, 2001). Авторы признали литостратиграфический подход геологически несостоятельным, поскольку фациальная невыдержанность и крайняя неоднородность находок бухиевой фауны, привели на практике к весьма субъективному расчленению рассматриваемых отложений. Наиболее ярко это проявляется при сопоставлении различных геологических карт.

В настоящей работе предлагается несколько иной принцип расчленения верхнеюрско-нижнемеловых отложений, основанный на предположении о том, что в разное время размываются различные источники сноса, что отражается на составе пород. При таком подходе в одну свиту следует объединять отложения с близкими петрографическими, геохимическими и изотопными характеристиками. Помимо состава пород важным критерием является возраст обломочных цирконов, что широко используется в методе, известном под названием «provenance study».

2.1. Стратиграфия верхнеюрско-нижнемеловых отложений Мырговаамско-Раучуанской впадины

История изучения верхнеюрско-нижнемеловых комплексов началась с бассейна р. Раучуа, где представлен их наиболее полный разрез. К.В. Паракецовым здесь выделены Китепвеемская и Мырговаамская впадины, сложенные оксфорд-кимериджскими отложениями и Раучуанская впадина, сложенная волжско-валанжинскими отложениями. Стратиграфия верхнеюрско-нижнемеловых комплексов на территории этих впадин изучается совместно по причине тесной взаимосвязи выделенных стратиграфических подразделений.

В 1956 г. М.Е. Городинский и Я.С. Ларионов на междуречье рр. Раучуа – Лелювеем выделили толщу аркозовых песчаников, лишенную органических остатков и согласно перекрывающую отложения верхнего триаса. Толща песчаников была названа раучуанской свитой и отнесена условно к нижней юре. Между тем, находки ауцелл (бухий) в сходных по составу аркозах к востоку от нижнего течения р. Раучуа, как будто бы подтвердили валанжинский возраст этих песчаников. Поэтому с 1957 г. все выходы аркозовых песчаников в районе Чаунской губы были объединены в погынденскую свиту валанжинского возраста. Термин «раучуанская свита» некоторые геологи использовали в качестве ее синонима (Городинский, Паракецов 1960).

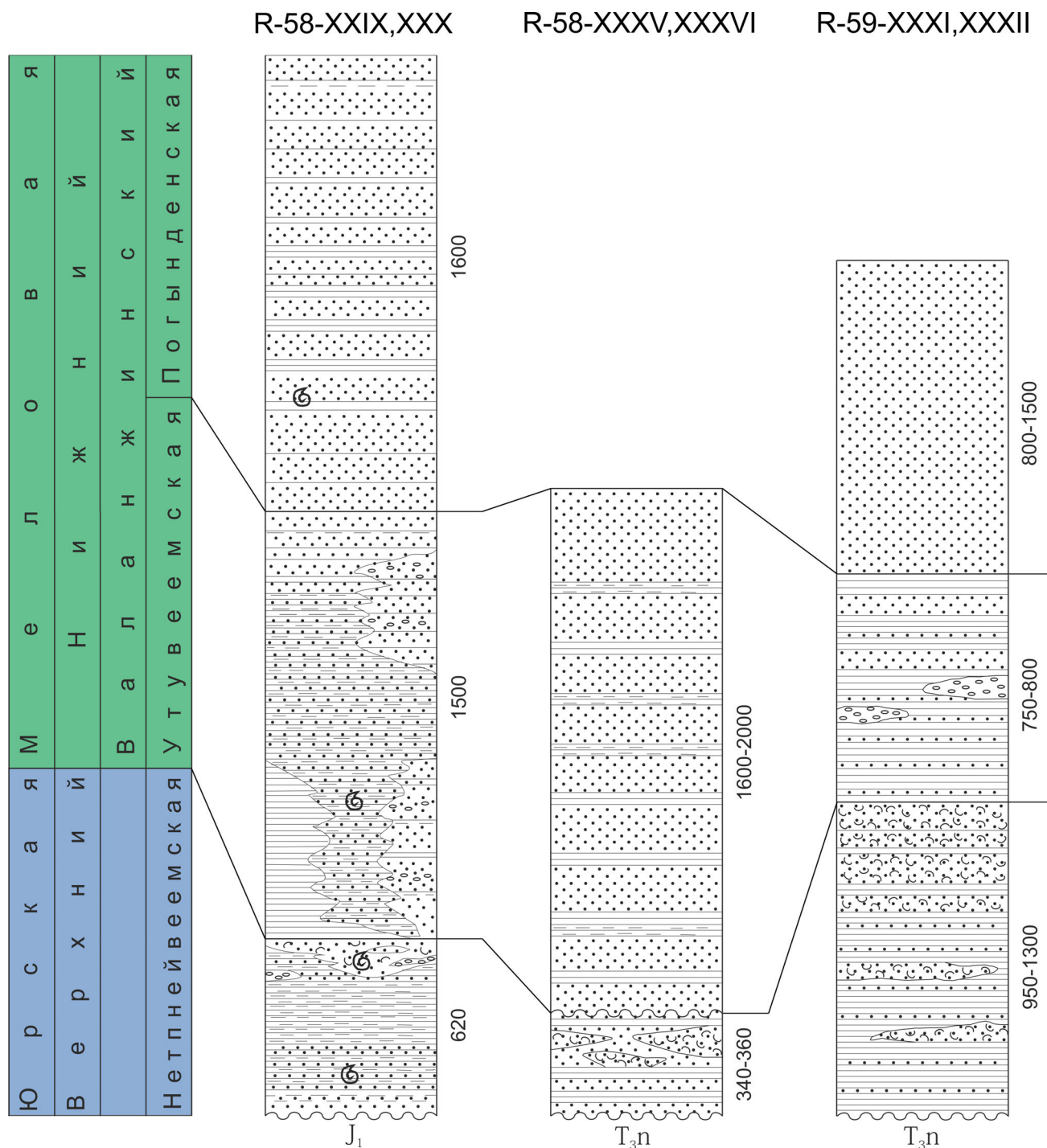


Рис. 2.4 Стратиграфические колонки к первой серии геологических карт 1:200000 масштаба по (Белик, 1960; Сосунов, 1962; Белик, 1979)

Условные обозначения см. рис. 2.2

В том же 1957 г. Д.Ф. Егоровым в бассейне р. Арынпыглываама была собрана фауна, представленная отпечатками левой и правой створок *Aucella* (= *Buchia*) ex. gr. *bronni* (Rouill.), распространенной в оксфордских и кимериджских отложениях Северо-Востока СССР. Отсутствие несогласия между песчано-глинистыми отложениями верхнего триаса и толщей песчаников позволило оценить возраст последней от ранней юры до кимериджского века включительно. Таким образом, на основании находок разновозрастной фауны, в 1966 г. было выдвинуто предположение, что бассейне р. Раучуа имеются две разновозрастные толщи

аркозовых песчаников: одна относится к оксфорд-кимериджскому времени (раучуанская свита), другая к валанжину (погынденская свита) (Паракецов, Городинский, 1966).

Тем не менее, при составлении первой серии геологических карт 1:200000 масштаба (Белик, 1960; Сосунов, 1962; Часовитин 1966; Садовский, 1970; Белик, 1979) использовано стратиграфическое расчленение первого варианта, где все аркозовые песчаники отнесены к погынденской свите валанжинского возраста (рис. 2.4). Некоторые исследователи в составе нижнемеловых отложений также выделяли утувеемскую свиту. Самыми древними образованиями позднеюрско-раннемелового возраста считались туфотерригенные толщи, относящиеся к нетпнейвеемской свите.

В 1990е годы на двух участках были проведены геологосъемочные работы и работы по геологическому изучению площадей 1:50000 масштаба (Баранов и др., 1991; Телегин, 1995). В результате крупномасштабных исследований с проходкой канав были составлены более детальные стратиграфические схемы с расчленением до подсвит и пачек. Несмотря на то, что авторы неоднократно отмечали свойственную верхнеюрско-нижнемеловым отложениям невыдержанность мощностей пачек вплоть до их полного выклинивания, не была учтена возможность фациальных переходов одних литологических разностей в другие. В условиях обедненности отложений остатками ископаемой фауны это привело к большому количеству несовпадений в интерпретации стратиграфии на двух смежных участках (рис. 2.5). При сопоставлении результатов работ прослеживается разный взгляд авторов на характер взаимоотношений, мощности и возраст отдельных толщ.

Так, например, Ю.М. Телегин не выделяет погынденскую свиту валанжинского возраста, не потому, что она на территории этих работ не обнажается. Выходы аркозовых песчаников он принял за раучуанскую свиту, несмотря на находку *Buchia inflata* (Toula). Это также явилось следствием ошибки в определении характера взаимоотношений с нетпнейвеемской свитой.

Тем не менее, бесспорным преимуществом этих исследований является количество и качество фактического материала, полученного за счет большого объема маршрутных и горных работ.

2.1.1. Оксфорд-кимериджские отложения (раучуанская свита)

В ходе геологосъемочных работ в бассейне р. Мырговаам под руководством М.А. Баранова (Баранов и др., 1991) контакт верхнетриасовых и верхнеюрских отложений был вскрыт канавами. Предшественниками было установлено, что песчаники **раучуанской свиты** совместно с тонкозернистыми отложениями триаса слагают пакет моноклинально залегающих пластин, надвинутых одна на другую.

В ходе полевых работ 2011 г. в небольшом естественном обнажении вдоль борта р. Раучуа (точки наблюдения (т.н.) 48-2) автор наблюдал тектонический контакт раучуанской свиты и отложений норийского возраста (мачваамская свита), выраженный зоной дробления мощностью 5 м (рис. 2.6а). В триасовых тонкозернистых породах были отмечены будины верхнеюрских песчаников (рис. 2.6б).

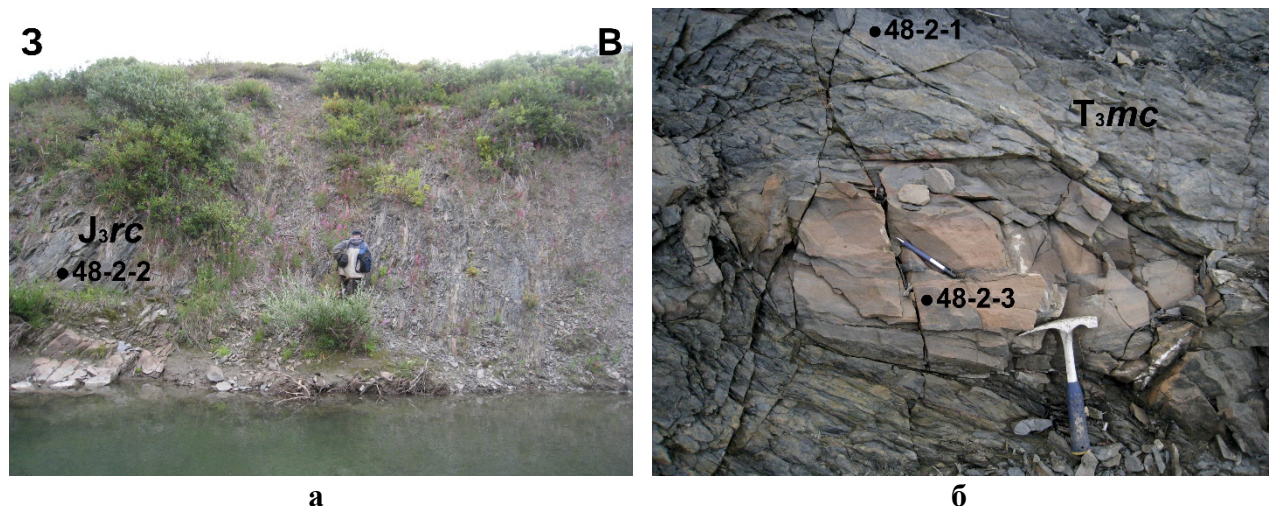


Рис. 2.6 Контакт раучуанской и мачваамской свит в правом борту р. Раучуа. а – зона дробления; б – будина верхнеюрских песчаников в аргиллитах верхнего триаса

Характер взаимоотношений раучуанских с более молодыми нетпнейвеемскими отложениями не изучен. Согласно залегание между раучуанской и нетпнейвеемской свитами, установленное Ю.М. Телегиным в канаве 301 не подтвердилось в ходе исследований 2011 г. На водоразделе рр. Гремучая и Куклянка, где проводились горные работы в 1987-1992 гг. (Телегин, 1995), обнажаются схожие по составу аркозовые песчаники погынденской свиты нижнего мела, которые залегают согласно на нетпнейвеемских отложениях. Кроме того, в других многочисленных точках наблюдения неоднократно был зафиксирован контакт нетпнейвеемской свиты, которая с угловым несогласием залегает непосредственно на породах нория.

Анализ литературных данных позволяет перечислить местоположение находок бухий в раучуанской свите. Они немногочисленны и были получены в результате съемочных работ. В нижней части разреза на левобережье р. Мырговаам Л. Н. Телегина в 1986 г. нашла *Praebuchia* aff. *reticulata* (Lundgr.). По-видимому, в средней части разреза на отроге г. Динретка в 1964 г. была обнаружена В. С. Богоявленским *Buchia* ex. gr. *cocentrica* (Sow.). Тот же вид был найден Д. Ф. Егоровым в верховьях р. Арынпыгьяваам. Вероятно, в верхней части свиты собрал остатки бухий в среднем течении р. Арынпыгьяваам Н. Н. Тевяшов. Отсюда определены *Buchia mosquensis paradoxa* (Sok.), *B. cf. rugosa* (Fisch.), *B. orbicularis* (Hyatt). В 1986 г. геолог мырговаамского отряда повторил эти сборы, в которых К.В. Паракецов определил те же формы. Видимо, на том же стратиграфическом уровне, севернее, по

левобережью р. Нуаткивеем, В. И. Тимохин нашел *Buchia mosquensis tenuistriata* (Lah.), *B. cf. lindstroemi* (Sok.), *B. cf. rugosa* (Fisch.), *B. orbicularis* (Hyatt). Комплекс приведенных выше окаменелостей и распределение их по разрезу, по заключению К. В. Паракецова не оставляет сомнений в оксфорд-кимериджском возрасте раучуанской свиты (Паракецов, Паракецова, 1989).

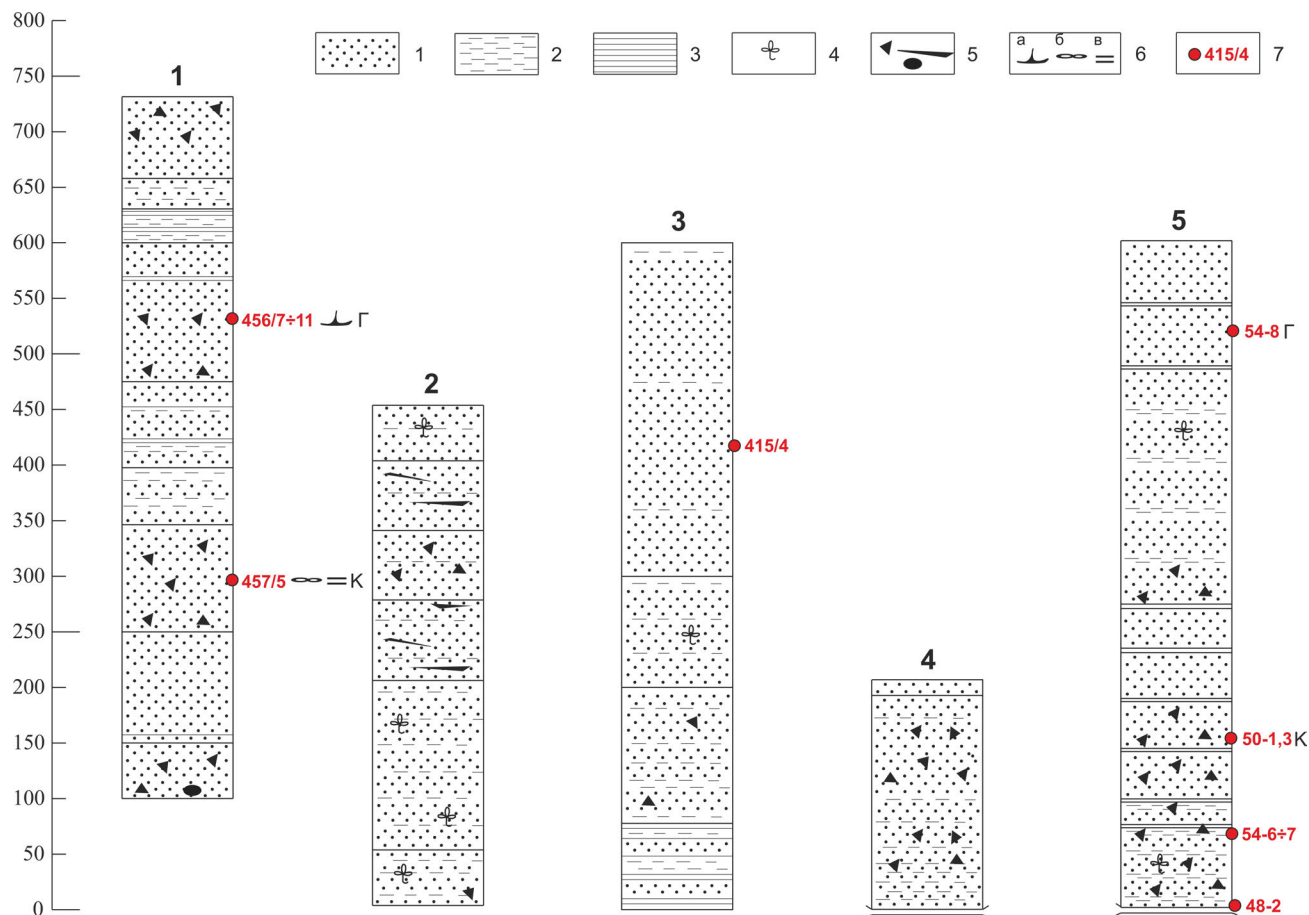


Рис. 2.7 Корреляционная схема разрезов раучуанской свиты

Разрезы: 1 – Разрез по единичным коренным выходам в истоках руч. Продольного г. Скалистой (Часовитин, 1966); 2 – Разрез по делювиальным свалам и разрозненным коренным выходам на правобережье верхнего течения руч. Горный (Телегин, 1995); 3 – Разрез по разрозненным коренным выходам на правобережье р. Умкузвеем (Садовский, 1970); 4 – Разрез в канве № 20 на водоразделе руч. Арниполал – Гусиный (Баранов и др., 1991); 5 – Разрез по единичным коренным выходам и элювиально-делювиальным развалам на правобережье среднего течения р. Раучуа

1 – песчаники; 2 – алевролиты; 3 – аргиллиты; 4 – растительный детрит; 5 – интракласты и обломки аргиллитов; 6 – текстурные особенности: а) фьямме, б) линзовидная слоистость, в) параллельная слоистость, Г – градиционная слоистость, К – конволютная слоистость; 7 – точки отбора образцов

Массивные песчаники раучуанской свиты благодаря форме их залегания в виде тектонических пластин не образуют протяженных коренных выходов. Все разрезы, описанные предшественниками составлены по единичным обнажениям (рис. 2.7). Трудности при корреляции разрозненных выходов также обусловлены однородностью состава и строения

толщи. Эти факторы также способствовали сильному завышению мощностей свиты от 1600 до 2200 м (Паракецов, Городинский, 1966). Результаты полевых исследований автора с учетом данных предшественников, показали, что мощность раучуанских отложений колеблется от 450 до 700 м.



Рис. 2.8 Строение разреза раучуанской свиты на правобережье р. Погынден (т.н. 469). а – горизонты массивных песчаников; б – пачка переслаивания мелкозернистых песчаников, алевролитов и аргиллитов в градационной последовательности

Разрез представлен чередованием мощных пачек песчаников (рис 2.8а, 2.8б), с более тонкими пачками переслаивающихся песчаников, алевролитов и аргиллитов (рис. 2.8б). В низах разреза песчаники с примесью тонкорассеянного органического вещества имеют темно-серую окраску, в верхних частях разреза цвет песчаников сменяется на зеленовато-серый. Градационная слоистость отмечена в песчаниках пачек переслаивания. Кроме того, в развалах найдены образцы с конволютной слоистостью и пламевидными текстурами (рис. 2.9б).



Рис. 2.9 Текстурные особенности песчаников раучуанской свиты. а – пламевидные текстуры (обр. 456/8-1); б – крупные изометричные обломки аргиллитов в песчанике (обр. 469/1)

Главным картировочным признаком выделения раучуанских песчаников является наличие обломков аргиллитов в их составе. Обломки представлены неокатанными, угловатыми (рис. 2.10б) или окатанными изометричными разновидностями от 0.2 до 2-3 см в

диаметре (рис. 2.9б). Содержание аргиллитовых обломков в образце изменяется от нескольких штук до нескольких десятков.



а



б

Рис. 2.10 Строение разреза раучуанской свиты в правом борту р. Раучуа (т.н. 54-6÷7). а – горизонты массивных песчаников; б – мелкие угловатые обломки аргиллитов в песчанике (обр. 54-6-1)

Таким образом, в строении раучуанского разреза преобладают отложения песчаных потоков, для которых характерны мощные пачки массивных песчаников, содержащих угловатые обломки аргиллитов. Также в строении свиты отмечаются пачки среднезернистых турбидитов, представленных фрагментами последовательности Боума, и пачки амальгамированных песчаных слоев

Детальное описание и анализ разрозненных обнажений в пределах Китепвеемской и Мырговаамской впадин, показали практически идентичный состав и строение разреза раучуанской свиты. Подобное сходство на достаточно большой территории позволяет предполагать единые обстановки осадконакопления.

2.1.2. Волжские отложения (нетпнейвеемская свита)

Отложения *нетпнейвеемской свиты* слагают нижнюю часть разреза Раучуанской впадины и несогласно, а местами с тектоническим контактом залегают на триасовых турбидитах. На водоразделе Гремучая-Куклянка по данным бурения установлено, что отложения нетпнейвеемской свиты надвинуты на более молодые раннемеловые породы (Баранов, Журавлев, 2000).

Предшественниками описано двучленное строение свиты (рис. 2.5). Нижняя подсвита представлена существенно алевролит-аргиллитовой пачкой с маломощными прослоями мелкозернистых песчаников. Верхняя подсвита сложена вулканогенно-осадочными породами с горизонтами туффитов (Телегин, 1995). М. А. Баранов в состав верхней части разреза нетпнейвеемской свиты также включает толщу переслаивания песчаников, алевролитов и аргиллитов с горизонтами конгломератов (Баранов и др., 1991) (рис. 2.5). Таким образом,

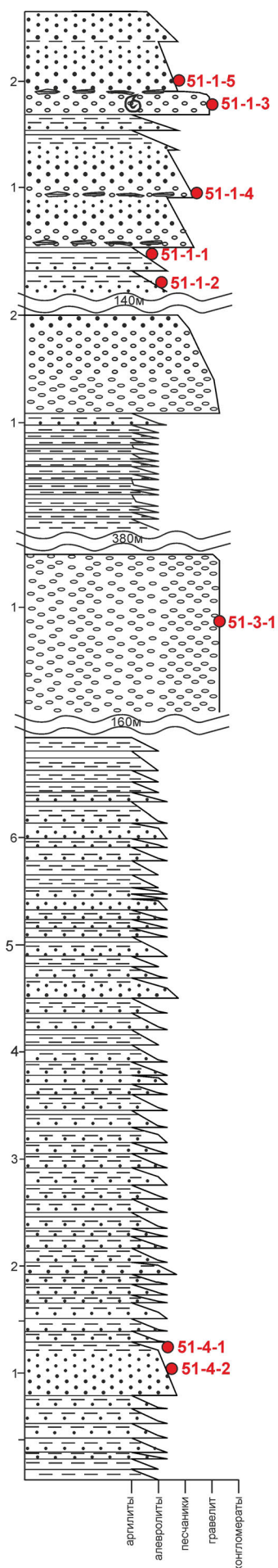


Рис 2.11 Строение разреза неспневеевской свиты в правом борту р. Полонка (т.н. 51-1÷4)

с учетом отсутствия базальных конгломератов, по данным предшественников накопление началось сразу с тонкозернистых разновидностей.

Выделение подбит было произведено по результатам исследований нескольких коренных выходов и пройденных канав. Надежно датирована фауной и петрографически изучена только вулканогенно-осадочная толща (верхняя подбита). Сведений о составе нижней подбиты в отчетах предшественников не приводится. Возможно, отложения, выделенные в составе верхней и нижней подбит, являются одновозрастными, при этом представляют собой разные фации.

На основе изученных разрозненных коренных выходов в ходе полевых работ 2011 года составлен сводный разрез нетпейвеемской свиты, характеризующий ее строение и текстурные особенности в восточной части Раучуанской впадины (рис. 2.11, 2.14). Низы разреза нетпейвеемской свиты изучены в правом борту р. Полонка (т.н. 51-1÷4), где обнажаются (снизу вверх):

1. Средне- и мелкозернистые песчаники, алевролиты и аргиллиты, которые формируют градационные последовательности от 8 до 50 см. Мощность песчаников в самых крупных ритмах достигает 40 см, в среднем составляет 3-8 см. Для средних частей ритмов характерна косоволнистая и конволютная слоистость (рис. 2.12). Также встречаются сокращенные последовательности, без песчаников в основании..... 7 м

Осыпь 160 м, сложена щебнем и неокатанными валунами преимущественно алевролитов и аргиллитов, реже тонкозернистых разновидностей с прослоями мелкозернистых песчаников

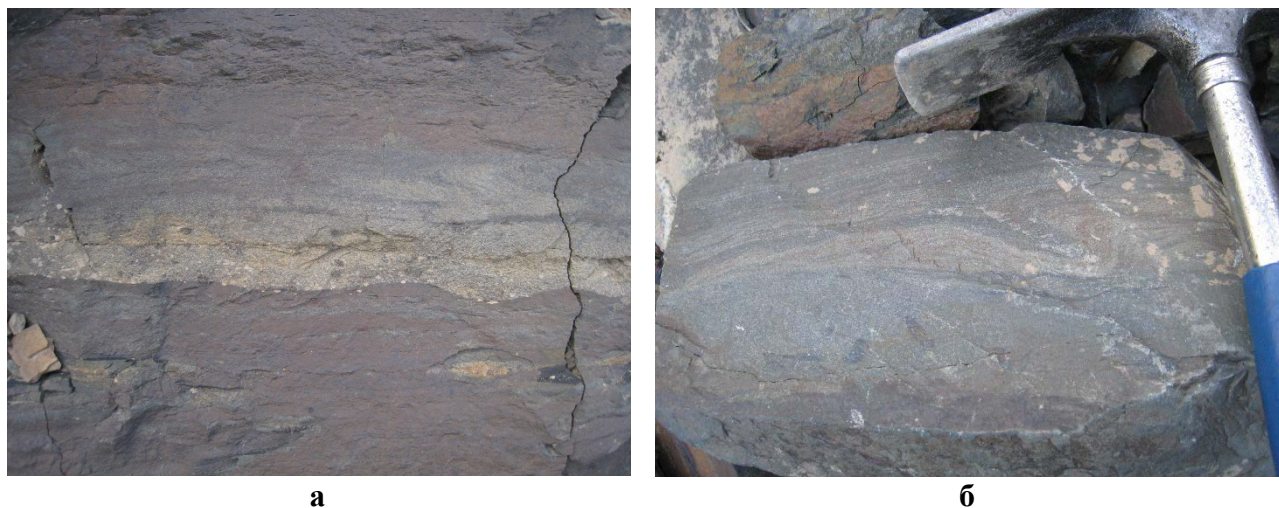


Рис. 2.12 Типы слоистости в нетпейвеемской свите. а – градационная и косоволнистая (т.н. 51-4); б – конволютная (т.н. 51-4)

2. Мелкогалечные конгломераты, слагающие линзовидное тело в пачке переслаивания тонкозернистых разновидностей. Максимальная мощность конгломератов составляет 1.5 м.....2 м



а



б

Рис. 2.13 Тектурные особенности на границе градационных ритмов в нетпнейвеемской свите (т.н. 51-1). а – класты глин в подошве крупнозернистых песчаников; б – класты глин и пламевидные текстуры в туфогравелитах

Осыпь 380 м, сложена щебнем и неокатанными валунами песчаников мелкозернистых, алевролитов и аргиллитов. Преобладают тонкозернистые разности, мощности песчаников не превышают 10 см, встречаются единичные глыбы гравелитов

3. Чередование аргиллитов и алевролитов, сменяющееся градационной последовательностью от мелкозернистых песчаников до аргиллитов. В песчаниках, мощностью 10 см наблюдается линзовидно-волнистая слоистость.....1.1 м

4. Мелкогалечные конгломераты, гравелиты и крупнозернистые песчаники, образующие градационную последовательность.....0.9 м

Осыпь 140 м, сложена преимущественно щебнем аргиллитов и алевролитов, встречаются единичные неокатанные валуны песчаников размером до 30 см

5. Мелкозернистые песчаники, алевролиты и аргиллиты, формирующие градационные последовательности, мощностью 20-30 см.....0.5 м

6. Гравелиты, песчаники, алевролиты и аргиллиты, формирующие градационные последовательности с преобладанием грубозернистых разностей. В подошве песчаников и гравелитов встречаются класты глин и пламевидные текстуры (рис.2.13). В верхней части пачки встречена линза крупнозернистых гравелитов с раковиной *Buchia*. Мощность линзовидного просоя 20 см.....2.6 м

Верхние части разреза обнажаются на водоразделе рр. Гремучая-Куклянка (т.н. 53-2÷4). Здесь по единичным коренным выходам в склоне и двум канавам предшественников составлен следующий разрез (рис.2.14):

1. Тонкое ритмичное переслаивание мелкозернистых песчаников и аргиллитов, с преобладанием тонкозернистых разновидностей. Мощность песчаников не выдержана по простиранию (рис. 2.15а), редко достигает 5 см.....2 м

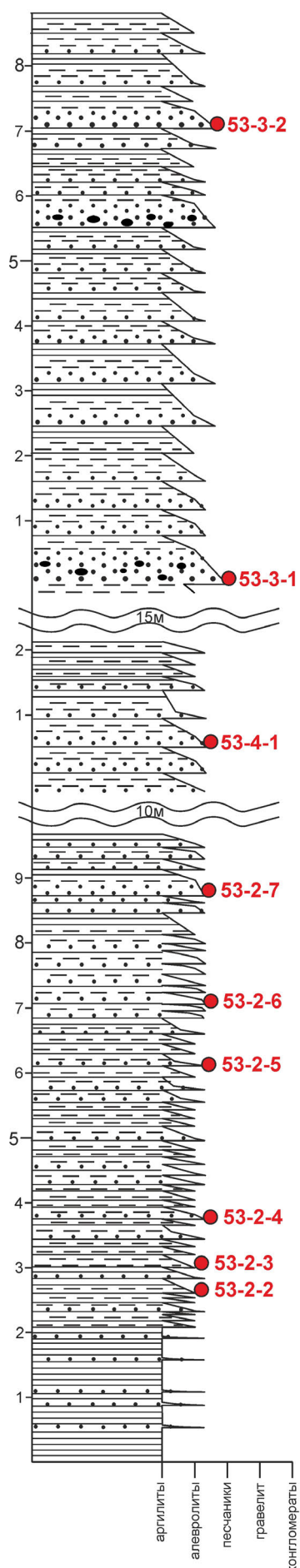


Рис 2.14 Строение разреза нетпневемской свиты на водоразделе рр. Гремучая-Куклянка (т.н. 53-2÷4)

2. Мелкозернистые песчаники, алевролиты и аргиллиты, которые формируют градационные последовательности от 5 до 40 см. Мощность песчаников увеличивается вверх по разрезу и достигает 20 см. Также встречаются сокращенные последовательности, без песчаников в основании..... 8 м

Осыпь 10 м, сложена щебнем и неокатанными валунами мелкозернистыми песчаников, местами с конволютной слоистостью (рис. 2.15б), алевролитов и аргиллитов

3. Мелкозернистые песчаники, алевролиты и аргиллиты, формирующие градационные ритмы с характерной косоволнистой слоистостью в центральной части (рис. 2.14). Мощность песчаников 15-20 см.....1.6 м



а



б

Рис. 2.15 Текстурные особенности нетпейвеемской свиты (т.н. 53-2). а – невыдержанность мощностей прослоев песчаников; б – конволютная слоистость

4. Чередование алевролитов и аргиллитов.....0.5 м

Осыпь 15 м, сложена щебнем и неокатанными валунами мелко- и среднезернистых песчаников, алевролитов и аргиллитов. Псаммитовые разновидности преобладают.

5. Песчаники, алевролиты и аргиллиты, формирующие градационные последовательности. Для толщи характерно несколько крупных градационных ритмов с крупнозернистыми песчаниками в основании, содержащими изометричные обломки аргиллитов до 3 см (рис. 2.14). Мощность ритмов от 20 до 80 см.....8.9 м

Схожее строение разреза наблюдается в т.н. 464/1÷3 в склоне сопки вдоль р. Сланцевого в западной части Раучуанской впадины (рис.2.16). Нижняя пачка, мощностью 3 м, сложена ритмичным чередованием мелкозернистых песчаников и аргиллитов. Прослой песчаников, как правило, не выдержаны по мощности. Верхняя пачка сложена переслаиванием средне- и мелкозернистых песчаников, алевролитов и аргиллитов. Для толщи характерна градационная слоистость, с мощностью ритмов от первых сантиметров до 50 см.



Рис 2.16 Строение разреза нетпнейвеемской свиты вдоль р. Сланцевого (т.н. 464)

В подошве песчаников отмечаются следы нагрузки и пламевидные текстуры (рис. 2.17а,б). На вершине сопки (т.н. 464/4) в развалах наблюдаются грубообломочные разновидности, такие как гравелиты и конглобрекции.

В целом в разрезе нетпнейвеемской свиты выделяются пачки мелко-, средне-, крупнозернистых турбидитов, ритмичного чередования песчаников и аргиллитов, а также линзы мелкогалечных конгломератов. Такое сочитание последовательностей характерно для различных частей подводных конусов выноса.



а



б

Рис. 2.17 Тектурные особенности нетпнейвеемской свиты в разрезе р. Сланцевый (т.н. 464/1÷3). а – следы нагрузки; б – градационная слоистость и пламевидные текстуры

Отличительной особенностью нетпнейвеемской свиты является высокое содержание вулканогенного материала. В результате петрографических исследований помимо туфопесчаников, туфоалевролитов и туфоаргиллитов, которые преобладают в разрезе, были выявлены такие разновидности как песчаные туффиты и туфобрекции.

В обобщающей работе К.В. Паракецова в составе свиты упомянуты линзовидные покровы риолитов, дацитов и андезитов в среднем течении р. Мырговаам и покровы андезатов и их туфов в бассейне р. Омрелькай (Паракецов, Паракецова, 1989). Это информация также

отражена и в Решениях стратиграфического совещания. (Решения Третьего ..., 2009). Съемщики, работавшие в районе р. Мырговаам, выделяют здесь лишь туфовые разновидности риолитового и дацитового составов (Баранов и др., 1991; Белик, 1979; Сосунов, 1962). А на правобережье р. Омрелькай А.Я. Пьянковым (Пьянков и др., 1980) действительно были описаны туфоконгломераты, расслоенные маломощными горизонтами лав среднего состава (1-2 м). Таким образом, нетпнейвеемская свита имеет преимущественно терригенный или туфотерригенный состав, а покровы вулканитов в ее составе встречаются крайне редко.

Нетпнейвеемская свита надежно датирована фауной. Основные находки были сделаны в толщах с линзами или линзовидными прослоями гравелитов, конгломератов и их туфовых разновидностей. Наиболее часто в свите встречаются *Buchia* cf. *piochii* (Gabb), *B.* cf. *rugosa* (Fisch.), *B.* cf. *mosguensis* (Buch), *B.* cf. *terebratuloides* (Lah.), *B.* aff. *circula* (Parak.), *B.* cf. *lindstroemi* (Sok.), *B.* aff. *orbicularis* (Hyatt), *B.* ex gr. *lahuseni* (Pavl.), *B.* *fischeriana* (Orb.), *B.* cf. *tennicollis* (Pavl.), *B.* cf. *inflata* (Toula), *B.* cf. *flexuosa* (Parak.), *B.* aff. *crotovi* (Pavl.) (Телегин, 1995; Баранов и др., 1991; Баранов, Журавлев, 2000; Сосунов, 1962; Белик, 1979; Пьянков и др., 1980), которые по определению К.В. Паракецова свидетельствуют о волжском возрасте вмещающих осадков.

2.1.3. Берриасские отложения (утувеемская свита)

Утувеемская свита согласно перекрывает нетпнейвеемскую свиту и обнажается преимущественно в северо-восточной части Раучуанской впадины. Разные представления о строении разреза свиты и составе слагающих ее пород обусловлены редкими находками ископаемой фауны и резкой фациальной изменчивостью.

В восточной части Раучуанской впадины в состав утувеемской свиты Ю.М. Телегин включает пять пачек общей мощностью 810-1015 м (Телегин, 1995). К нижней и средней подсвитам относятся различные варианты переслаивания песчаников и алевролитов. Псаммитовые разновидности имеют характерный темно-серый, реже черный цвет за счет большого количества обломков высокоуглеродистых аргиллитов в составе. Для песчаников такого типа, некоторые предшественники используют термин «яракваамские». Эти отложения содержат сравнительно редкие остатки бухий *Buchia* ex gr. *lahuseni* (Pavl.), *B.* cf. *terebratuloides* (Lah.), *B.* cf. *okensis* (Pavl.), *B.* cf. *volgensis* (Lah.), *B.* cf. *sibirica* (Sok.), *B.* cf. *unschensis* (Pavl.), *B.* ex gr. *fischeriana* (Orb.), которые, по заключению К.В. Паракецова, свидетельствуют о берриас-ранневаланжинском возрасте пород. Верхнюю подсвиту слагают алевролиты с прослоями туфопесчаников.

М.А. Баранов в западной части впадины к утувеемской свите относит ритмичное переслаивание кварцево-полевошпатовых песчаников, алевролитов и аргиллитов, общей мощностью 640 м (Баранов и др., 1991). В верхней части разреза были сделаны единичные

находки *Buchia* cf. *inflata* (Toula), *B.* cf. *terebratuloides* (Lah.), *B.* cf. *volgensis* (Lah.), которые свидетельствуют о берриасском возрасте отложений. Необходимо отметить, что М.А. Баранов с соавторами в составе верхнеюрско-нижнемелового разреза также выделяет несколько пачек с «яракваамскими» песчаниками, однако относит их к нетпнейвеемской свите (рис. 2.5).

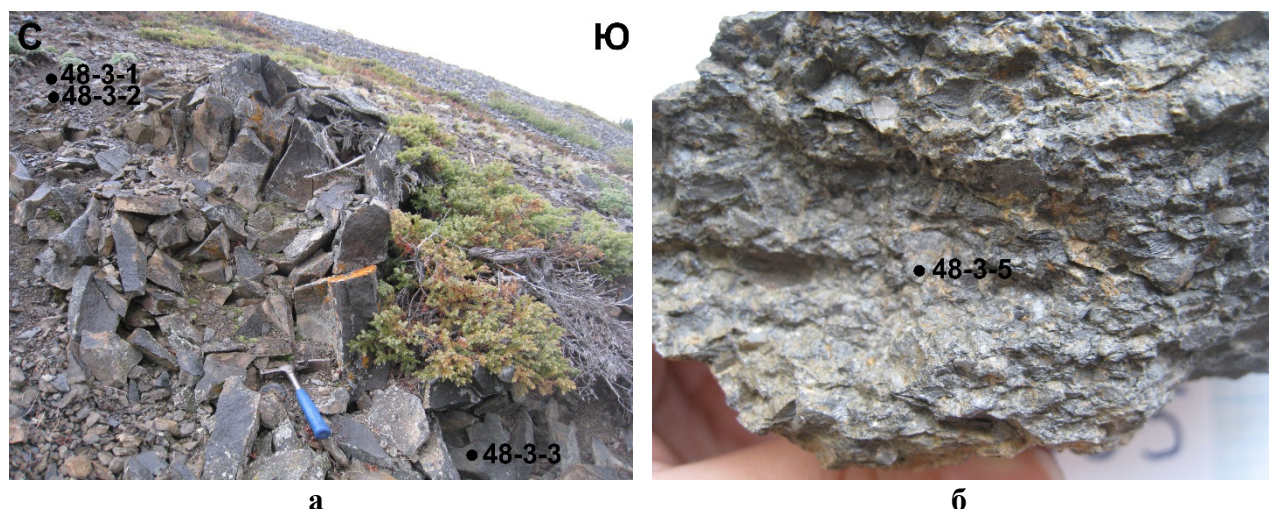


Рис. 2.18 Строение разреза утувеемской свиты в правом борту р. Раучуа (т.н. 48-3). а – пачка песчаников; б - гравелиты

В ходе полевых работ 2011 года было описано два коренных выхода, относимых автором к утувеемской свите. Их отличительной особенностью является присутствие псаммитовых и псефитовых разностей с большим содержанием обломков тонкозернистых терригенных пород, что позволяет относить их к породам «яракваамского» типа.



Рис. 2.19 Строение пачки ритмичного чередования песчаников и аргиллитов утувеемской свиты в левом борту р. Южный (т.н. 52-1)

В правом борту р. Раучуа (т.н. 48-3) изучен небольшой коренной выход. Нижняя часть разреза здесь представлена массивными крупно- и среднезернистыми песчаниками с плохо различной градационной слоистостью, мощностью 1.3 м (рис. 2.18а). Верхняя часть сложена переслаиванием мелкозернистых песчаников, алевролитов и аргиллитов в градационной

последовательности, мощностью 0.6 м. Выше в осыпи встречаются крупные неокатанные валуны размером до 50 см мелко- и среднезернистых гравелитов (рис. 2.18б).

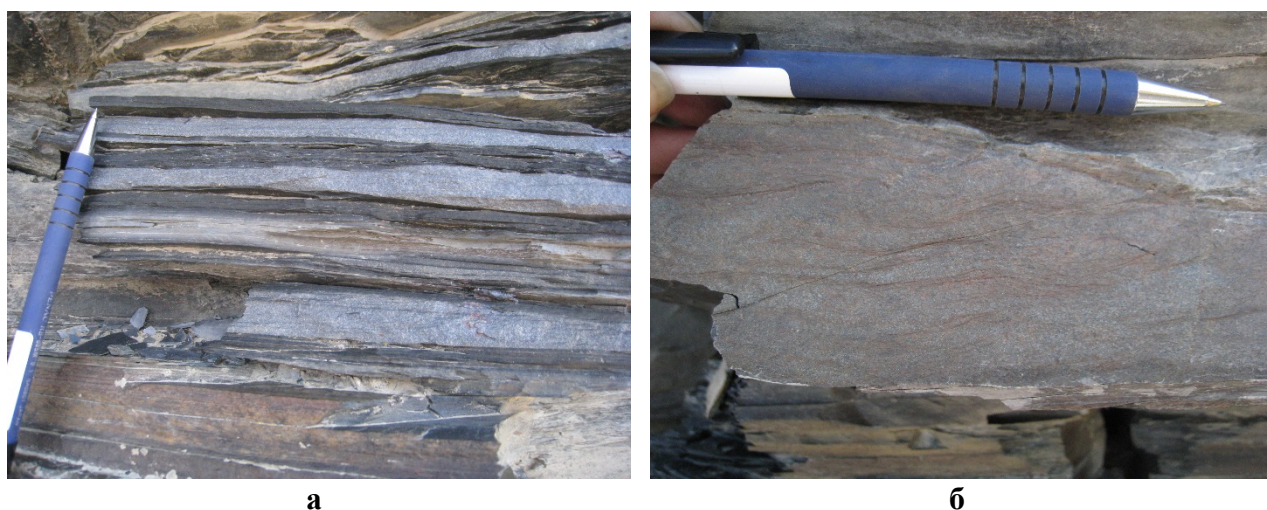


Рис. 2.20 Тектурные особенности утувеевской свиты в (т.н. 52-1). а – горизонтальная слоистость; б – линзовидно-волнистая слоистость

В левом борту р. Южный описано несколько непротяженных выходов (т.н. 52-1÷5). Представленные здесь отложения характеризуются монотонностью и местами сильно деформированы, что не позволяет составить сводный разрез. Тем не менее, в разрезе отчетливо выделяются 3 основные пачки.



Рис. 2.21 Строение утувеевской свиты с преобладанием градационных последовательностей в разрезе в левом борту р. Южный (т.н. 52-4)

1. Тонкое ритмичное чередование горизонтально слоистых мелкозернистых песчаников и горизонтально слоистых аргиллитов (рис.2.19, 2.20а). Мощность песчаных прослоев составляет от 1 до 8 см, в единичных случаях достигает 30см. В псаммитовых разностях наблюдается линзовидно-волнистая слоистость (рис. 2.20б).....25-35 м

2. Чередование пачек тонкого переслаивания песчаников и аргиллитов с пачками песчаников, алевролитов и аргиллитов, образующих градационные последовательности (рис.2.21). Для средних частей градационных ритмов характерны косая, косоволнистая и конволютная слоистость (рис. 2.22а,б). Мощность ритмов от 5 до 30 см.....12 м



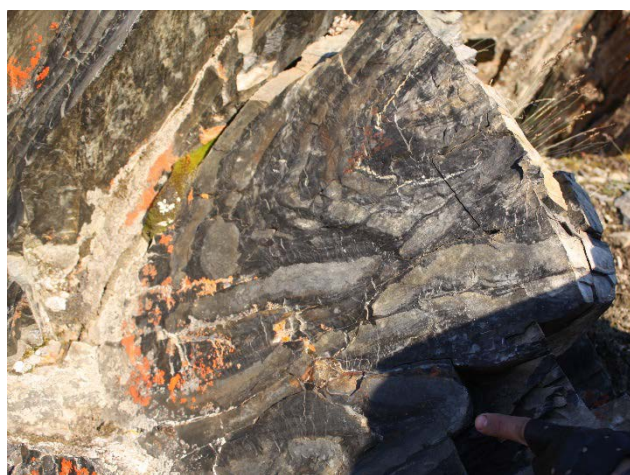
а



б

Рис. 2.22 Текстуры особенности в средних частях градационных ритмов в т.н. 52-4. а – косая и конволютная слоистость; б – косоволнистая слоистость

3. Тонкое ритмичное переслаивание мелкозернистых песчаников и аргиллитов, реже маломощные градационные последовательности, с текстурами оползания осадка (рис. 2.23а,б).....более 20 м



а



б

Рис. 2.23 Текстуры оползания осадка в утувеевской свите (т.н. 52-5). а – складки оползания; б – прерывание песчаных прослоев

Утувеевская свита в т.н. 48-3 представлена мелко- и среднезернистыми турбидитами с линзами гравелитов, которые можно интерпретировать как отложения подводных конусов выноса. В т.н. 52-1÷5 обнажаются пачки тонкого ритмичного чередования песчаников и

аргиллитов и тонкозернистые турбидиты с текстурами оползания осадка, характерные для склоновых отложений. Замеры складок оползания указывают на преимущественное направление погружения склона палеобассейна и сноса материала с юга на север в современных координатах.

2.1.4. Валанжинские отложения (погынденская свита)

Погынденская свита слагает верхнюю часть разреза Раучуанской впадины и представлена переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Погынденская свита согласно залегает на угувеевской свите. Граница между ними не всегда четкая и проводится в толще с преобладанием песчаников. Отличительной особенностью погынденской свиты является аркозовый состав псаммитовых разностей. При этом схожий состав имеют песчаники раучуанской свиты. Таким образом, выделение погынденской свиты часто носит весьма субъективный характер. М.А. Баранов в западной части впадины к отложениям свиты относит чередование горизонтов песчаников с пачками переслаивания песчаников, алевролитов и аргиллитов, мощность около 800 м (Баранов и др., 1991). М.Ю. Телегин, как отмечалось ранее, сходное переслаивание с преобладанием аркозовых песчаников на востоке относит к раучуанской свите.

Осложняющим фактором при изучении погынденской свиты является отсутствие протяженных коренных выходов и обилия ископаемой фауны. Опорные разрезы свиты изучены предшественниками в основном в береговых обрывах западного побережья Чаунской губы. Отложения датированы единичными находками *Buchia* cf. *inflata* (Toula), что свидетельствует о валанжинском возрасте свиты.

В западной части Раучуанской впадины породы, относимые автором к погынденской свите, изучены в элювиально-делювиальном развале в районе верхнего течения р. Встречный (т.н. 465). В восточной части по элювиально-делювиальным развалам (т.н. 53-6÷7) и скважинам предшественников (т.н. 53-5) в верховьях р. Гремучая (рис. 2.24а,б).

В результате изучения керн скважин разрез свиты представляется следующим образом. Мощные пачки песчаников до 7 м часто с косоволнистой слоистостью и кластами глин (рис. 2.24б) чередуются с пачками (мощностью до 1.5 м) песчаников, алевролитов и аргиллитов в градационной последовательности. Градационные ритмы характеризуются конволютной и косоволнистой слоистостью в центральных частях и горизонтальной в аргиллитах (рис. 2.24б). Мощность ритмов от 10 до 60 см.



а



б

Рис. 2.24 Погынденская свита в верховьях р. Гремучая. а – элювиально-делювиальные развалы, сложенные песчаниками; б – горизонтальная слоистость в аргиллитах, косоволнистая и конволютная в песчаниках, класты глин в низах песчаного ритма

Таким образом, отложения представлены преимущественно тонко- и среднезернистыми турбидитами. Возможно, в разрезе свиты также присутствуют пачки амальгамированных песчаных слоев

2.2. Стратиграфия верхнеюрско-нижнемеловых отложений Певекской впадины

По данным геологического картирования 1:200000 масштаба (Громыко, 1979) в пределах Певекской впадины распространены отложения **валанжинского яруса**. По литологическим признакам, строению разреза и характеру складчатых деформаций они сходны с утувеевской свитой, выделенной в пределах Раучуанской впадины на западном берегу Чаунской губы (Городинский, 1963).

Возраст отложений был определен по единственной находке ископаемой фауны в береговых обрывах на правом берегу р. Лоотайпыяваам. На отпрепарированной выветрелой поверхности, по определению К.В. Паракецова, представлены ядра и отпечатки *Aucella* sp. indet (= *Buchia*), относящиеся по ряду признаков к валанжинским формам (Громыко, 1979).

Позднее, в 1980 г. в обрывах мыса Турырыв А.Я. Пьянковым были найдены остатки *Buchia* ex. gr. *mosquensis* (Buch). А в 1981 г. Н.П. Поповым на левобережье ручья Илистого (левый приток р. Малый Ергувеем) – *Buchia* ex. gr. *lahusenii* (Pavl.), где И.В. Тибиловым были описаны туфотерригенные разновидности в составе элювиально-делювиальных развалов. Это послужило основанием для выделения волжских комплексов в составе нижнемелового разреза (Тибилов, 1988). Тогда же была предпринята первая попытка расчленить верхнеюрско-нижнемеловые отложения.

В 1989 г. в своей обобщающей работе по стратиграфии К.В. Паракецов в пределах Певекской впадины выделяет отложения, выходящие на поверхность в районе мыса Турырыв, г. Лоотайпын, на правом берегу среднего и нижнего течения р. Апательхын, имеющие

волжский возраст. Однако, в отличие от М.В. Тибилова к верхнеюрским образованиям он относит обнаженную в этих районах терригенную толщу переслаивающихся аргиллитов, алевролитов, тонко- и мелкозернистых кварцевых и кварцево-полевошпатовых песчаников. Помимо осадочных пород в состав толщи включались также вулканические образования (риолиты, дациты и андезиты) из коренных выходов в устье р. Апательхин (Паракецов, Паракецова, 1989).

Эти данные легли в основу утвержденной стратиграфической схемы (Решения Третьего..., 2009), согласно которой в Певекской впадине обнажены волжские образования (нетпнейвеемская свита) и берриаско-валанжинские (утувеемская свита) (рис. 2.3). К нетпнейвеемской свите отнесено переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов с мощными линзами вулканических пород, датированные вышеупомянутой фауной (400-600 м). Утувеемская свита представлена аргиллитами, алевролитами и песчаниками с ядрами *Buchia* sp. (600-700 м). Тем не менее, на геологических картах последнего поколения выделяют нерасчлененные верхнеюрские-нижнемеловые отложения волжско-берриасского возраста (Государственная ... , 1999; Варламова и др., 2004).

2.2.1. Нерасчлененные верхнеюрско-нижнемеловые отложения

В ходе полевых работ 2010, 2011, 2014 гг. автором были изучены практически все известные коренные выходы и искусственные зачистки в пределах Певекской впадины (Приложение 1). Основные обнажения верхнеюрско-нижнемеловых пород расположены в береговых обрывах Чаунского залива, где они часто ороговикованы за исключением обнажений мысов Млельин и Турырыв. Непротяженные коренные выходы встречены в береговых обрывах в правом борту р. Лоотайпыяваам, левого притока р. Малый Ергувеем и нижнем течении р. Млельин. Также были изучены вулканы в устье Альпательхин. По данным U/Pb – изотопного датирования их возраст составляет 105.7 ± 0.8 млн лет (Vatrushkina et al., 2015). Таким образом, они не могут относиться к волжским комплексам, как это представлялось ранее. По геохимическим и геохронологическим характеристикам они сходны с андезитами этчикуньской свиты и отражают магматический этап, предшествующий формированию ОЧВП (Ганелин и др., 2019).

Нижняя часть разреза нерасчлененных отложений верхней юры-нижнего мела обнажается в нескольких непротяженных коренных выходах в среднем течении р. Лоотайпыяваам. Этот разрез изучался дважды, в 2011 году (т.н. 47-2÷3) и в 2014 году (т.н. 9-1÷5). В результате петрографических и геохронологических исследований образцов, отобранных в 2011 г., здесь были выявлены туфотерригенные комплексы поздневолжского возраста и терригенные отложения «яракваамского» типа. В последствии, в 2014 году было произведено детальное описание и составлен сводный разрез (рис. 2.25).

1. Переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов, образующих градационные последовательности от 10 до 60 см, средняя мощность 20 см. В низах маломощных ритмов песчаники мелкозернистые, в крупных среднезернистые, местами крупнозернистые разновидности. Песчаники составляют до 60% мощности ритма.....7.6 м
2. Песчаники массивные от среднезернистых до мелкозернистых с линзовидными прослоями аргиллитов и горизонтами уплотненных галек аргиллитов.....6.5 м
Осыпь 4.5 м, сложена щебнем и неокатанными валунами песчаников мелкозернистых, алевролитов и аргиллитов
3. Аргиллиты с невыдержанными по мощности прослоями алевролитов, местами песчаников мелкозернистых до 10 см.....6.1 м
4. Переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов, образующих градационные последовательности мощностью 50-60 см с преобладанием псаммитовых разновидностей.....1.7 м
5. Переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов, образующих градационные последовательности. Песчаники от среднезернистых до мелкозернистых мощностью до 25 см в ритмах мощностью до 40 см, и до 50 см в более крупных ритмах. Тонкозернистые разновидности в подчиненном количестве и составляют около 30% ритма...5.2 м
Осыпь 150 м, сложена щебнем и неокатанными валунами песчаников мелкозернистых, алевролитов и аргиллитов. Тонкозернистые разновидности преобладают, размер неокатанных валунов песчаников не превышает 15 см
6. Переслаивание песчаников мелкозернистых и алевролитов крупнозернистых, образующих градационные последовательности мощностью 20-40 см. Местами с неясно выраженной волнистой и конвolutной слоистостью. На границах градационных ритмов видны текстуры нагрузки (рис. 2.26а).....12 м
Осыпь 25 м, сложена щебнем и неокатанными валунами песчаников мелкозернистых, алевролитов и аргиллитов, с заметным преобладанием тонкозернистых разновидностей в составе обломков
7. Переслаивание песчаников мелкозернистых и алевролитов, образующих градационные последовательности, местами с конвolutной слоистостью (рис. 2.26б). Мощность ритмов составляет от 20 до 50 см.....5.2 м
Осыпь 1420 м, сложена щебнем и неокатанными валунами песчаников, алевролитов и аргиллитов. Тонкозернистые разновидности преобладают
8. Аргиллиты тонкоплитчатые.....0.7 м
9. Градационная последовательность от гравелитов мелкозернистых до аргиллитов, с преобладанием крупнозернистых разновидностей.....1.3 м

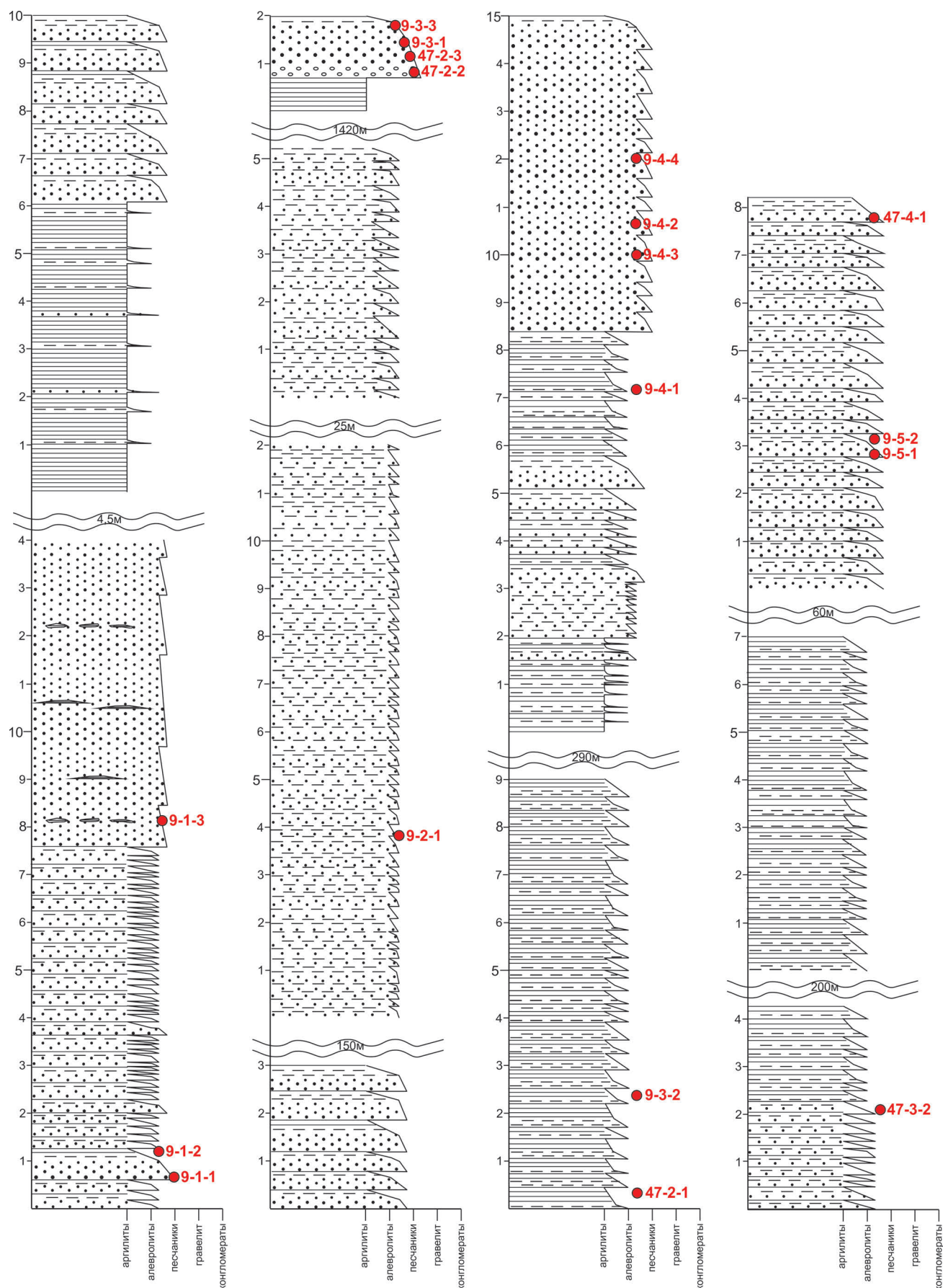


Рис. 2.25 Строение разреза отложений верхней юры – нижнего мела в среднем течении р. Лоотайпявам (т.н. L9-1÷5)

10. Переслаивание алевролитов и аргиллитов, образующих градационные последовательности мощностью до 40 см. Аргиллиты преобладают.....9 м
- Осыпь 290 м, сложена щебнем и неокатанными валунами песчаников, алевролитов и аргиллитов. В обломках, сложенных крупнозернистыми разностями, наблюдается косоволнистая и конволютная слоистость
11. Переслаивание алевролитов и аргиллитов, образующих градационные последовательности мощностью от 5 до 20 см. Мощность алевролитов в нижних частях ритма не превышает 4 см. (рис. 2.26в). В верхней части пачки прослой песчаников мелкозернистых мощностью 15 см.....1.95 м
12. Переслаивание песчаников мелкозернистых и алевролитов крупнозернистых, образующих градационные последовательности мощностью 8-15 см.....1.2 м
13. Градационная последовательность от песчаников среднезернистых до аргиллитов, с преобладанием псаммитовых разностей.....0.4 м
14. Переслаивание песчаников мелкозернистых, алевролитов и аргиллитов, образующих градационные последовательности с резким преобладанием тонкозернистых разностей. Песчаные разновидности слагают нижнюю часть ритма и составляют не более 30% от его мощности, здесь отчетливо проявлены текстуры нагрузки. Для пачки характерны текстуры оползания осадка, выраженные в направленном прерывистом строении маломощных прослоев песчаников.....1.6 м
15. Градационная последовательность от песчаников среднезернистых до аргиллитов, с преобладанием псаммитовых разностей. В верхних частях ритма отчетливо проявлена горизонтальная слоистость.....0.7 м
16. Переслаивание алевролитов и аргиллитов, образующих градационные последовательности мощностью до 30 см. Аргиллиты преобладают.....2.5 м
17. Песчаники от крупнозернистых до мелкозернистых с градационной и конволютной слоистостью. Местами наблюдаются складки оползания, фиксирующие движение осадка на СВ в современных координатах (замеры: 25°, 27°)6.4 м
18. Переслаивание песчаников мелкозернистых, алевролитов и аргиллитов, образующих градационные последовательности. Песчаные разновидности слагают нижнюю часть ритма и составляют половину его мощности, здесь отчетливо диагностируются конволютная слоистость и складки оползания (замеры: 20-22°, 36°) (рис. 2.26г). Мощность ритмов в среднем составляет около 20 см.....2.5 м
19. Переслаивание алевролитов и аргиллитов, образующих градационные последовательности мощностью до 40 см. Аргиллиты слагают более 70% от мощности ритма.....2 м

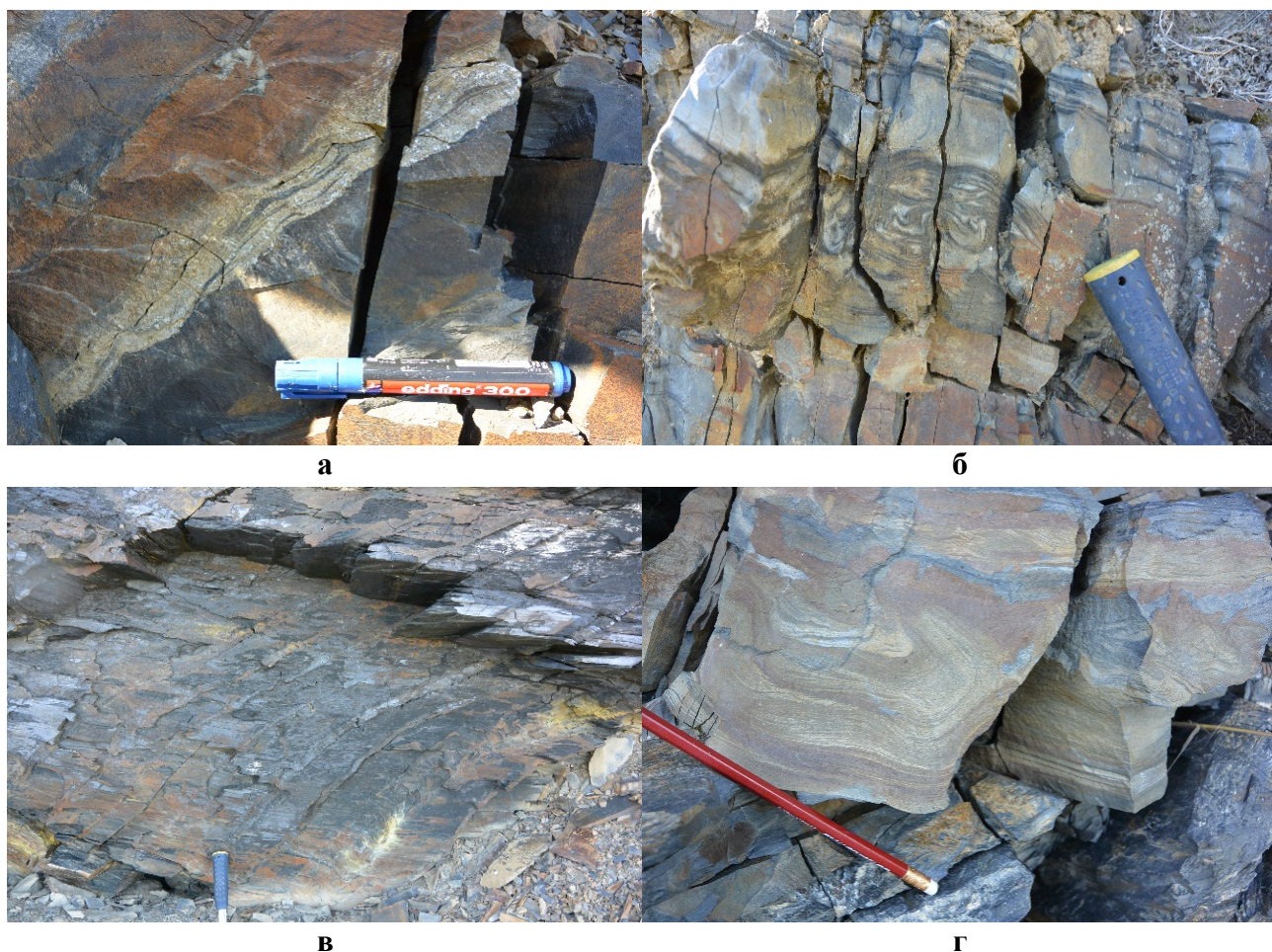


Рис. 2.26 Текстурные особенности верхнеюрско-нижнемеловых отложений в разрезе среднего течения р. Лоотайпываам. а – текстуры внедрения на нижней поверхности песчаного слоя (т.н. 9-2); б – конволютная слоистость (т.н. 9-2); в – характер переслаивания тонкозернистых разностей (т.н. 9-3); г – складки оползания (т.н. 9-4)

Осыпь 200 м, сложена преимущественно щебнем алевролитов и аргиллитов

20. Переслаивание алевролитов и аргиллитов, образующих градационные последовательности мощностью от 20 до 40 см. Местами нижняя часть ритма представлена песчаниками мелкозернистыми с волнистой слоистостью, мощностью от 2 до 6 см.....7 м

Осыпь 60 м, сложена щебнем алевролитов и аргиллитов

21. Переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов, образующих градационные последовательности, мощностью от 30 до 60 см. Песчаники от среднезернистых до мелкозернистых, слагают нижнюю часть ритма и составляют более половины его мощности, здесь отчетливо проявлены текстуры нагрузки, конволютная и линзовидно-волнистая слоистость.....8.2 м

Пачки с 9 по 21 представлены туфотерригенными разностями и коррелируются с отложениями нетпнейвеемской свиты Раучуанской впадины. Пачки с 1 по 9 и 22 сложены породами «яракваамского» типа и по составу соответствуют утувеемской свите.

В целом, для представленных здесь отложений отмечаются схожие морфологические особенности разреза, указывающие на единые обстановки седиментации. Для них характерна

градационная и конволютная слоистость, складки оползания в более грубозернистых разностях и подошвенные знаки на границе ритмов (рис. 2.26). Выделенные последовательности соответствуют мелкозернистым и среднезернистым турбидитам. Накопление отложений происходило в средней части подводного конуса выноса. Замеры складок оползания указывают на преимущественное направление погружения склона палеобассейна и движения материка на север, северо-восток в современных координатах.

Схожее строение разреза описано по единичным коренным выходам в правом борту нижнего течения р. Млельин, т.н. 12-1÷6 (рис. 2.27). По данным предшественников эти отложения относятся к кувеемкайской свите норийского яруса. Тем не менее, по результатам минералого-петрографических, геохимических и геохронологических исследований, описанные здесь отложения соответствуют утуевской свите раннемелового возраста. В целом в строении разреза преобладают тонкозернистые турбидиты, сложенные породами «яракваамского» типа. Необходимо отметить, что в аналогичных отложениях в береговых обрывах Певекского полуострова (т.н. 1-1) был найден отпечаток раковины *Buchia ex.gr. piochii* (Gabb, 1864) (определение В.А. Захарова), что может свидетельствовать о поздневожском возрасте вмещающих пород.

Описание разреза:

1. Переслаивание песчаников мелкозернистых, алевролитов и аргиллитов, образующих градационные последовательности. Мощность ритмов от 20 до 40 см, тонкозернистые разновидности преобладают. Мощность песчаников редко достигает 20 см, местами они отсутствуют в последовательности6 м

Осыпь 98 м, сложена щебнем алевролитов и аргиллитов, с заметным преобладанием вторых

2. Переслаивание песчаников мелкозернистых, алевролитов и аргиллитов, с резким преобладанием тонкозернистых разностей. Для последовательностей характерна градационная слоистость, а также горизонтальная и волнистая слоистость в алевропесчанистых разностях и текстуры внедрения на границах ритмов (рис. 2.28). Мощность ритмов от 10 до 40 см.....2.95 м

Осыпь 170 м, сложена щебнем алевролитов и аргиллитов, с заметным преобладанием вторых

3. Переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов, образующих градационные последовательности. Песчаники от среднезернистых до мелкозернистых составляют до 40% от мощности ритма. Мощность ритмов от 20 до 80 см6.3 м

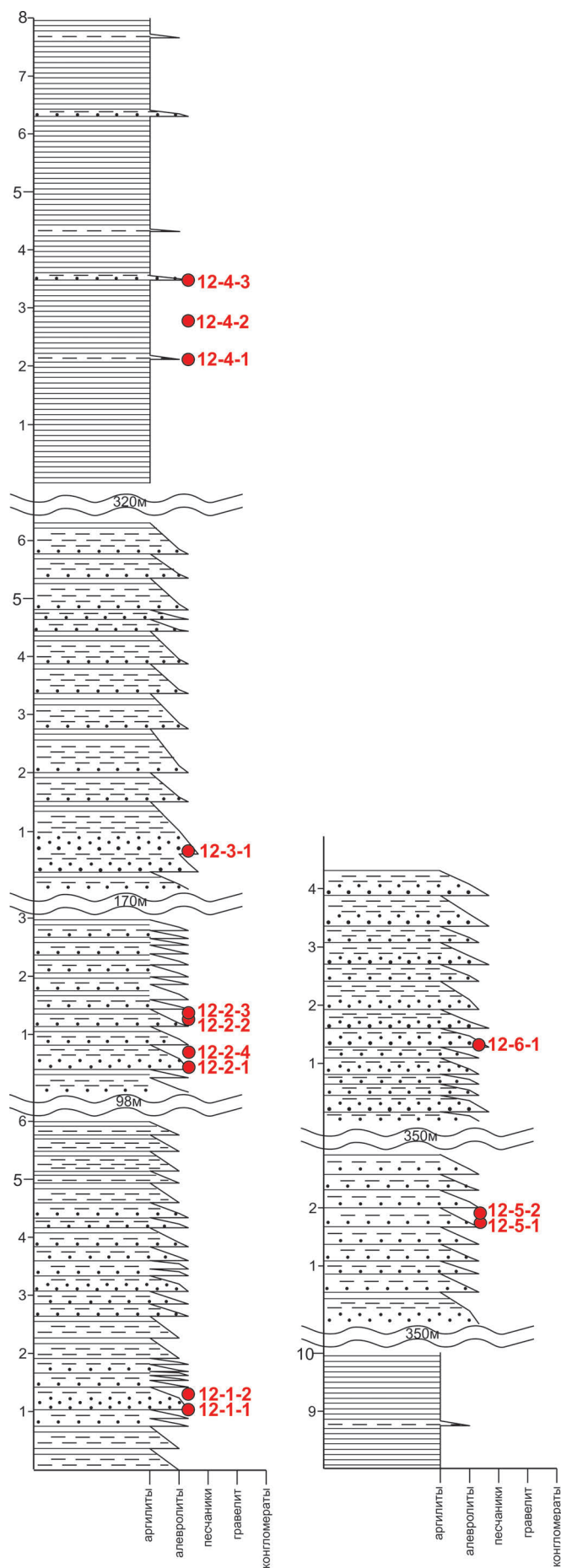


Рис. 2.27 Строение разреза верхнеюрско-нижнемеловых отложений в нижнем течении р. Мельин (12-1÷6)

Осыпь около 120 м, сложена щебнем и неокатанными валунами песчаников мелкозернистых, алевролитов и аргиллитов, с сильным преобладанием обломков тонкозернистых разностей. Мощности песчаных разностей в неокатанных валунах не превышают 10 см. Далее осыпь сложена щебнем алевро-аргиллитовых разностей, мощность около 200 м

4. Аргиллиты с единичными прослоями алевролитов и мелкозернистых песчаников до 5 см, образующих градационную последовательность.....10 м

Осыпь около 200 м, сложена щебнем аргиллитов и алевролитов с преобладанием первых. За 150 м до следующего коренного выхода в осыпи начинают появляться обломки песчаников, мощностью до 10 см.



Рис. 2.28 Текстуры внедрения на границе градационных ритмов в верхнеюрско-нижнемеловых отложениях в нижнем течении р. Млельин (т.н. 12-2)

5. Переслаивание песчаников мелкозернистых, алевролитов и аргиллитов, образующих градационные последовательности. Третий ритм представлена песчаниками, местами с неясно выраженной пологоволнистой и конволлютной слоистостью. Мощность ритмов от 40 до 60 см..... 2.9 м

Осыпь 150 м, сложена щебнем песчаников мелкозернистых, алевролитов и аргиллитов с заметным преобладанием тонкозернистых разностей. Мощность песчаников в обломках не превышает 7см.

6. Переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов, образующих градационные последовательности. Песчаники от среднезернистых до мелкозернистых с

неясно выраженной градационной слоистостью составляют до 50% от мощности ритма (рис. 2.29). Мощность ритмов от 15 до 50 см.....3.8 м



Рис. 2.29 Строение разреза верхнеюрско-нижнемеловых отложения в нижнем течении р. Млельин, сложенного градационными последовательностями с преобладанием песчанистых разностей (т.н. 12-6)

Опорным объектом для изучения нижнемеловых отложений Певекской впадины являются протяженные коренные выходы в береговых обрывах бухты Млельин. В северных обрывах обнажается достаточно монотонный разрез, сложенный породами «яракваамского» типа.

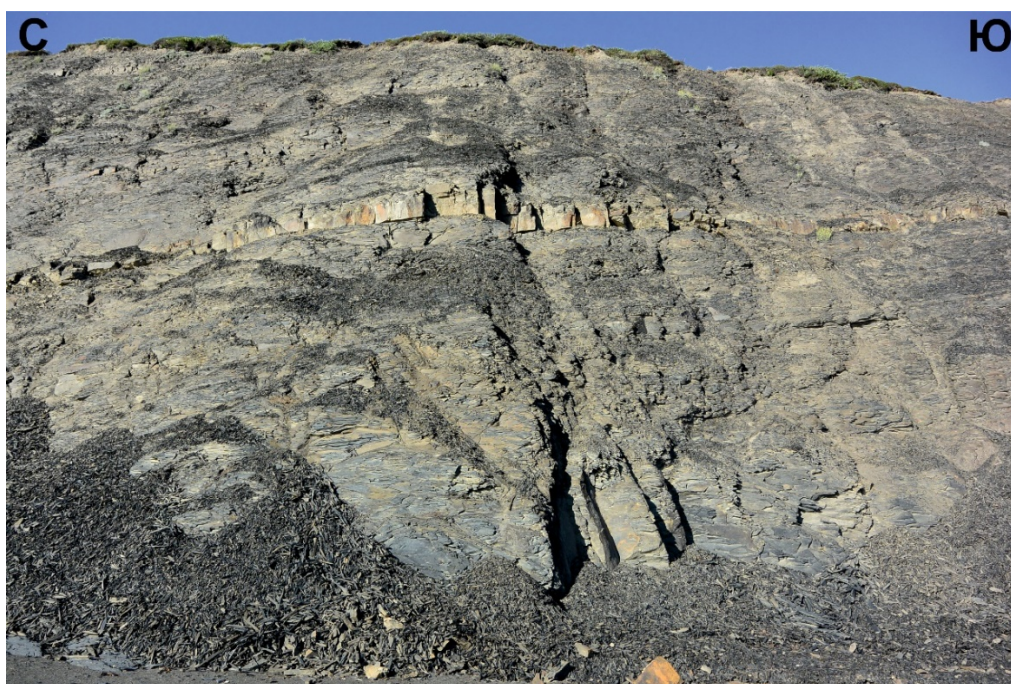


Рис. 2.30 Строение разреза верхнеюрско-нижнемеловых отложений в северных обрывах бухты Млельин (т.н. 17-3)

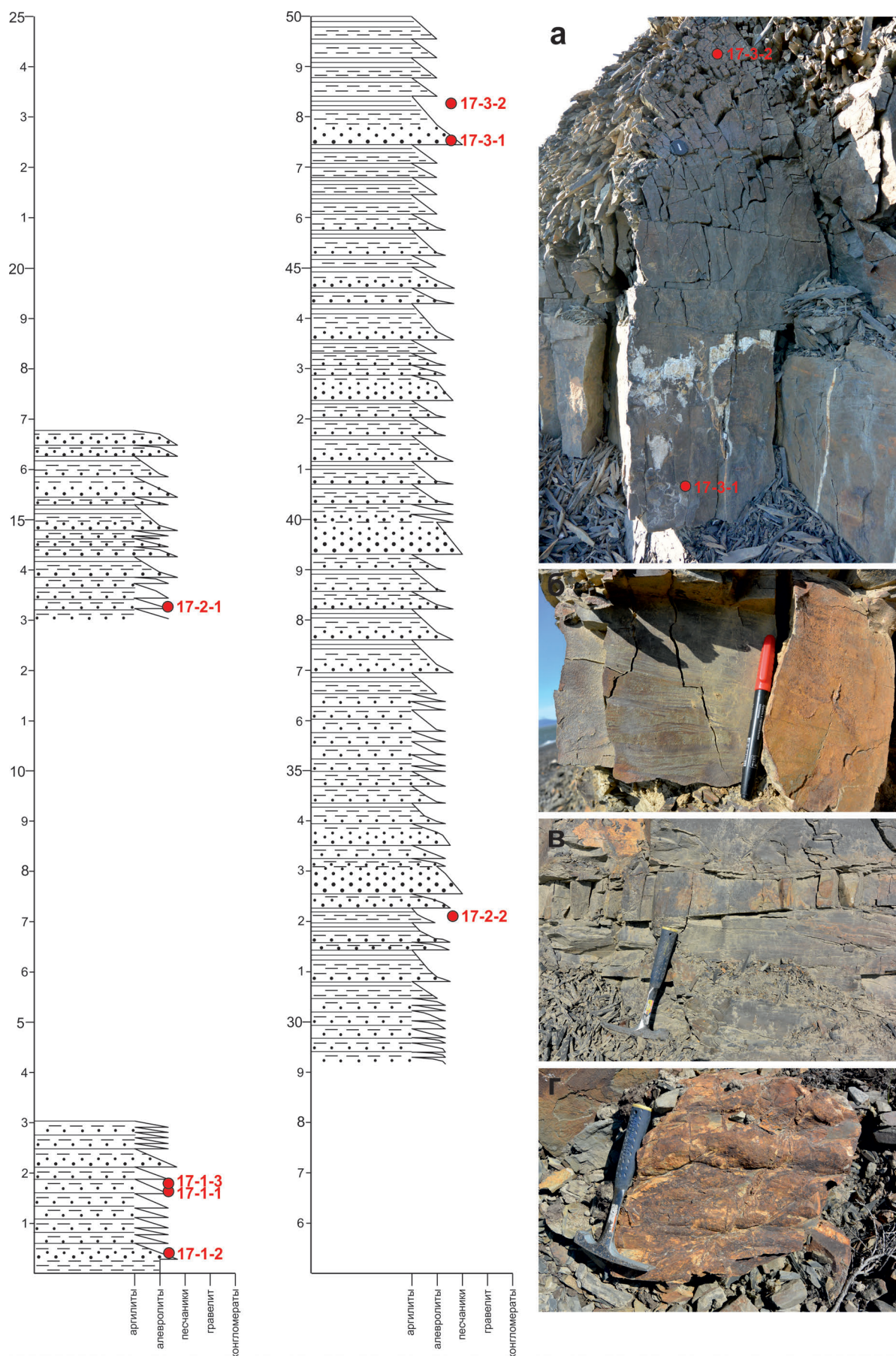


Рис. 2.31 Строение разреза и текстурные особенности верхнеюрско-нижнемеловых отложений в северных обрывах бухты Млельин (т.н. 17-1÷3). а – градационная слоистость; б – линзовидно-волнистая слоистость; в – невыдержанность мощностей прослоев песчаников; г – текстуры внедрения на подошве песчаного слоя

Здесь отложения представлены переслаиванием песчаников мелкозернистых, алевролитов и аргиллитов, образующих градационные последовательности небольшой мощности (рис. 2.30). В единичных более крупных градационных ритмах нижняя часть последовательности сложена среднезернистыми песчаниками (рис. 2.31а). Для слоев мелкозернистых песчаников характерны невыдержанность мощности (рис. 2.31в), линзовидно-волнистая слоистость (рис. 2.31б) и следы внедрения на подошве (рис. 2.31г).

В южных обрывах (т.н. 18-1÷6, 26-3÷4) нижнемеловые отложения характеризуются более сложным строением и достаточно сильно деформированы. В одном из крыльев складки произведено послойное описание разреза, мощностью более 200 м (рис. 2.32). В ходе последующих лабораторных исследований было выявлено, что здесь обнажается переход от пород «яракваамского» типа (т.н. 18-1÷2) к отложениям, в которых преобладают мощные пачки аркозовых песчаников (т.н. 18-3÷6).

Для нижней части разреза характерно переслаивание мелкозернистых песчаников, алевролитов и аргиллитов в градационной последовательности, с преобладанием тонкозернистых разностей (рис. 2.32). В пачках песчаников мощностью более 10 см отмечается волнистая и местами конвolutная слоистость (рис. 2.33в). В нижних частях ритмов, представленных алевропесчаниками, как правило, наблюдается горизонтальная слоистость (рис. 2.33г). Для толщи характерны текстуры оползания осадка, складки и прерывание песчаных слоев (рис. 2.33а,б).

Верхняя часть разреза представлена чередованием пачек переслаивания алевролитов и аргиллитов, реже мелкозернистых песчаников в градационной последовательности (до 8 м) и горизонтов песчаников, мощностью до 12 м (рис. 2.32). Для пачек песчаников характерно наличие следов нагрузки и пламевидных текстур в подошве песчаного слоя (рис. 2.34а,б,г) и прослоев уплощенных галек аргиллитов (рис. 2.34г).

Выделенные в разрезе бухты Млельин типы последовательностей соответствуют мелкозернистым и среднезернистым («классическим») турбидитам с горизонтами амальгамированных песчаных слоев в верхней части разреза. Текстурные особенности указывают на накопление в средней и дистальной части подводного конуса выноса. Замеры складок оползания указывают на преимущественное направление погружения склона палеобассейна и сноса материала на север, северо-восток в современных координатах.

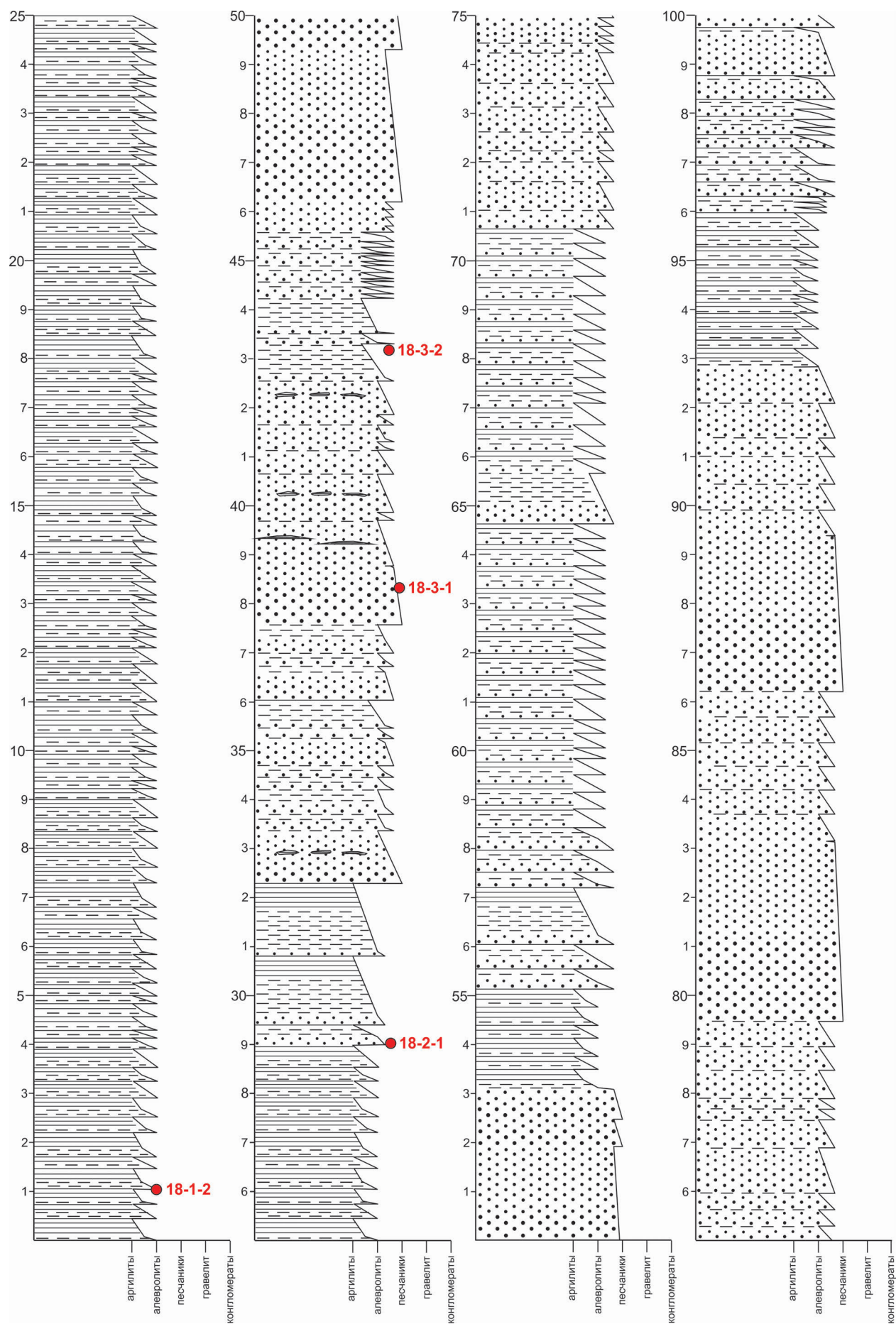


Рис. 2.32 Строение разреза верхнеюрско-нижнемеловых отложений в южных обрывах бухты Млельин (т.н. 18-1÷6)

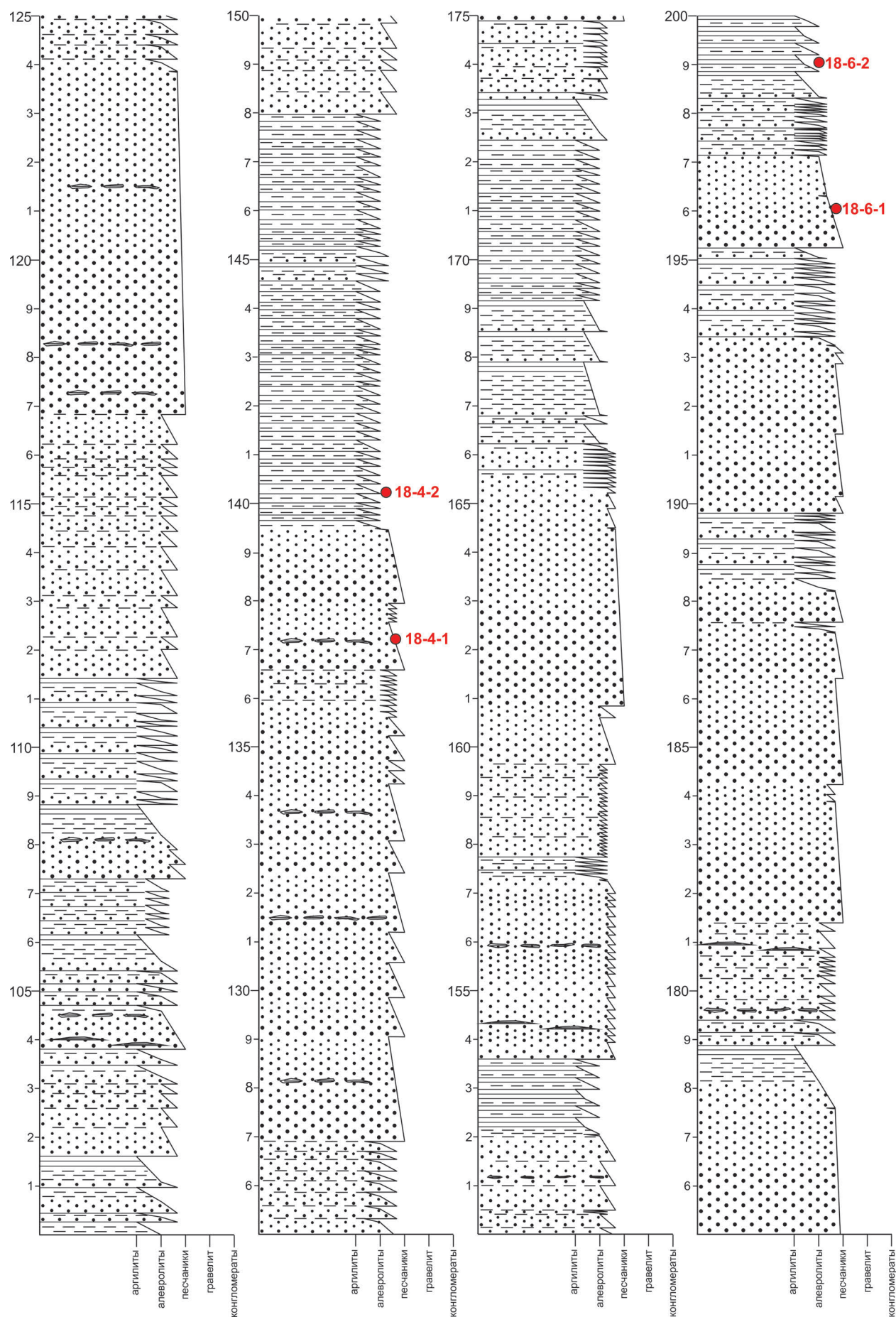
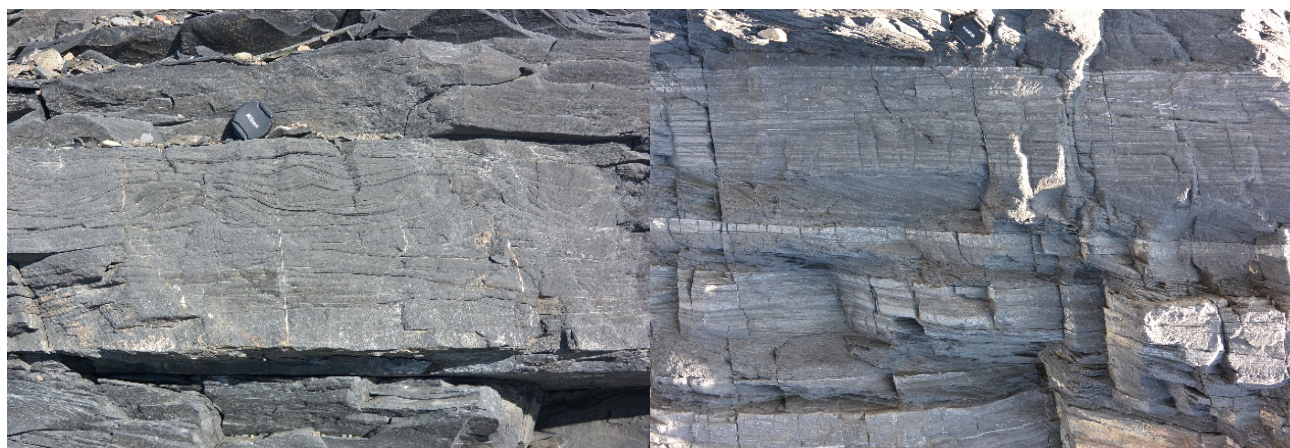


Рис. 2.32 Строение разреза верхнеюрско-нижнемеловых отложений в южных обрывах бухты Млельин (т.н. 18-1÷6), продолжение



а

б



в

г

Рис. 2.33 Текстурные особенности отложений нижней пачки разреза верхнеюрско-нижнемеловых комплексов в южных обрывах бухты Млельин. а – складка оползания (т.н. 18-1); б – прерывистое строение прослоев песчаников (т.н. 18-1); в – конволютная слоистость (т.н. 26-3); г – горизонтальная слоистость (т.н. 26-3)



а

б



В

Г

Рис. 2.34 Текстурные особенности отложений верхней пачки разреза верхнеюрско-нижнемеловых комплексов в южных обрывах бухты Млельин. а – подошвенные знаки на подошве песчаного слоя (т.н. 18-3); б – пламевидные текстуры на границе градационных ритмов (т.н. 18-3); в – класты глин в амальгамированных песчаниках (т.н. 18-3); г – текстуры внедрения на подошве песчаного слоя (т.н. 18-4)

Схожее строение верхнеюрско-нижнемеловых отложений наблюдается в береговых обрывах в районе мыса Турырыв (т.н. 21-1÷6). По строению и текстурным особенностям здесь можно выделить две пачки. Нижняя (т.н. 21-1÷4) представлена переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов, слагающих градационные ритмы с преобладанием тонкозернистых разностей (рис. 2.35). Мощность циклических последовательностей от 0.2 до 0.5 м из них песчаники составляют от 0 до 0.2 м.



Рис. 2.35 Строение нижней пачки верхнеюрско-нижнемелового разреза в районе мыса Турырыв (т.н. 21-1÷4)

В разрезе встречаются единичные градационные ритмы мощностью до 1 м с преобладанием псаммитовых разностей. Для толщи характерны невыдержанность мощностей

песчаных прослоев и наличие косоволнистой слоистости в алевро-песчаной части (рис. 2.36а,б).



Рис. 2.36 Тектурные особенности верхнеюрско-нижнемеловых отложений нижней пачки разреза в районе мыса Турырыв (т.н. 21-2). а – невыдержанность мощности прослоев песчаников; б – косоволнистая слоистость

Верхняя пачка (т.н. 21-5÷6) представлена тонким ритмичным чередованием темно-серых мелкозернистых песчаников, алевролитов и аргиллитов, слагающих градационные последовательности с преобладанием тонкозернистых разностей до 0.4 м, которое переслаивается с более мощными градационными ритмами (до 1.1 м) с преобладанием псаммитовых разностей и пачками амальгамированных песчаных слоев (до 9 м) (рис. 2.37, 2.38а). В последовательностях с преобладанием псаммитовых разностей наблюдается хорошо выраженные текстуры нагрузки (рис. 2.38б).



Рисунок 2.37 Строение верхней пачки верхнеюрско-нижнемелового разреза в районе мыса Турырыв (т.н. 21-5÷6)

Результаты последующих петрографических исследований свидетельствуют о преобладании пород «яракваамского» типа в нижней пачке и аркозовых песчаников в верхней, что позволяет сопоставлять их с нижнемеловыми отложениями Раучуанской впадины. Тем не менее предшественники (Паракецов, Паракецова, 1989; Тибилов, 1988; Пьянков, 1980)

относят изученные выходы к волжским комплексам благодаря единственной находке ископаемой фауны, упомянутой ранее. При этом в первоисточнике эта находка фигурирует как *Buchia* sp. indet (возможно *Buchia* ex. gr. *mosquensis*) (Пьянков, 1980).



Рис. 2.38 Тектурные особенности верхнеюрско-нижнемеловых отложений верхней пачки разреза в районе мыса Турырыв (т.н. L21-5). а – амальгамирование песчаных ритмов; б – текстуры внедрения на подошве песчаного слоя

К верхней пачке нижнемелового комплекса автором также относятся разрезы, описанные в береговых обрывах Певекского полуострова (т.н. 2-2, 13-1÷2), в бортах р. Туманная (т.н. 16-3÷6), р. Малый Ергувеем (т.н. 6-3÷5), верхнее течение р. Лоотайпыяваам (т.н. 10-2), нижнее течение р. Млельин (т.н. 8-1÷5) и другие. Их особенностью является присутствие горизонтов амальгамированных аркозовых песчаников, мощностью до 17 м. В этих горизонтах в отличие от песчаников раучуанской свиты хорошо проявлен кливаж (рис. 2.39), что упрощает их диагностику в ходе полевых наблюдений.





б

г

Рис. 2.39 Кливаж в амальгамированных песчаниках верхней части верхнеюрско-нижнемелового разреза. а – в районе южных обрывов бухты Млельин (т.н. 18-3); б – нижнем течение р. Млельин (т.н. 8-3); в – в правом борту р. Туманная (т.н. 16-3); г – верхнее течение р. Лоотайпыяваам (т.н. 10-2)

2.3. Стратиграфия верхнеюрско-нижнемеловых отложений Верхне-Пегтымельской впадины

Верхнеюрско-нижнемеловые вулканогенно-осадочные комплексы Верхне-Пегтымельской впадины с угловым несогласием залегают на отложениях верхнего триаса и перекрыты вулканитами ОЧВП. Ранее, слагающие впадину отложения, на основании многочисленных находок бухий, датировались валанжином (Копытин, 1977), позднее (как и многие другие подобные отложения Чукотского террейна) были отнесены к волжскому ярусу (Паракецов, Паракецова, 1989).

Детальное изучение верхнеюрских пород в районе верхнего течения р. Пегтымель было продолжено в ходе групповой геологической съемки масштаба 1:50000. В.А. Гензе (1990) в районе северо-западного окончания впадины выделил волжские отложения в междуречье Намномком и Имлекин в намномкомскую свиту. Изученные им комплексы распространены на площади 15 кв. км, ограниченной тектоническими нарушениями. Здесь позднеюрские отложения залегают на намномкываамской толще поздне триасового возраста с угловым несогласием (угол между линиями простираения составляет 60°).

Разрез нижней пачки намномкомской свиты начинается с базальных конгломератов, которые постепенно сменяются туффитами. Вторая пачка сложена туфоалевролитами с маломощными прослоями туфопесчаников. Третья пачка представлена переслаиванием туфопесчаников с лавами амфибол-пироксеновых андезитов, где мощность туфопесчаников составляет обычно первые метры, а андезитов от десятков сантиметров до первых метров. Четвертая пачка сложена туфопесчаниками с ракушечниковыми прослоями и горизонтами гравелито-галечных конгломератов с туфопесчаником в цементе. Общая мощность свиты

оценивается от 320 до 490 м. В верхних частях разреза собрана фауна, которая датирует вмещающие отложения второй половиной волжского века (Гензе, 1990).

Остальные выходы расположены в верховьях р. Пегтымель, в юго-восточной части Верхне-Пегтымельской впадины. Слагающие их верхнеюрские отложения относят к имлекинской свите средне и поздневолжского возраста (Целоусов, 1992). Найденные автором остатки *Buchia fischeriana* (d' Orb.), *Buchia* sp. ind. (ex gr. *fischeriana-russiensis*), *Cosmetodon* cf. *bojarkensis* Sanin (определения В.А. Захарова) подтверждают ранее полученные возрастные оценки.

2.3.1. Волжские отложения (имлекинская свита)

Отложения имлекинской свиты были изучены автором в ходе полевых работ 2010 года. Наиболее представительным является разрез в береговых обрывах р. Уттыкымыль (Гупекумыль) (т.н. 35-1÷12). Два других небольших выхода в бассейне руч. Глухого (т.н. 34-1) и у г. Седло (т.н. 36-1) по составу и строению отложений являются его аналогами.

Опорный разрез имлекинской свиты представлен переслаиванием конгломератов, гравелитов, песчаников, алевролитов и аргиллитов с горизонтами галечниковых глин, общей мощностью 560 м (рис. 2.40). В разрезе выделяется два уровня с увеличением доли вулканогенного материала, с 10 до 60 м и 450 до 470 м, характеризующиеся появлением туфотерригенных пород и местами туффитов.

Вышеперечисленные разновидности формируют градационные последовательности или линзовидно переслаиваются между собой. Среди градационных последовательностей можно выделить крупнозернистые, среднезернистые и мелкозернистые турбидиты, представленные в разрезе в классическом их виде или фрагментарно. Для пачек с псефитовой и псаммитовой размерностью материала местами характерна амальгамация слоев.

Для крупнозернистых турбидитов характерна как прямая (рис.2.41в), так и обратная градационная слоистость в грубообломочной части. В подошве ритмов встречаются карманы, заполненные гравийно-галечным материалом (интервал 552-560 м).

Среднезернистые турбидиты в их классическом виде встречены в интервале 280-310 м и 450-465 м. Они представлены переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Местами в нижних частях ритма наблюдается гравий или класты глин (рис. 2.41б), а также текстуры дефлюидизации, такие как трубки выжимания, блюдцеобразные или пламевидные текстуры. На подошве диагностируются текстуры внедрения, связанные с процессами дефлюидизации, а также текстуры подводных течений, такие как знаки ряби. Для средней, псаммитовой части ритма характерны косая, косоволнистая, линзовидно-волнистая и слоистость восходящей ряби. Верхняя часть представлена горизонтально слоистыми алевролитами и аргиллитами, и бесструктурными аргиллитами.

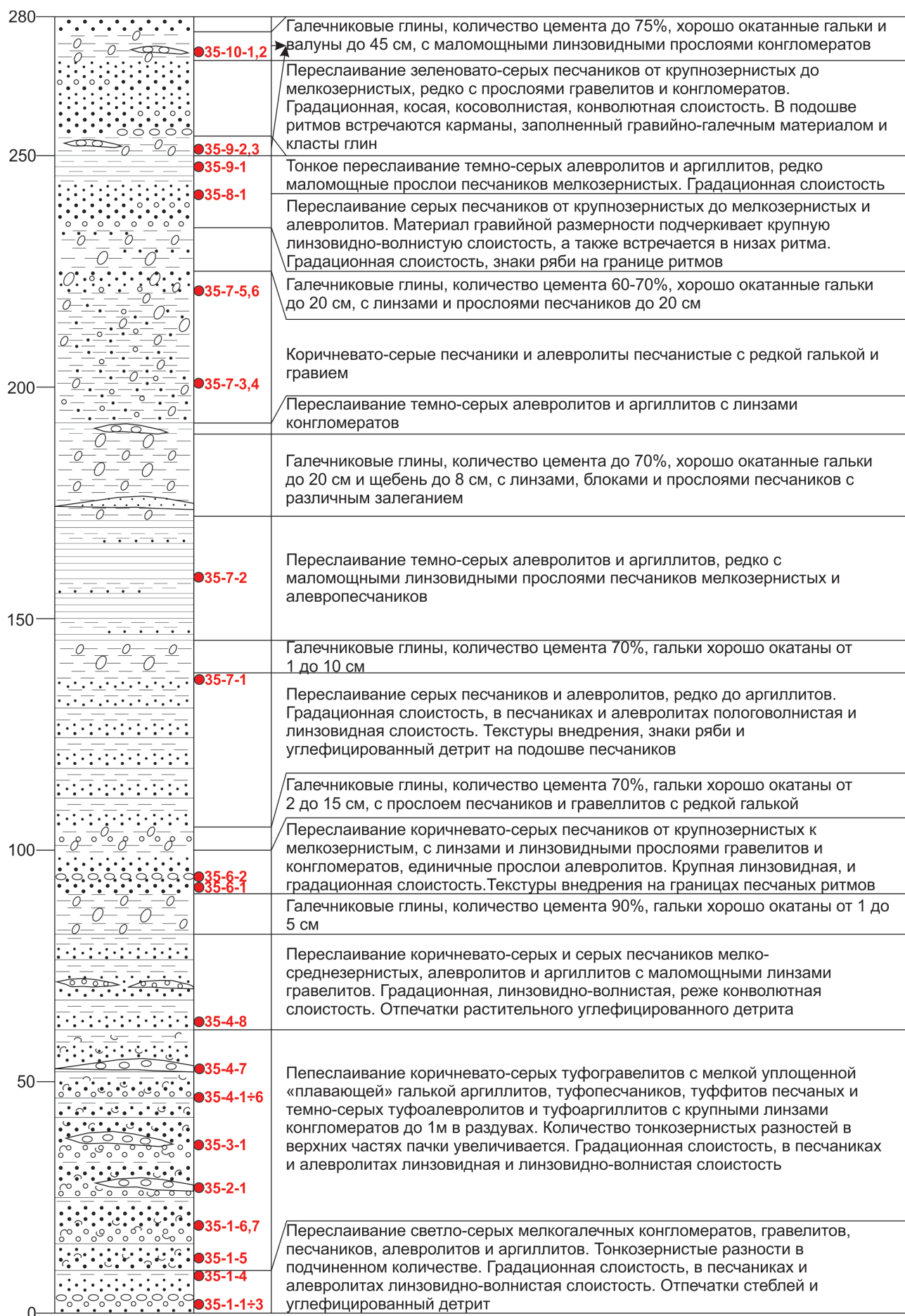


Рис. 2.40 Строение разреза имлекинской свиты в береговых обрывах р. Утыкымыль

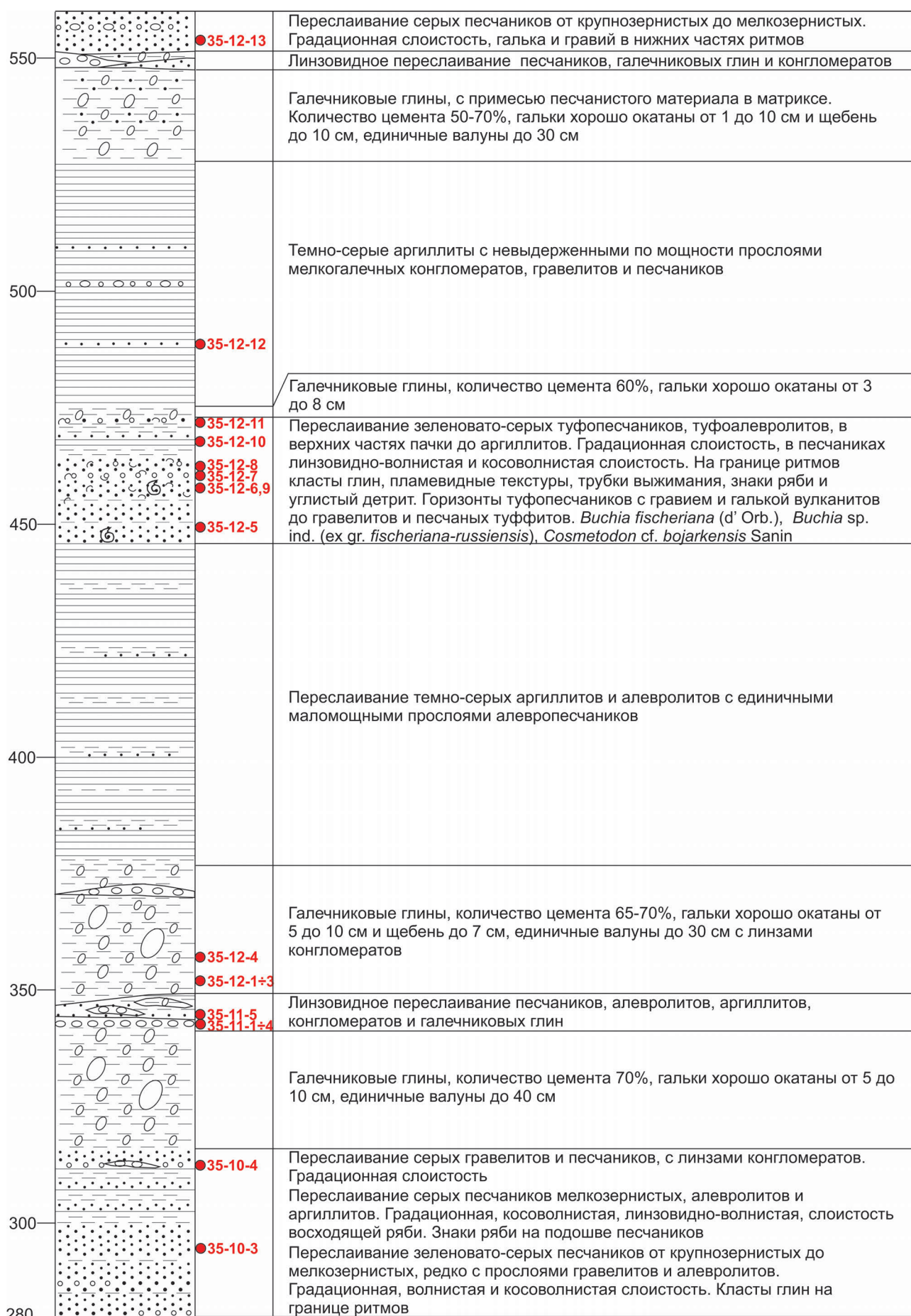


Рис. 2.40 Строение разреза имлекинской свиты в береговых обрывах р. Утыкымыль (продолжение)

Типичные тонкозернистые турбидиты описаны в интервале 375-445 м. Здесь переслаиваются алевропесчаники, алевролиты и аргиллиты (рис. 2.41а). При мощности ритма до 30 см, песчаные разновидности формируют невыдержанные по мощности прослои до 8 см.

В линзовидном переслаивании участвуют все выделенные разновидности (рис. 2.41д). Линзы и линзовидные прослои по простиранию насчитывают от первых метров до первых десятков метров, мощность в раздувах редко превышает 1 м. Такие горизонты встречены в интервале 345-350 м и 548-552 м.



а



б



в



г

Рис. 2.41 Текстурные особенности разреза имлекинской свиты в береговых обрывах р. Уттыкымыль. **а** – пачки тонкозернистых турбидитов; **б** – пачки среднезернистых турбидитов с кластами глин и пламевидными текстурами на границе ритмов; **в** – пачки крупнозернистых турбидитов; **д** – пачки линзовидного переслаивания

Пачки галечниковых глин сложены гравием, галькой и их неокатанными аналогами, реже валунами размером до 40 см, которые хаотично расположены в темно-сером не литифицированном глинистом матриксе. В описаниях предыдущих исследователей эти породы фигурируют как аргиллиты сланцеватые с галькой песчаников (Копытин, 1977) и валунно-галечные конгломераты (Целоусов, 1992). Отнесение их к ледниковым отложениям

привело к тому, что даже при наличии классических турбидитов в разрезе, комплексы имлекинской свиты были интерпретированы как прибрежно-морские и отнесены к молассовым образованиям (Целоусов, 1992).

Толщи, схожие по текстурно-структурным особенностям с тиллитами не всегда имеют ледниковое происхождение и могут образовываться в морских условиях. Для подобных толщ еще в 1957 г. Дж. Кроувелл (1957) ввел понятие галечниковых глин (pebbly mudstones). Затем для их описания стали использовать новый термин тиллоиды – неледниковые галечниковые аргиллиты (Петтиджон, 1981). Наиболее детально аналогичные отложения изучены на нескольких объектах: формация Сквонтум, Бостон-Бэй (Dott, 1961), автор сделал вывод о их происхождении в результате подводных гравитационных потоков (subaqueous gravity mass flow); тиллоиды геосинклинали Западного Конго (Schermerhorn, Stanton, 1963) рассматриваются как результат подводных грязевых потоков (submarine mudflows); калифорнийские разрезы, описанные в классической работе Дж. Кроувелла (1957), формирование которых автор связывает с оползанием в условиях турбидитного потока (slumping in a turbidity-current). Позднее Р. Сэлли (2000) указывал, что такие отложения образуются в результате нескольких процессов, которые до сих пор до конца не ясны. Валунно-галечные аргиллиты (тиллитоподобные конгломераты) также описаны в олистостромовых толщах Малого Кавказа, формирование которых связано с разрушением фронтальных частей офиолитовых покровов (Соколов, 1977).

В разрезе имлекинской свиты галечниковые глины формируют горизонты мощностью от 1.8 до 30 м, а также участвуют в линзовидном переслаивании (рис. 2.40). В пачках галечниковых глин встречаются эндоолистостромы в виде линз, блоков, прослоев конгломератов, переслаивающихся алевролитов и аргиллитов, а чаще всего песчаников залегающих часто резко несогласно с общим простираанием слоев в разрезе (рис. 2.42а).



Рис. 2.42 Пачки тиллоидов в разрезе имлекинской свиты в береговых обрывах р. Уттыкымыль. а – эндоолистостромы, сложенные песчаниками; б – валуны в составе галечниковых глин

Матрикс при полевых исследованиях интерпретировался как глинистый, а в интервале 525-548 глинистый с примесью псаммитового материала. Также были встречены песчаники и песчанистые алевролиты с галькой и гравием (интервал 190-225). В ходе петрографических исследований выяснилось, что даже тонкозернистый матрикс плохо сортирован и представлен пелитом (60-90%), иногда с примесью пеплового материала или органики, и обломками алевритовой размерности (5-35%), а также небольшой долей (около 5%) более грубозернистого материала от 0.1 до 2 мм.

Крупнообломочная часть галечниковых глин также плохо сортирована. Она представлена гравием, галькой, реже валунами размером до 40 см (рис. 2.42б). Помимо хорошо окатанных разностей встречаются их аналоги, в виде дресвы и щебня. Гальки из тиллоидов часто имеют форму месяца, что свидетельствует о том, что они были окатаны в прибрежной обстановке (Lenk-Chevitch, 1959), прежде, чем попасть в осадок. В подчиненном количестве также присутствуют речные формы (Lenk-Chevitch, 1959). Необходимо отметить, что на поверхности галек отсутствуют характерные штриховки и полировки, а также другие признаки ледникового переноса.

Состав обломочной части как матрикса, так и галек не отличается от синхронных отложений, что детально изложено в результатах петрографических исследований. Следовательно, образование галечниковых глин, в данном случае, связано с перераспределением уже накопившегося внутрибассейнового материала. Выделенные в разрезе последовательности грубозернистых, среднезернистых и мелкозернистых турбидитов, амальгамированные гравийно-песчанистые горизонты и пачки линзовидного переслаивания являются отложениями различных частей одного или нескольких подводных каналов с конусами выноса.

Тиллоиды в данном контексте могут интерпретироваться как остановившийся поток, не достигший характеристик турбидного, что не привело к сортировке и распределению обломков по размеру. Это явление можно связать с резким сходом большого объема разноразмерного нелитифицированного материала. Наличие дресвы и щебня, как и крупных блоков конгломератов, песчаников, а также слоистых алевролитов и аргиллитов, объясняется их захватом со стенок каньонов.

2.3.2. Юрско-нижнемеловые отложения в пределах Берложьей кальдеры

Были изучены континентальные образования в пределах Берложьей кальдеры (т.н. 32-1). Здесь грубообломочная толща, мощностью 10 м, с угловым несогласием, залегает на турбидитах поздне триасового возраста и перекрыта кристаллокластическими туфами риолитового состава (рис. 2.43). В нижней части разреза описаны терригенные брекчии, в верхней – конгломераты. Щебень и галька которых представлены песчаниками и более

тонкозернистыми разностями, по облику напоминающими подстилающие триасовые отложения. Цемент сложен крупнозернистыми песчаниками с редкими включениями уплощенных рассланцованных аргиллитов размером до 1 см в длину.

ЮВ

СЗ

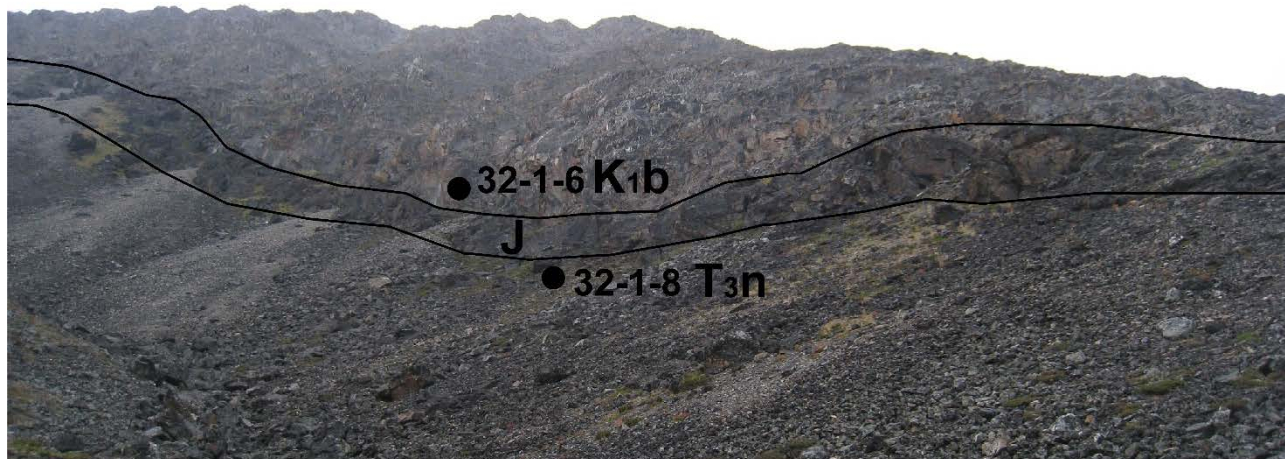


Рис. 2.43 Разрез мезозойских комплексов в районе Берложьей кальдеры

Этот разрез не фигурирует в работах предшественников. Его изучение стало актуальным после появления изотопной датировки возраста перекрывающих вулканитов – 142.5 ± 1.4 млн лет (Тихомиров и др., 2008). Ранее их включали в состав амгеньской свиты ОЧВП (Варламова и др., 2004). Таким образом, описанные отложения могут иметь юрско-раннеберриасский возраст.

2.4. Схема корреляции и стратиграфического расчленения верхнеюрско-нижнемеловых отложений

На основании полученных данных в ходе полевых работ и лабораторных исследований разработана следующая методика для стратиграфического расчленения верхнеюрско-нижнемеловых отложений.

1. Выявление параметров строения разреза и текстурных особенностей, направленных на выяснение обстановки накопления.
2. Изучение состава отложений с целью определения источников сноса.
3. Установление и датирование этапов смены источников сноса и условий накопления по результатам исследования фаунистически охарактеризованных разрезов и применения прецизионных методик.
4. Стратификация отдельных коренных выходов на основе состава отложений (с учетом вызревания и других факторов) и седиментационных признаков (с учетом фациальной изменчивости, характерной для определенной обстановки осадконакопления).

Для отложений волжско-берриасского возраста, образованных в результате размыва дифференцированных серий в условиях синхронной вулканической деятельности, выявлена

следующая закономерность. Более древние породы содержат большое количество обломков вулканитов основного и среднего состава. В более молодых отложениях преобладают обломки кислого состава.

Таким образом, в составе верхнеюрско-нижнемеловых отложений в пределах Мырговаамско-Раучуанской впадины выделяются следующие подразделения (рис. 2.44). Раучуанская свита оксфорд-кимериджского возраста, сложенная отложениями песчаных потоков аркозового состава. Нетпнейвеемская свита волжского возраста, представленная отложениями подводных конусов выноса с высокой долей вулканогенного материала. Утувеемская свита, берриасского возраста, сложенная отложениями подводных конусов выноса. Породы имеют темно-серую или черную окраску и помимо обломков кислых вулканитов содержат большое количество высокоуглеродистых терригенных обломков в составе (породы «яракваамского» типа). Характерной особенностью отложений является наличие текстур оползания осадка. Погынденская свита, валанжинского возраста, представленная отложениями преимущественно средних и дистальных частей подводных конусов выноса. В строении разреза свиты принимают участие горизонты амальгамированных песчаных слоев с аркозовым составом псаммитовых разностей. Смена состава в породах волжско-валанжинского возраста происходит постепенно, а границы между свитами в этом временном интервале скользящие. Утувеемская свита в разрезе выделяется по исчезновению туфотерригенных разностей, а погынденская по появлению мощных горизонтов аркозовых песчаников.

Необходимо отметить некоторые особенности разреза раучуанской и погынденской свит, которые позволят отличить их в полевых условиях. Раучуанская свита с тектоническим контактом залегает на отложениях верхнего триаса. Погынденская свита согласно залегает на утувеемской свите с постепенным переходом. Мощности пачек переслаивания тонкозернистых разностей и их количество в строении разреза погынденской свиты больше, чем в раучуанской. Песчаники раучуанской свиты содержат мелкие угловатые обломки аргиллитов.

Стратиграфическое деление нерасчлененных отложений позднеюрско-раннемелового возраста Певекской впадины предлагается произвести по аналогии с Раучуанской впадиной (рис. 2.44). К верхней части нетпнейвеемской свиты можно отнести туфотерригенные породы, обнажающиеся в среднем течении р. Лоотайпыяваам и, возможно, изученные И.В. Тибиловым и Н.П. Поповым верховьях р. Илистого (Тибилов, 1988). В составе утувеемской свиты выделяется переслаивание мелкозернистых песчаников, алевролитов и аргиллитов, с преобладанием тонкозернистых разностей, обнажающееся в нижнем течении р. Млельин, береговых обрывах Певекского полуострова, мыса Млельин и мыса Турырыв и многих других

непротяженных выходах. Слагающие свиту отложения имеют темно-серую или черную окраску и относятся к породам «яракваамского» типа. Схожие отложения с породами погынденской свиты представлены чередованием горизонтов амальгамированных песчаников с пачками переслаивания песчаников, алевролитов и аргиллитов в градационной последовательности. Псаммитовые разновидности свиты характеризуются преимущественно аркозовым составом.

В составе верхнеюрско-нижнемелового разреза в пределах Верхне-Пегтымельской впадины выделяются намномкомская и изученная в рамках работы имлекинская свиты, которые являются возрастными аналогами и по составу и строению отложений коррелируются с нетпнейвеемской свитой.

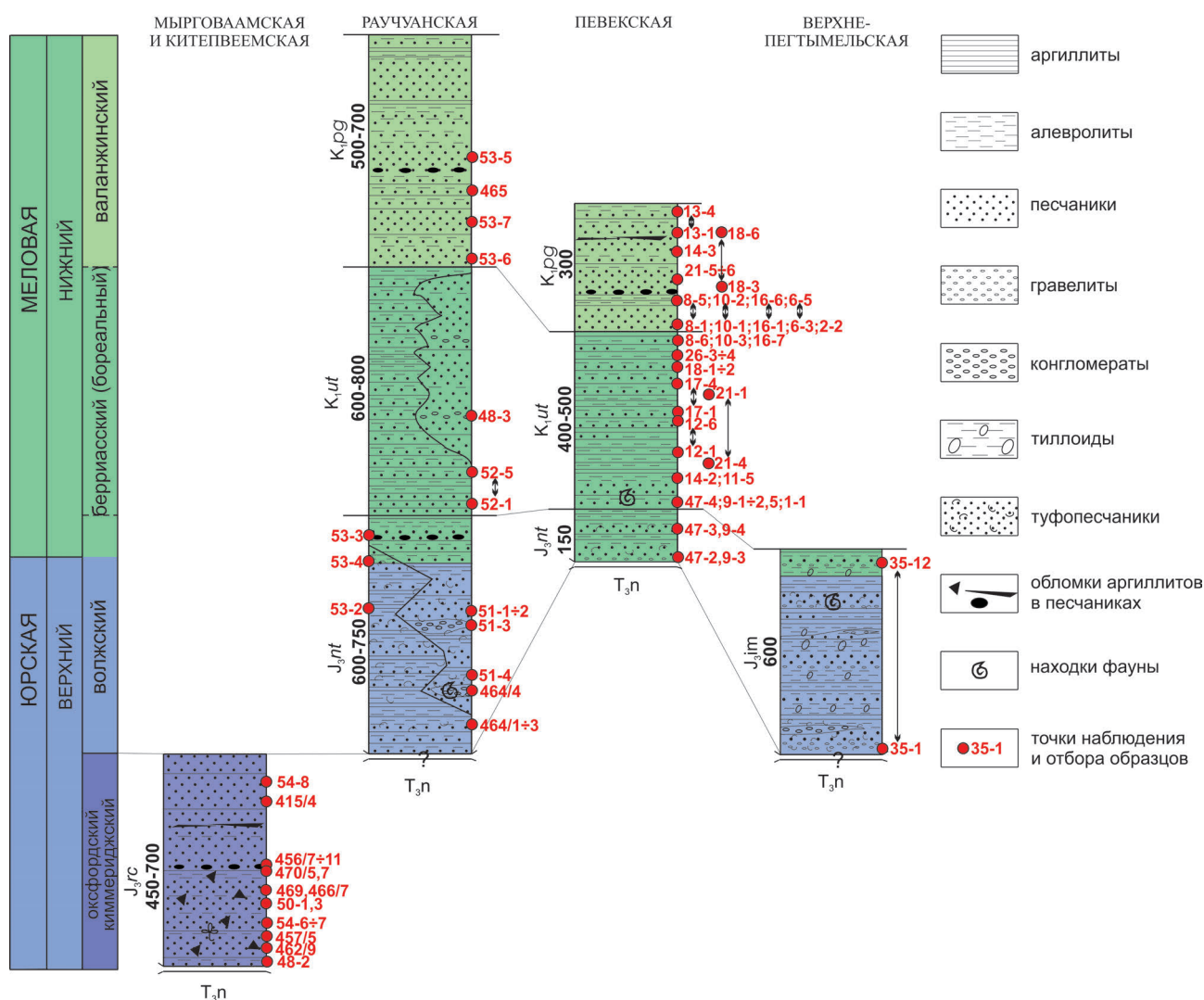


Рис. 2.44 Схема корреляции разрезов верхнеюрско-нижнемеловых отложений

Глава 3. Литология верхнеюрско-нижнемеловых отложений

3.1. Петрографические исследования

3.1.1. Состав верхнеюрско-нижнемеловых отложений Мырговаамско-Раучуанской впадины

3.1.1.1. Состав оксфорд-кимериджских отложений (раучуанская свита)

Петрографическое изучение показало, что песчаники *раучуанской* свиты мелко- и среднезернистые с размерностью обломков 0.05-0.3 мм (в отдельных образцах отмечаются более крупные обломки до 0.7 мм) с разной степенью окатанности материала, по составу преимущественно аркозовые (рис. 3.1). Объем цемента в среднем составляет 5-10 %, что соответствует поровому пространству хорошо уплотненного песка. Первичный цемент по составу глинистый со значительным количеством вулканического материала, часто почти полностью замещен чешуйчатыми агрегатами слюдистых минералов, местами хлоритом. Для отдельных частей разреза характерно наличие вторичного карбоната, развивающегося по цементу и полевым шпатам, реже отмечаются идиоморфные кристаллы доломита.

Результаты подсчета обломочных зерен в 11 представительных образцах позволили уточнить, что среди породообразующих компонентов преобладают полевые шпаты, количество которых достигает 65%. Кварцевые зерна составляют 25-35%, а литокласты от 5 до 10% от общего количества диагностированных обломков. В песчаниках также содержится от 3 до 8 % слюдистых минералов, до 1% эпидота.

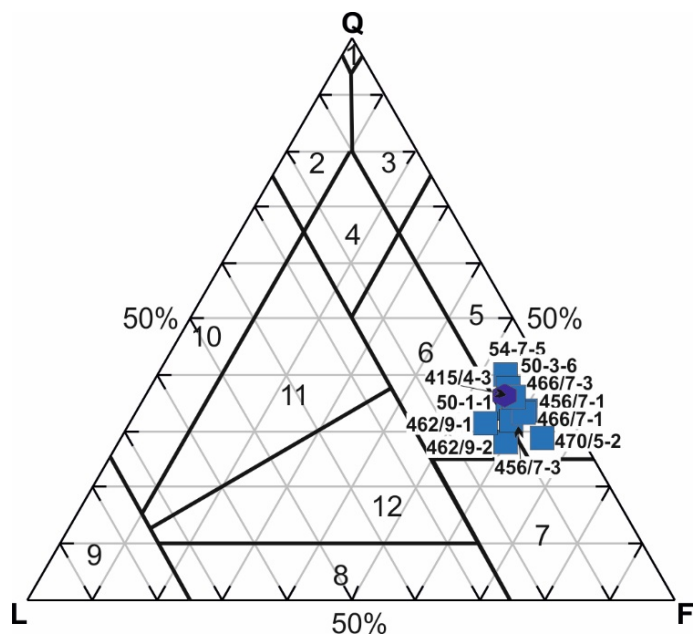


Рис. 3.1 Петрографический состав песчаников раучуанской свиты (поля классификационной диаграммы нанесены по данным (Шутов, 1972).

Q – кварц, F – полевые шпаты, L – обломки пород. Поля классификационной диаграммы: 1 – мономинеральные кварцевые, 2 – кремнекласитно-кварцевые, 3 – полевошпатово-кварцевые, 4 – мезомикто-кварцевые, 5 – собственно аркозы, 6 – граувакковые аркозы, 7 – кристаллотуфы, 8 – полевошпатовые граувакки, 9 – собственно граувакки, 10 – кварцевые граувакки, 11 – полевошпатово-кварцевые граувакки, 12 – кварцево-полевошпатовые граувакки

Кварц представлен главным образом неокатанными и плохо окатанными монокристаллическими разностями с волнистым погасанием и незначительным количеством мелких газовых и газовой-жидких включений. Часть песчаников, особенно в южных разрезах, содержит до 20% остроугольных зерен кварца с треугольным габитусом и резорбированными контурами (рис. 3.2б), что указывает на его вулканический генезис.

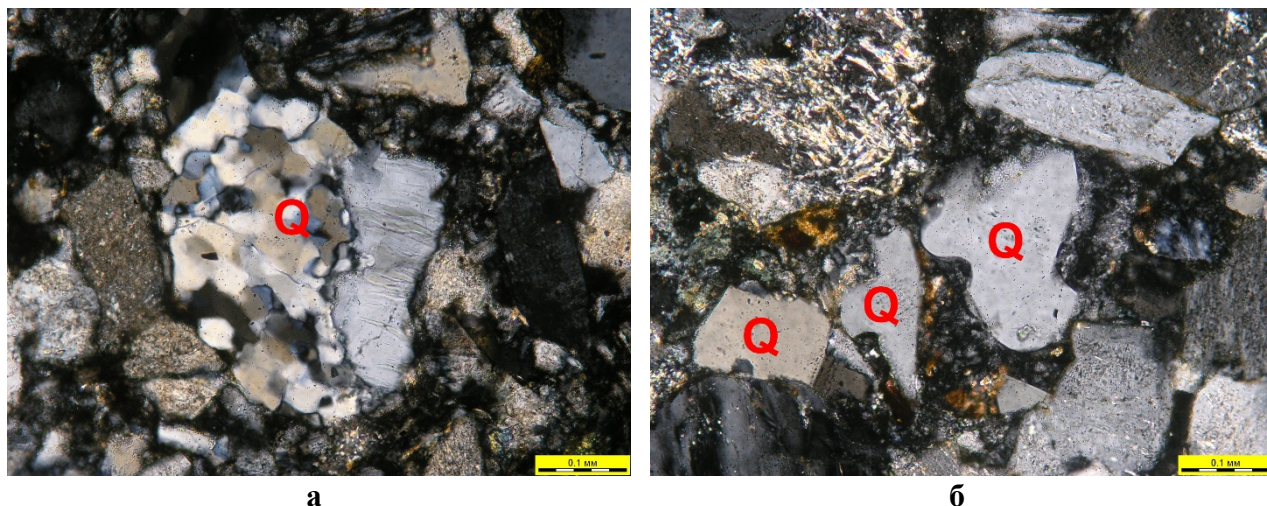


Рис. 3.2 Микрофотографии типов кварца в песчаниках раучуанской свиты. а – поликристаллический кварц (обр. 466/7-1); б – кварц с резорбированными контурами (обр. 456/10)

Также в породе присутствует поликристаллическая разновидность кварца с изрезанными лапчатыми контурами (рис. 3.2а) и кварцевые зерна с включениями рутила. Подобные типы кварца, по мнению И.М. Симановича (1978), характерны для древних гранитоидов.

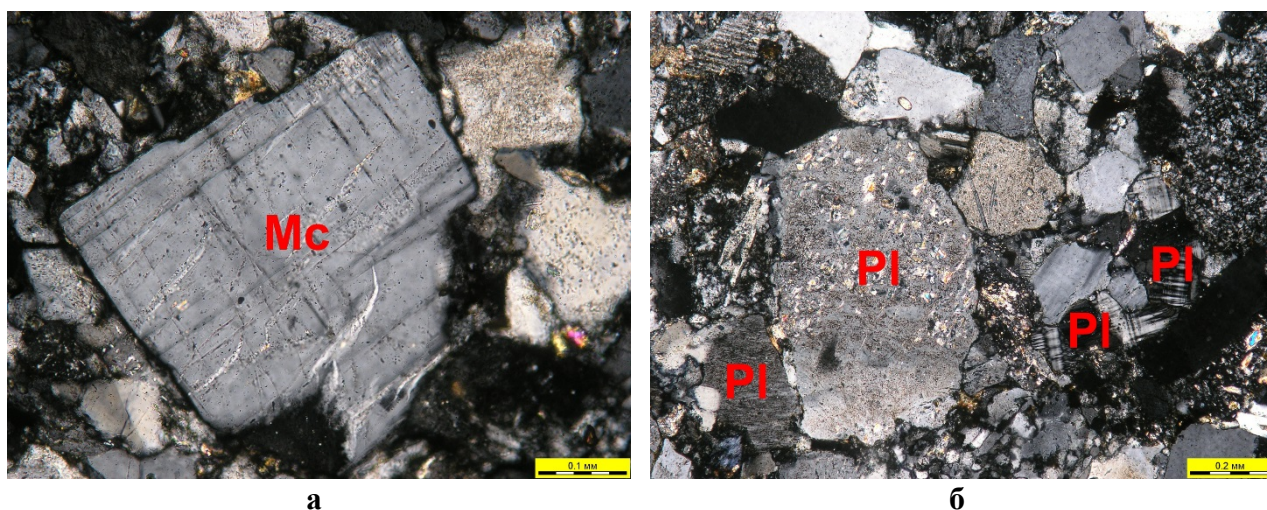


Рис. 3.3 Микрофотографии типов полевых шпатов в песчаниках раучуанской свиты. а – микроклин (обр. 466/7-2); б – две разновидности плагиоклаза (обр. 456/10)

Среди полевых шпатов преобладают плагиоклазы. Они представлены в основном мелкими неокатанными кристаллами таблитчатой формы и более крупными разновидностями, которые в большей степени окатаны и подвержены вторичным изменениям (рис. 3.3б). Щелочные полевые шпаты представлены микроклином (рис. 3.3а), нередко с

отчетливой микроклиновой решеткой, его количество в некоторых частях разрезов достигает 20% от общего количества зерен.

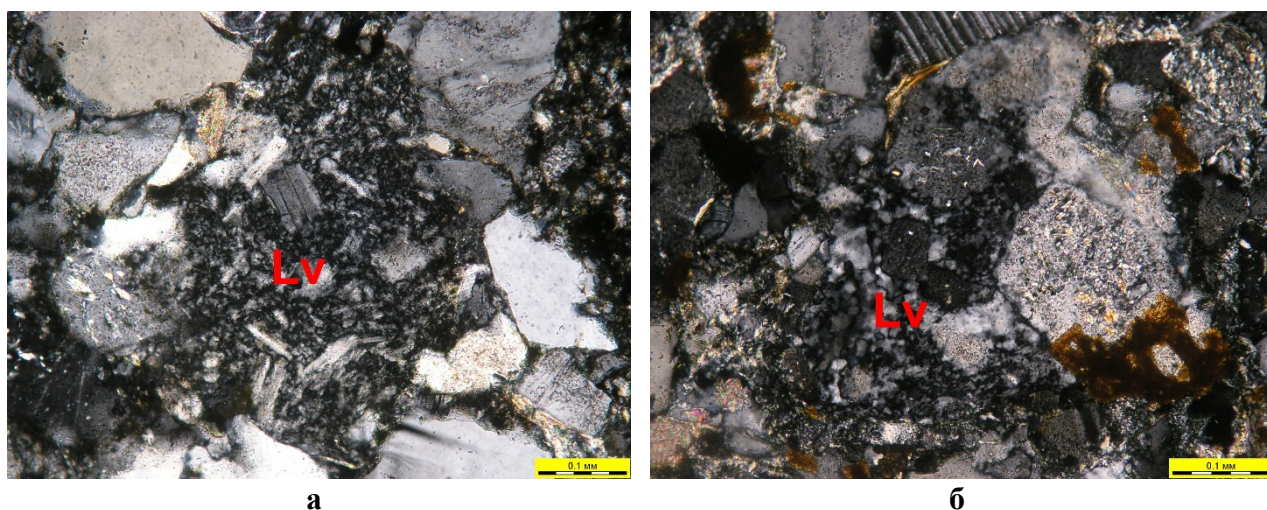


Рис. 3.4 Микрофотографии обломков вулканитов в песчаниках раучуанской свиты. а – вулканит среднего состава (обр. 456/10); б – фельзит с порфировидными включениями полевого шпата (обр. 456/7-3)

Среди слюдястых минералов преобладает биотит, имеющий стандартные оптические характеристики. Встречаются как мелкие, так и более крупные чешуйки этого минерала размером до 0.7 мм, в большинстве случаев они сильно деформированы и почти полностью замещены хлоритом. В подчиненном количестве находятся белые слюды.

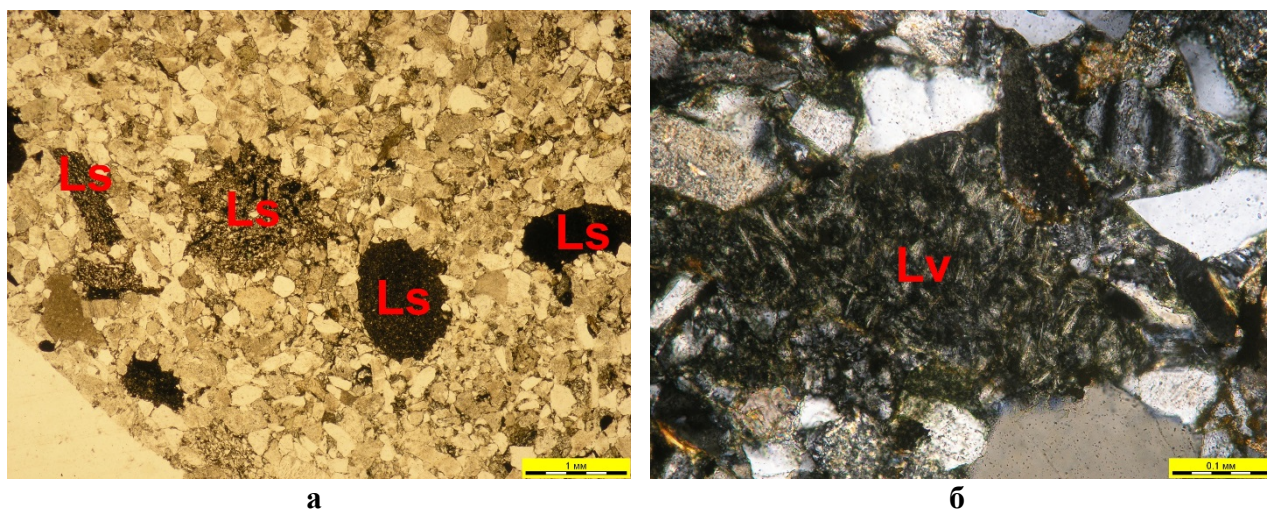


Рис. 3.5 Микрофотографии обломков терригенных и вулканогенных пород в песчаниках раучуанской свиты. а – высокоуглеродистые кливажированные и некливажированные аргиллиты и алевролиты (обр. 456/10); б – вулканит основного состава (обр. 456/7-1)

Преобладающая часть литокластов – вулканиты, преимущественно среднего и кислого составов. Они представлены свежими, неизменными разновидностями (рис. 3.4а,б). Вулканиты с низким содержанием кремнезема присутствуют в виде более окатанных микрозернистых агрегатов с отдельными микролитами плагиоклаза (рис. 3.5б), а также измененных обломков с реликтами вулканогенной структуры. Для песчаников также характерно наличие как обломков вулканического стекла, так и выполненные им интерстиции.

Терригенные литокласты представлены высокоуглеродистыми аргиллитами, алевролитами и мелкозернистыми песчаниками (рис. 3.5а). Тонкозернистые разновидности, как правило, кливажированы. Также в аркозах встречаются кварц-полевошпатовые сростки (рис. 3.6а) и единичные обломки кварцитов и кварцево-сланцев (рис. 3.6б).

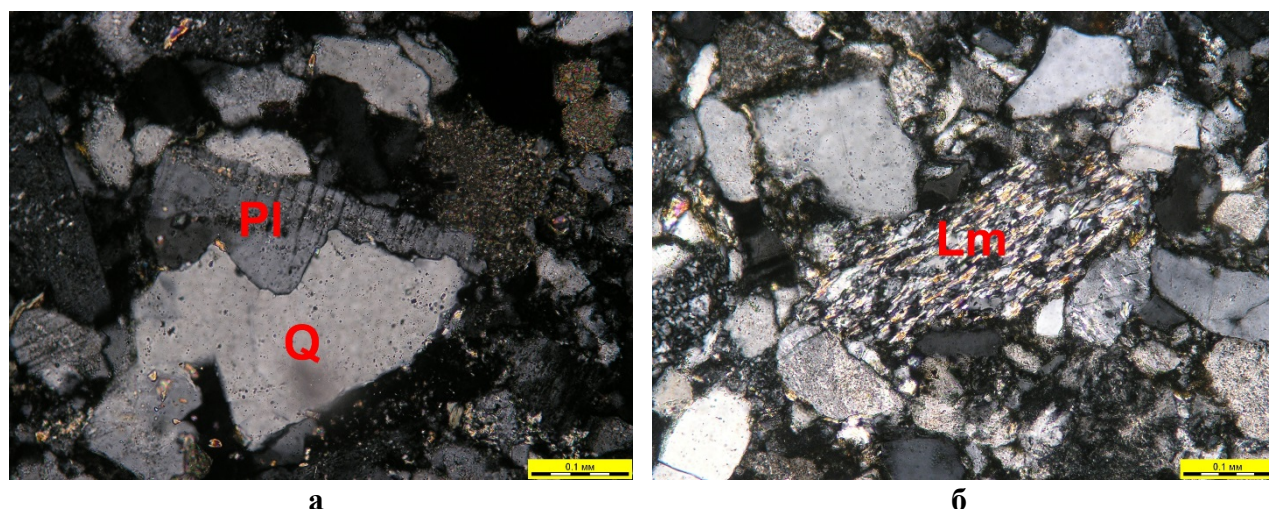


Рис. 3.6 Микрофотографии магматических и метаморфических обломков пород в песчаниках раучуанской свиты. а – сросток кварца и плагиоклаза (обр. 415/4-1); б – кварцево-сланцев (обр. 466/7-1)

По мнению М.Л. Гельмана, изучавшего петрографический состав раучуанских песчаников, они в значительной степени состоят из синхронного тефрогенного материала (Паракецов, Паракецова, 1989). Однако, обломочная структура, наличие характерных типов кварца, кварц-полевошпатовых сростков и результаты геохронологических исследований, приведенные ниже, указывают на накопление за счет размыва преимущественно древних гринитоидов. Дополнительными источниками сноса для раучуанской свиты являлись вулканиты и терригенные породы.

3.1.1.2. Состав волжских отложений (нетпнейвеемская свита)

Среди псаммитовых разностей *нетпнейвеемской* свиты преобладают туфопесчаники и песчаные туффиты. Наибольшее количество терригенного материала содержат образцы 464/1п, 51-1-5, 51-4-2, 53-2-7, 53-4-1 и 53-3-2, по классификации В.Д. Шутова (1972) их условно можно отнести к кварцево-полевошпатовым грауваккам (рис. 3.7).

Песчаники имеют среднюю степень сортированности, обломки в основном плохо окатаны или неокатаны. Матрикс глинистый, с примесью пеплового материала, образует контактовый тип цементации. Поровое пространство выполнено раскристаллизованным вулканическим стеклом. Общее количество цемента обычно не превышает 5% (рис. 3.8а).

Первичный матрикс преобразован в хлорит-иллитовый агрегат. Вулканическое стекло замещено хлоритом с аномальными голубыми интерференционными окрасками. Количество

вторичного карбоната островного типа, развитого по цементу и полевым шпатам, составляет 10%, в образце 53-4-1 увеличивается до 30%.

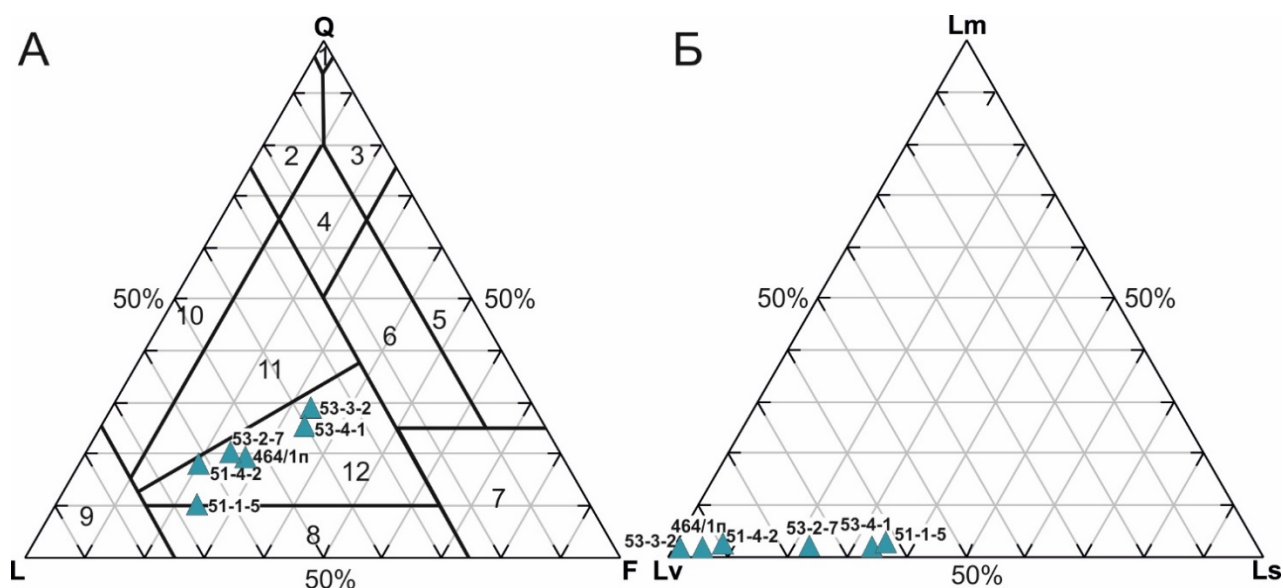


Рис. 3.7 Петрографический состав песчаников нетпейвеемской свиты. А – Классификационная диаграмма типов песчаных пород, поля нанесены по данным (Шутов, 1972); Б – соотношение обломков пород различного генезиса в песчаниках.

Ls – обломки осадочных пород, Lv – обломки вулканического происхождения, Lm – обломки магматических и метаморфических пород.

Остальные условные обозначения см. рис. 3.1

Породообразующие компоненты представлены кварцем (10-20%), полевыми шпатами (20-30%) и обломками пород (60-70%). Преобладает кварц с ровным погасанием, резорбированными контурами, редко содержит небольшое количество включений (рис. 3.9б). Поликристаллические разновидности находятся в подчиненном количестве (рис. 3.9а). Полевые шпаты представлены кристаллокластами различной формы со следами растворений и реже полисинтетическим двойникованием.

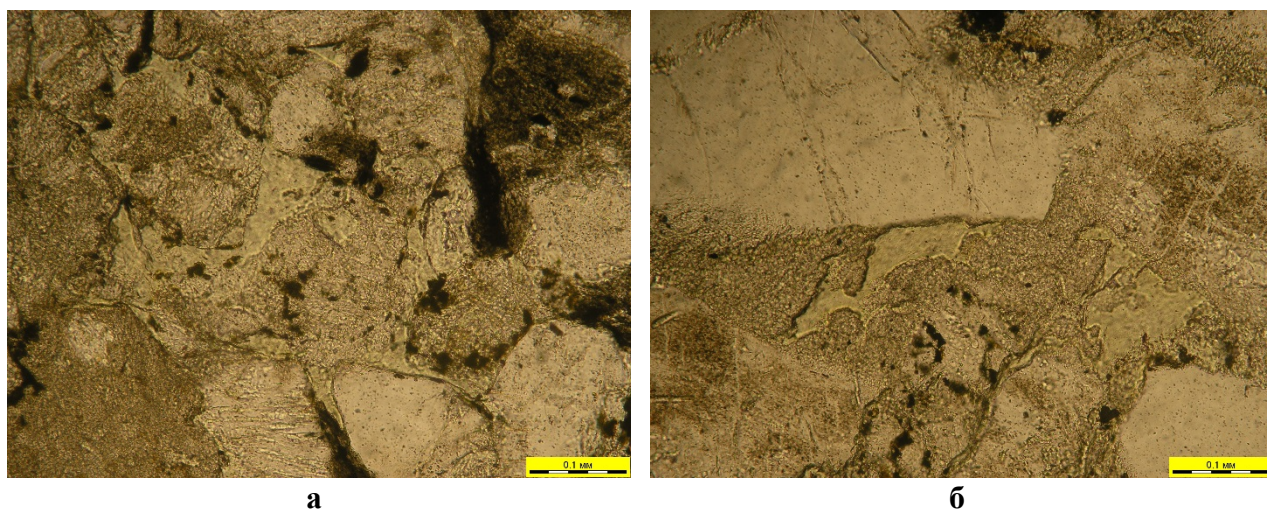
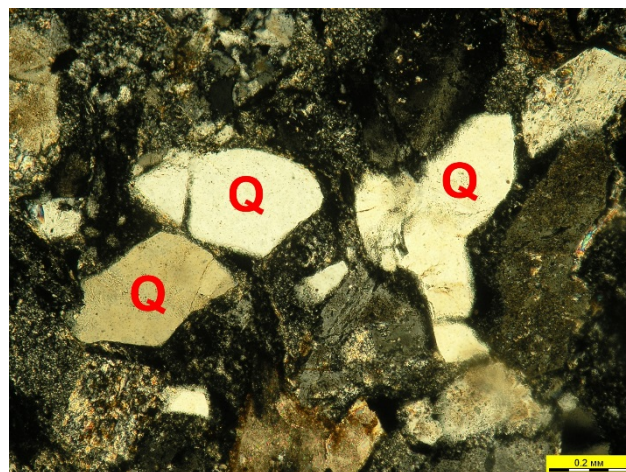


Рис. 3.8 Микрофотографии типов цементации в песчаниках нетпейвеемской свиты. а – порово-контактный (обр. 51-1-5); б – порово-базальный (обр. 53-3-2)



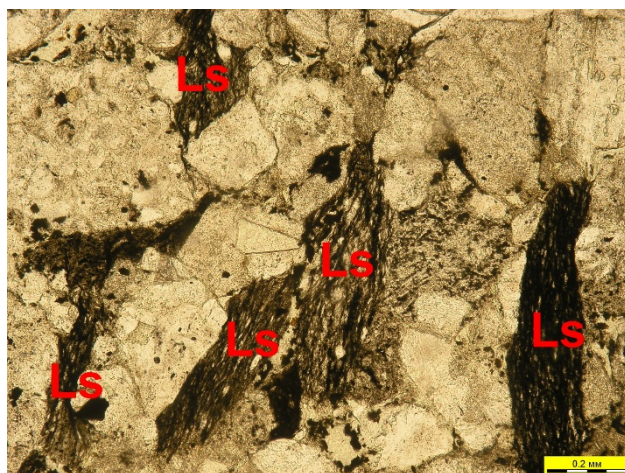
а



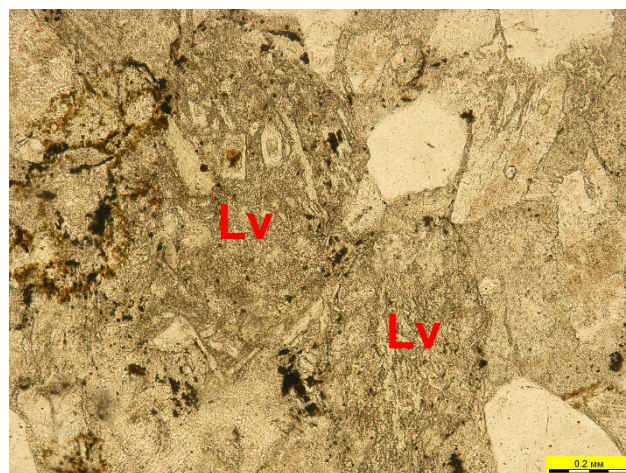
б

Рис. 3.9 Микрофотографии типов кварца в песчаниках нетпнейвеемской свиты. а – поликристаллический кварц (обр. 51-1-5); б – кварц с резорбированными контурами (обр. 53-3-2)

Среди обломков пород преобладают вулканические разновидности (до 96 %) (рис 3.7). Максимальное количество терригенных литокластов наблюдается в образце 51-1-5, где достигает 35 %. Также присутствуют единичные кварцево-сланцевые сланцы. Среди вулканитов преобладают средние и основные разновидности, количество кислых не превышает 10% (рис. 3.10б). Терригенные обломки представлены высокоуглеродистыми кливажированными аргиллитами, реже тонкозернистыми алевролитами, располагающимися конформно по отношению к другим зернам (рис. 3.10а).



а



б

Рис. 3.10 Микрофотографии обломков терригенных и вулканогенных пород в песчаниках нетпнейвеемской свиты. а – высокоуглеродистые кливажированные аргиллиты (обр. 51-1-5); б – вулканиты среднего состава (обр. 53-3-2)

В образцах 53-4-1 и 53-3-2 количество матрикса увеличивается до 10-15% (рис. 3.8б). Здесь он замещен кварц-хлорит-иллитовым агрегатом. Среди породообразующих компонентов преобладают мономинеральные зерна кварца и полевых шпатов, количество обломков уменьшается до 40%. Литокласты преимущественно представлены кислыми и средними вулканитами.

В туфопесчаниках и песчаных туффитах мономинеральные компоненты представлены не окатанными кристаллокластами кварца и полевых шпатов. Обломки пород имеют неправильную форму и занимают конформное положение.

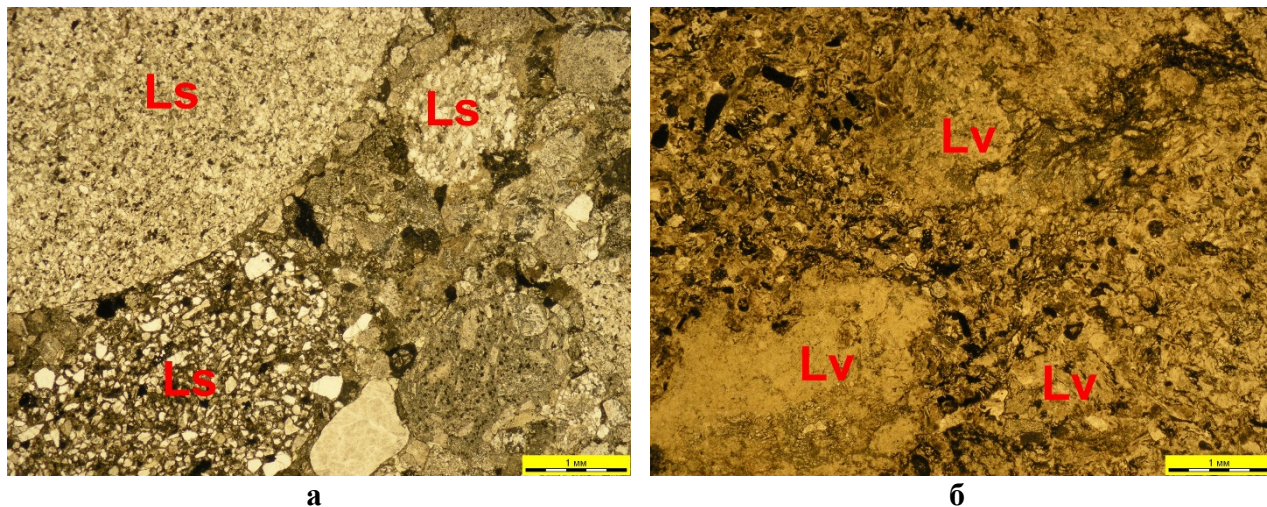


Рис. 3.11 Микрофотографии терригенных и вулканогенных литокластов в грубообломочных породах нетпнейвеемской свиты. а – окатанные обломки аргиллитов и алевролитов (обр. 51-3-1); б – не окатанные обломки вулканитов кислого состава (обр. 464/4г)

Обломочная часть туфогравеллитов и туфоконгломератов представлена терригенными и вулканогенными разностями. В образце 51-3 терригенные обломки имеют, как правило, среднюю или хорошую степень окатанности (рис. 3.11а). Среди вулканитов преобладают неокатанные андезиты и дациты. В разрезе 464/4 грубообломочные разновидности сложены неокатанными обломками терригенных пород и преимущественно кислыми вулканитами без четких границ и интерпретируются как туфобрекчии (рис. 3.11б). В целом, необходимо отметить, что количество обломков кислых вулканитов с увеличением зернистости породы увеличивается.

Таким образом, отложения нетпнейвеемской свиты накапливались за счет размыва преимущественно вулканитов, а также терригенных пород и содержат значительную долю синхронного тефрогенного материала.

3.1.1.3. Состав берриасских отложений (утувеемская свита)

По классификации В.Д. Шутова (1972) песчаники *утувеемской* свиты относятся к грауваккам и их кварцевым и кварцево-полевошпатовым разновидностям. Породы имеют среднюю степень сортированности, обломки в основном плохо окатаны или неокатаны.

Матрикс глинистый с примесью или высокой долей пеплового материала. Количество цемента в песчаниках составляет 5% (рис. 3.13а), а в образце 52-2-3 достигает 20% (рис. 3.13б). Первичный матрикс преобразован в кварц-хлорит-иллитовый агрегат. Вторичный карбонат развит по полевым шпатам, его количество не превышает 5%.

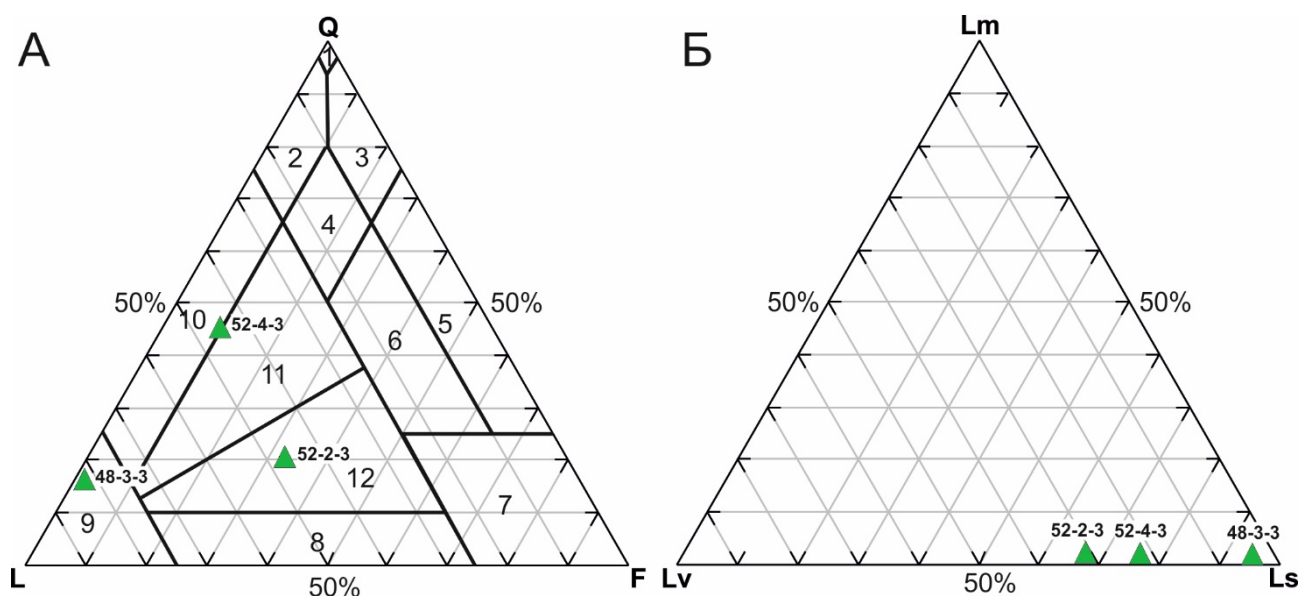


Рис. 3.12 Петрографический состав песчаников утувеевской свиты. А – Классификационная диаграмма типов песчаных пород, поля нанесены по данным (Шутов, 1972); Б – соотношение обломков пород различного генезиса в песчаниках. Условные обозначения см. рис. 3.1 и 3.7

Среди породообразующих компонентов преобладают обломки пород (от 46 до 82%). Мономинеральные зерна представлены кварцем (от 17 до 44 %) и полевыми шпатами (от 1 до 32%). В т.н. 48-3 кварц представлен мономинеральными и поликристаллическими разновидностями, в основном жильного облика, что особенно отчетливо наблюдается в гравелитах. В разрезе 52-1÷5 присутствуют кристаллокласты кварца с резорбированными контурами, характерные для вулканогенных пород (рис. 3.14а). Зерна полевых шпатов редко сдвойникованы, чаще встречаются в виде измененных разностей неправильной формы (рис. 3.14б).

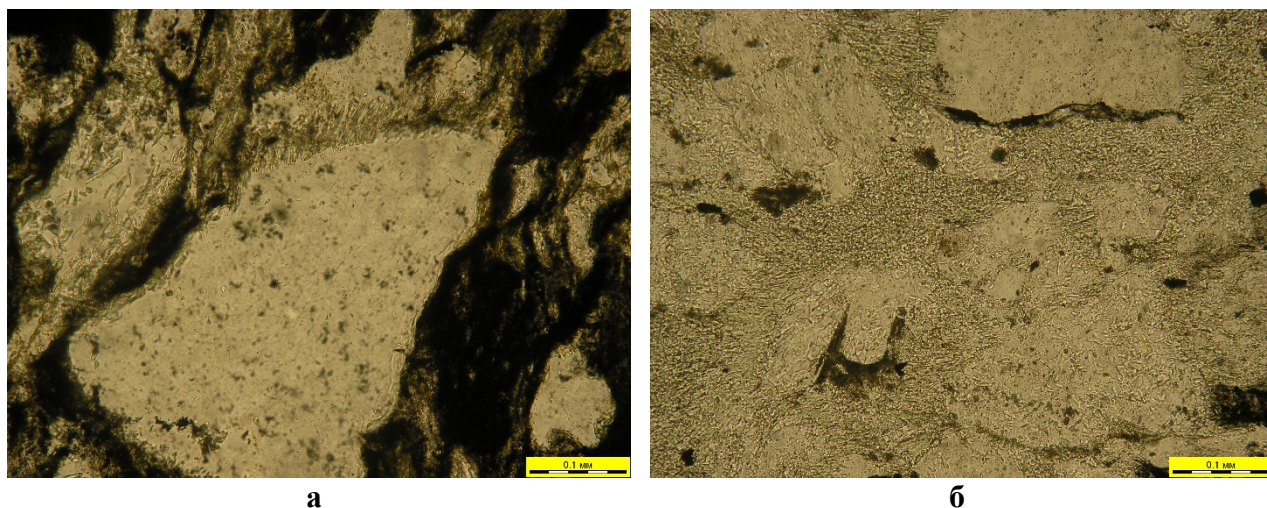


Рис. 3.13 Микрофотографии типов цементации в песчаниках утувеевской свиты. а – контактовый (обр. 48-3-3); б – порово-базальный (обр. 52-2-3)

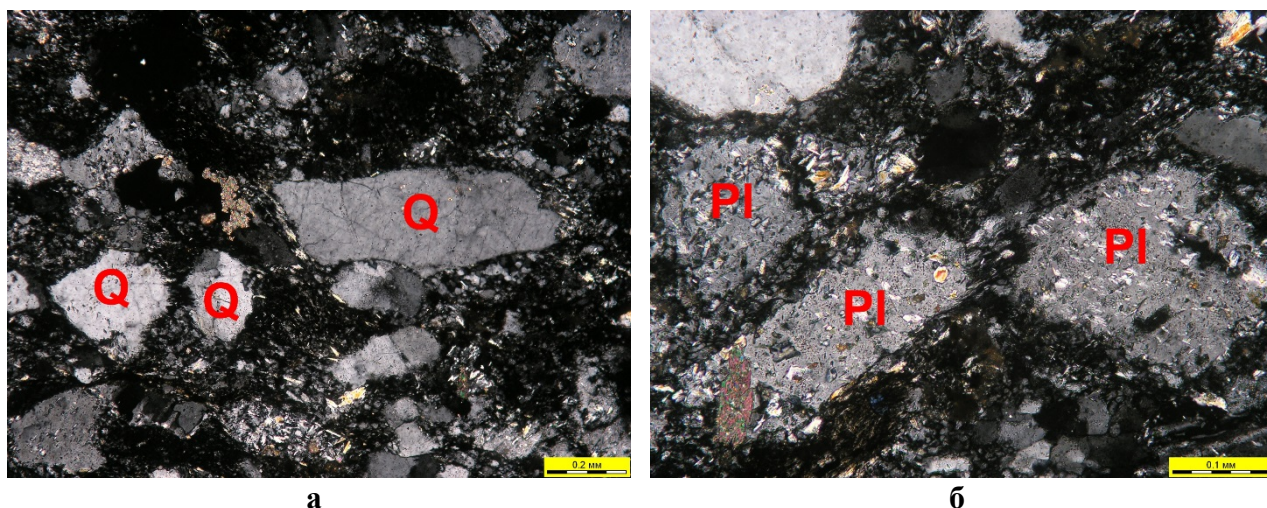


Рис. 3.14 Микрофотографии мономинеральных компонентов в песчаниках утуевской свиты. а – кварц (обр. 52-2-3); б – плагиоклаз (обр. 52-2-3)

Среди литокластов преобладают аргиллиты и алевролиты с высоким содержанием углистого детрита. Терригенные обломки в различной степени кливажированы и изменены, местами вплоть до кварцитов и кварцево-сланцев (рис. 3.15а,б). Обломки вулканитов представлены кислыми разновидностями (рис. 3.15б).

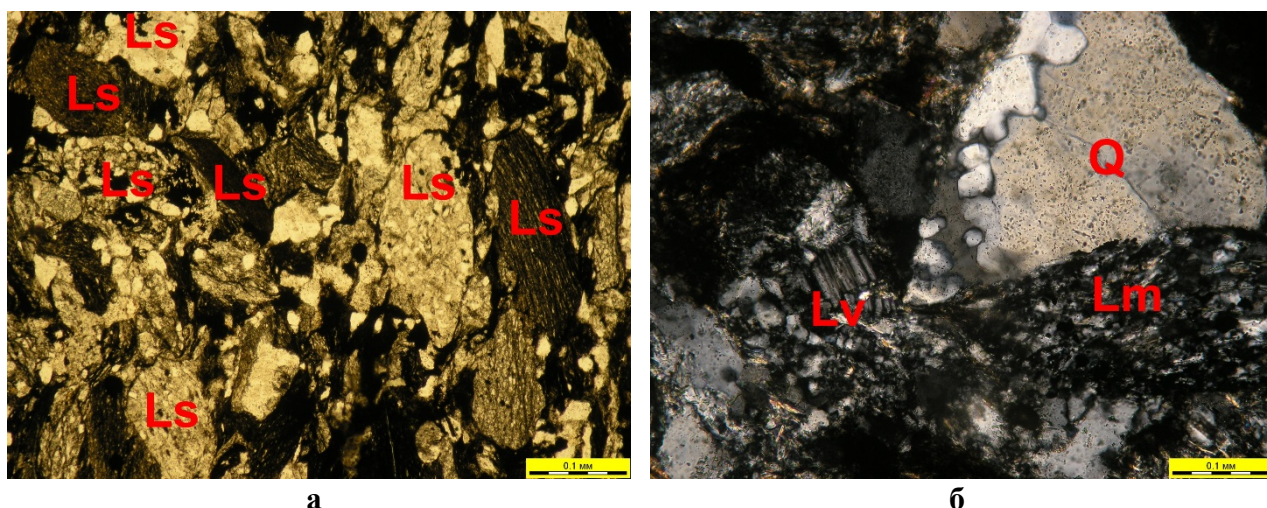


Рис. 3.15 Микрофотографии литокластов в песчаниках утуевской свиты. а – терригенные обломки (обр. 48-3-3); б – фельзит и кварцево-сланцев (обр. 48-3-3)

Благодаря большому содержанию высокоуглеродистых терригенных обломков песчаники имеют характерную черную окраску. Предшественники дали им название «яракваамские».

Необходимо отметить, что в породах т.н. 48-3 доминируют обломки аргиллитов, алевролитов и жильного кварца, они образованы за счет размыва преимущественно терригенного источника. В песчаниках разреза 52-1÷5 одновременно с увеличением доли обломков кислых вулканитов, возрастает количество неокатанных кристаллокластов кварца и плагиоклаза. Эти отложения формировались вследствие размыва как терригенного, так и вулканогенного источников.

3.1.1.4. Состав валанжинских отложений (погынденская свита)

Песчаники *погынденской* свиты по классификации В.Д. Шутова (1972) относятся к аркозам. Они имеют практически идентичный состав с песчаниками раучуанской свиты, что приводит к ошибкам при их стратификации. Однако большинство псаммитовых разностей погынденской свиты правильной относить к алевропесчаникам, с содержанием обломков размером более 0.1 мм от 50 до 80% (рис. 3.17а,б).

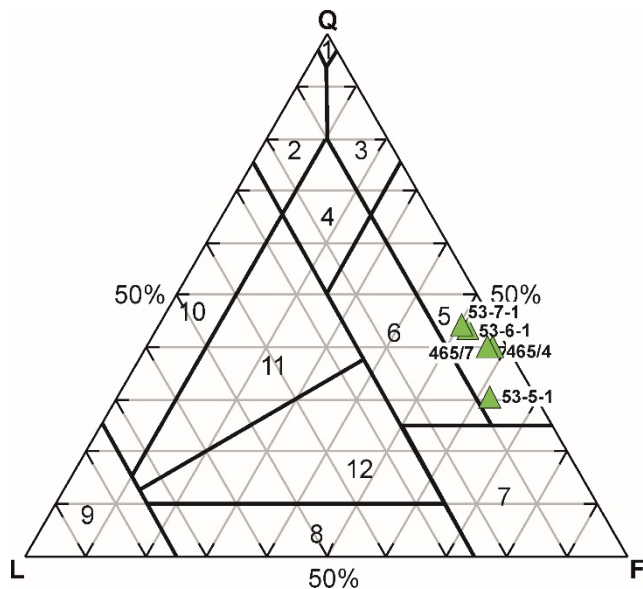
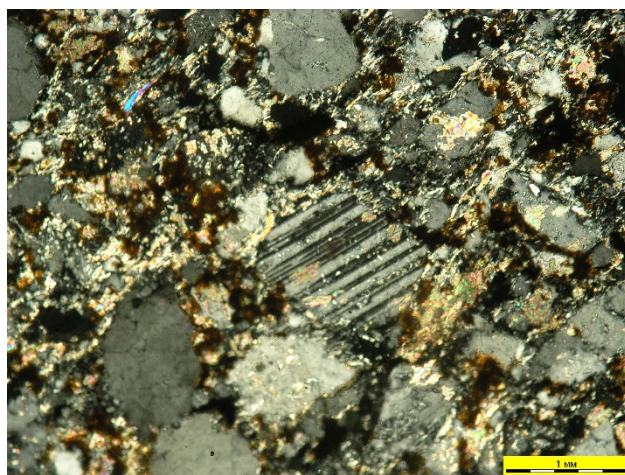
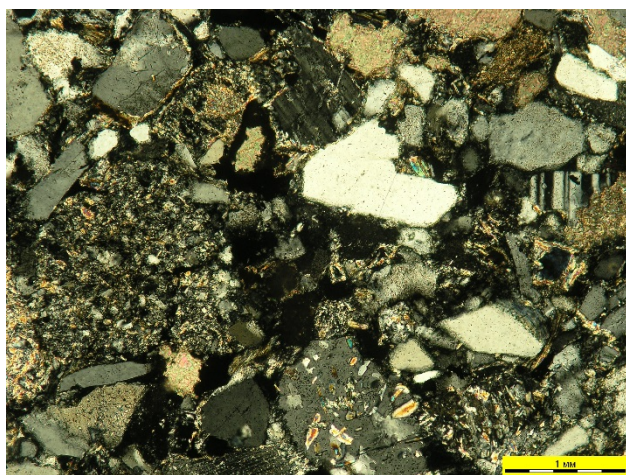


Рис. 3.16 Петрографический состав песчаников погынденской свиты (поля классификационной диаграммы нанесены по данным (Шутов, 1972)).

Условные обозначения см. рис. 3.1

Породы имеют плохую степень сортированности, обломки как правило неокатаны или плохо окатаны. Количество глинистого цемента составляет от 5 до 10%. Первичный матрикс преобразован в кварц-хлорит-иллитовый агрегат. Вторичный карбонат (не более 10%) развит по цементу и полевым шпатам. Редко встречающееся вулканическое стекло заполняет интерстиционное пространство.



а б

Рис 3.17. Микрофотографии типов псаммитовых пород погынденской свиты. а – песчаник, с содержанием обломков псаммитовой размерности более 80% (обр. 53-5-1); б – алевропесчаник, с содержанием обломков псаммитовой размерности более 50% (обр. 53-7-1)

Породообразующие компоненты представлены кварцем (30-50%), полевыми шпатами (44-60%), обломками пород (3-9%) и слюдистыми агрегатами (1-2%). Необходимо отметить, что количество кварца возрастает в алевропесчаниках с более низким содержанием обломков псаммитовой размерности.

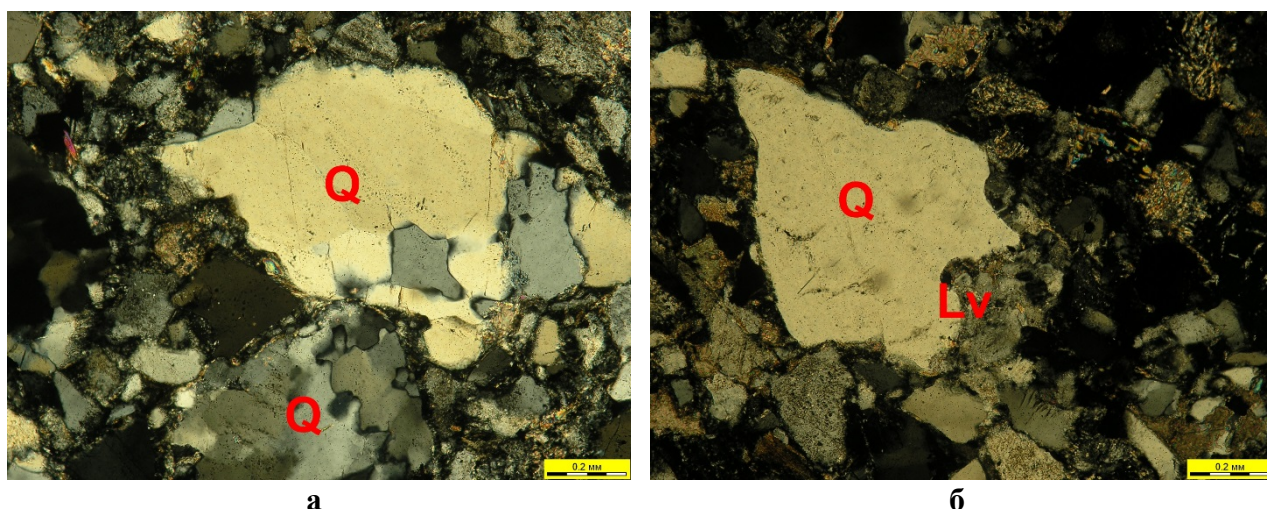


Рис. 3.18 Микрофотографии типов кварца в песчаниках погынденской свиты. а – поликристаллическая разновидность (обр. 53-5-1); б – кварцевый фенокристалл с резорбированными контурами в обломке фельзита (обр. 53-5-1)

Кварц представлен моно- и поликристаллическими разновидностями, часто наблюдаются более крупные обломки вулканогенного облика (рис. 3.18а,б). Среди полевых шпатов резко преобладают плагиоклазы. Кристаллы таблитчатой формы с полисинтетическим двойникованием, как правило, неокатаны. Также диагностируются плохоокатанные обломки неправильной формы, чаще подверженные вторичным изменениям (рис. 3.19а). Реже встречаются щелочные разновидности с хорошо выраженной микроклиновой решеткой (рис. 3.19б).

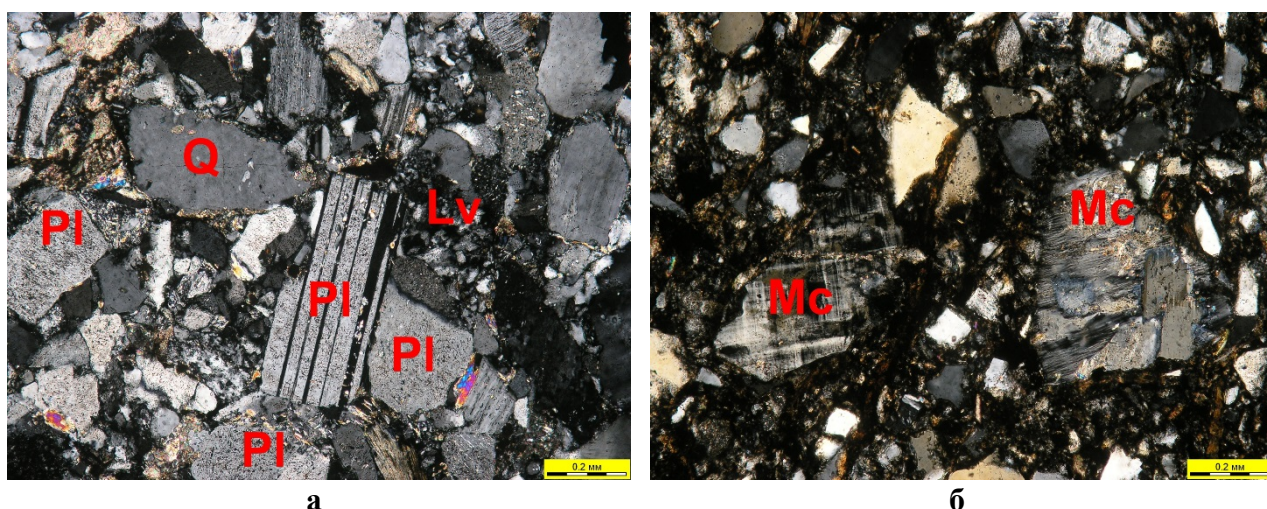


Рис. 3.19 Микрофотографии типов обломков полевых шпатов в породах погынденской свиты. а – два типа плагиоклаза в песчаниках (обр. 53-5-1); б – крупные обломки микроклина в песчанистом алевролите (обр. 465/2)

Обломки пород представлены преимущественно кислыми и средними вулканитами. Также диагностируются кварц-полевошпатовые сростки (рис. 3.20а) и единичные высокоуглеролистые аргиллиты (рис. 3.20б).

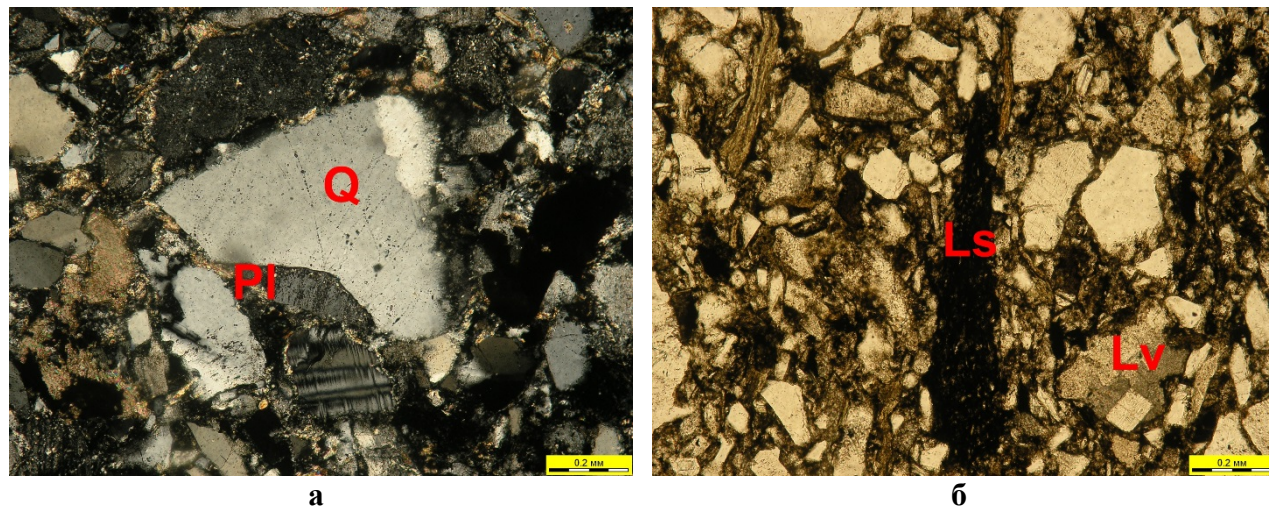


Рис. 3.20 Литокласты в породах погынденской свиты. а – кварц-полевошпатовый сросток в песчанике (обр. 53-5-1); б – крупные терригенный и вулканогенный обломки в песчаных алевролитах (обр. 465/1)

Слюдистые минералы представлены мусковитами и биотитами со стандартными оптическими характеристиками, а также частично хлоритизированными агрегатами с голубыми интерференционными окрасками.

По результатам петрографических исследований можно сделать вывод об основных источниках сноса для отложений погынденской свиты. В области размыва преобладали гранитоиды, второстепенными источниками являлись терригенные породы и вулканиты.

3.1.2. Состав верхнеюрско-нижнемеловых отложений Певекской впадины

3.1.2.1. Состав нерасчлененных верхнеюрско-нижнемеловых отложений

По петрографическим данным верхнеюрско-нижнемеловые песчаники Певекской впадины характеризуются непостоянством состава. Этот фактор влияет на сложность расчленения этих толщ. Тем не менее, набрав большую статистику по песчаникам из большинства выходов в пределах Певекской впадины и сравнив их с одновозрастными отложениями Раучуанской впадины, удалось выявить следующие закономерности. По соотношению основных породообразующих компонентов здесь можно выделить те же группы песчаников, что и в соседней впадине. Их отличительной особенностью является повышенное содержания кварца, что может быть объяснено бóльшим удалением от источников сноса (рис. 3.21).

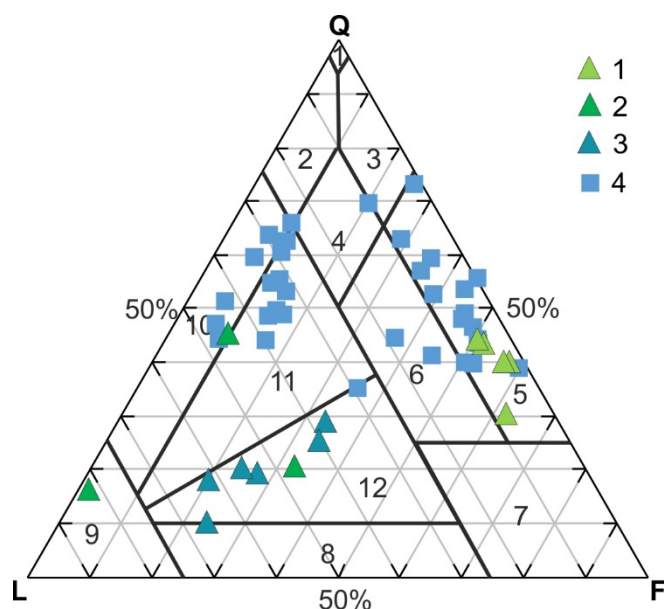


Рис. 3.21 Петрографический состав песчаников волжско-валанжинского возраста (поля классификационной диаграммы нанесены по данным (Шутов, 1972).

1-3 – состав песчаников Раучуанской впадины: 1 – погынденской свиты; 2 – утеевской свиты, 3 – нетпнейвеевской свиты; 4 – состав песчаников Певекской впадины
Остальные условные обозначения см. рис. 3.1

По составу к отложениям *нетпнейвеевской свиты* можно отнести центральные выходы в правом борту р. Лоотайпяяваам (т.н. 9-3÷4; 47-2÷3). Обнажающиеся здесь терригенные разновидности отличаются присутствием в своем составе большого количества вулканогенного материала.

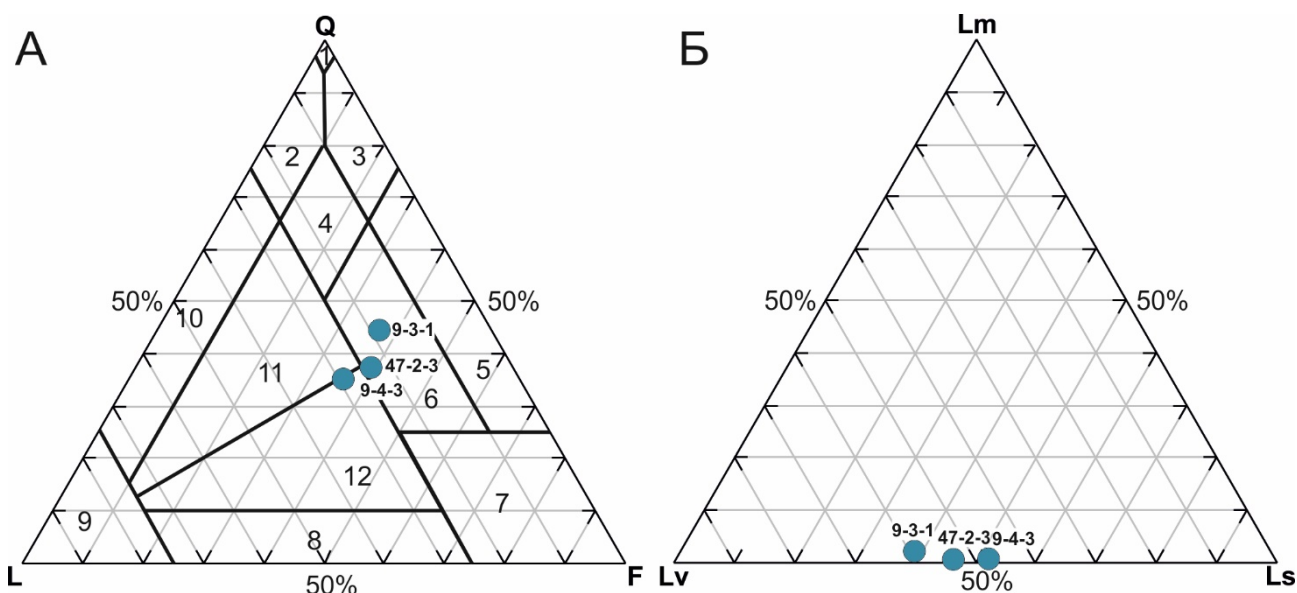


Рис. 3.22 Петрографический состав верхнеюрско-нижнемеловых песчаников в районе р. Лоотайпяяваам. А – Классификационная диаграмма типов песчаных пород, поля нанесены по данным (Шутов, 1972); Б – соотношение обломков пород различного генезиса в песчаниках. Условные обозначения см. рис. 3.1 и 3.7

По классификации В.Д. Шутова (1972) песчаники относятся к граувакковым аркозам и кварцево-полевошпатовым грауваккам, с порово-базальным типом цементации. Матрикс по

составу глинистый, с высокой долей пеплового материала, распределен равномерно. Количество цемента в среднезернистых песчаниках составляет 15%, в мелкозернистых разностях достигает 25%. Первичный матрикс преобразован в кварц-хлорит-иллитовый агрегат. Породообразующие компоненты представлены не окатанными зернами кварца (33-43%) и плагиоклаза (34-40%), обломками пород (18-28%), а также чешуйками биотита и частично хлоритизированной слюды с голубыми интерференционными окрасками (до 5%) (рис. 3.24б).

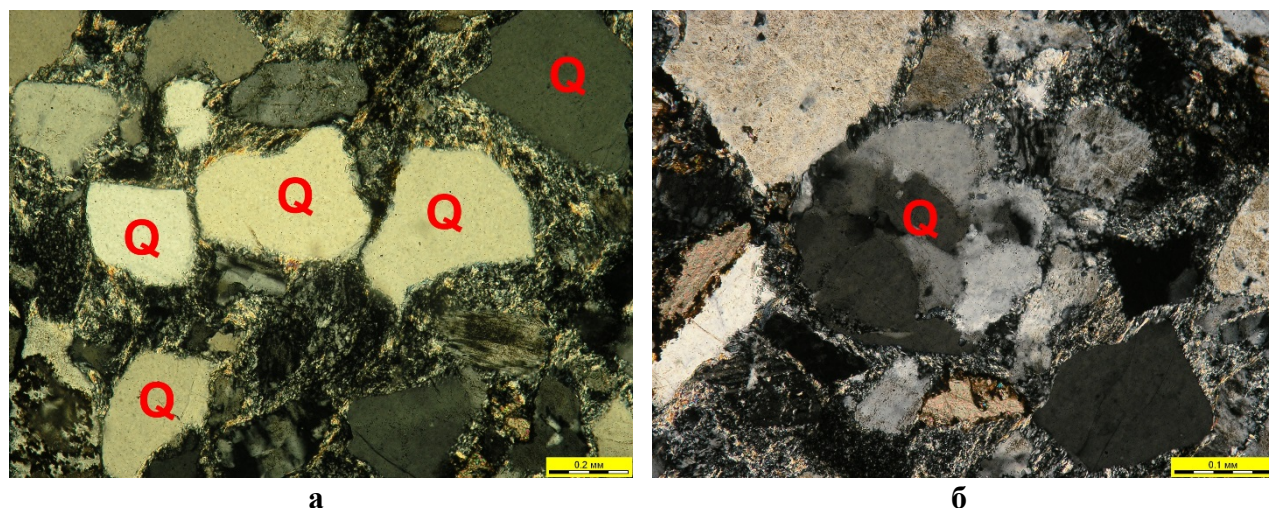


Рис. 3.23 Микрофотографии типов кварца в верхнеюрско-нижнемеловых песчаниках в районе р. Лоотайпыяваам. а – кварц с резорбированными контурами (обр.47-2-3); б – поликристаллическая разновидность жильного облика (обр. 9-3-1)

Кварц встречается в виде неокатанных обломков с резорбированными контурами, реже поликристаллических разностей (рис. 3.23а,б). Плагиоклазы представлены кристаллами таблитчатой формы, нередко с полисинтетическим двойникованием (рис. 3.24а).

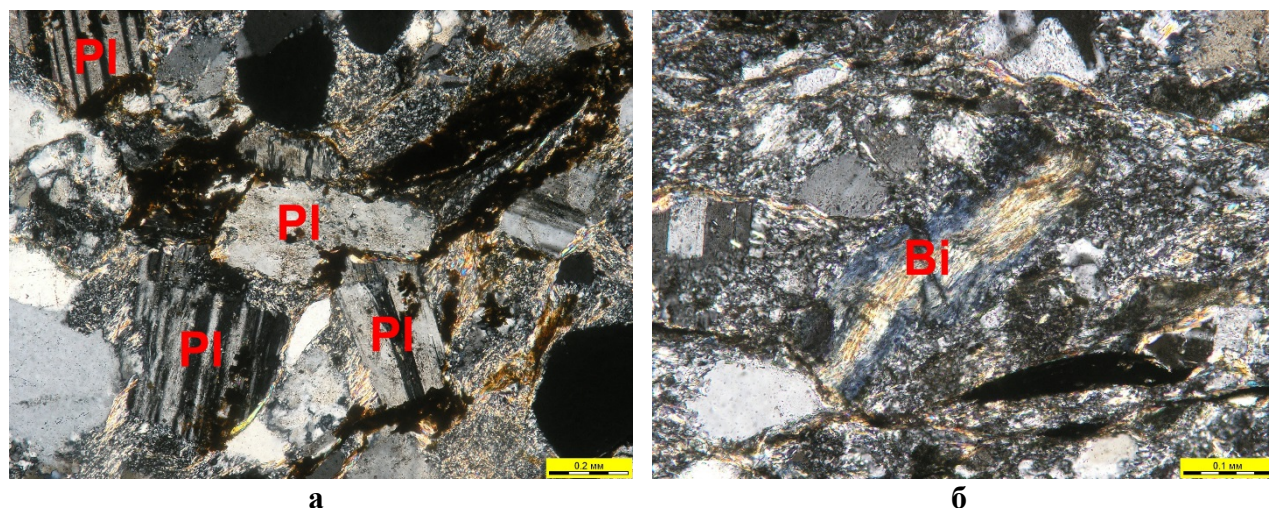


Рис. 3.24 Микрофотографии мономинеральных компонентов в песчаниках в районе р. Лоотайпыяваам. а – плагиоклазы (обр. 47-2-3); б – хлоритизированная слюда с голубыми интерференционными окрасками (обр. 9-4-3)

Примерно в равных соотношениях в песчаниках присутствуют обломки терригенных пород и вулканитов. Среди терригенных разностей преобладают кливажированные

высокоуглеродистые аргиллиты (рис. 3.25а). Обломки вулканитов кислого состава представлены кварц-полевошпатовыми агрегатами, нередко с фельзитовой структурой и порфировыми вкрапленниками этих минералов (рис. 3.25б).

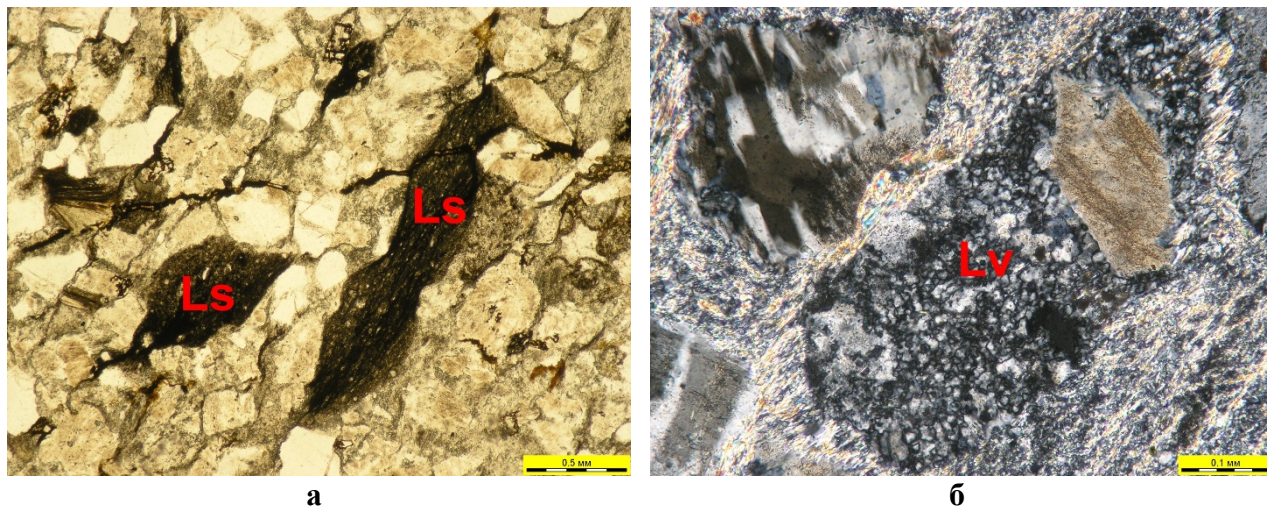


Рис. 3.25 Микрофотографии обломков пород в песчаниках в районе р. Лоотайпяяваам. а – кливажированные высокоуглеродистые аргиллиты (обр. 47-2-3); б – вулканит кислого состава (обр. 47-2-2)

Также в разрезе присутствуют породы, которые классифицируются как туфопесчаники и туфоалевролиты. Туфопесчаники представлены полевошпатово-кварцевыми крупно-мелкозернистыми разностями с туфовой структурой (рис. 3.26а). Породы плохо сортированы, обломки неокатаны. Цемент по составу алевритово-глинистый с высокой долей пеплового материала, распределен равномерно. Первичный матрикс преобразован в кварц-хлорит-иллитовый тонкочешуйчатый агрегат. Количество обломочного материала псаммитовой размерности составляет 30%. Породообразующие компоненты идентичны вышеописанным в граувакках. В породе присутствуют в следующих соотношениях: кварц (до 50%), полевые шпаты (до 25%), обломки пород (20-25%) и слюдистые минералы (5-10%).

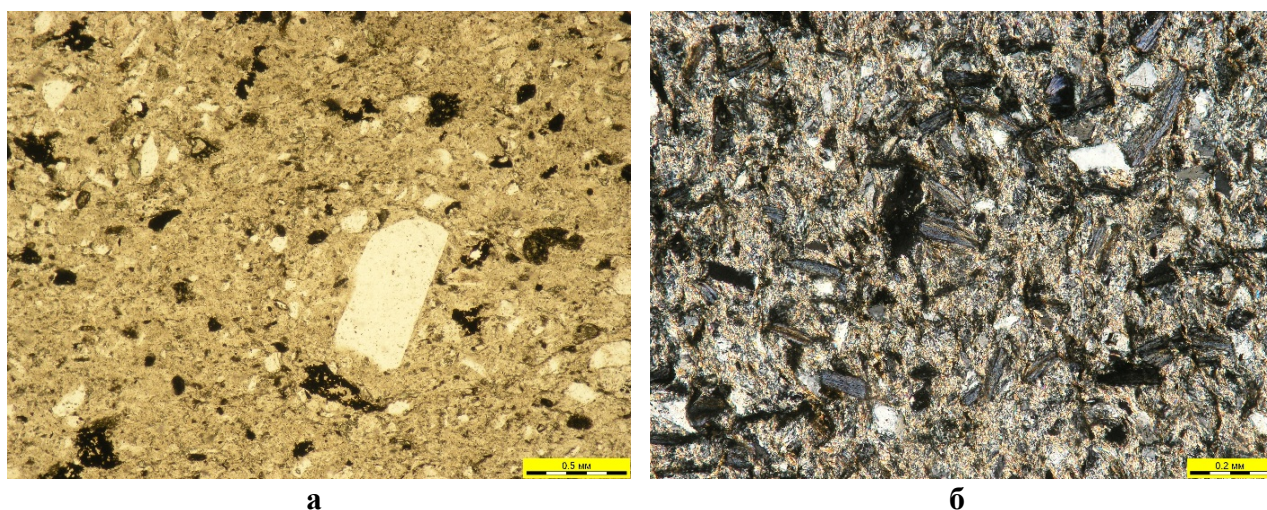


Рис. 3.26 Микрофотографии типовых верхнеюрско-нижнемеловых отложений в районе р. Лоотайпяяваам. а – туфопесчаник полевошпатово-кварцевый мелко-крупнозернистый (обр. L9-3-3); б – алевролит полевошпатово-кварцевый-слюдистый крупнозернистый (обр. L9-4-4)

Туфоалевролиты представлены крупно-среднезернистыми полевошпатово-кварцево-слюдистыми разностями (рис. 3.26б). Сортировка породы средняя, окатанность алевритовых зерен отсутствует. Глинисто-слюдистый матрикс с примесью пеплового материала распределен неравномерно и образует цемент базального типа. Первичный матрикс преобразован в кварц-хлорит-иллитовый агрегат. Количество обломочного материала алевритовой размерности составляет 45% и псаммитовой 10%.

Отличительной особенностью этих алевролитов является преобладание среди породообразующих компонентов слюдистых минералов, количество которых превышает 50%. Они представлены чешуйками биотита и частично хлоритизированной слюды с голубыми интерференционными окрасками. Биотит обесцвечен и слабо плеохроирует, чешуйки расщеплены на тонковолнистые агрегаты. Мономинеральные компоненты также представлены неокатанными кристаллокластами кварца (до 30%) и плагиоклаза (до 15%). В составе этих пород также встречаются обломки вулканитов кислого состава и кливажированных высокоуглеродистых аргиллитов (до 5%).

Накопление отложений, относимых к нетпнейвеемской свите, происходило за счет размыва преимущественно вулканитов кислого состава, и в меньшей степени терригенных пород. Большое количество синхронного пеплового материала попадало в осадок.

Кварцевые и полевошпатово-кварцевые граувакки из отложений Певекской впадины по составу схожи с «яракваамскими» песчаниками утувеемской свиты Раучуанской структуры и имели те же источники сноса.

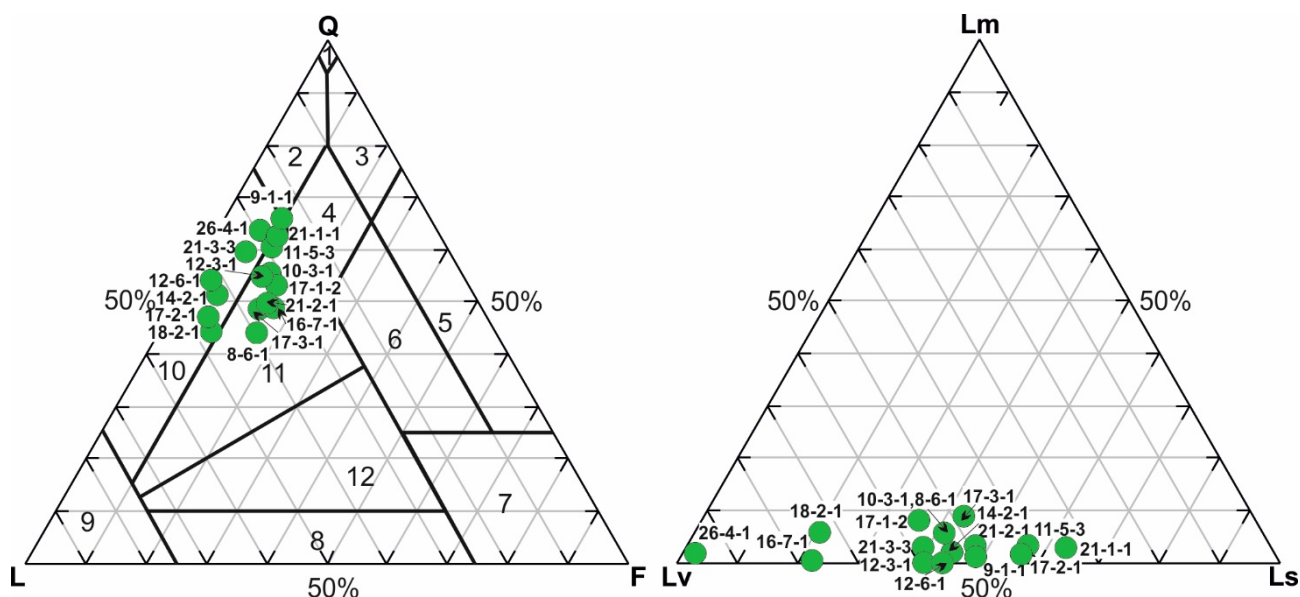


Рис. 3.27 Петрографический состав верхнеюрско-нижнемеловых граувакковых песчаников Певекской впадины. А – Классификационная диаграмма типов песчаных пород, поля нанесены по данным (Шутов, 1972); Б – соотношение обломков пород различного генезиса в песчаниках. Условные обозначения см. рис. 3.1 и 3.7

Породы имеют среднюю степень сортированности, обломки в основном плохо окатаны или неокатаны. Матрикс глинистый с примесью пеплового материала. Количество цемента в песчаниках составляет 10-15%, а в некоторых образцах (12-6-1, 17-2-1, 21-3-3, 26-4-1) достигает 20%. Первичный матрикс преобразован в кварц-хлорит-иллитовый агрегат. Количество вторичного карбоната островного типа не превышает 5%.

Породообразующие компоненты встречаются в следующих соотношениях: кварц от 42 до 64%, полевые шпаты от 5 до 17%, обломки пород от 22 до 48 % и слюдистые минералы до 6%.

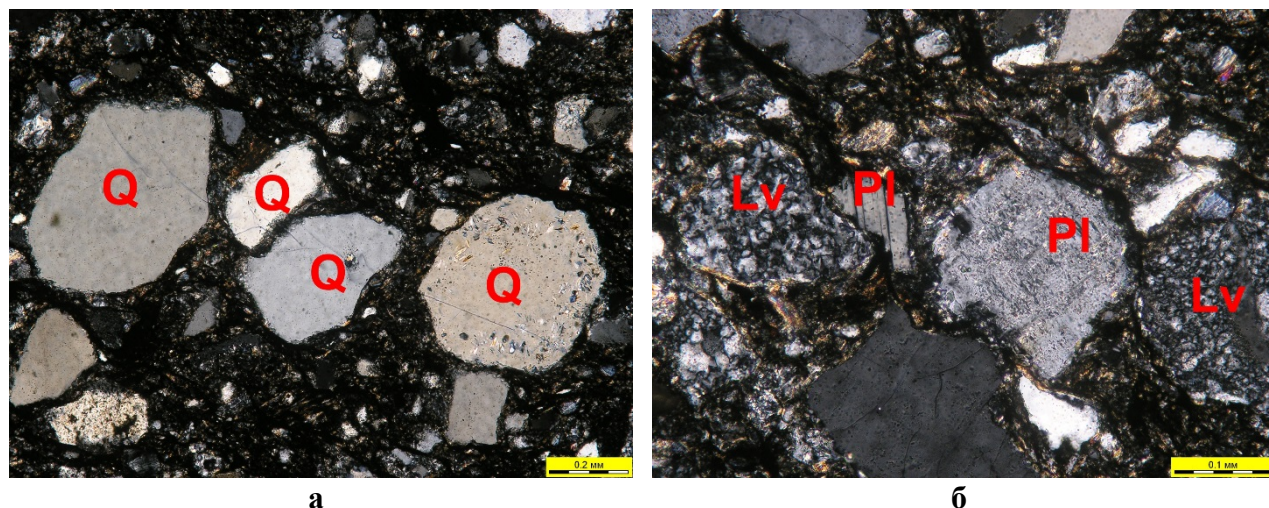


Рис. 3.28 Микрофотографии мономинеральных обломков в граувакках Певекской впадины. а – кварц с резорбированными контурами (обр. 21-3-3); б – два типа плагиоклаза (обр. 21-3-3)

Преобладает кварц с волнистым погасанием и резорбированными контурами (рис. 3.28а), реже встречаются поликристаллические разновидности и блочное строение. Плагиоклазы наблюдаются двух типов. В основном они представлены крупными серецитизированными обломками, реже мелкими кристаллами таблитчатой формы с полисинтетическим двойникованием (рис. 3.28б).

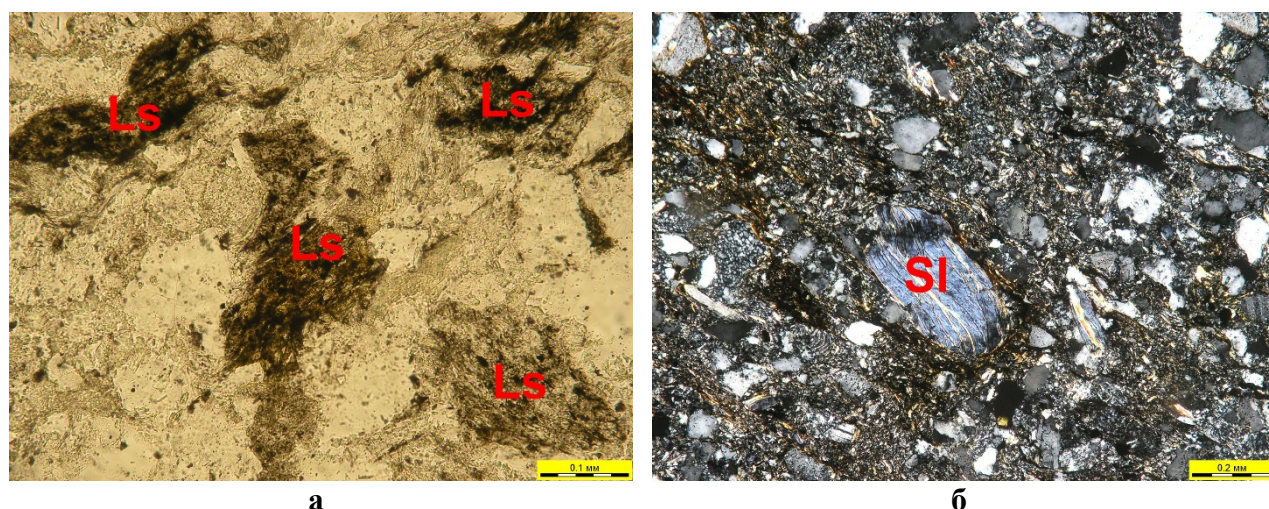


Рис. 3.29 Микрофотографии породообразующих компонентов в граувакках Певекской впадины а - обломки высокоуглеродистых терригенных пород (обр. 17-3-1); б – частично хлоритизированная слюда с голубыми интерференционными окрасками (обр. 12-3-1)

Обломки вулканитов и терригенных пород присутствуют в различных соотношениях (рис. 3.27б). Среди вулканических разновидностей преобладают кварцево-полевошпатовые агрегаты, нередко с фельзитовой структурой (рис. 3.28б). Терригенные высокоуглеродистые обломки занимают конформное положение по отношению к мономинеральным компонентам (рис. 3.29а).

Слюдистые минералы в основном представлены частично хлоритизированными чешуйками с голубыми интерференционными окрасками (рис. 3.29б), реже встречаются мусковиты и биотиты.

Еще одна разновидность верхнеюрско-нижнемеловых песчаников Певекской впадины по соотношению главных пороодообразующих компонентов относится преимущественно к аркозам (рис. 3.30). По составу эти отложения близки с породами *погынденской свиты* Раучуанской впадины и имели схожие источники сноса. Песчаники средней степени сортированности. Обломки в основном плохо окатаны или неокатаны. Количество цемента изменяется от 5 до 20%. Матрикс алевроитово-глинистый, распределен неравномерно, образует цемент порово-контактного, реже порово-базального типа. Количество вторичного карбоната островного типа, развитого по цементу и полевым шпатам, достигает 10%. Пороодообразующие компоненты представлены зернами кварца (40-60%) и полевыми шпатами (25-60%), обломками пород (1-13%) и слюдистыми минералами (до 5%)

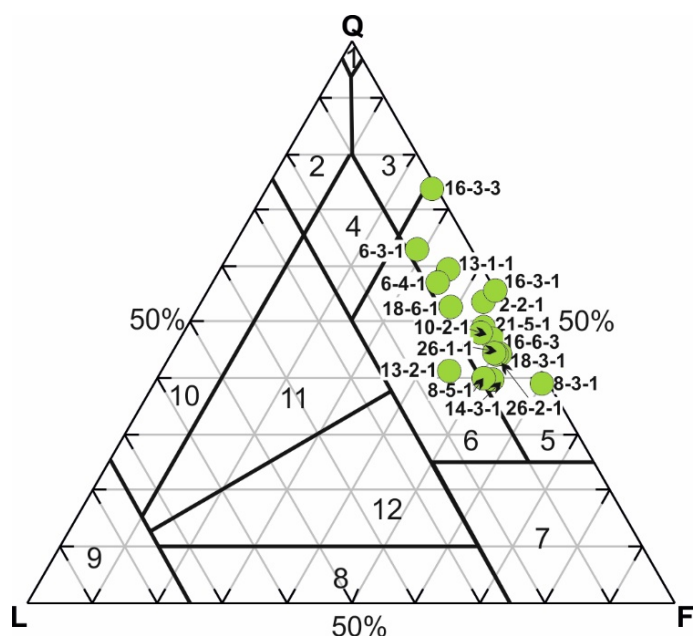


Рис. 3.30 Петрографический состав верхнеюрско-нижнемеловых аркозовых песчаников Певекской впадины (поля классификационной диаграммы нанесены по данным (Шутов, 1972). Условные обозначения см. рис. 3.1

Преобладает кварц с волнистым погасанием, часто с включениями рутила, реже встречаются кристаллокласты с резорбированными контурами и поликристаллы (рис. 3.31).

Среди полевых шпатов резко преобладают плагиоклазы. Они встречаются двух типов: сильноизмененные слабоокатанные агрегаты и сдвойникованные разновидности идиоморфной таблитчатой формы, по составу олигоклазы (рис. 3.31). Калиевые полевые шпаты представлены единичными микроклинами, пелитизированными ортоклазами и пертитами.

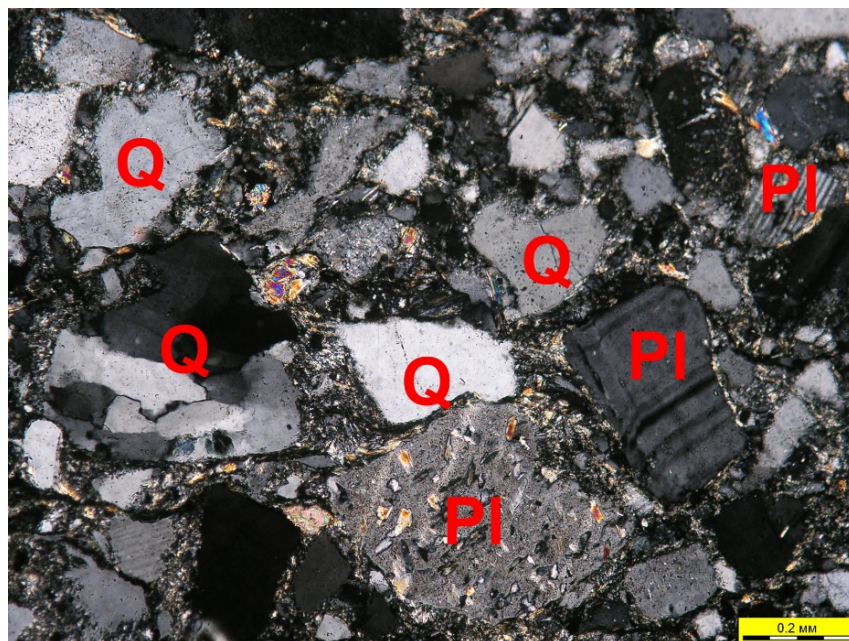
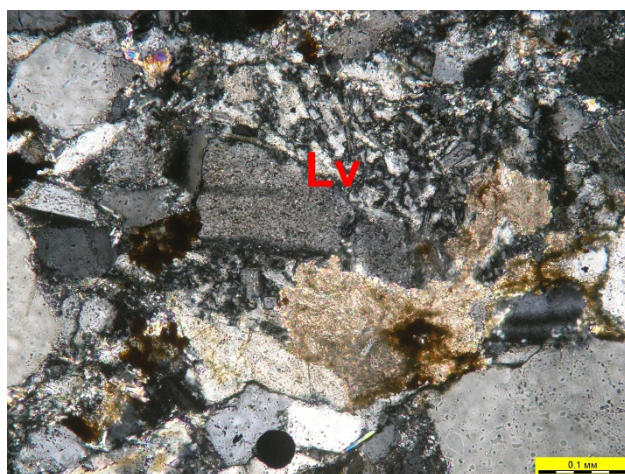
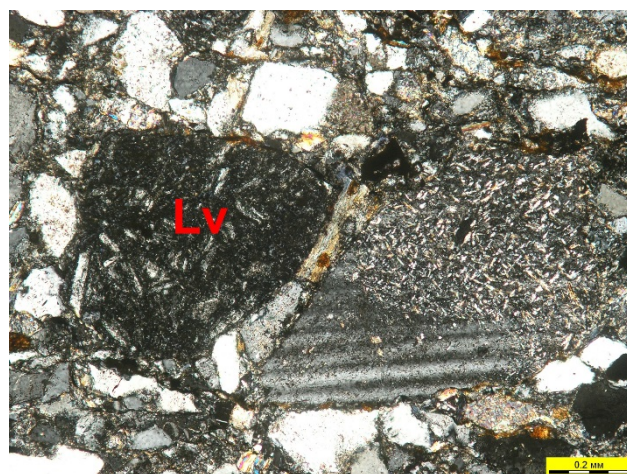


Рис. 3.31 Микрофотографии типов кварца и полевых шпатов в аркозовых песчаниках Певекской впадины (обр.10-2-1)

Преобладающая часть литокластов – вулканиты, преимущественно среднего и кислого составов. Они представлены обломками, не имеющими четких форм, нередко с порфировой структурой (рис. 3.32а). Вулканиты с низким содержанием кремнезема присутствуют в виде более окатанных микрозернистых агрегатов с отдельными микролитами плагиоклаза (рис. 3.32б). Вулканическое стекло, как правило, занимает интерстиционное пространство, полностью замещено хлоритом.



а



б

Рис. 3.32 Микрофотографии обломков вулканитов в аркозовых песчаниках Певекской впадины. а – неокатанный обломок вулканита среднего состава с вкрапленником плагиоклаза (обр. 8-3-1); б – хорошо окатанный обломок вулканита основного состава (обр. 18-3-1)

Среди обломков пород также распространены кварц-полевошпатовые сростки (рис. 3.33а) и метаморфические кварцево-слюдистые разновидности. Реже встречаются единичные кливажированные высокоуглеродистые аргиллиты (рис. 3.33б).

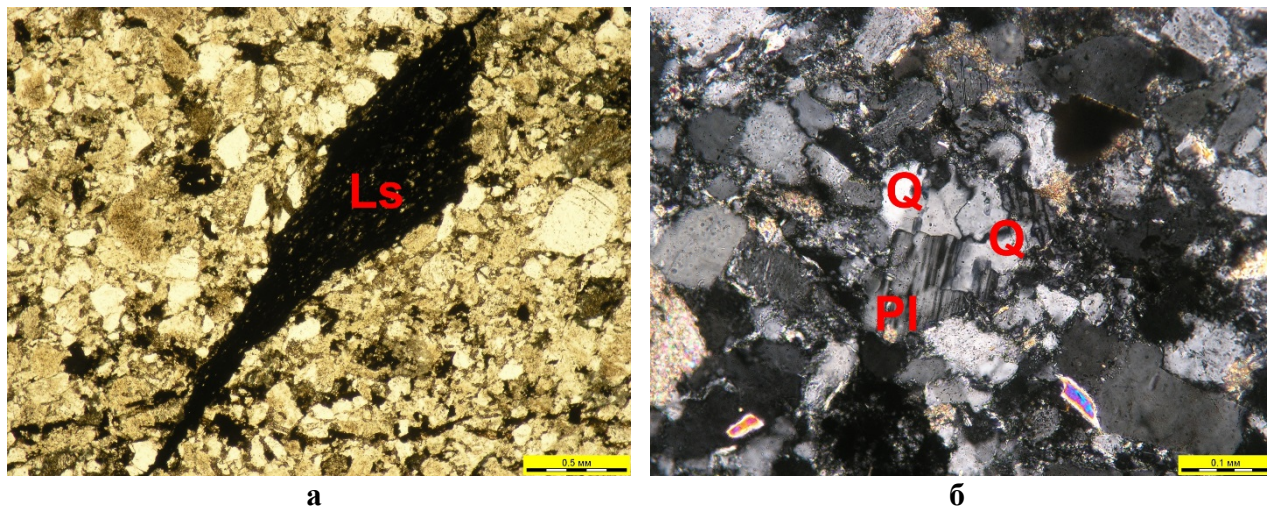


Рис. 3.33 Микрофотографии обломков пород в аркозовых песчаниках Певекской впадины. а – высокоуглеродистый кливажированный аргиллит (обр. 8-3-1); б – кварц-полевошпатовый сросток (обр. 14-3-1)

Слюдистые минералы представлены чешуйками мусковита, биотита и голубых слюд. Биотит обесцвечен и слабо плеохроирует в бледно-зеленых и светло-оливковых тонах. Иногда чешуйки биотита расщеплены на тонковолокнистые агрегаты, а по трещинкам спайности наблюдаются выделения криптозернистого сидерита. Мусковит имеет стандартные оптические характеристики (рис. 3.34б). Также встречаются частично хлоритизированные слюдяные агрегаты с аномальными голубыми интерференционными окрасками. (рис. 3.34а)

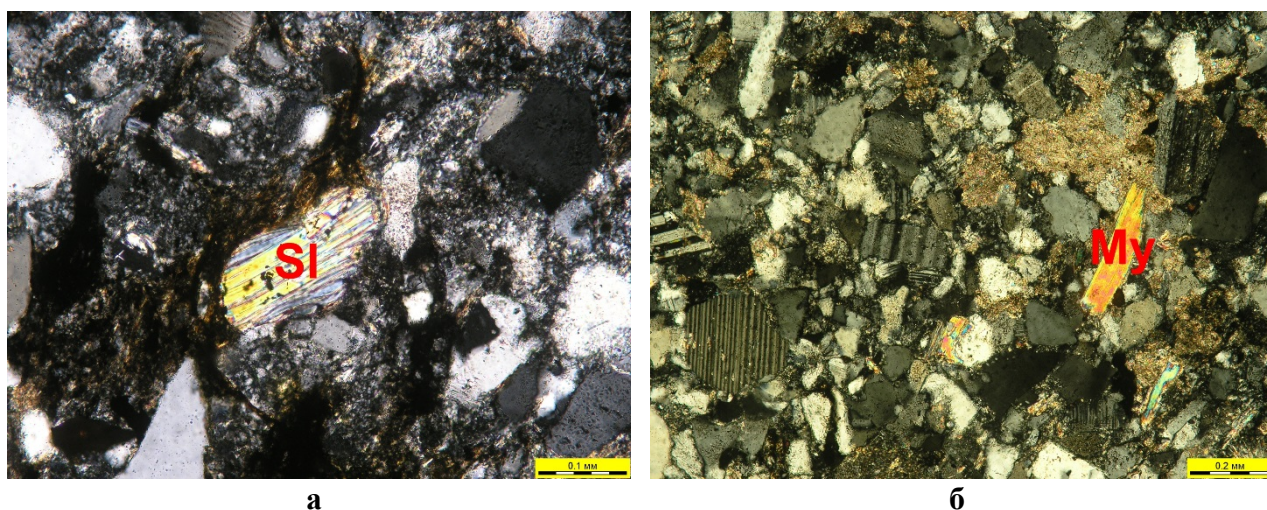


Рис. 3.34 Микрофотографии слюдяных минералов в аркозовых песчаниках Певекской впадины. а – частично хлоритизированная слюда с голубыми интерференционными окрасками (обр. 6-4-1); б – мусковит (обр. 14-3-1)

3.1.3. Состав верхнеюрско-нижнемеловых отложений Верхне-Пегтымельской впадины

3.1.3.1. Состав волжских отложений (имлекинская свита)

Песчаники имлекинской свиты характеризуются как незрелые, и по классификации В.Д. Шутова (1972) относятся к кварцевым, кварцево-полевошпатовым и полевошпатово-кварцевым грауваккам (рис. 3.35). Породы имеют среднюю степень сортированности, обломки в основном плохо окатаны или неокатаны.

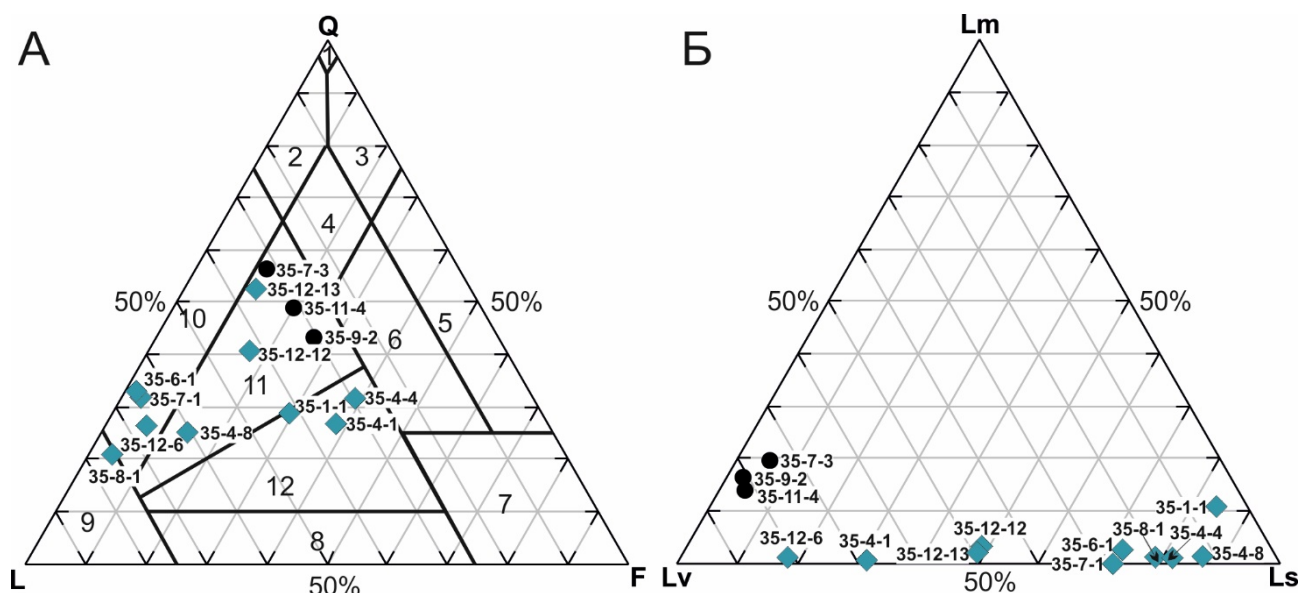


Рис. 3.35 Петрографический состав песчаников имлекинской свиты. А – Классификационная диаграмма типов песчаных пород, поля нанесены по данным (Шутов, 1972); Б – соотношение обломков пород различного генезиса в песчаниках.

Условные обозначения см. рис. 3.1 и 3.7

Матрикс глинистый с примесью или высокой долей пеплового материала. Количество цемента колеблется от 5 до 10 % (рис. 3.26а), в единичных образцах увеличивается до 15% (образцы 35-4-1, 35-12-13) и до 20% (образец 35-4-4) (рис. 3.36б). В основном встречается контактовый или порово-контактный тип цементации.

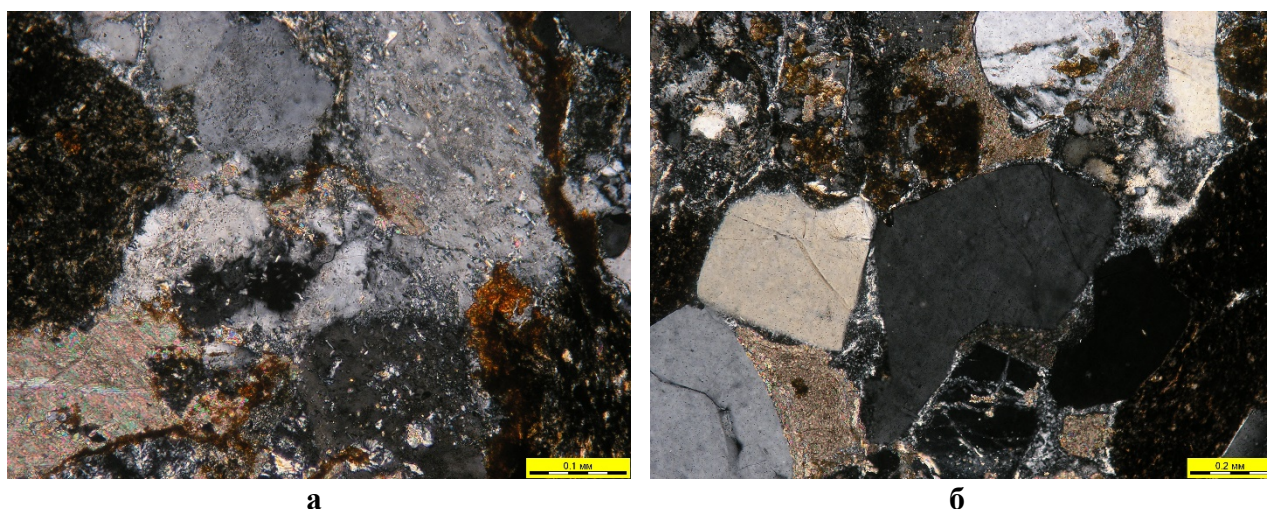


Рис. 3.36 Микрофотографии типов цементации и развития вторичного карбоната в песчаниках имлекинской свиты. а – контактовый, количество цемента 5% (обр.35-1-1); б – порово-базальный, количество цемента до 20% (обр.35-4-4)

Первичный матрикс преобразован в кварц-иллитовый агрегат. Количество вторичного карбоната островного типа, развитого по цементу и полевым шпатам достигает 10% (рис. 3.36а,б).

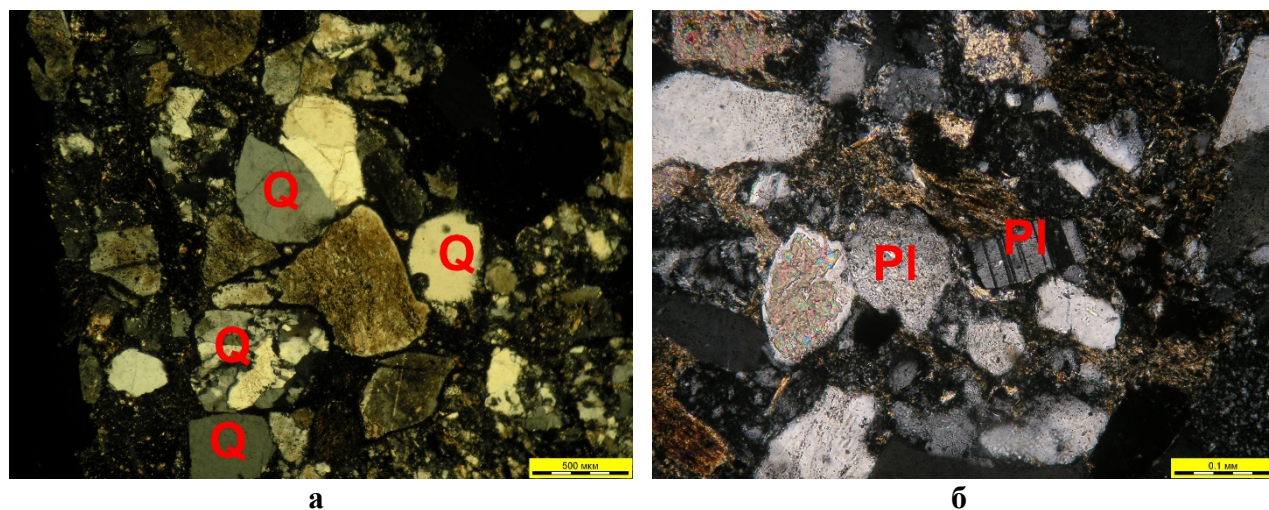


Рис. 3.37 Микрофотографии мономинеральных компонентов в песчаниках имлекинской свиты. а – типы кварца (обр. 35-1-5); б – типы плагиоклазов (обр. 35-12-12)

Породообразующие компоненты в песчаниках представлены кварцем, полевыми шпатами, обломками пород и слюдами в различных соотношениях (рис. 3.35). Среди зерен кварца встречаются три морфологические разновидности: плохоокатанный монокристаллический кварц с волнистым погасанием и незначительным количеством мелких газовых и газовой-жидких включений, поликристаллический жильного облика и, как правило, более крупные кристаллокласты треугольной формы с резорбированными контурами (рис. 3.37а).

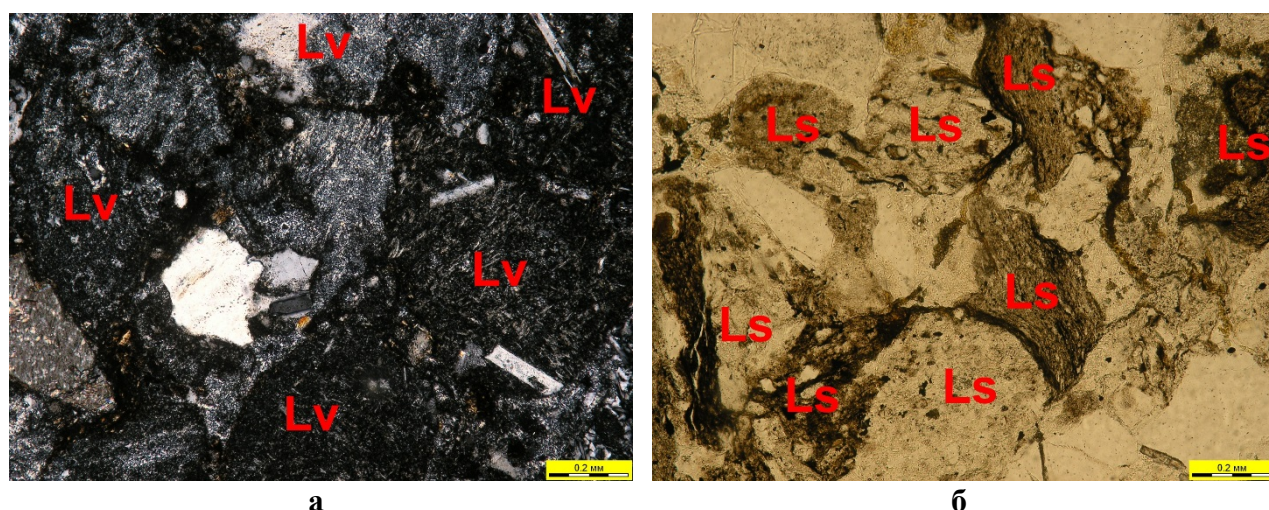


Рис. 3.38 Микрофотографии обломков пород в псаммитовых разностях имлекинской свиты. а – обломки вулканитов в туфопесчанике (обр. 35-12-7); б – обломки терригенных пород в песчанике (обр. 35-4-8)

Полевые шпаты представлены как зернами плагиоклаза идиоморфной таблитчатой формы, так и более крупными кристаллокластами различной формы (рис. 3.37б) со следами растворения, полисинтетическим двойникованием или зональным строением. Чешуйки

биотита расщеплены на тонковолнистые агрегаты, и обычно занимают конформное положение по отношению к другим обломкам. Среди литокластов преобладают терригенные и вулканические разновидности (рис. 3.35б). Обломки осадочных пород представлены аргиллитами, алевролитами и мелкозернистыми песчаниками. Аргиллиты часто кливажированы, имеют темно-коричневую окраску за счет высокой доли рассеянного углефицированного детрита (рис. 3.38б). Обломки вулканитов умеренно кислого состава представлены кварцево-полевошпатовыми агрегатами, нередко с фельзитовой структурой. Андезиты встречаются в виде обломков основной массы, сложенной ориентированными или хаотично расположенными микролитами плагиоклаза различной размерности (рис. 3.38а). Вулканическое стекло, как правило, занимает интерстиционное пространство и полностью раскристаллизовано. Среди обломков также встречаются единичные метаморфические кварцево-сланцевые породы и кварц-полевошпатовые сростки.

В песчаниках из выделенных в разрезе двух уровней с высоким содержанием вулканогенного материала одновременно с увеличением доли пеплового материала в матриксе резко возрастает количество кристаллокластов вулканического облика и свежих, неокатанных обломков вулканитов, преимущественно среднего состава (рис. 3.38а). Такие породы классифицируются как туфопесчаники (обр. 35-4-1, 35-4-4, 35-12-6, 35-12-7).

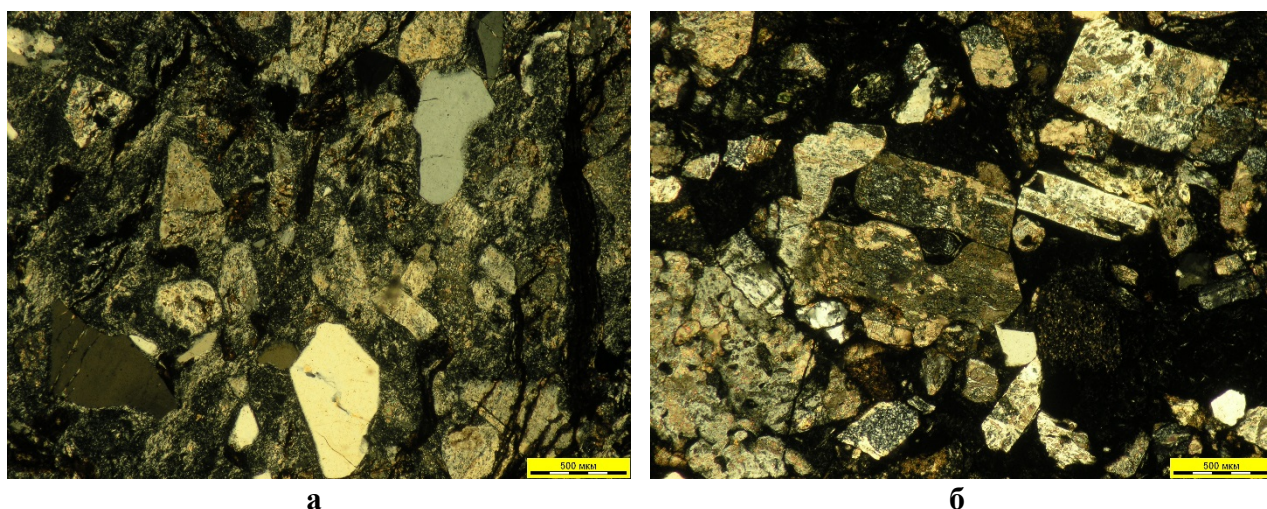


Рис. 3.39 Микрофотографии песчаных туффитов имлекинской свиты. а – песчаный туффит с высоким содержанием матрикса (обр. 35-1-5); б – песчаный туффит с минимальным количеством матрикса (обр. 35-12-11)

К этим же уровням приурочены песчаные туффиты. В нижнем уровне (с 10 до 60 м) в их составе отмечается высокое содержание матрикса (рис. 3.39а). В образце 35-1-5 оно максимально и составляет 40%, цемент базальный, сортировка средняя. Кристаллокласты (размерность 0.5-1 мм) свежие, неокатанные, имеют вулканический облик: кварц (22%) с заливами и включениями микрофельзитовой массы, а также более мелкие угловатые обломки; полевые шпаты (70%) оплавленные и округлые с внедрениями неправильной формы,

встречаются sdвойникованные, реже зональные; биотит (8%) расщеплен, не плеохроирует, замещен высокожелезистым карбонатом. Из верхнего уровня с повышенным содержанием вулканогенного материала в породах (интервал 450-470 м) описан второй тип песчаного туффита (обр. 35-12-11). Он характеризуется минимальным количеством матрикса (менее 5%), с пленочным типом цементации (рис. 3.39б). Среди мономинеральных зерен (размерность 0.2-2 мм) преобладают полевые шпаты (43%), часто оплавленные или округлые с заливами и внедрениями микрофелизитовой массы неправильной формы. В подчиненном количестве встречаются кварц (8%) с резорбированными контурами различной формы и биотит (1%), имеющий вид расщепленных, слабо плеохроирующих агрегатов, замещенных высокожелезистым карбонатом. Обломки пород конформированы согласно кристаллокластам. Вулканиды (44%) имеют преимущественно андезитовый состав, реже встречаются дацитовые разновидности. Вулканическое стекло подвержено вторичным изменениям, заполняет интерстиционное пространство. Необходимо отметить наличие обломков осадочных пород до 3% в виде кливажированных алевролитов и аргиллитов.

Таким образом, можно сделать вывод, что песчаники накапливались в основном в результате размыва терригенных и вулканических пород, преимущественно среднего и умеренно кислого составов. Дополнительными источниками сноса могли быть граниты и метаморфические комплексы. Наличие пеплового материала свидетельствует о синхронной эруптивной вулканической деятельности.

В составе обломочной части конгломератов и галечных глин преобладают хорошо окатанные обломки аргиллитов, алевролитов и тонкозернистых песчаников, в подчиненном количестве менее окатанные обломки жильного кварца и вулканитов среднего и умеренно кислого составов.

Гальки песчаников отличаются по петрографическим данным от песчаников имлекинской свиты (рис. 3.35а,б). Они отчетливо диагностируются в шлифах по доминирующему количеству мономинеральных обломков кварца и sdвойникованных идиоморфных табличек полевого шпата, а также наличию мусковита. Отмечается преобладание вулканитов кислого состава среди литокластов и увеличенное количество, по сравнению с песчаниками имлекинской свиты, сростков кварца и полевых шпатов, а также метаморфических кварцево-слюдистых пород. Единичные обломки осадочных разностей здесь представлены не кливажированными высокоуглеродистыми аргиллитами.

Гальки алевролитов, аргиллитов и, реже, мелкозернистых песчаников, как правило, кливажированные и разбиты кварцевыми прожилками.

Обломки жильного кварца практически неокатаны, их размер редко достигает 4-5 см. Они представлены поликристаллической разновидностью этого минерала молочного цвета.

Среди обломков вулканитов преобладают андезиты и дациты. Стоит отметить, что количество обломков вулканического генезиса с увеличением размерности уменьшается, одновременно с увеличением терригенных разновидностей. Так количество обломков вулканитов в песчаниках составляет от 8 до 82% (в среднем 43%), в гравелитах от 5 до 32% (в среднем 17%), и в конгломератах около 1%. Это может свидетельствовать о некоторой удаленности этого источника сноса по сравнению с терригенным.

Размываемые терригенные комплексы относятся как минимум к предыдущему этапу осадконакопления, они подверглись деформациям и гидротермальному воздействию.

Вулканогенный материал в основном свежий, практически не окатан, что указывает на размыв преимущественно функционирующей дуги, поставляющей также пепловый материал в осадок.

3.2. Результаты работ на сканирующем микроскопе

Полученные результаты петрографических исследований по наиболее представительным шлифам были заверены на сканирующем электронном микроскопе с анализатором. Наибольший интерес представляли составы полевых шпатов и минералов-индикаторов источников сноса.

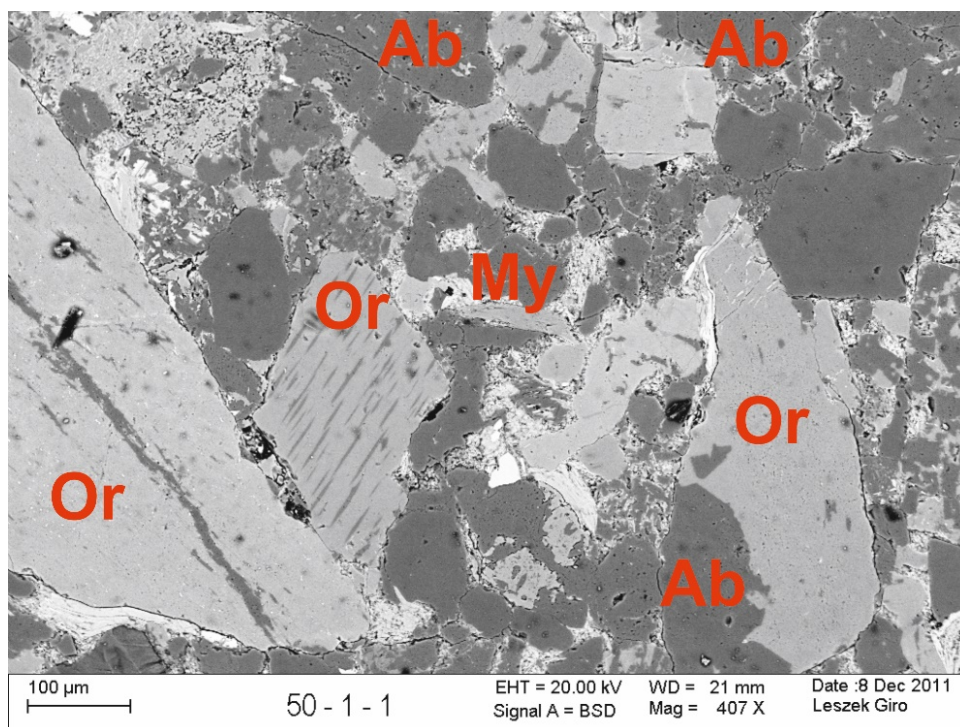


Рис. 3.41 Микрофотография шлифа 50-1-1 в отраженных электронах

Для песчаников раучуанской свиты (обр. 466/7-1÷4, 470/5-2, 50-1-1, 50-3-4) характерно присутствие значительного количества калиевых полевых шпатов, до 40% от общего количества полевых шпатов. По составу среди них преобладают чистые анортиты, встречаются также щелочные полевые шпаты с натриевой составляющей до 20% (рис. 3.42),

альбитизированные разновидности и пертиты (рис. 3.41). Плагиоклазы представлены двумя типами. Для неокатанных кристаллов таблитчатой формы в большинстве случаев диагностируется альбитовый состав. Более измененные слабо окатанные обломки, как правило, имеют олигоклазовый состав.

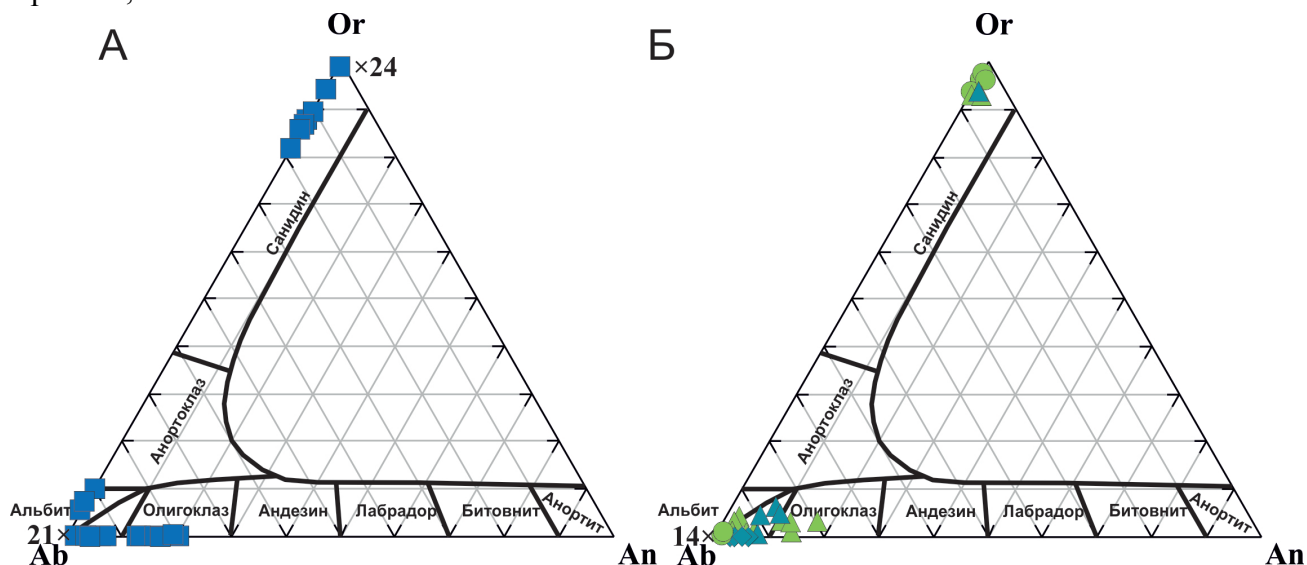


Рис. 3.42 Диаграммы состава и номенклатура полевых шпатов. А – для песчаников раучуанской свиты; Б – для волжско-валанжинских песчаников

Ab – альбитовая, Or – ортоклазовая и An – анортитовая составляющие
Остальные условные обозначения см. рис. 3.45

В отложениях нетпнейвеемской свиты калиевые разновидности полевых шпатов отсутствуют. Единственный обломок был встречен в образце 464/4г. Плагиоклазы представлены кристаллокластами альбита с анортитовой составляющей от 3 до 10% и ортоклазовой от 0 до 7%.

В песчаниках утувеемской свиты встречаются только кислые плагиоклазы с анортитовой составляющей до 10%. Для отложений погынденской свиты характерно присутствие единичных зерен калиевых полевых шпатов и двух типов плагиоклаза.

Среди акцессорных минералов в верхнеюрско-нижнемеловых песчаниках преобладают циркон, сфен, апатит. Представители фемической ассоциации, такие как пироксены и роговая обманка не наблюдались. Они также не были диагностированы в тяжелой фракции при минералогическом анализе.

Для песчаников раучуанской свиты характерно присутствие эпидота и граната. Изученные гранаты относятся к альмандин-пироповому ряду. По геохимическим характеристикам они соответствуют гранатам гранулитовой фации метаморфизма (рис. 3.43). Гранаты из образца 51-1-5 песчаника нетпнейвеемской свиты, отличаются более высоким содержанием кальция и марганца. Альмандины такого состава формируются в условиях высоких давлений из магм M/I типа (Harangi et al., 2001). Схожие по составу первичные гранаты изучены в неогеновых андезитах и дацитах вулканической дуги в пределах Паннонской впадины (Карпаты) (Harangi et al., 2001).

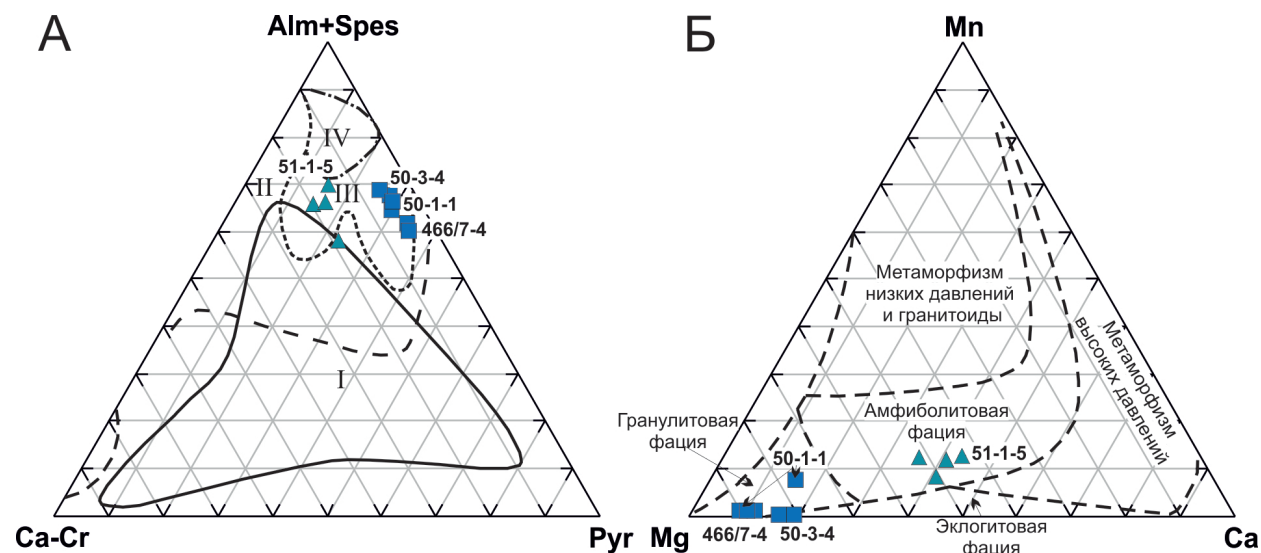


Рис. 3.43 Положение фигуративных точек составов гранатов из песчаников раучуанской и нетпнейвеемской свит. А – на дискриминантной диаграмме пироп-альмандиновых гранатов разных фаций метаморфизма, поля составов нанесены по данным (Соболев, 1970); Б – на дискриминантной диаграмме гранатов из различных метаморфических пород и гранитоидов, поля составов нанесены по данным (Teraoka, 2003)

Фации метаморфизма: I – зеленосланцевая, II – амфиболитовая, III – гранулитовая, IV – эклогитовая
Примечание: на А – миналы в молекулярных процентах, на Б – элементы в формульных единицах

Среди слюдястых минералов наибольший интерес представляют белые слюды, поскольку биотиты в большей степени подверглись вторичным изменениям и чаще всего хлоритизированы.

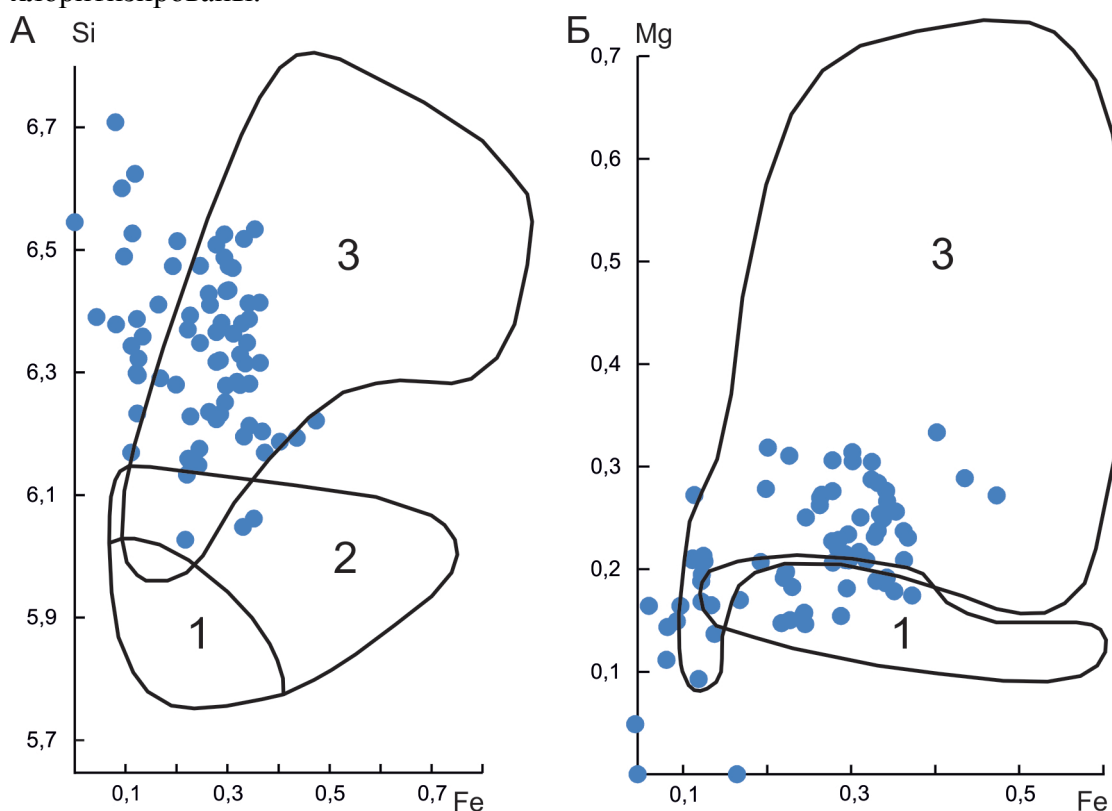


Рис. 3.44 Положение фигуративных точек составов мусковитов из верхнеюрско-нижнемеловых песчаников на дискриминантных диаграммах мусковитов различного генезиса, поля составов нанесены по данным (Куприянова, 1989)

1 – граниты, 2 – пегматиты и жилы, 3 – метаморфические породы

Примечание: элементы даны в формульных единицах

Белые слюды представлены аутигенными иллитами и детритовыми мусковитами с небольшой примесью фенгитового минала и различной степенью катиондефицитности. С помощью дискриминантных диаграмм для разделения мусковитов различного генезиса (Куприянова, 1989) установлен гранитный и метаморфический источник для детритовых слюд (рис. 3.44).

3.3. Геохимические исследования

3.3.1. Химический состав верхнеюрско-нижнемеловых терригенных отложений

Геохимические исследования верхнеюрско-нижнемеловых пород проведены с целью выявления их геохимических особенностей, обстановок накопления и основных источников сноса. Для уточнения состава терригенных и вулканогенных источников были проанализированы обломки аргиллитов в песчаниках и гальки из конгломератов.

Расчет индекса химического выветривания (CIA) и Al-Ca+Na-K диаграмма показывают уровень выветривания в питающей провинции для исходного осадочного материала и последующего выветривания осадочных пород (Nesbitt, Young, 1982). В качестве критерия для разграничения отложений, формирующихся в условиях теплого и холодного климата, принято считать значение индекса CIA, равное 70. Невыветрелые породы характеризуются значениями около 50, тогда как сильно выветрелые стремятся к 100. Следует отметить, что расчет показателей выполняется через молекулярные количества петрогенных окислов.

Показатель CIA для верхнеюрско-нижнемеловых аргиллитов, как правило колеблется от 67 до 80, в основном составляет 70-75 (Приложение 3). В данном случае, это указывает на одинаковую, среднюю степень выветрелости пород. Составы песчаников демонстрируют лучшую дифференциацию (рис. 3.45), а положение их фигуративных точек на диаграмме Al-Ca+Na-K позволяет судить об уровне выветривания пород питающей провинции.

Самый низкий показатель CIA имеют песчаники раучуанской свиты. Для большей части образцов его величина составляет 52-57, что свидетельствует о преобладании свежих, недавно выведенных на поверхность пород среди их источников сноса. Несколько образцов имеет более высокий показатель, вследствие более мелкой зернистости.

При этом схожие по петрографическому составу аркозовые песчаники погынденской свиты характеризуются чуть большим значением этого показателя. Кроме этого, на диаграмме Al-Ca+Na-K видно, что фигуративные точки составов пород раучуанской свиты располагаются ближе к точке КППШ и соответственно содержат больше этого минерала, чем меловые аркозы, что подтверждает данные петрографических исследований.

Волжские туфотерригенные отложения демонстрируют нормальный тренд выветривания, коэффициент CIA колеблется в диапазоне от 64 до 77. Необходимо отметить,

что наиболее низкие значения этого показателя наблюдаются у псаммитовых разностей нетпнейвеемской свиты раучуанской впадины. На диаграмме также четко проявлена смена состава преобладающего вулканического источника от основного к более кислым разностям, в следующей последовательности: отложения нетпнейвеемской свиты Раучуанской впадины – имлекинской свиты Верхне-Пегтымельской впадины – туфотерригенные разновидности Певекской впадины.

Самым высоким индексом CIA характеризуются песчаники утувеемской свиты и схожие с ними по составу песчаники Певекской впадины. В этих породах его величина достигает 79, что, наиболее вероятно, связано с большим содержанием обломков терригенных пород.

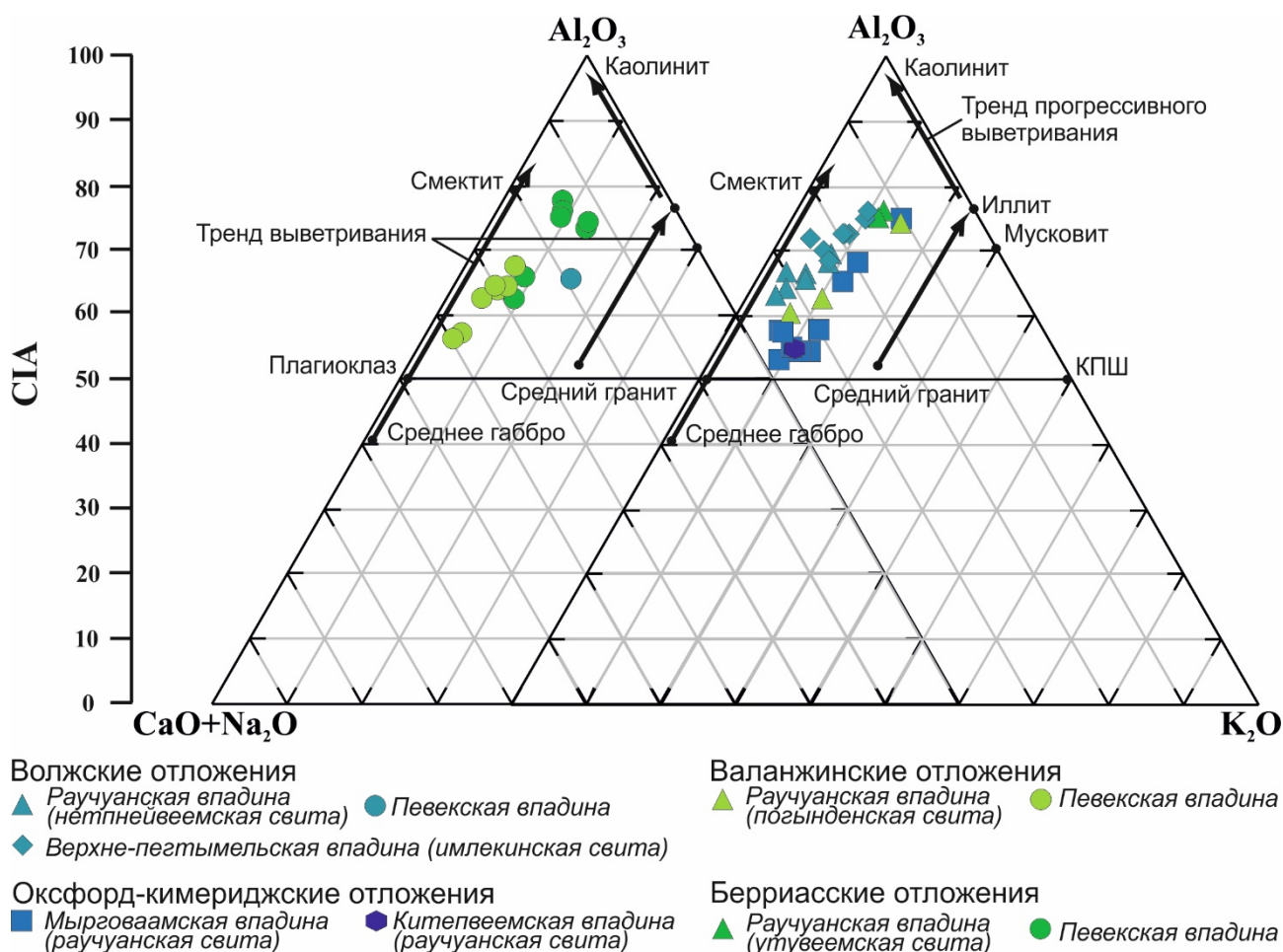


Рис. 3.45 Положение фигуративных точек составов верхнеюрско-нижнемеловых песчаников на диаграмме Al-Ca+Na-K (Nesbitt, Young, 1982)

Коэффициентом, отражающим уровень зрелости обломочного материала, является соотношение SiO₂/Al₂O₃. Оно показывает уровень фракционирования терригенного материала при переносе и осаждении. Анализ данных (Таблица 2.1), позволяет выявить две важные закономерности. Во-первых, соотношение SiO₂/Al₂O₃ в песчаниках Певекской впадины выше, чем в одновозрастных песчаниках раучуанской впадины. Это свидетельствует о большей удаленности Певекского бассейна от основных источников сноса. Во-вторых, соотношение

$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ в аркозах оксфорд-кимериджского возраста выше, чем в более молодых песчаниках, что свидетельствует о постоянном обновлении источников сноса.

Таблица 2.1 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ и $\text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ отношения в верхнеюрско-нижнемеловых песчаниках и аргиллитах

Соотношение	Возраст	Минимальное	Максимальное	Среднее
$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	K_{1pg} (Певек)	3.931	4.381	4.134
	K_{1pg}	2.777	4.574	3.845
	K_{1ut} (Певек)	3.096	9.066	6.511
	K_{1ut}	3.372	4.362	3.867
	J_{3nt} (Певек)	4.738	4.738	4.738
	J_{3im}	3.468	5.008	4.233
	J_{3nt}	2.726	4.766	3.671
	J_{3rc}	3.961	4.775	4.473
$\text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$	K_{1pg} (Певек)	0.146	0.2525	0.200
	K_{1pg}	-	-	-
	K_{1ut} (Певек)	0.109	0.177	0.151
	K_{1ut}	-	-	-
	J_{3nt} (Певек)	0.178	0.178	0.178
	J_{3im}	0.160	0.172	0.166
	J_{3nt}	0.150	0.176	0.161
	J_{3rc}	0.161	0.161	0.161

Также было проанализировано соотношение $\text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ в аргиллитах (Таблица 2.1), которое отражает степень рециклирования осадочного материала. Наибольшее значение этого показателя наблюдается у нижнемеловых отложений Певекской впадины, отнесенных к погынденской свите. Следовательно, процессы, связанные с рециклингом, играли значительную роль при формировании этих пород. Все остальные тонкозернистые разновидности имеют достаточно низкие показатели, характерные для отложений первого цикла седиментации.

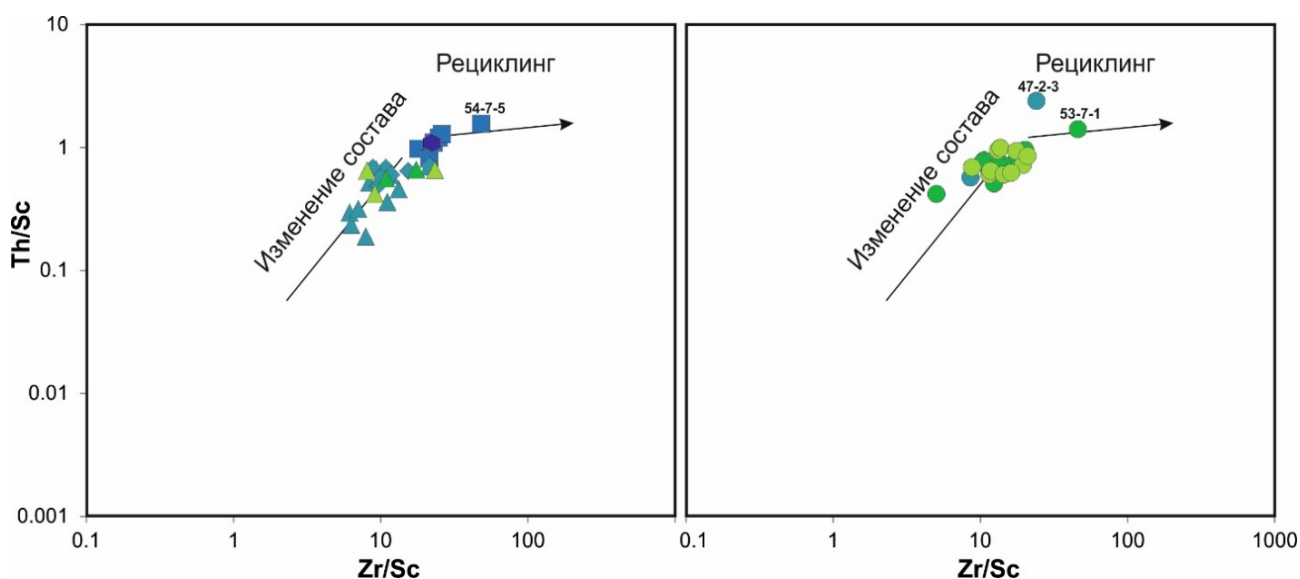


Рис. 3.46 Положение фигуративных точек составов верхнеюрско-нижнемеловых песчаников на диаграмме Th/Sc – Zr/Sc (McLennan et al., 1990)

Условные обозначения см. рис. 3.45

Диаграмма Th/Sc – Zr/Sc показывает накопление в осадке циркона (рис. 3.46), что является следствием вызревания и рециклинга. В данном случае все изученные верхнеюрские породы демонстрируют тренды изменения состава. Для нижнемеловых отложений характерно также влияние факторов вызревания и/или рециклинга.

Для выяснения состава источников сноса применена диаграмма соотношения основных петрогенных окислов Рошера-Корша (Roser, Korsch, 1988). Состав питающей провинции в оксфорд-кимериджское время при накоплении аркозов раучуанской свиты можно определить, как кислый и средний (рис. 3.47). Фигуративные точки состава аркозовых песчаников раннемелового возраста группируются в пределах поля, характеризующего породы среднего состава. На диаграмме также четко проявлена смена состава вулканической провинции от основной к более кислой для волжских отложений.

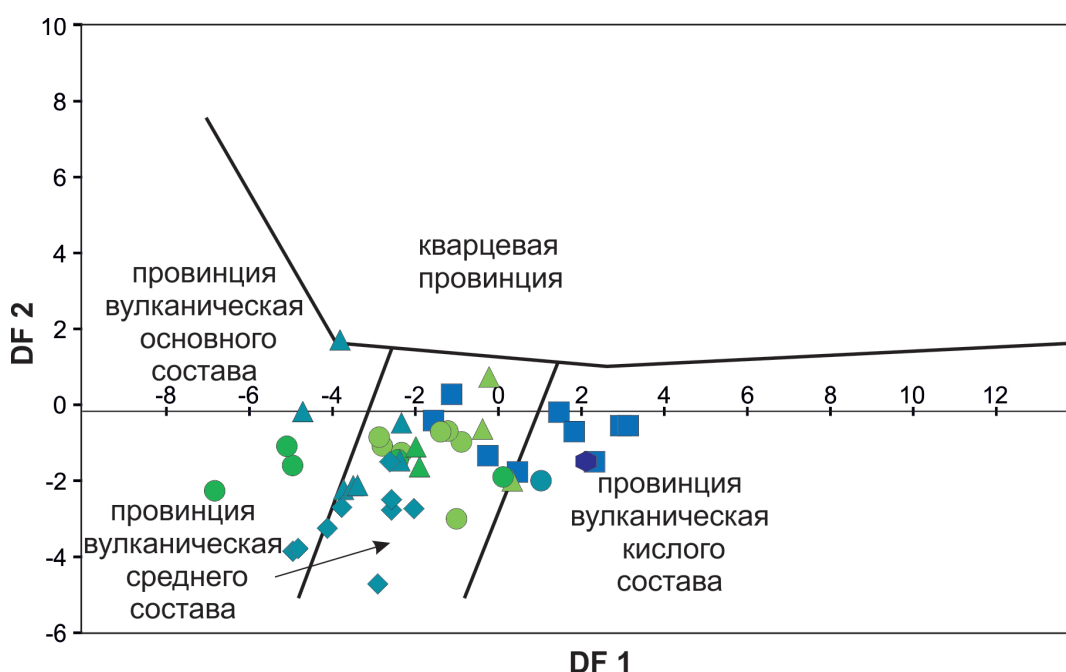


Рис. 3.47 Положение фигуративных точек составов верхнеюрско-нижнемеловых песчаников на дискриминантной диаграмме DF1-DF2, поля составов нанесены по данным (Roser, Korsch, 1988) $DF1 = 30.6038TiO_2/Al_2O_3 - 2.541FeO_{tot}/Al_2O_3 + 7.329MgO/Al_2O_3 + 12.031Na_2O/Al_2O_3 + 35.42K_2O/Al_2O_3 - 6.382$; $DF2 = 56.500TiO_2/Al_2O_3 - 10.879FeO_{tot}/Al_2O_3 + 30.875MgO/Al_2O_3 - 5.404Na_2O/Al_2O_3 + 11.112K_2O/Al_2O_3 - 3.89$. Остальные условные обозначения см. рис. 3.45

Дискриминантные диаграммы Бхатия с использованием малых и редкоземельных элементов для определения тектонических обстановок накопления осадков, как правило, используются для граувакк (рис. 3.48). Тем не менее, в данном случае, они прекрасно иллюстрируют и некоторые различия в составах аркозовых песчаников.

В основном, все фигуративные точки составов верхнеюрско-нижнемеловых граувакк группируются в поле, свойственном для отложений, формирующихся в обстановке континентальной дуги. Часть из них, характеризующие песчаники нетпнейвеемской свиты с преобладанием среди породообразующих компонентов обломков вулканитов основного

состава, тяготеют к полю океанической островной дуги. Туфопесчаники Певекской впадины сложены преимущественно обломками кислых вулканитов и высокоуглеродистых аргиллитов и на данных диаграммах классифицируются как отложения активной окраины.

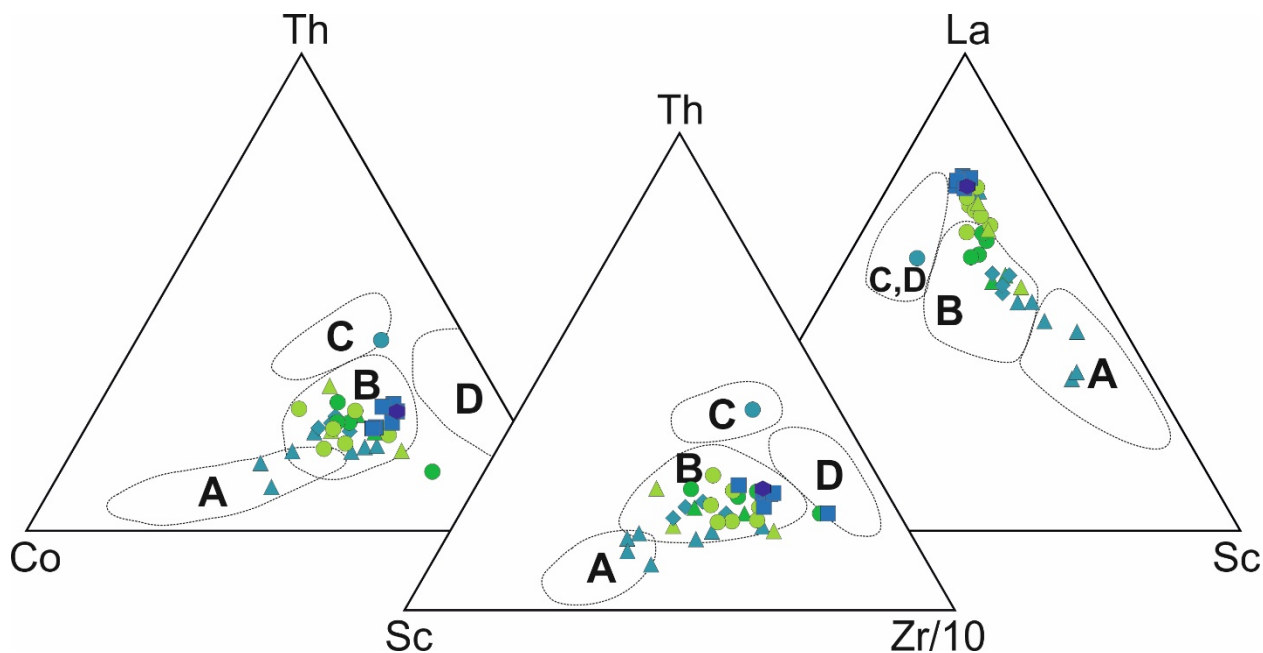


Рис. 3.48 Положение фигуративных точек составов верхнеюрско-нижнемеловых песчаников на дискриминантных диаграммах для определения тектонических обстановок осадконакопления, поля составов нанесены по данным (Bhatia, 1986)

А – океаническая островная дуга, В – континентальная островная дуга, С – активная континентальная окраина, D – пассивная континентальная окраина.
Остальные условные обозначения см. рис. 3.45

Использование дискриминантных диаграмм, помимо решения основных задач, на которые они направлены, позволило выявить отличия в геохимических особенностях аркозов окфорд-кимериджского и валанжинского возраста, а также продемонстрировать постепенную смену составов осадков в волжско-валанжинском интервале.

Редкоземельные элементы

При изучении редкоземельных элементов (РЗЭ) в составе верхнеюрско-нижнемеловых пород они были пронормированы на хондрит (Sun, McDonough, 1989). На графики распределения для сравнения нанесен состав PAAS (среднее значение из 23 анализов постархейских глинистых сланцев Австралии (Nance, Taylor, 1976). Также даны диаграммы составов верхнетриасовых отложений сопредельных территорий. Распределение РЗЭ в триасовых аргиллитах, накопленных в условиях пассивной континентальной окраины, схоже с данными по PAAS. Верхнеюрско-нижнемеловые отложения обладают более контрастными геохимическими характеристиками (рис. 3.49).

Отличительной особенностью песчаников раучуанской свиты является высокое соотношение La/Yb, как результат обогащения легкими РЗЭ и обеднения тяжелыми РЗЭ, а также менее выраженная Eu аномалия относительно состава PAAS (рис. 3.49).

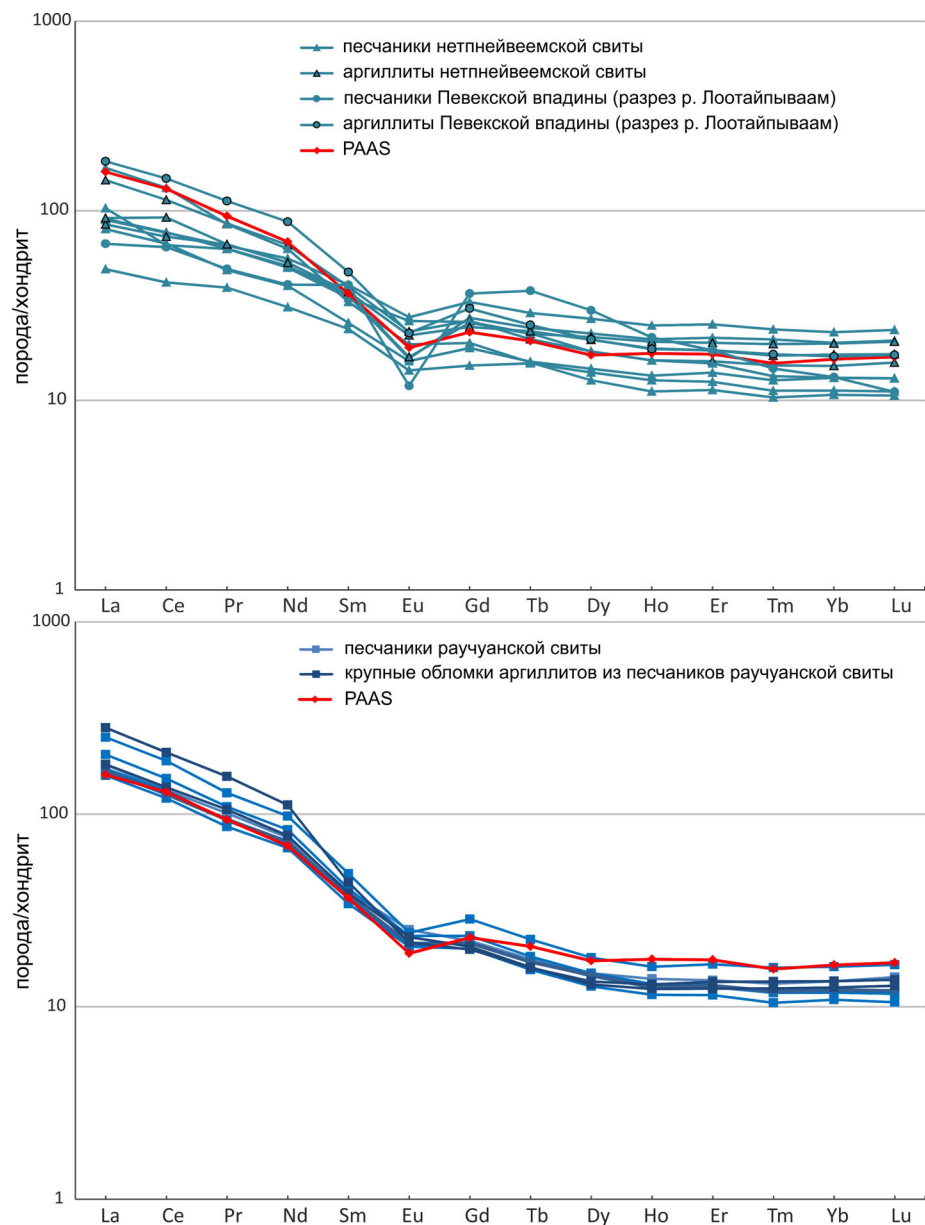
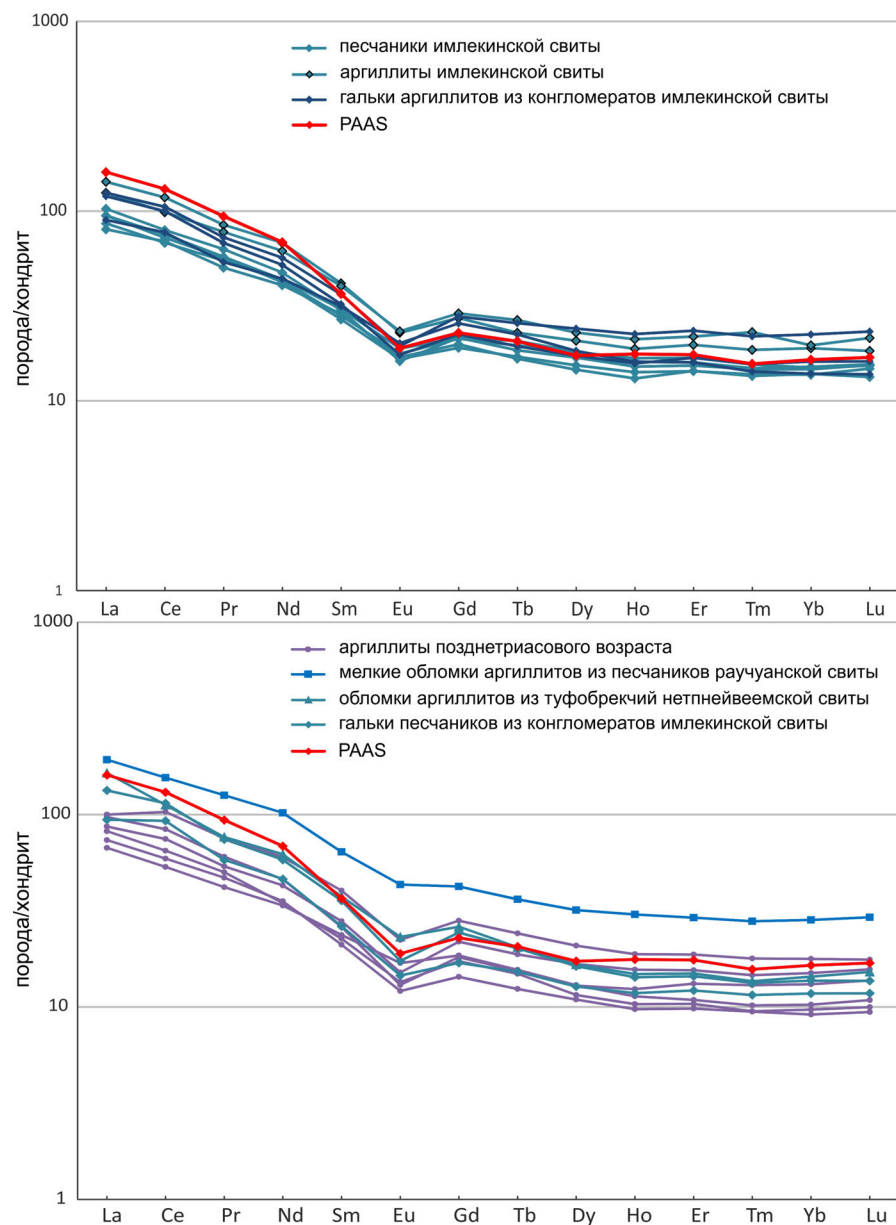


Рис. 3.49 Распределение редкоземельных элементов в породах верхнего триаса и верхней юры

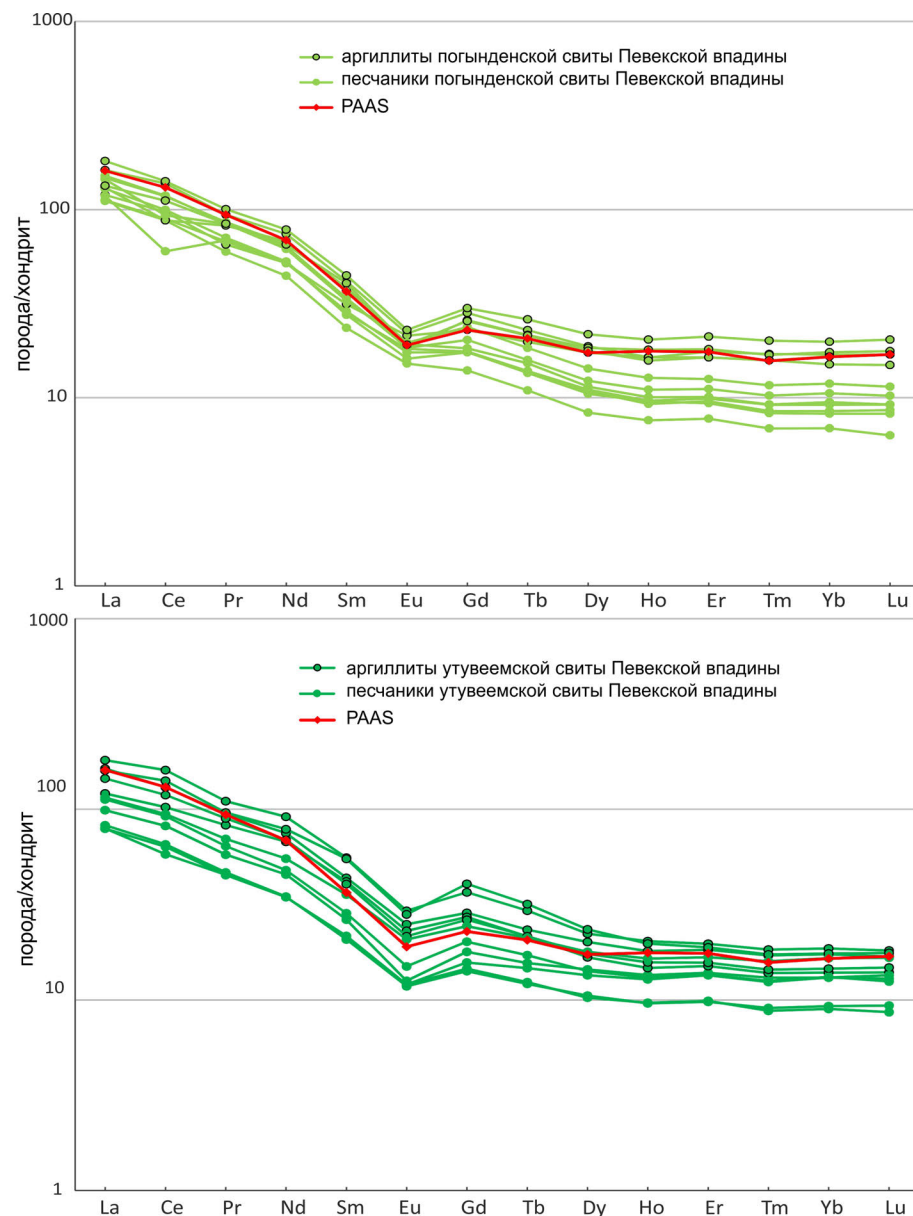
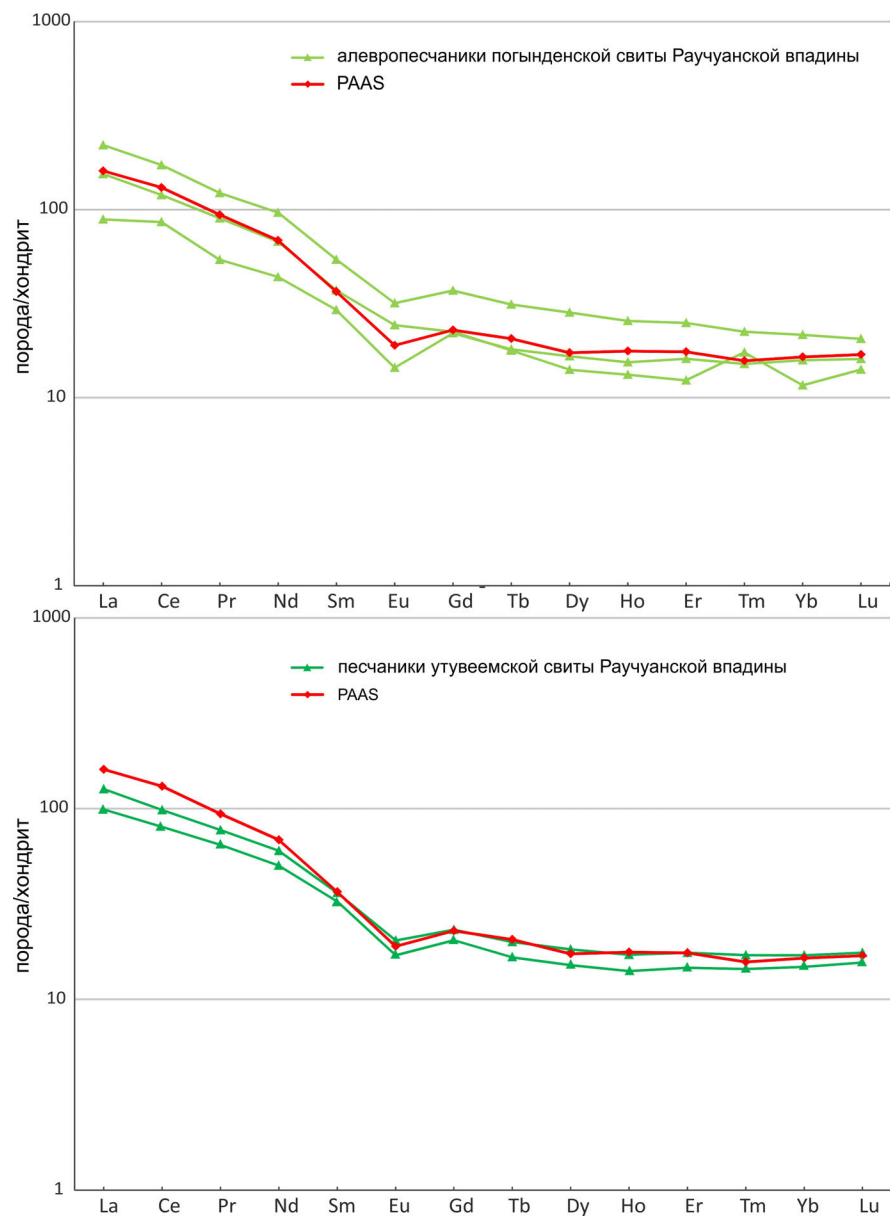


Рис. 3.50 Распределение редкоземельных элементов в породах нижнего мела

Волжские отложения имеют близкие спектры распределения РЗЭ. Для аргиллитов и песчаников нетпейвеемской и имлекинской свит характерны пониженные концентрации легких РЗЭ по сравнению РАAS, а для аргиллитов, при этом, отмечены более высокие содержания тяжелых РЗЭ. Это особенно четко проявляется в соотношении La/Yb, колеблющегося в диапазоне от 5.5 до 13.3 (в среднем 9.2, для РАAS=13.6). Значения европиевой аномалии, рассчитанной через Gd составляет в среднем 0.7. Спектр распределения РЗЭ в образце 47-2-3 (Певекская впадина) несмотря на обломочную структуру близок к вулканическим породам. Такую породу, возможно, следует классифицировать как туфопесчаник.

Промежуточные характеристики демонстрируют отложения утувеемской свиты Раучуанской впадины и схожие по составу породы Певекской впадины, что подтверждает данные петрографических наблюдений. Большое количество терригенных обломков в составе приближает распределение РЗЭ в берриасских отложениях к спектру РАAS (рис. 3.50). Влияние вулканического источника интерпретируется по пониженным концентрациям легких РЗЭ.

Песчаники погынденской свиты и схожие по составу песчаники Певекской впадины обладают близкими геохимическими характеристиками с аркозами раучуанской свиты. Для них типичны высокое соотношение La/Yb и менее выраженная европиевая аномалия относительно состава РАAS. При этом, аргиллиты и алевропесчаники имеют схожий с РАAS спектр распределения РЗЭ.

Для выявления принадлежности составы обломков аргиллитов из песчаников раучуанской свиты также были нанесены на графики распределения РЗЭ (рис. 3.49). Из образца 456/11 были выделены угловатые обломки аргиллитов размером от 0.3 до 0.5 см. Их геохимические характеристики аналогичны аргиллитам триаса, что подтверждает петрографические наблюдения. Из образцов 469/1 и 470/5 выделены и проанализированы крупные изометричные слабо окатанные обломки аргиллитов, размером от 0.8 до 2 см, по геохимическим особенностям они схожи с вмещающими песчаниками раучуанской свиты и являются интракластами.

Анализ терригенных галек из конгломератов нетпейвеемской и имлекинской свит (рис. 3.49) также выявил образцы, схожие по геохимическим характеристикам как с аргиллитами триаса, так и образцы близкие по составу с вмещающими породами.

Таким образом, изучение распределения РЗЭ, чувствительных к составу источников сноса, позволило выявить геохимические особенности выделенных стратиграфических подразделений, подтверждающие данные петрографических наблюдений. Результаты исследований терригенных обломков указывают на наличие триасовых пород в источнике

сноса как минимум для верхнеюрских отложений, а также свидетельствуют об активной гидродинамике в бассейнах осадконакопления, способствующей перемыву нижележащих пачек.

3.3.2. Химический состав галек вулканитов из волжских грубообломочных отложений

Для уточнения состава вулканического источника сноса проанализированы 4 гальки из конгломератов имлекинской свиты и 2 сборные пробы. Первая из нескольких галек близкого состава из мелкогалечных конгломератов нетпнейвеемской свиты из восточной части раучуанской впадины (т.н. 51-3). Вторая из нескольких неокатанных обломков схожего состава из туфобрекчий нетпнейвеемской свиты из западной части раучуанской впадины (т.н. 464/4). По классификации, предложенной Р.В. Ле Метром (Le Maitre et al., 1989), изученные гальки относятся к базальтовым трахиандезитам (обр. 35-12-4 (2)), андезитам (обр. 35-12-7(2) и 35-12-2), дацитам (обр. 35-12-7(1) и 51-3) и риолитам (обр. 464/4) (рис. 3.51). В целом, все образцы обладают схожими геохимическими характеристиками и относятся к низкокалиевым сериям (рис. 3.52) с достаточно высоким содержанием глинозема от 16.3 до 20.2 и низкой магниальностью от 14.8 до 19.5. Некоторые отличия наблюдаются в образце 51-3, в котором содержание Al_2O_3 составляет 15.6, а значение параметра магниальности достигает 34.2.

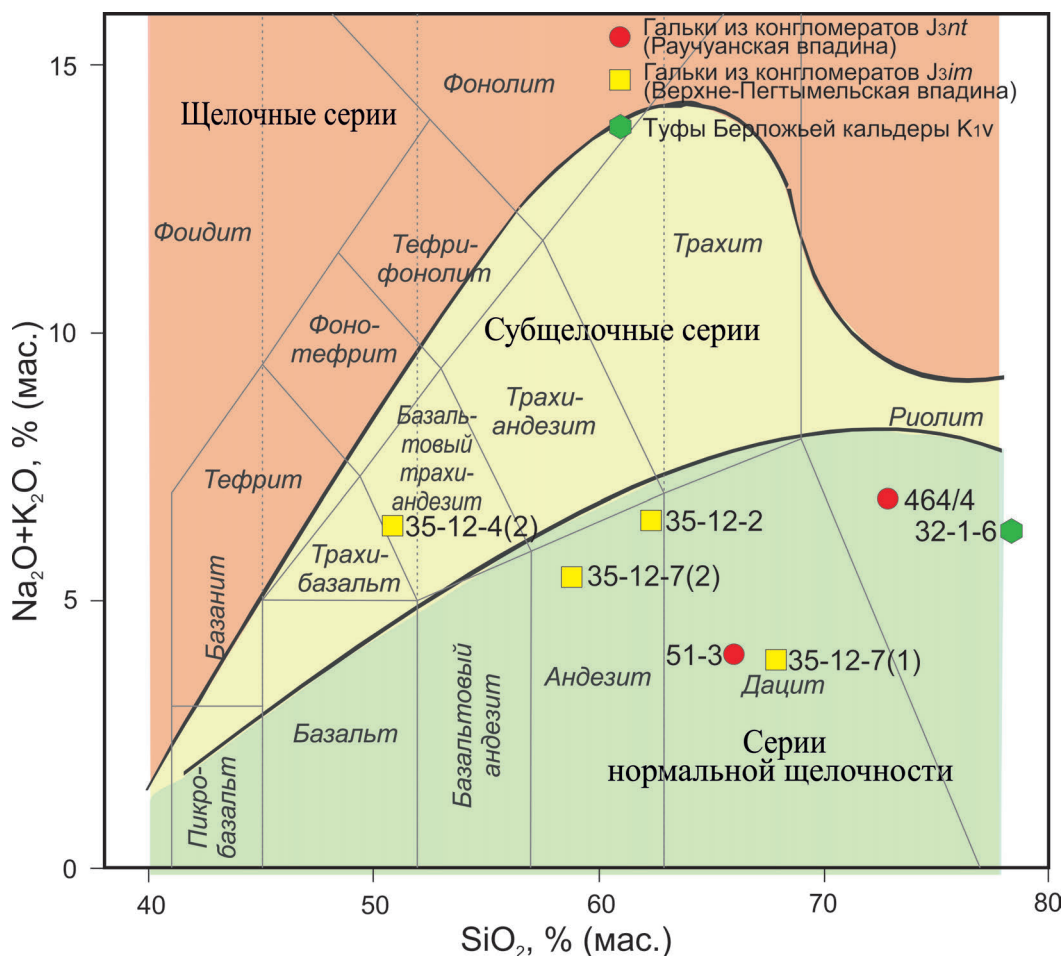


Рис. 3.51 Положение фигуративных точек составов вулканитов на классификационной диаграмме SiO_2 - Na_2O+K_2O (Le Maitre et al., 1989)

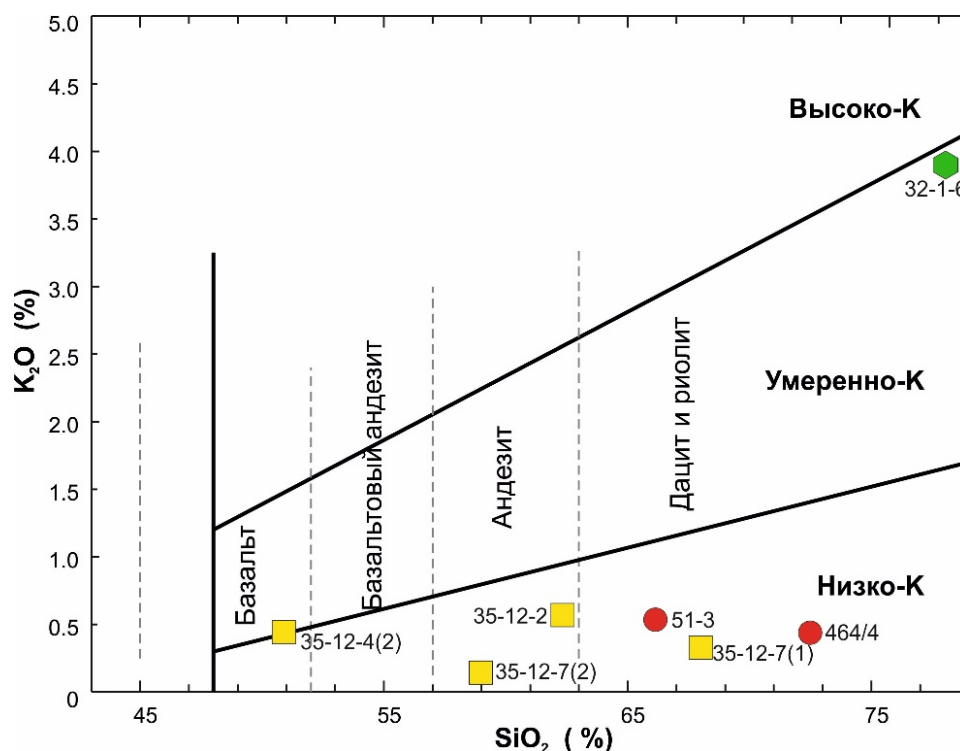


Рис. 3.52 Положение фигуративных точек составов вулканитов на классификационной диаграмме SiO_2 - K_2O

Условные обозначения см. рис. 3.51

Благодаря низкому содержанию К, по уровню накопления щелочей вулканиты преимущественно относятся к нормальной (толеитовой) серии (рис. 3.51). Также низкое содержание оксида магния оставляет фигуративные точки составов на диаграмме отношений SiO_2 - $\text{FeO}_{\text{tot}}/\text{MgO}$ (Miyashiro, 1975) в поле толеитов. На мультиэлементной диаграмме (рис. 3.53) наблюдается обогащение крупноионными литофильными элементами Cs, Rb, Ba, K, Sr и в особенности Pb, а также высокозарядными литофильными элементами Ta, Hf, Zr с более значительной концентрацией Th и U. Кроме этого, составы вулканитов демонстрируют повышенные содержания легких редкоземельных элементов (LREE). Такие геохимические показатели характерны для надсубдукционных комплексов. При этом они существенно отличаются от однотипных низкокалиевых андезитов энсиматических дуг (рис. 3.53). Следовательно, наиболее вероятной обстановкой их образования является или зрелая островная дуга, или окраинно-континентальный вулканический пояс на утоненной коре.

Для сравнения на диаграммы также были вынесены параметры риолитовых туфов Берложьей кальдеры (обр. 32-1-6). Они являются типичными представителями известково-щелочной серии, с высокими содержаниями К (рис. 3.51, 3.52). На мультиэлементных графиках (рис. 3.53) видно, что коровая компонента здесь проявлена намного сильнее, чем в изученных гальках. По данным П.Л. Тихомирова с соавторами (Тихомиров и др., 2008) обстановкой формирования этой вулкано-плутонической ассоциации является активная континентальная окраина.

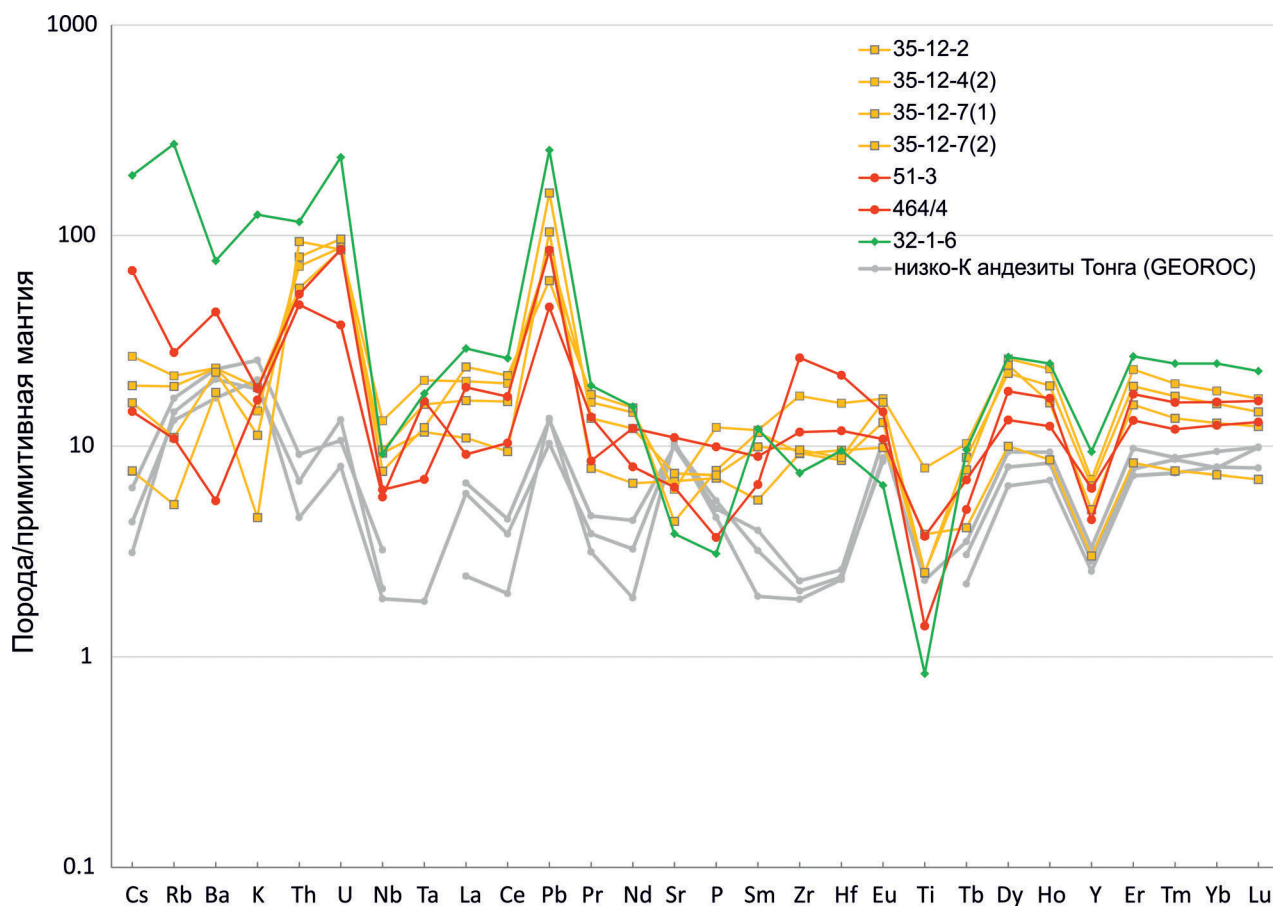


Рис. 3.53 Мультиэлементные диаграммы, нормированные по составу примитивной мантии (Sun, McDonough, 1989)

Для определения возраста источника вулканического материала были продатированы цирконы из андезитовой гальки (обр. 35-12-2). Возрастной диапазон 10 датированных цирконов составляет от 145.4 до 150 млн лет, конкордантный оценен в 147 ± 1 млн лет (рис. 3.54).

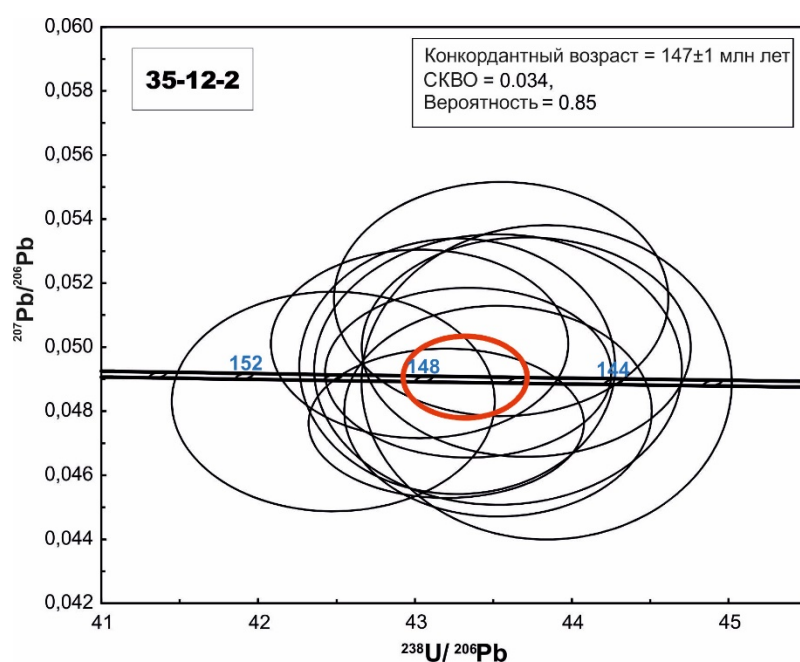


Рис. 3.54 Диаграмма с конкордией для цирконов из образца 35-12-2

Детальные исследования галек вулканитов указывают на существование в волжское время зрелой островной или континентальной дуги, которая поставляла дифференцированные серии вулканитов. Геохимически отличные от них комплексы Берложьей кальдеры маркируют следующий этап магматической активности с формированием в субэвральных условиях кислых вулcano-плутонических ассоциаций.

3.4. Sm-Nd изотопный состав

Интерпретация результатов изучения Sm-Nd изотопной системы в терригенных породах имеет ряд особенностей и ограничений. Величина модельного возраста (T_{DM}) сильно отличается от стратиграфического и показывает средний возраст мантийной выплавки всех источников сноса (McCulloch, Wasserburg, 1978). При этом необходимо учитывать возможное фракционирование Sm-Nd при диагенезе. Наиболее информативным для определения состава источников сноса является эILON параметр ($\epsilon_{Nd}(t)$). Положительные значения этого параметра характерны для ювенильных мантийных пород, отрицательные ($\epsilon_{Nd}(t) < -10$) для континентальных кор (Banner, 2003).

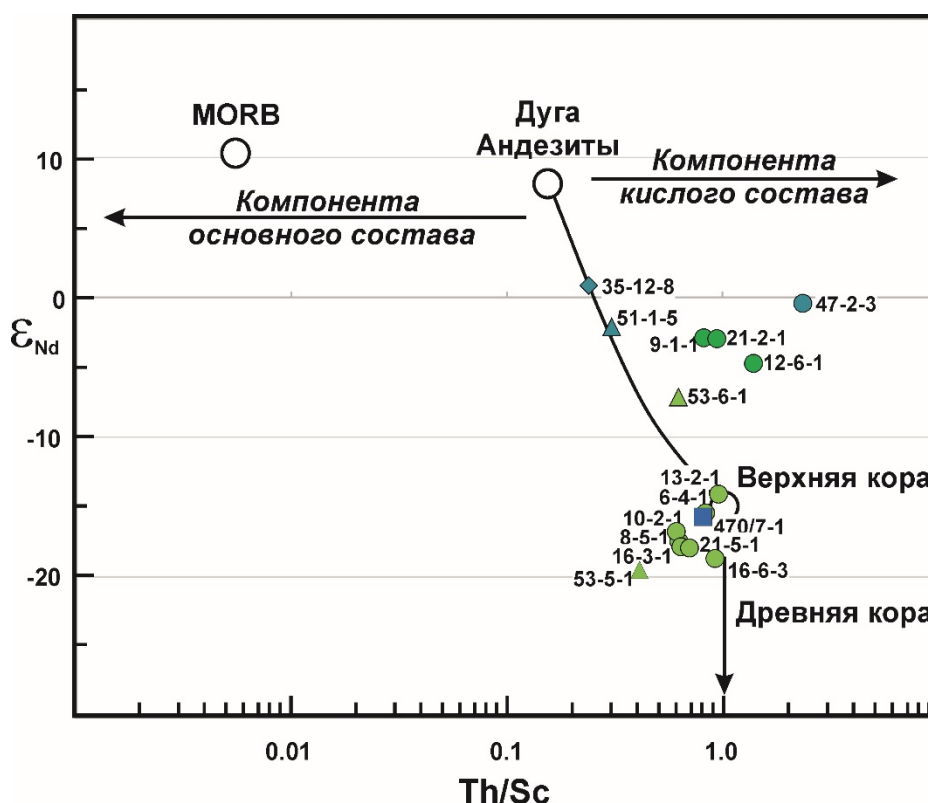


Рис. 3.55 Положение фигуративных точек составов верхнеюрско-нижнемеловых песчаников на диаграмме $\epsilon_{Nd} - Th/Sc$ (McLennan et al., 1993)
Условные обозначения см. рис. 3.45

Таким образом, основные параметры Sm-Nd изотопной системы аркозовых песчаников раучуанской и погынденской свит, а также их аналогов в Певекской впадине (Приложение 4), свидетельствуют о доминировании пород континентальной коры среди их источников сноса

(рис. 3.55). Необходимо отметить промежуточные значения параметров для образца 53-6-1 (песчаник погынденской свиты) свидетельствующие о постепенной смене состава пород в раннемеловое время.

Волжские отложения сформировались за счет размыва синхронно накапливающихся вулканитов. На диаграмме $\epsilon_{Nd} - Th/Sc$ можно проследить смену состава питающей провинции. Для отложений нетпнейвеемской и имлекинской свит интерпретируется преимущественно средний состав вулканического источника. Туфопесчаники Певекской впадины накапливались за счет размыва кислых вулканитов.

Отложения утувеемской свиты имеют промежуточные параметры Sm–Nd изотопной системы. В составе их источников присутствовали как относительно молодые вулканиты, так и более древние породы.

3.5. Датирование детритовых цирконов

Датирование детритовых цирконов из песчаников выполнено с целью выявления нижнего возрастного предела формирования отложений, а также определения источников сноса.

Полученные результаты U–Pb датирования обломочных цирконов (Приложение 5) обрабатывались, следуя методике, приведенной в работе Дж.Е. Герельса (Gehrels, 2012). Для цирконов моложе 1000 млн лет за возраст кристаллизации принят возраст, рассчитанный по отношению $^{206}Pb/^{238}U$, а для цирконов древнее 1000 млн лет – $^{207}Pb/^{206}Pb$ возраст.

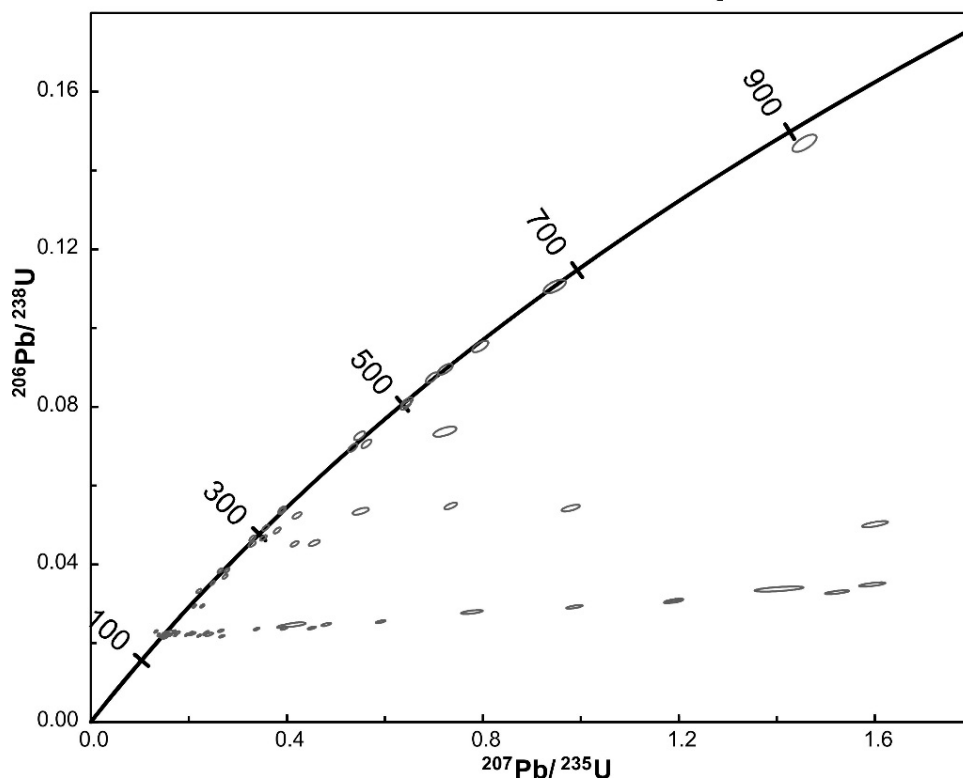


Рис. 3.56 График с конкордией для зерен моложе 1000 млн лет (обр. 35-12-9)

Для всех определений учитывалась дискордантность ($D2=100\% \cdot [\text{возраст}(^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U})/\text{возраст}(^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U})-1]$; $-10 < D2 < 10$). Необходимость введения этого критерия хорошо видна на графике с $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U} - ^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ для образца 35-12-9 (рис. 3.56), где около половины значений лежит ниже конкордии. Это явление, объясняется потерей свинца, вследствие воздействия более молодого термального события. В данном случае, образец 35-12-9 отобран из разреза в береговых обрывах р. Уттыкымыль, где отложения имлекинской свиты перекрыты риолитовыми туфами осиновской толщи ОЧВП. Предел дискордантности ($D1=100\% \cdot [\text{возраст}(^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U})/\text{возраст}(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})-1]$), при превышении которой соответствующее зерно исключалось из рассмотрения, был принят от минус 10% до плюс 30%, для зерен моложе 200 млн лет данный критерий не использовался.

Для характеристики песчаников раучуанской свиты Мырговаамской и Китепвеемской впадин использованы результаты датирования обломочных цирконов, приведенные в работе Э. Миллер с соавторами (Miller et al., 2008).

На основе анализа всего массива данных можно выделить четыре основные популяции детритовых цирконов: юрскую (156-190 млн лет), триас-палеозойскую (230-490 млн лет), палеопротерозойскую (1736-2500 млн лет) и архейскую (2500- 2900 млн лет).

Проба ELM03CH24.3 отобрана из выходов пород раучуанской свиты в восточной части Китепвеемской впадины. Самую молодую популяцию 170-190 млн. лет составляют всего 3 зерна. Интервалу 260-490 млн лет соответствует 11% датировок, в его пределах выделяются пики 262 и 381 млн лет. Наиболее существенная группа (около 73% зерен) сформировалась в диапазоне 1830-2500 млн лет с ярким пиком 1908 млн лет. Также в выборке присутствуют 3 зерна с архейскими возрастами.

В образце 04JT54C из центральной части Мырговаамской впадины самая молодая популяция представлена более широко. В ней присутствуют 10 зерен с возрастами от 156-177 млн лет, которые формируют два пика 159 и 175.5 млн лет. Триас-палеозойская популяция представлена цирконами с возрастами от 248 до 267 млн лет (всего 4 зерна). Палеопротерозойскому интервалу соответствует 77% датировок, в его пределах отчетливо выделяется двойной пик 1923 и 1943 млн лет. Самая древняя популяция насчитывает всего 7 цирконов в довольно большом диапазоне 2550-2910 млн лет.

Схожее распределение наблюдается в пробе CH04ELM7 из западной части Мырговаамской впадины. Здесь самая молодая популяция представлена 7 зернами с возрастами от 157 до 177 млн лет. В триас-палеозойском временном интервале встречаются только единичные зерна. Доминирующая популяция (81%) соответствует палеопротерозойскому интервалу. Зерна с архейскими возрастами (7 штук) попадают в достаточно узкий временной диапазон от 2720-2790 млн лет с пиком 2730 млн лет.

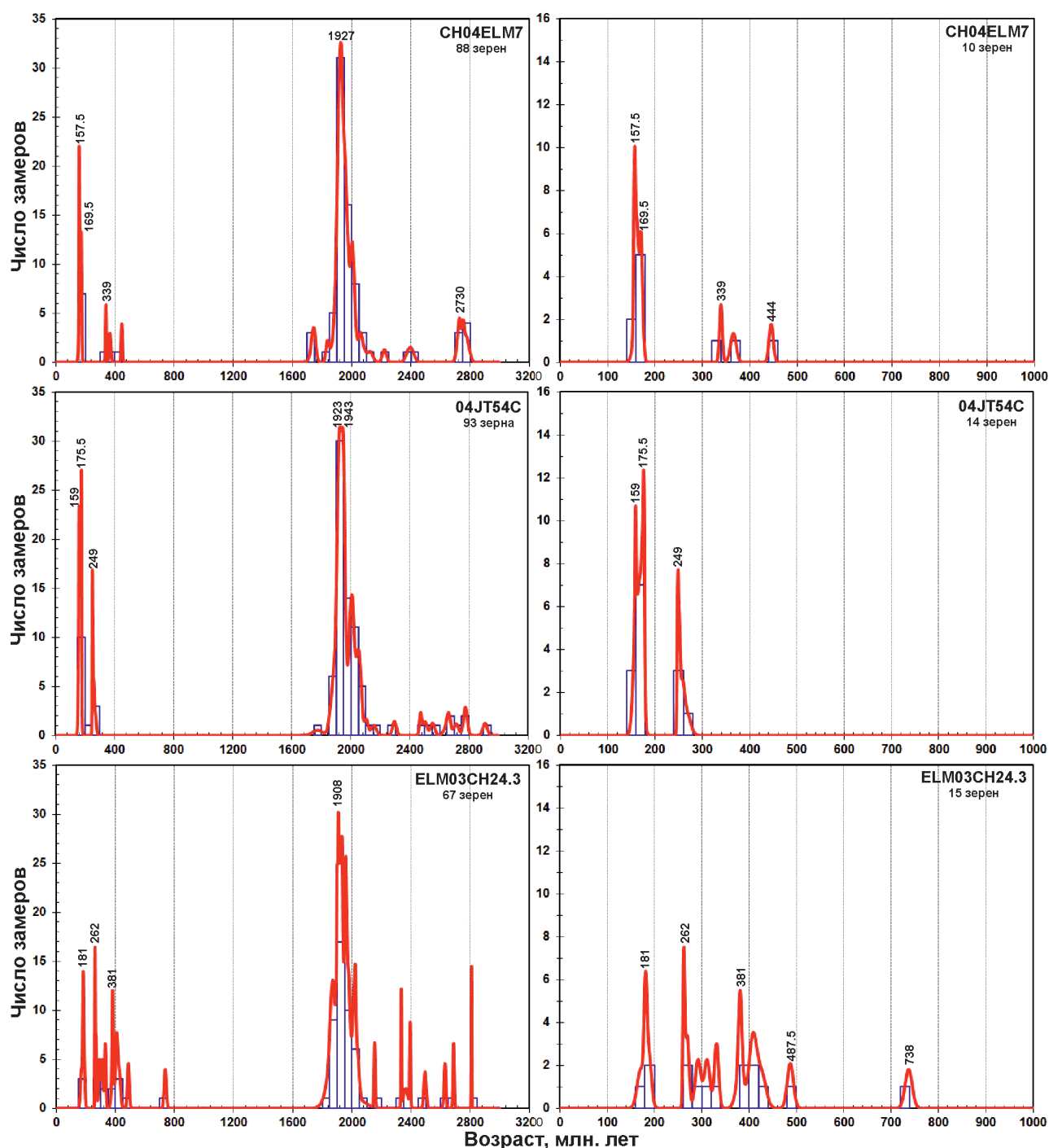


Рис. 3.57 Графики (гистограммы и кривые плотности вероятности) распределений возрастов обломочных цирконов из проб песчаников оксфорд-кимериджского возраста. Слева – для зерен моложе 3200 млн лет, справа – для зерен моложе 1000 млн лет

Волжские туфотерригенные комплексы представлены 4 образцами из трех впадин. Пробы 51-1-5 и 53-4-1 характеризуют нетпнейвеемскую свиту Раучуанской впадины, а проба 35-12-9 имлекинскую свиту Верхне-Пегтымельской впадины. Проба 47-2-3 отобрана в правом борту р. Лоотайпыяваам в пределах Певекской впадины. Они обладают схожими параметрами распределения возрастов детритовых цирконов (рис. 3.58). В образце 51-1-5 самую молодую и многочисленную популяцию (73%) образуют цирконы с возрастaми от 139 до 156 млн лет с

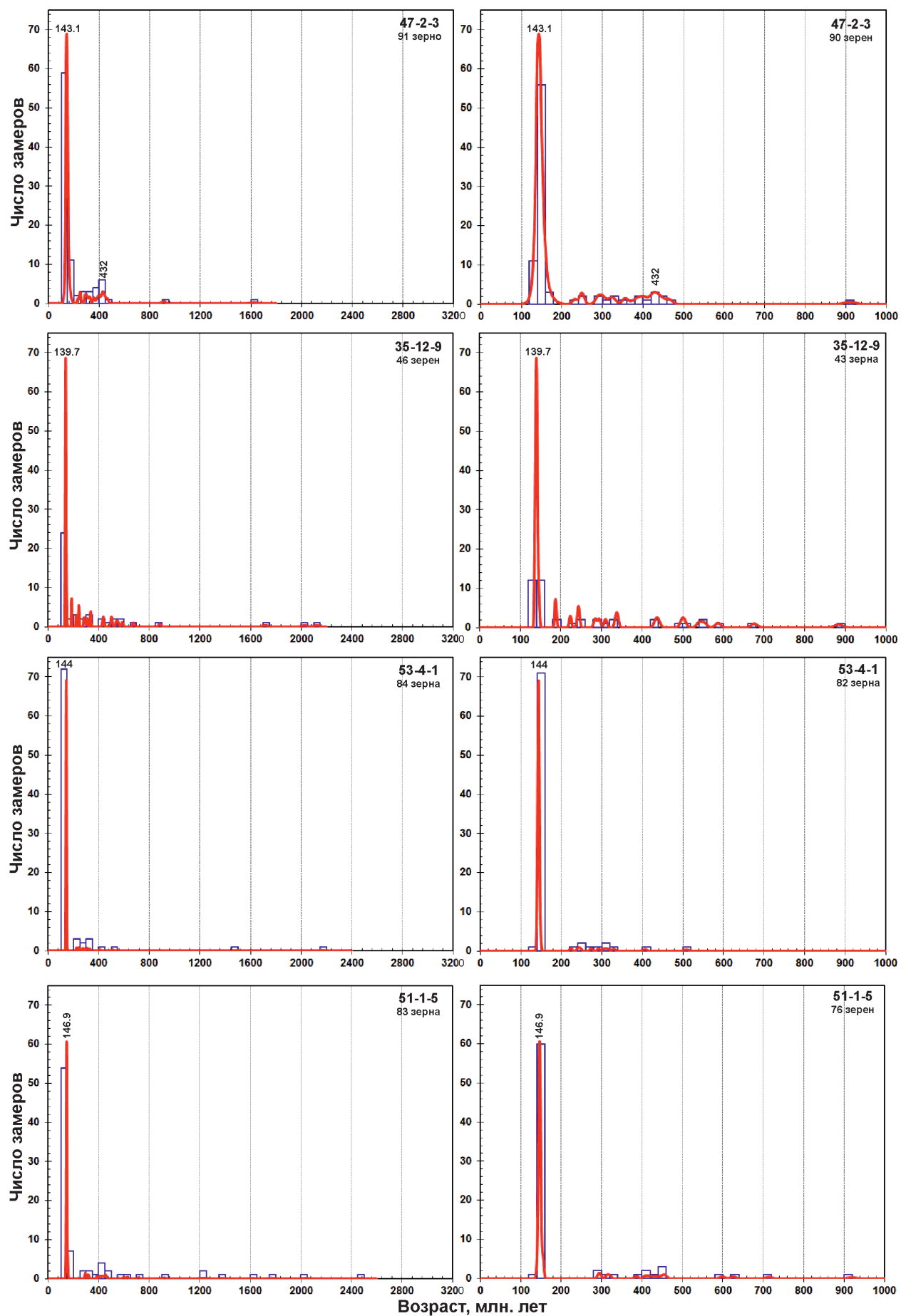


Рис. 3.58 Графики (гистограммы и кривые плотности вероятности) распределений возрастов обломочных цирконов из проб песчаников волжского возраста. Слева – для зерен моложе 3200 млн лет, справа – для зерен моложе 1000 млн лет

отчетливым пиком 146.9 млн лет. Для образца 53-4-1 этот интервал более узкий от 140 до 149 млн лет и в нем сосредоточено 86% датировок. Здесь пик кривой плотностей вероятности оценивается в 144 млн лет. В образце 35-12-9 самая молодая популяция составляет 54% от принятых к рассмотрению зерен. Она представлена цирконами с возрастными от 136 до 146 млн лет с ярким пиком 139.7 млн лет. В образце 47-2-3 диапазон молодых возрастов детритовых цирконов более широкий от 133 до 172 млн лет с доминирующим пиком 143.1 млн лет. В этом временном интервале сосредоточено 77% датировок. В отличие от других вышеупомянутых образцов, в песчаниках Певекской впадины (обр. 47-2-3) содержится наибольшее количество цирконов (всего 9 зерен) с возрастными 152-172 млн лет.

В триас-палеозойском возрастном диапазоне сосредоточено от 10 до 19 зерен, однако значимых популяций они не образуют. Необходимо также отметить наличие в образцах единичных детритовых цирконов с протерозойскими возрастными.

Нижнемеловые отложения охарактеризованы 4 образцами, отобранными в пределах Певекской впадины. Образцы 17-3-1 и 12-6-1 отобраны из граувакк, схожих по составу с песчаниками утуевской свиты, выделенной в пределах Раучуанской впадины. Песчаники из проб 6-3-1 и 21-5-1 имеют аркозовый состав и коррелируются с аркозами погынденской свиты Раучуанской впадины.

В образце 17-3-1 цирконы с самыми молодыми возрастными формируют устойчивую популяцию 131-144 млн лет с доминирующим пиком 139.2 млн лет. Помимо этого, присутствуют 2 зерна с молодыми возрастными 152±5 и 160±4 млн лет. Интервалу 240-360 млн лет соответствует около 30% зерен, в его пределах выделяется несколько пиков, наиболее выраженным из которых является 292.8 млн лет. Также следует отметить несколько немногочисленных популяций с пиками 400.1, 494.4, 633.3 и 886.4 млн лет (рис. 3.59). Древние цирконы (19 зерен) характеризуют узкий диапазон 1830-2020 млн лет с пиком 1838.4 млн лет.

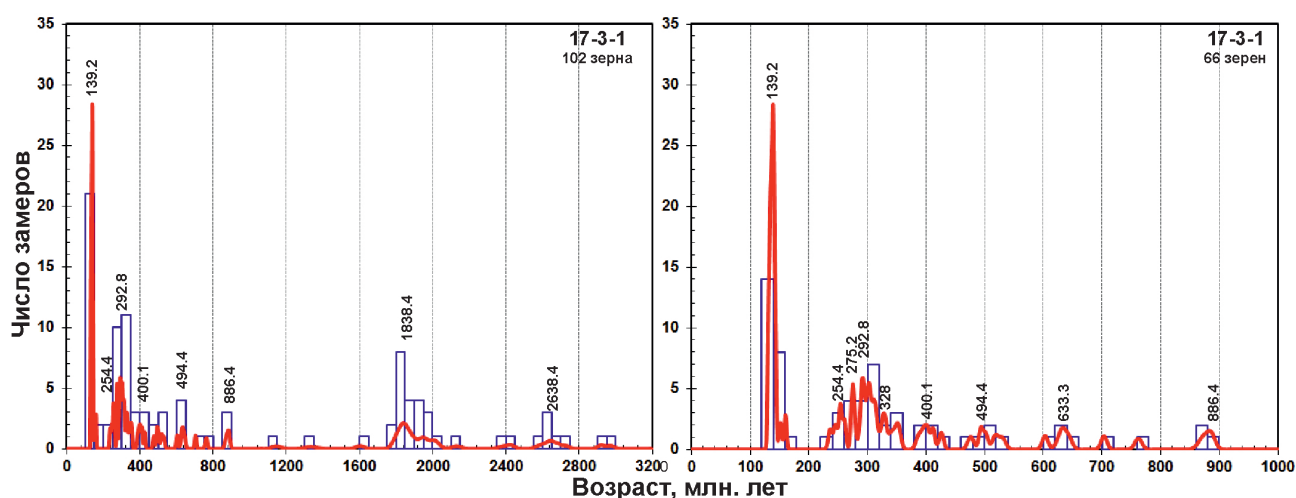


Рис. 3.59 Графики (гистограммы и кривые плотности вероятности) распределений возрастов обломочных цирконов из пробы песчаников 17-3-1. Слева – для зерен моложе 3200 млн лет, справа – для зерен моложе 1000 млн лет

Проба 12-6-1 была отобрана из песчаников, отнесенных предшественниками к кувеемкайской свите норийского яруса. Тем не менее, наличие устойчивой молодой популяции из 16 зерен в диапазоне от 133 до 146 млн лет с ярким пиком 140.5 млн лет, позволяет по совокупности признаков относить эти отложения к нижнемеловым комплексам. Здесь также присутствует существенная (50%) триас-палеозойская популяция с возрастными 210-450 млн лет с несколькими пиками (рис. 3.60). Более древние цирконы не формируют узких диапазонов. Среди них можно выделить интервал 1730-2000 млн лет, характеризующийся 15 зернами с пиком 1885 млн лет, и немногочисленные популяции с пиками 1115.4, 1487.5, 2315.3 и 2467.4.

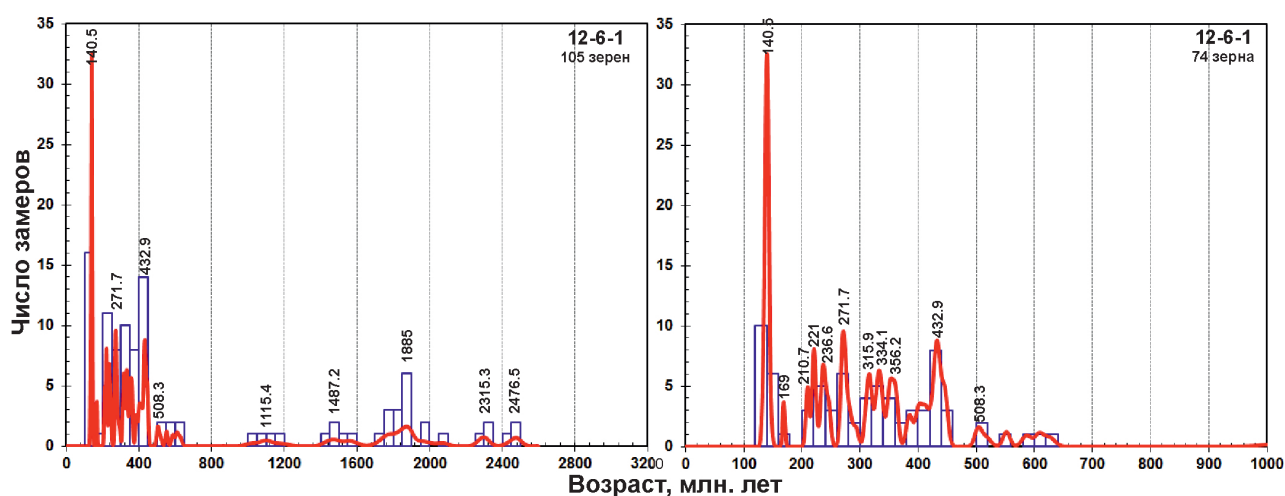


Рис. 3.60 Графики (гистограммы и кривые плотности вероятности) распределений возрастов обломочных цирконов из пробы песчаников 12-6-1. Слева – для зерен моложе 3200 млн лет, справа – для зерен моложе 1000 млн лет

Самая молодая популяция цирконов в песчаниках образца 6-3-1 насчитывает всего 6 зерен в достаточно большом диапазоне 134-176 млн лет. Важно отметить присутствие в этой популяции единичного зерна с возрастом 134 ± 7 млн лет и выраженного пика 157.5 млн лет.

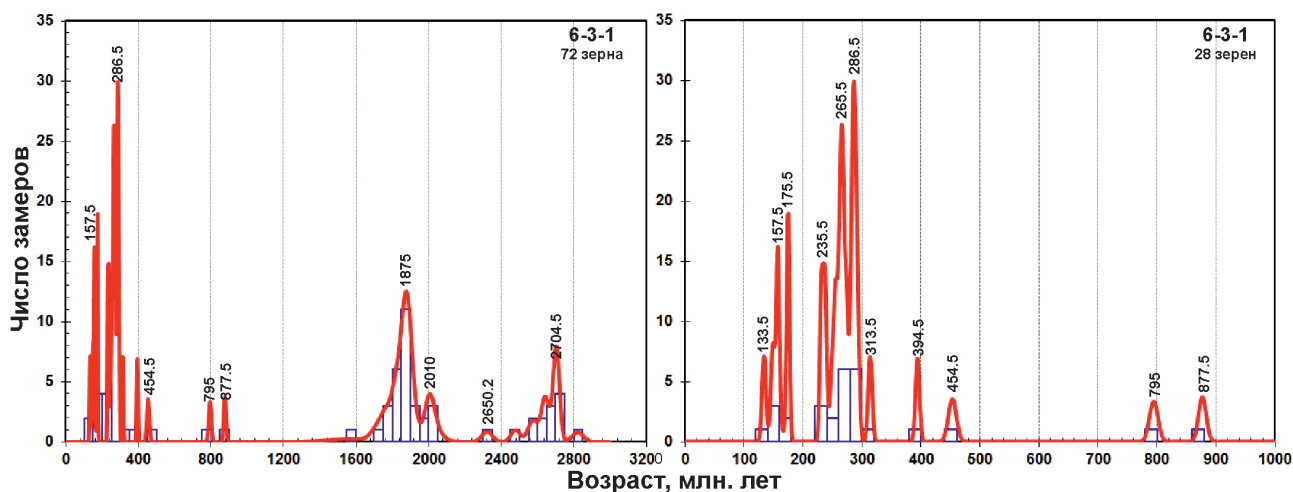


Рис. 3.61 Графики (гистограммы и кривые плотности вероятности) распределений возрастов обломочных цирконов из пробы песчаников 6-3-1. Слева – для зерен моложе 3200 млн лет, справа – для зерен моложе 1000 млн лет

Интервалу 230-290 млн лет соответствует 31% датировок, в его пределах выделяются пики 235.5, 265.5 и 286.5 млн лет. Значительную популяцию (около 40%) формируют зерна с возрастaми от 1710 до 2050 млн лет с пиками 1875 и 2010 млн лет. Самая древняя популяция представлена цирконами с возрастaми 2320-2710 млн лет с доминирующим пиком 2704.5 млн лет (рис. 3.61).

В образце 21-5-1 самая молодая популяция представлена цирконами с возрастaми от 141 до 180 млн лет (всего 11 зерен) с двумя яркими пиками со значениями 144 и 166.4 млн лет. Среди фанерозойских возрастaов также выделяется диапазон 224-250 млн лет, который охарактеризован 4 цирконами (рис. 3.62). Существенную группу (более 56%) формируют зерна с возрастaми 1710-2070 млн лет с доминирующим пиком 1905.6 млн лет. Древние цирконы (22 зерна) составляют несколько незначительных популяций в интервале 2310-3060 млн лет с пиками 2528 и 2686.4 млн лет (рис. 3.62).

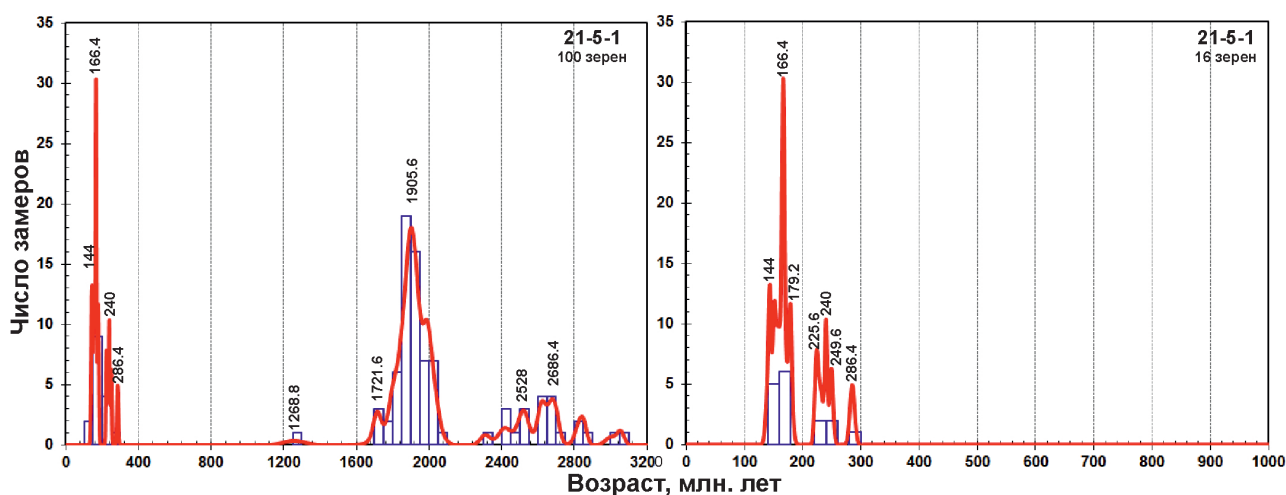


Рис. 3.62 Графики (гистограммы и кривые плотности вероятности) распределений возрастaов обломочных цирконов из пробы песчаников 21-5-1. Слева – для зерен моложе 3200 млн лет, справа – для зерен моложе 1000 млн лет

Для выявления типов разновозрастных источников сноса был построен график зависимости U/Th отношения и возрастaов обломочных цирконов для всех проанализированных проб (рис. 3.63). Зерна цирконов с U/Th значениями ниже 3, являются магматическими по происхождению. Если значения выше 5, вероятней всего метаморфическое происхождение (Rubatto et al., 2001). В работе (Gehrels et al., 2008) метаморфическими считаются зерна с величиной U/Th отношения более 10.

На графике, демонстрирующем величину U/Th соотношения, прослеживается отчетливый тренд её увеличения в цирконах с возрастaами 1700-2100 млн лет, что свидетельствует о влиянии метаморфических событий на источник сноса в это время.

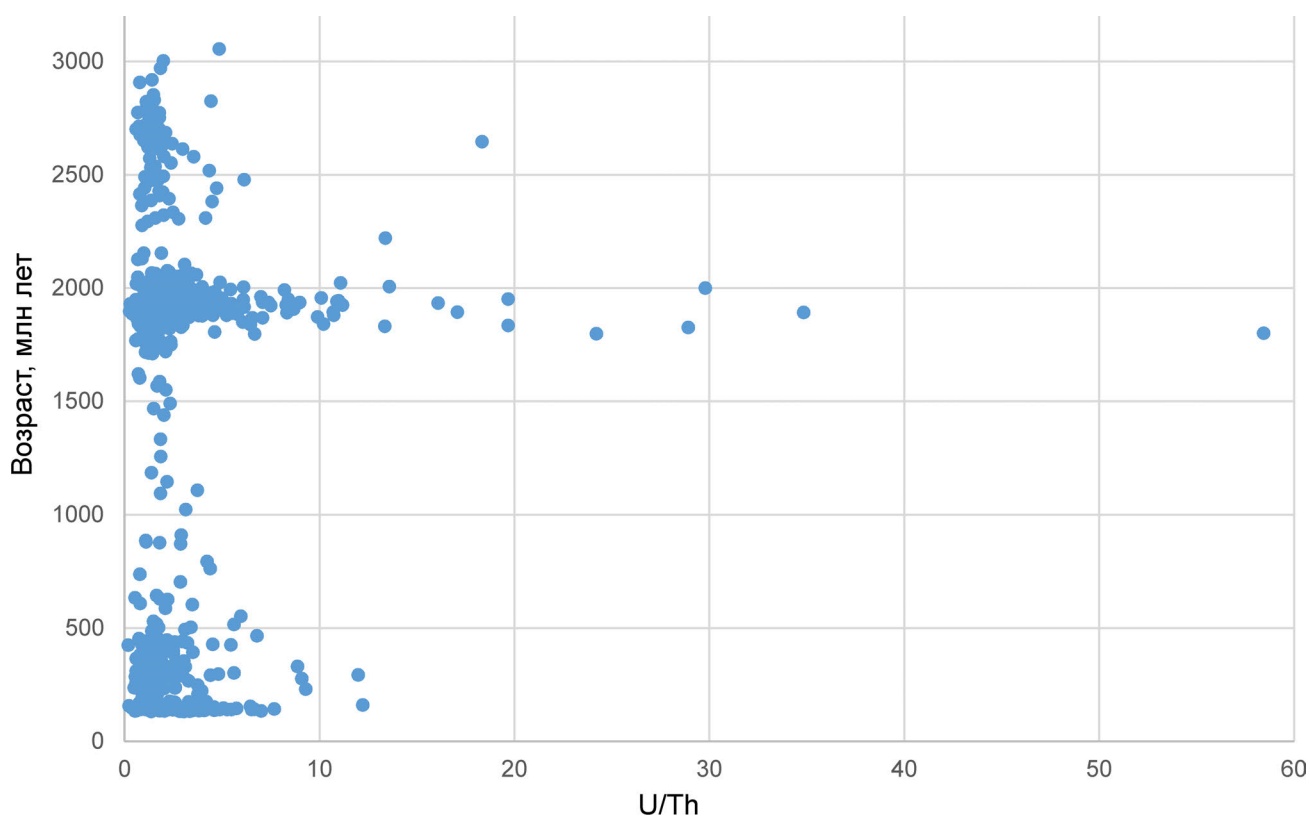


Рис. 3.63 U/Th соотношения для разновозрастных обломочных цирконов в верхнеюрско-нижнемеловых песчаниках

Выделение характерных популяций позволило определить и сравнить возраста основных источников сноса. Для наглядности построены нормализованные кривые плотности вероятности распределения возрастов детритовых цирконов для всех проанализированных проб с помощью модуля Normalized Prob Plot (автор G. Gehrels, 2010). Также на график добавлены результаты датирования обломочных цирконов из верхнетриасовых песчаников опубликованные в работе Э. Миллер с соавторами (Miller et al., 2006).

Самая молодая популяция 130-190 млн лет хорошо проявлена во всех верхнеюрско-нижнемеловых отложениях (рис. 3.64). В песчаниках раучуанской свиты этот диапазон несколько уже и составляет 156-190 млн лет, что подтверждает их оксфорд-кимериджский возраст. В волжских отложениях от 54 до 86% принятых к рассмотрению зерен имеют возрасты в интервале от 133 до 152 млн лет и лишь единичные зерна в интервале 152-190 млн лет. Столь многочисленная популяция, близкая ко времени накопления осадка, определенного фаунистически, вероятнее всего маркирует возраст синхронного вулканизма. В граувакках, близких по составу к отложениям утувеевской свиты, количество зерен, относящихся к самой молодой популяции составляет от 16 до 22. Хорошо выраженные пики с возрастами 139.2 и 140.5 млн лет, характеризующие этот интервал, указывают на берриасский возраст пород. Аркозовые песчаники раннемелового возраста, в отличие от схожих песчаников раучуанской свиты помимо цирконов с возрастными в диапазоне 156-190 млн лет, имеют в своем составе единичные зерна с более молодыми датировками.

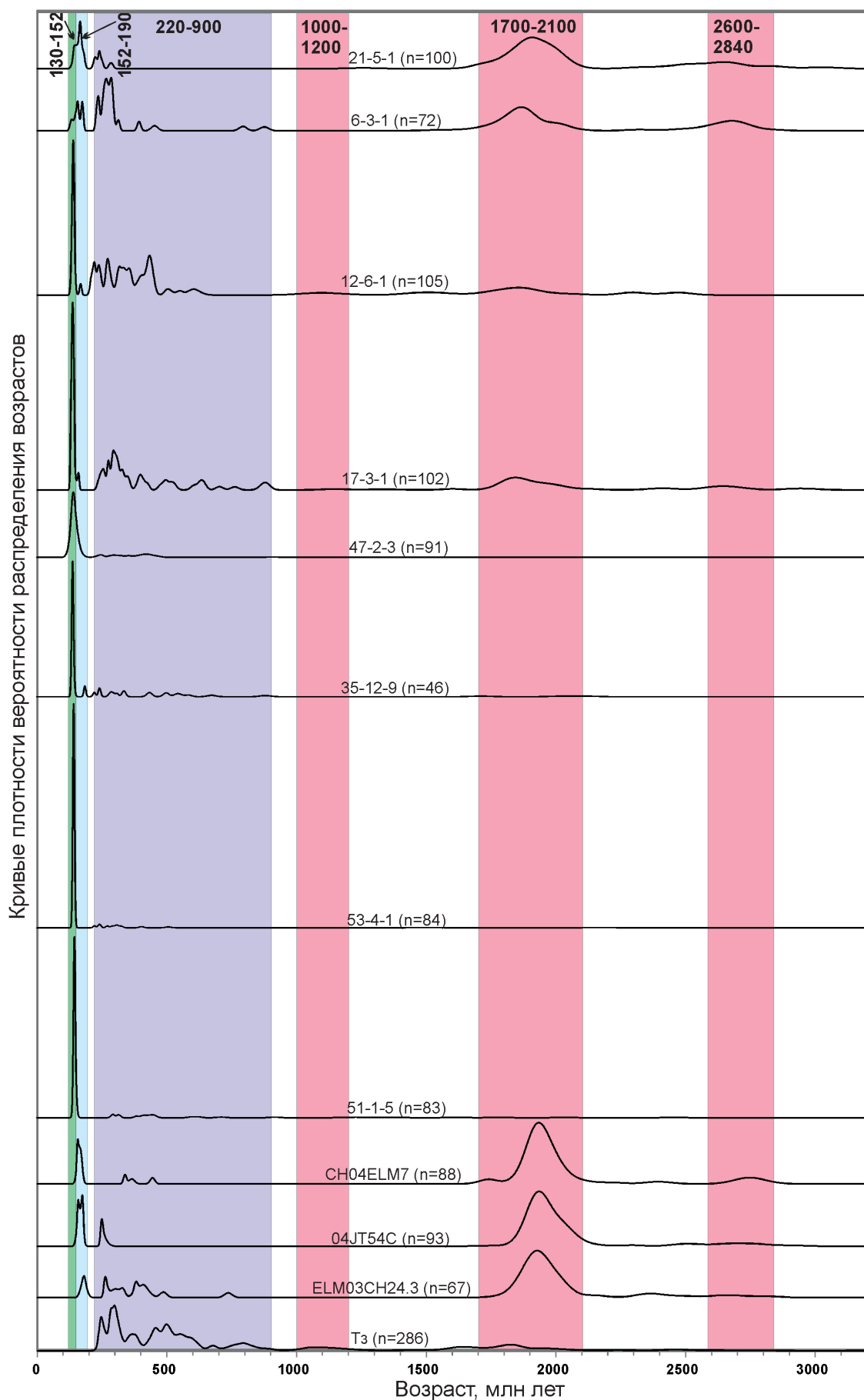


Рис. 3.64 Нормализованные кривые плотности вероятности распределения возрастов детритовых цирконов для мезозойских терригенных комплексов

Самая представительная триас-палеозойская популяция наблюдается в нижнемеловых граувакках (обр. 17-3-1 и 12-6-1). В остальных проанализированных верхнеюрско-нижнемеловых песчаниках встречено от 3 до 20 зерен этого временного интервала.

Древние цирконы преобладают в пробах, характеризующих аркозовые песчаники оксфорд-кимериджского и раннемелового возрастов. Также они формируют значимые популяции и в нижнемеловых граувакках. В рамках крупного временного интервала можно выделить три более узких диапазона: 1000-1200 млн лет, представленный единичными зернами; 1700-2100 млн лет, где сосредоточено большинство цирконов с древними возрастами; и второй по значимости докембрийский интервал 2600-2840 млн лет. Единичные зерна с древними возрастами присутствуют и в волжских отложениях.

Учитывая данные по геологическому строению региона и принимая во внимание результаты петрографических и геохимических исследований, удалось связать выявленные возрастные интервалы с основными магматическими событиями. Самому молодому интервалу 130-190 млн лет соответствует, по-видимому, несколько различных этапов вулканической активности. Проявления магматизма в диапазоне 170-190 млн лет на сегодняшний день в пределах изучаемой территории не известны. Оксфорд-кимериджский возраст подтвержден находками бухиевой фауны в туфопесчаниках из разреза энсиматической Кульпольнейской островной дуги (Шеховцов, Глотов, 2001). Датировка 147 ± 1 млн лет получена для гальки андезитов, имеющей геохимические характеристики континентальной дуги. Риолитовые туфы Берложьей кольдеры имеют возраст 142.5 ± 1.4 млн лет (Тихомиров и др., 2008).

В интервале 220-900 млн лет в пределах Чукотской складчатой области надежно датировано несколько магматических событий. Пик 250 ± 5 млн лет можно связать с возрастом силлов и мелких пластовых интрузий различного состава в отложениях нижнего триаса. Для одной из таких интрузий в районе Колючинской губы был определен возраст 252 ± 4 млн лет (Соколов и др., 2010; Ledneva et al, 2011). Для гранитно-купольных структур Куульского и Куэжвуньского поднятий получены датировки в диапазоне 352–359 млн лет (Катков и др., 2013; Лучицкая и др., 2015; Lane et al., 2015). Более древние возрасты 369.6 ± 1.2 и 374.8 ± 0.5 млн лет дали два образца из ортогнейсов Кооленьского купола Восточной Чукотки (Natal'in et al., 1999). Достаточно широкому интервалу 540-650 млн лет соответствуют возраста цирконов из метаморфического комплекса Чегитунь (Natal'in et al., 1999). Близкие датировки получены для гранитоидов о. Врангель $609 + 10/-7$, $633 + 21/-12$ и $677 + 163/-86$ млн лет (Косько и др., 2003). Позднее М.В. Лучицкой с соавторами (Лучицкая и др., 2017) выявлено два интервала проявления гранитоидного магматизма и кислого вулканизма в неопротерозойское время на о. Врангеля: 690-730 и 590-610 млн лет соответственно. Тем не менее, наличие детритовых

цирконов с возрастaми 220-900 млн лет в верхнеюрско-нижнемеловых песчаниках, особенно в волжско-берриасских, для которых зафиксировано направление сноса осадочного материала с юга на север в современных координатах, правильнее будет связать с перемывом триасовых отложений пассивной окраины Чукотского микроконтинента, где присутствуют цирконы всех перечисленных выше возрастaв (рис. 3.64).

Более древние датировки в пределах Чукотской складчатой области на сегодняшний день не известны. Тем не менее, в результате недавних исследований гранитоидов о. Врангеля среди 25 датированных цирконов из метагранитов четыре содержали унаследованные ядра с возрастaми: 1010 ± 20 ; 1170 ± 30 ; 1435 ± 30 ; 4) >2600 млн лет (Лучицкая и др., 2016). По мнению М.В. Лучицкой с соавторами предполагается наличие древних (неоархей – мезопротерозойских) пород в фундаменте. Таким образом, присутствие, а в случае аркозов раучуанской свиты и преобладание, среди датированных зерен цирконов с докембрийскими возрастaми (популяции 1000-1200, 1700-2100 и 2600-2840 млн лет) можно связать с размывом древнего основания в позднеюрское-раннемеловое время. Появление схожих популяций в титонское время в северной части Свердрупского бассейна (Omma et al., 2011) Э. Эмбри связывает с размывом основания древнего континента Крокерленд (Embry, 1993, 2009).

Глава 4. Обстановки осадконакопления и состав источников сноса верхнеюрско-нижнемеловых отложений

4.1. Обстановки осадконакопления

Судя по первичным структурным признакам песчаников и алевролитов верхнеюрско-нижнемеловые отложения представляют собой первый цикл седиментации. Обломочный материал имеет плохую степень окатанности и не претерпел длительной транспортировки и внутрибассейнового вызревания. Наличие в составе песчаников таких нестабильных компонентов как калиевый полевой шпат и кливажированные обломки аргиллитов также свидетельствуют о непосредственной близости источников сноса. Уменьшение соотношения $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, отражающего уровень зрелости обломочного материала, в более молодых отложениях указывает на постоянное обновление источников.

На основе полученных данных в эволюции осадконакопления в позднеюрско-раннемеловое время можно выделить два этапа: оксфорд-кимериджский и волжско-валанжинский.

В оксфорд-кимериджское время накопление происходило на территории современных Китепвеемской и Мырговаамской впадин. Идентичный состав отложений и выявленное сходство в строении разрозненных разрезов раучуанской свиты, свидетельствует о существовании в это время единого бассейна седиментации.

В строении оксфорд-кимериджского разреза преобладают отложения песчаных потоков, а также пачки среднезернистых турбидитов, представленных фрагментами последовательности Боума, и пачки амальгамированных песчаных слоев. Накопление отложений происходило под воздействием склоновых процессов в условиях активной гидродинамики. Об этом также свидетельствует наличие таких текстурных особенностей как следы нагрузки, класты глин в нижних и средних частях песчаниковых горизонтов, градационная и конволютная слоистость.

Бассейн, в котором формировалась раучуанская свита, имел достаточно крутые склоны и узкую зону пляжа. По периферии бассейна располагались кливажированные тонкозернистые терригенные породы, весьма неустойчивые при переносе. Они являлись источником мелких угловатых обломков. Подобный сценарий накопления отложений может объяснять отсутствие базальных конгломератов в низах раучуанского разреза. Склоновые каналы, по-видимому, были связаны с речной системой на суше, которая поставляла огромное количество песчаного материала в бассейн (рис. 4.1).

Интерпретировать основное направление транспортировки осадков не удалось, вследствие отсутствия ориентированных текстур. По причине плохой обнаженности также не

представляется возможным проследить латеральную смену фаций, которая могла бы помочь в решении этого вопроса.

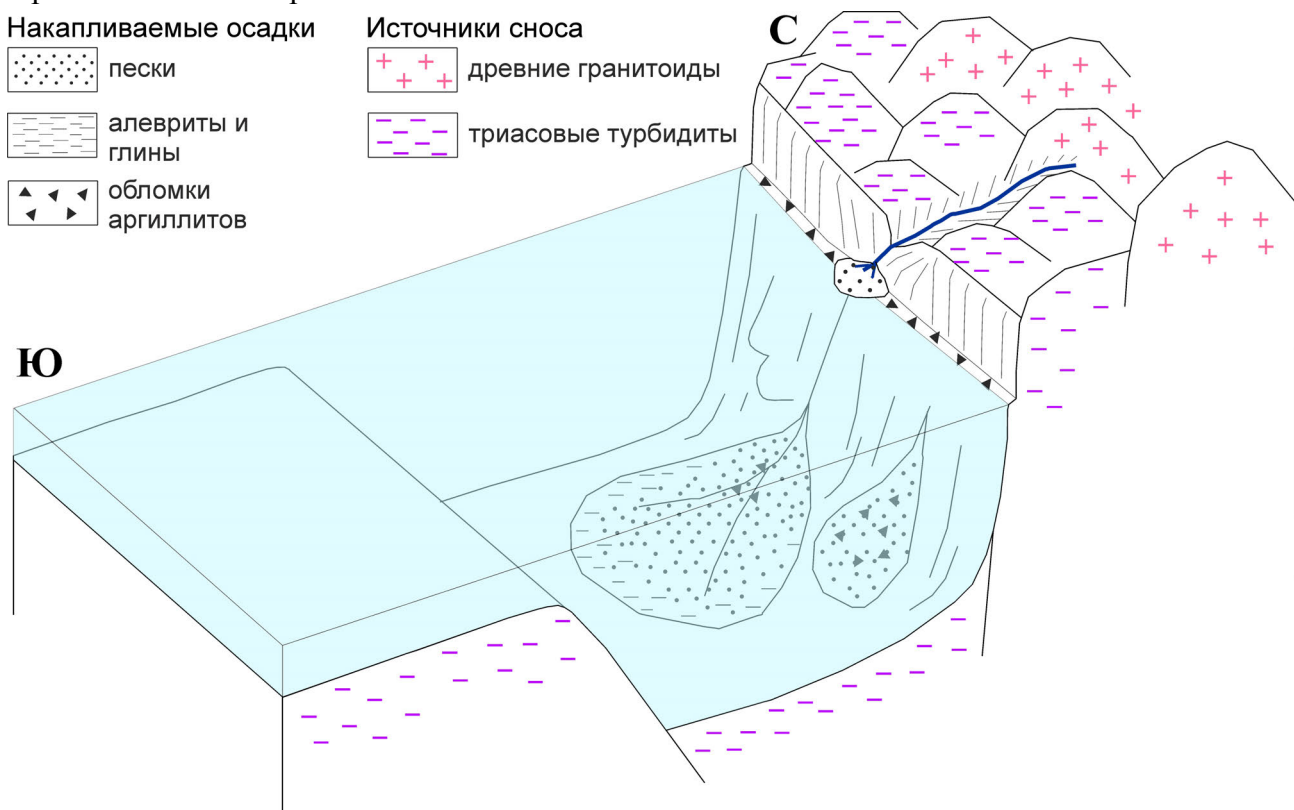


Рис. 4.1 Седиментологическая модель образования оксфорд-кимериджских отложений

Волжско-валанжинский этап начинается с формирования вулканогенно-осадочных отложений на достаточно обширной территории. Это свидетельствует о резкой смене обстановки осадконакопления и состава источников сноса на рубеже кимериджско-волжского времени.

В ходе исследований выявлена тесная связь между составом и строением разрезов изученных пород в пределах современных Раучуанской, Певекской и Верхне-Пегтымельской впадин. Это позволяет сделать вывод о существовании в волжско-валанжинское время крупного бассейна с едиными источниками сноса и путями транспортировки осадочного материала. Весь этап в целом характеризуется схожими условиями формирования и постепенным изменением состава отложений.

В волжское время на территории изученных Раучуанской, Певекской и Верхне-Пегтымельской впадин происходило накопление в основном терригенных отложений с примесью или высокой долей пирокластического материала в составе. В пределах Нутесынской и Камешковской впадин формировались преимущественно толщи вулканитов (Паракецов, Паракецова, 1989). В берриаско-валанжинское время осадкообразование продолжилось в пределах современных Раучуанской и Певекской структур. В берриасе количество вулканогенного материала поставляемого в область седиментации постепенно уменьшалось и к валанжину сократилось до незначительной примеси.

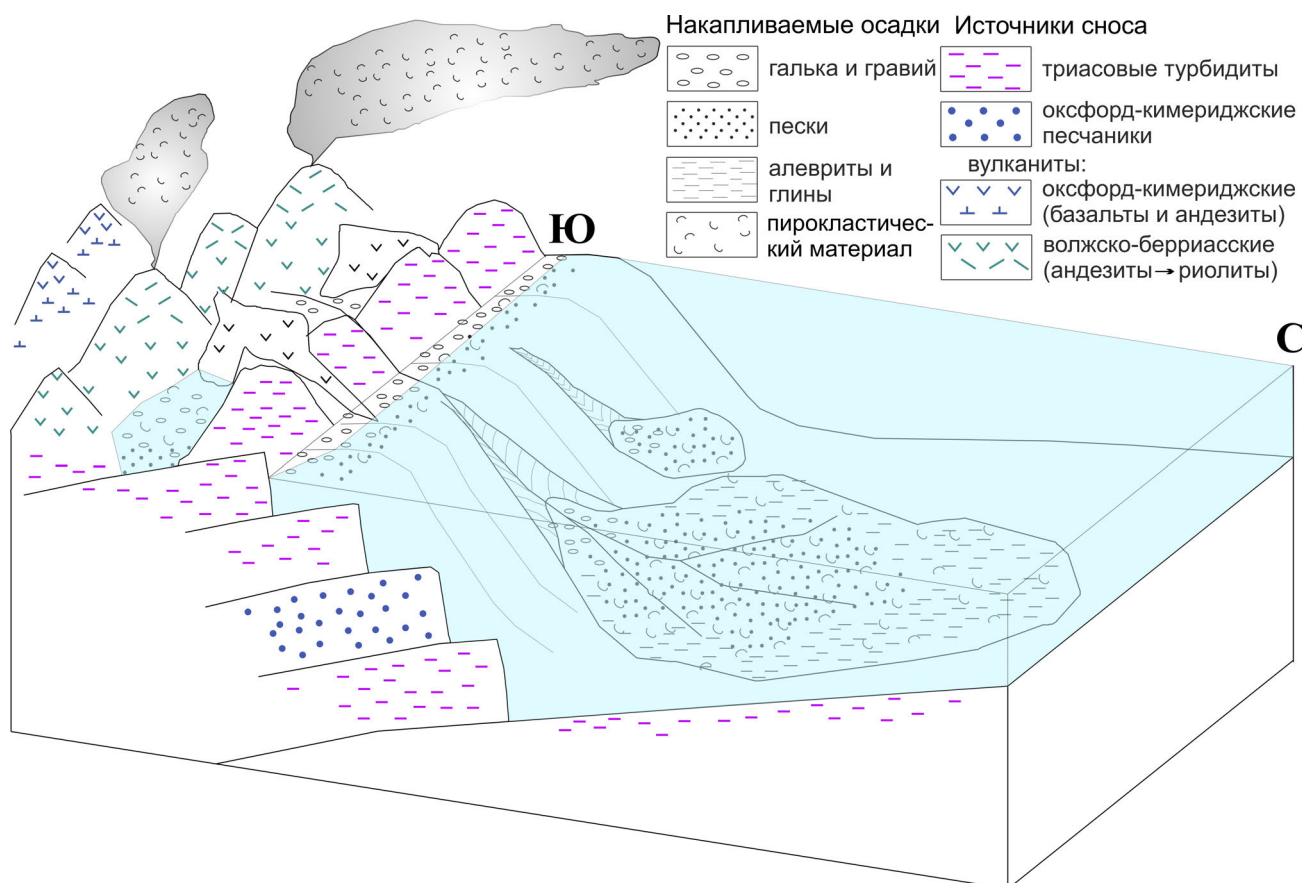


Рис. 4.2 Седиментологическая модель образования волжско-берриасских отложений

Строение разреза и текстурные особенности волжско-валанжинских отложений свидетельствует о накоплении в различных частях подводных конусов выноса (рис. 4.2). Для отложений Раучуанской и Верхне-Пегтымельской впадины, в отличие от Певекской характерно присутствие в разрезе грубообломочных толщ. Схожую зональность можно проследить и в смене состава пород. В песчаниках Певекской впадины выявлены повышенные содержания кварца и, соответственно, значения $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, что свидетельствует о вызревании осадка. Погружение склона палеобассейна и доминирующее направление сноса материала с юга на север, северо-восток в современных координатах, подтверждается также результатами замеров складок оползания.

4.2. Источники сноса

В результате петрографических, геохимических, изотопно-геохимических и геохронологических исследований для верхнеюрско-нижнемеловых отложений выявлены следующие источники сноса: граниты, в меньшей мере метаморфические комплексы, а также терригенные породы и вулканиды различного состава.

Граниты и метаморфические комплексы, по-видимому, являются породами кристаллического фундамента Чукотского микроконтинента. В пользу присутствия древних гранитоидов в области размыва свидетельствуют характерные типы кварца (со структурными дефектами в виде изометрично-полигональной поликристалличности и поликристалличности с

лапчатыми контурами индивидов, а также с включениями игольчатого рутила), отрицательные величины $-19.5 < \epsilon_{Nd}(t) < -14$) и присутствие популяций детритовых цирконов с докембрийскими возрастами (1000-1200, 1700-2100 и 2600-2840 млн лет) в песчаниках. Наличие метаморфических пород в источниках сноса подтверждается геохимическими исследованиями мусковитов и гранатов (гранулитовой фации метаморфизма), а также высоким U/Th соотношением ($U/Th > 5$), в некоторых детритовых цирконах с возрастами 1700-2100 млн лет.

Для выявления терригенного источника были исследованы обломки и гальки пород петрографическим и геохимическим методами. Высокое содержание углистого детрита, наличие кливажа, минеральный состав и геохимические особенности изученных терригенных обломков характерны для триасовых турбидитов. Присутствие в верхнеюрско-нижнемеловых песчаниках детритовых цирконов с возрастами от 220 до 900 млн лет также свидетельствует о переотложении триасовых пород, в которых эта популяция преобладает.

Детальные аналитические исследования позволили выделить нескольких типов верхнеюрско-нижнемеловых вулканических пород среди источников сноса. Наличие обломков основных вулканитов и детритовых цирконов с оксфорд-кимериджскими возрастами можно связать с размывом комплексов Кульпольнейской островной дуги. Источниками кислых вулканитов и цирконов с берриасскими возрастами могли быть такие вулcano-плутонические ассоциации, как Берложья кальдера. На основе датирования гальки андезитов установлено присутствие также волжских вулканитов в питающей провинции. При этом полученные результаты геохимических исследований галек не позволяют дать однозначную интерпретацию обстановки накопления этих вулканитов. Они могли формироваться в условиях функционирования зрелой островной дуги или на краю Чукотского микроконтинента. Поиск этого источника также затрудняет широкое распространение перекрывающих комплексов ОЧВП.

Оксфорд-кимериджские раучуанские песчаники характеризуются аркозовым составом и преобладанием древних гранитоидов в области питания. При этом низкие значения коэффициента CIA от 52-57 в песчаниках свидетельствует о присутствии свежих, недавно выведенных на поверхность пород среди их источников сноса. Такие толщи, как правило, формируются в грабенообразных впадинах, возникших в результате растяжения континентального основания (рис. 4.3). В волжское время происходит накопление отложений нетпнейвеемской свиты (Раучуанской впадины), имлекинской свиты (Верхне-Пегтымельской впадины) и отложений в районе р. Лоотайпыяваам (Певекской впадины). Для этих вулканогенно-терригенных пород основным источником сноса становится функционирующая

вулканическая дуга. Таким образом можно констатировать резкую смену источников и обстановки накопления в позднеюрское время.

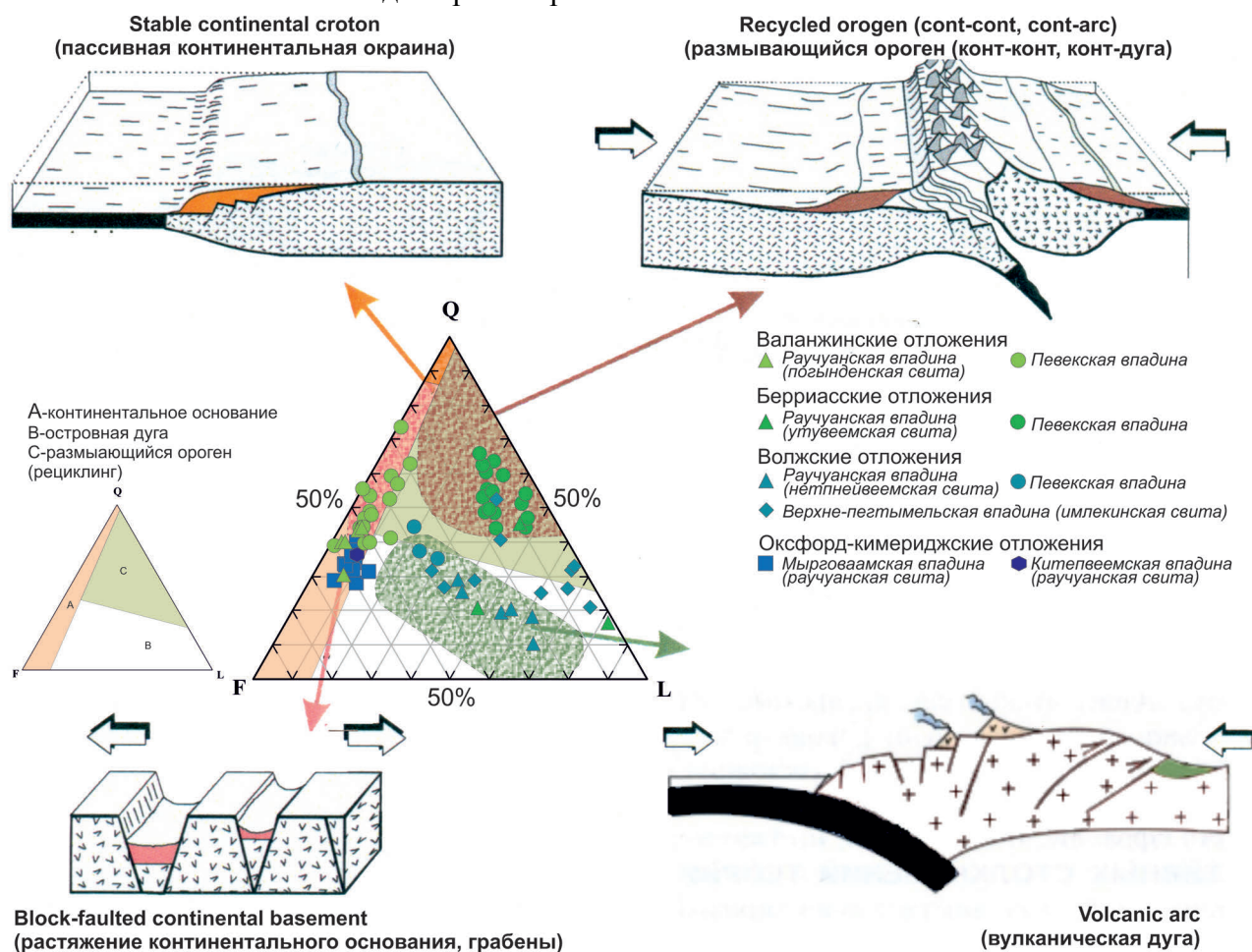


Рис. 4.3 Положение фигуративных точек составов верхнеюрско-нижнемеловых песчаников на генетической диаграмме, поля составов скомпилированы по данным (Dickinson and Suczek 1979, Dickinson 1985)

В берриасе накапливались отложения утувеемской свиты и схожие с ними по составу породы в пределах Певекской впадины. По петрографическим данным их основными источниками являлись в равной степени терригенные и вулканогенные комплексы. При этом, следует отметить постепенную смену состава. Для волжских отложений среди породообразующих компонентов характерно преобладание обломков основных и средних вулканитов, в верхних частях разреза кислых. Также в породах присутствуют и терригенные литокласты. В отложениях утувеемской свиты роль терригенного источника усиливается, вулканогенные комплексы представлены обломками кислого состава. Такие отложения формируются в обстановке размывающегося орогена.

Накопление отложений погынденской свиты и схожих по составу аркозов Певекской впадины, по-видимому, происходило в близких условиях с раучуанскими песчаниками. Однако резкое уменьшение таких нестабильных компонентов, как калиевые полевые шпаты и крупные обломки кливажированных терригенных пород, могут свидетельствовать о перемыве оксфорд-кимериджских отложений в валанжинское время.

Глава 5. Геодинамические режимы

В мезозойской истории развития Чукотского террейна традиционно выделяют два основных этапа осадкообразования: триасовый и позднеюрско-раннемеловой (Тильман, 1980; Натальин, 1984; Геодинамика..., 2006; Соколов, 2010 и др.).

Триасовый этап характеризуется накоплением осадков в условиях пассивной континентальной окраины с углублением бассейна и сносом материала с севера на юг в современных координатах (Морозов, 2001; Tichkova et al., 2009). В отложениях ранне-средне триасового возраста встречаются силлы и мелкие пластовые интрузии, что свидетельствует о деструкции континентальной коры в это время (Тильман, 1980; Соколов и др., 2009). Верхнетриасовые породы согласно надстраивают ниже-среднетриасовые, образуя непрерывный разрез, представленный терригенными толщами, не содержащими пирокластического материала (Тучкова, 2011). Возможно, этот этап осадкообразования продолжался вплоть до ранней юры. Нижнеюрские глинистые сланцы, были изучены на узком участке, на левом берегу р. Раучуа (Городинский, 1963). Литологическое сходство и согласный контакт низов нижнеюрской толщи и верхней части норийского разреза свидетельствует о постепенном переходе между ними (Белик, 1979).

Ранне-среднеюрский этап развития Чукотского региона отмечен перерывом в осадконакоплении. Отложения средней юры (байос-нижний келовей) также отсутствуют на территории Арктической Канады (Embry, Dixon, 1990; Omma et al., 2011) и в скважинах Северного склона Аляски (Mickey et al., 2002), что свидетельствует о крупной структурной перестройке в Арктическом регионе. Раннеюрский (геттанг?-синемюрский) возраст начала рифтогенеза в Восточной Арктике установлен на основе корреляции биостратиграфических уровней и биофациального анализа по фораминиферам верхнекаменноугольно-юрских отложений, вскрытых скважинами в районе Поинт Барроу (Северный склон Аляски) и о-ва Принц Патрик (Канадский Арктический архипелаг) (Mickey et al., 2002). Резкая смена биофаций на территории Северного склона при продолжающемся стабильном развитии неритовых форм на Арктических островах на границе рэта-геттанга объясняется образованием цепочки грабенов, разделивших Канадскую и Американскую Арктические окраины. А. Гранц с соавторами (Grantz et al., 2011) датирует первую фазу ротационного раскрытия Американо-Азиатского бассейна также ранне-среднеюрским временным интервалом (~195 – ~160 млн лет). На этом этапе происходило утонение континентальной коры, что привело к образованию коры переходного типа (серпентинизированные передотиты?) в Канадском бассейне (Grantz et al., 2011).

В пределах Чукотского террейна раннеюрский этап деформаций установлен по возрасту новообразованных слюд (~200 млн лет, K-Ar, Rb-Sr), развитых вдоль плоскостей

кливажа в карнийских отложениях (Тучкова и др., 2007а). М.И. Тучковой с соавторами выявлена сбросовая кинематика раннеюрских деформаций и отмечена их связь с рифтингом, эволюция которого привела к образованию Канадской котловины.

Относительно природы первого этапа деформаций, отмеченного образованием надвигов, асимметричных и изоклинальных складок южной вергентности в триасовых отложениях Чаунской губы, Б.Г. Голионко с соавторами дает два альтернативных объяснения (Голионко и др., 2018). В первом, деформации относятся к ранней юре и связываются с началом раскрытия Американо-Азиатского бассейна и отрывом от Северо-Американского континента крупного блока, ставшего впоследствии Чукотским микроконтинентом. Во втором варианте, предлагается разделять процессы растяжения, приведшие к началу рифтинга в будущей Канадской котловине (ранняя юра), и установленные компрессионные деформации. При этом эпизод сжатия, возможно был вызван аккрецией Кульпольнейской энсиматической дуги к Чукотскому микроконтиненту.

Позднеюрско-раннемеловой этап. Накопление позднеюрско-раннемеловых отложений на окраине Чукотского микроконтинента происходило синхронно и под влиянием процессов, связанных с его сближением с активной окраиной Сибири. Последние фазы спрединга в Прото-Арктическом океане, разделявшем два континентальных блока, датируются оксфорд-кимериджем по возрасту самых молодых кремней, ассоциирующих с океаническими базальтами (Sokolov et al., 2009; Соколов и др, 2015). В результате субдукции океанической коры под окраину Сибирского континента образуется Олойский вулканический пояс (Горячев, 2006; Соколов и др, 2015). В это же время в Прото-Арктическом океане существовала Кульпольнейская островная дуга. Ранее считалось, что дуга образовалась на краю Чукотского микроконтинента (Наталин, 1984; Зоненшайн, 1990; Богданов, Тильман, 1992; Морозов, 2001). В настоящее время большинство исследователей (Бондаренко, 2004; Соколов и др, 2015; Amato et al., 2015) считают Кульпольнейский комплекс энсиматической островной дугой. Тем не менее, существуют разночтения по вопросу ее полярности. Дж. М. Амато (Amato et al., 2015) предполагает, что дуга возникла возле края Чукотского микроконтинента, в результате субдукции океанической коры по направлению к микроконтиненту. С.Д. Соколов (Соколов и др., 2015) склоняется к ее интраокеаническому происхождению и южному (в современных координатах) погружению зоны субдукции. Начиная с волжского времени ранее существовавший Прото-Арктический океан начал резко сокращаться и превратился в закрывающийся Южно-Анжуйский турбидитовый бассейн.

Взаимоувязать имеющиеся на сегодняшний день концепции касательно ранних деформаций и принадлежности Кульпольнейской дуги возможно, учитывая установленные в работе два этапа седиментации, а также выявленные обстановки накопления и источники

сноса в позднеюрско-раннемеловое время. Предлагается следующий сценарий тектонической эволюции и смены геодинамических обстановок.

В оксфорд-кимеридже существовала Кульпольнейская энсиматическая островная дуга, за счет субдукции обрамляющей Чукотский микроконтинент океанической литосферы (рис. 5.1А). В пользу ее заложения на океаническом фундаменте и принадлежности к структурам Южно-Ануйской сутуры свидетельствуют строение, состав и взаимоотношения ее комплексов (Шеховцев, Глотов, 2001; Sokolov et al., 2009; Соколов и др., 2015), а также единичные геохимические данные (Бондаренко, 2004; Amato et al., 2015).

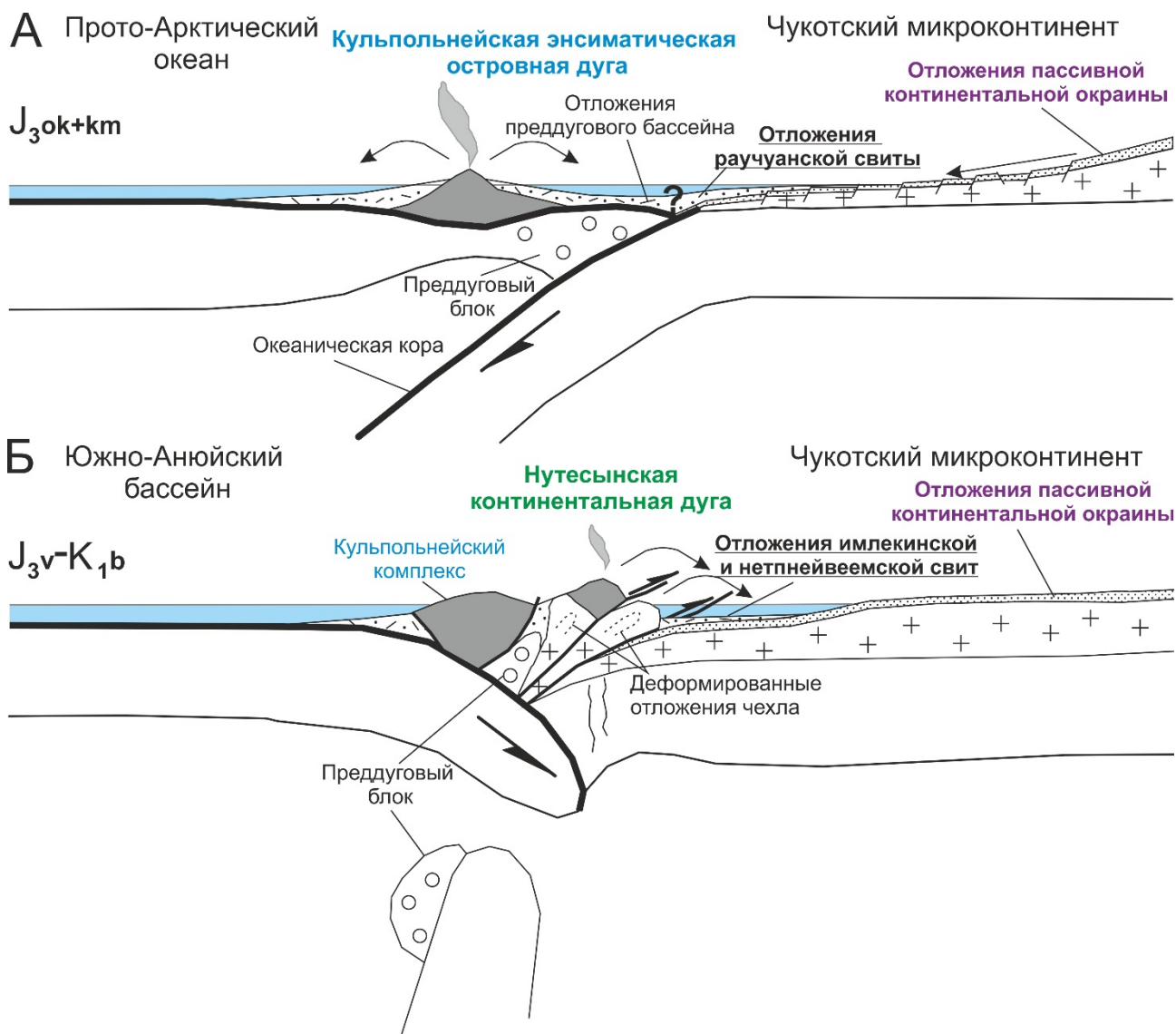


Рис. 5.1 Реконструкции геодинамических обстановок: А – для оксфорд-кимериджского времени; Б – для волжско-берриасского времени

На южной окраине Прото-Арктического океана надсубдукционный вулканизм этого времени известен в островодужных террейнах Алазейско-Олойской складчатой системы (Парфенов и др., 1993; Геодинамика ..., 2006). Существование двух зон субдукции, погружающихся в одном, южном направлении, вызвало быстрое поглощение океанической

литосферы и сокращение Прото-Арктического океана. На погружающейся Чукотской окраине Прото-Арктического океана могли возникнуть локальные обстановки растяжения.

На окраине Чукотского микроконтинента в результате растяжения континентального основания образовалась грабенообразная впадина, в которой формировались аркозовые песчаники раучуанской свиты. Среди источников, находящихся, по-видимому, на севере (в современных координатах) преобладали древние гранитоиды и кливажированные, подвергшиеся более раннему этапу деформаций, турбидиты триаса.

Кульпольнейская энсиматическая островная дуга не могла стать основным источником сноса для волжско-берриасских отложений, содержащих большое количество цирконов с возрастными 150-140 млн лет. Во-первых, нет никаких возрастных подтверждений ее функционирования в волжское время, так как прослой туфопесчаников в разрезе Кульпольнейского комплекса содержат окаменелые остатки бухий только оксфорд-кимериджского возраста (Шеховцов, Глотов, 2001). Во-вторых, подтверждена принадлежность изученных волжско-валанжинских впадин к структурам Чукотского террейна, а образований Кульпольнейской дуги к комплексам Южно-Ануйской сутуры. В-третьих, вулканиты из галек волжских конгломератов резко отличаются от вулканитов Кульпольнейского комплекса по геохимическим характеристикам. Наиболее вероятным источником сноса могла быть континентальная дуга, описанная в работах (Наталин, 1984; Зоненшайн, 1990; Богданов, Тильман, 1992; Морозов, 2001). Наличие окраинно-континентального вулканизма в берриасе в виде комплексов Берложьей кальдеры также свидетельствует в пользу этой гипотезы.

Таким образом, можно предположить, что начиная с волжского времени, Кульпольнейская островная дуга начинает аккретироваться к Чукотской окраине. В последствии это приводит к становлению новой зоны субдукции с океанической стороны деформированной дуги и смене (инверсии) ее полярности (рис. 5.1Б). В результате погружения океанической коры под активную окраину Чукотского микроконтинента формируется континентальная дуга, для которой предлагается сохранить старое название Нутесынская. В течение волжско-берриасского времени накопление вулканогенно-осадочных отложений происходит во впадинах, образовавшихся в тылу дуги.

Основными источниками обломочного материала служили дифференцированные вулканические серии и триасовые терригенные породы. Большое количество пирокластического материала поступало в область седиментации. Преобладающее направление погружения склона палеобассейна и сноса осадочного материала на север, северо-восток установлено замерами складок оползания. По отношению к аккретированной Кульпольнейской дуге волжско-берриасские впадины являются ретродуговыми бассейнами

форланда (retroarc foreland), по отношению к функционирующей Нутесынской дуге занимают позицию задуговых бассейнов (backarc) (Tectonics of..., 1995).

По данным петрографических, геохимических и геохронологических исследований формирование вулканогенных пород Нутесынской дуги началось с образования андезибазальтов и андезитов, а завершилось кислыми разностями. С учетом датирования детритовых цирконов из песчаников волжско-валанжинского возраста и галек вулканитов время функционирования дуги можно оценить, как ~150-140 млн лет.

Такая модель коллизии дуга-континент, разработана и описана Е.А. Константиновской (2003) для Ачайваям-Валагинской дуги Камчатки. Схожие процессы происходят в районе дуги Лусон (Тайвань) (Chemenda et al., 2001). В результате экспериментального моделирования были зафиксированы следующие события, которые контролируют процесс коллизии дуга-континент (Chemenda et al., 2001; Константиновская, 2003), и могут объяснить некоторые особенности в составе отложений и структур Чукотской окраины.

Во-первых, на ранних этапах коллизии в структуре происходит тектоническое расслоение континентальной коры вдоль пологих надвигов, обращенных в сторону континента. В дальнейшем блоки континентальной коры, сорванные с мантийного основания вместе с осадочным чехлом, аккрецируются и эксгумируются во фронте дуги. Такой сценарий объясняет строение и условия формирования волжско-берриасских отложений с преобладающим и наиболее близким триасовым терригенным источником, расположенным на юге. А также свидетельствует в пользу ранее высказанного предположения о выведении на поверхность оксфорд-кимериджских аркозовых песчаников, которые, по-видимому, стали основным источником для отложений погынденской свиты в валанжине. Во-вторых, деформации в области утоненной части плиты могут привести к поддвигу преддугового блока под дугу и его полному или частичному исчезновению в зоне субдукции. С этим фактом можно связать отсутствие преддуговых комплексов в структуре Южно-Аннуйской сутуры (Соколов и др., 2015).

Такая интерпретация также подтверждает вторую версию Б.Г. Голионко и соавторов относительно природы установленных им ранних компрессионных деформаций в триасовых отложениях (Голионко и др., 2018).

Коллизия Чукотского микроконтинента со структурами активной окраины Сибирского континента завершилась **в конце неокома** с формированием покровно-складчатой структуры северной вергентности (Бондаренко, 2004; Соколов и др., 2015). В результате закрытия океанического бассейна и коллизии между двумя континентальными блоками образовалась Южно-Аннуйская сутура.

В **апте-альбе** происходило субширотное растяжение с образованием комплексов метаморфических ядер, даек и постколлизийных интрузий (Гельман, 1995; Бондаренко, 2004; Катков и др., 2010). В мелу на активной окраине Азиатского континента формировались комплексы Охотско-Чукотского вулканического пояса. Мощные толщи вулканитов перекрыли структуры юго-восточной окраины Чукотского террейна, затушевывая свидетельства позднеюрско-раннемеловых событий.

Таким образом, в мезозойской доколлизийной истории развития Чукотского террейна выделяется четыре основных этапа. Этап пассивной континентальной окраины характеризуется накоплением турбидитов в триас-раннеюрское время. Первая фаза этапа растяжения связана с началом раскрытия Амеразийского бассейна в ранне-среднеюрское время и отрывом от Северо-Американского континента блока, ставшего впоследствии Чукотским микроконтинентом. Вторая фаза локального растяжения (оксфорд-кимеридж) на южной окраине Чукотского микроконтинента вызвана резким сокращением океанической коры в Прото-Арктическом океане. Этап аккреции Кульпольнейской дуги к Чукотской окраине произошел на рубеже кимериджа и волги. Этап активной континентальной окраины с образованием Нутесынской континентальной дуги датируется волжско-берриасским интервалом.

Заключение

В диссертации представлен новый фактический материал по строению и составу верхнеюрско-нижнемеловых отложений, полученный автором в результате детального описания разрезов в ходе полевых работ, а также последующих петрографических, геохимических, изотопно-геохимических и геохронологических исследований отобранных проб и образцов. Проведенные исследования позволили определить литологические характеристики отложений выделенных стратиграфических подразделений, что в дальнейшем упростит их диагностику. Особенно это актуально для аркозовых песчаников оксфорд-кимериджского и валанжинского возрастов, разделение которых достаточно проблематично. Полученные результаты также продемонстрировали важную роль комплексного подхода к изучению деформированных, литологически схожих пород, лишённых большого количества фаунистических остатков.

Основным достижением проведенного исследования является восстановление условий осадконакопления на юго-западной окраине Чукотского микроконтинента в позднеюрско-раннемеловое время. С учетом полученных данных выделено два этапа осадкообразования: оксфорд-кимериджский и волжско-валанжинский.

В строении оксфорд-кимериджского разреза Мырговаамской и Китепвеемской впадин преобладают отложения песчаных потоков, среднезернистые турбидиты и пачки амальгамированных песчаников. Песчаники имеют аркозовый состав и накапливались в грабеннообразной впадине за счет размыва преимущественно гранитоидных пород древнего континентального блока и триасовых турбидитов, и в меньшей степени метаморфических комплексов и вулканитов. Доминирующее направление сноса осадочного материала с севера на юг (в современных координатах) не зафиксировано и предполагается на основе возможного расположения выявленных источников сноса в определенной геодинамической обстановке, с учетом современной структуры.

В волжское время на территории изученных Раучуанской, Певекской и Верхне-Пегтымельской впадин существовал единый бассейн. Накопление отложений происходило в различных частях подводных конусов выноса, с образованием мелко-, средне- и крупнозернистых турбидитов с линзами конгломератов и местами горизонтов тиллоидов. В результате резкой смены источников сноса функционирующая континентальная дуга становится главным поставщиком материала. При этом в зоне размыва также располагаются триасовые терригенные породы. В берриасское время осадкообразование без смены условий продолжается на территории Раучуанской и Певекской впадин. Доминирующим источником постепенно становятся триасовые турбидиты, состав вулканитов питающей провинции меняется со среднего на кислый. Направление погружения склона палеобассейна и сноса

материала с юга на север, северо-восток установлено путем замеров складок оползания. В строении валанжинского разреза появляются горизонты амальгамированных песчаных слоев. Накопление валанжинских аркозовых песчаников происходило или в тех же условиях, что и оксфорд-кимериджских, или в результате их перемыва. Поскольку смены обстановки накопления и направления сноса материала на рубеже берриаса-валанжина не установлено, предпочтение было отдано второй версии.

Таким образом, детальные литологические исследования верхнеюрско-нижнемеловых отложений позволили установить условия их накопления, а также определить состав и датировать источники сноса. С учетом наличия лишь единичных данных по составу и возрасту позднеюрских вулканических комплексов Южно-Аннуйской сутуры и южной окраины Чукотского террейна, наиболее важные результаты получены в ходе геохимических и геохронологических исследований галек вулканитов из волжских конгломератов. Они подтвердили гипотезу о существовании континентальной дуги на окраине Чукотского микроконтинента и уточнили ее возраст. Это позволило существенно дополнить имеющиеся палеогеодинамические реконструкции, сделанные для промежутка поздняя юра – ранний мел в целом.

Полученные результаты свидетельствуют о важности изучения верхнеюрско-нижнемеловых впадин Чукотского террейна для создания геодинамических моделей для региона Восточной Арктики. Для уточнения геодинамической природы позднеюрско-раннемелового вулканизма необходимо получение новых геохимических и геохронологических данных по вулканогенно-осадочным комплексам Южно-Аннуйской сутуры, Нутесынской, Камешковской и западного окончания Верхне-Пегтымельской впадины (намномкомская свита). Для юго-восточной окраины Чукотского террейна отложения изученной Верхне-Пегтымельской и самой восточной Искатеньской впадин являются практически единственным источником информации, поскольку здесь широко распространены перекрывающие комплексы ОЧВП, что ставит вопрос о продолжении Южно-Аннуйской сутуры в этом направлении.

Список литературы

1. Баранов М.А. Покровная тектоника Мырговаамской «впадины» (северо-запад центральной Чукотки) // Тихоокеанская геология, 1995, №3, С. 17-22.
2. Баранов М.А., Журавлев Г.Ф. Объяснительная записка к геологической карте СССР 1:200000 масштаба Лист R-59-XXXI, XXXII. М., 2000, 119 с.
3. Баранов М.А., Телегин Ю.М., Томилов В.А. и др. Отчет о групповой геологической съемке масштаба 1:50000 с общими поисками в 1985-1991 гг. Кн. 1. Певек, Чаунская ГРЭ СВПГО, 1991, 256 с.
4. Белик Г.Я. Объяснительная записка к геологической карте СССР 1:200000 масштаба Лист R-59-XXXI, XXXII. Госгеолтехиздат, 1960, 79 с.
5. Белик Г.Я. Объяснительная записка к геологической карте СССР 1:200000 масштаба Лист R-58-XXIX, XXX. Магадан, 1979, 101 с.
6. Богданов Н.А., Тильман С.М. Тектоника и геодинамика северо-востока Азии (объяснительная записка к тектонической карте северо-востока Азии масштаба 1:5 000 000). М., ИЛ РАН, 1992, 56 с.
7. Бондаренко Г.Е. Тектоника и геодинамическая эволюция мезозойд северного обрамления Тихого океана. М., МГУ, 2004, 46 с.
8. Брагин В.Ю., Дзюба О.С., Казанский А.Ю., Шурыгин Б.Н. Новые данные по магнитостратиграфии пограничного юрско-мелового интервала п-ова Нордик (север Восточной Сибири) // Геология и геофизика, 2013, Т.54, №3, С.438-455.
9. Бялобжеский С.Г., Горячев Н.А. О происхождении Колымской структурной петли // Материалы всероссийского совещания «Эволюция тектонических процессов в истории Земли». Новосибирск, СО РАН, филиал «Гео», 2004, С. 73 – 75.
10. Ван А.В., Казанский Ю.П. Вулканокластический материал в осадках и осадочных породах. Новосибирск, Наука, 1985, 127с.
11. Варламова В.А., Вяткин Б.В., Малышева Г.М. Информационный отчет о результатах незавершенных работ по объекту «Создание цифрового комплекта карт геологического содержания масштаба 1:500 000 территории Чукотского автономного округа (мониторинг региональных геологических исследований в масштабе 1:500 000)». Анадырь, ФГУГП «Георегион», 2004, 331 с.
12. Васильева Н.М., Соловьева М.Ф. Стратиграфия каменноугольных отложений Чукотки и острова Врангеля // Региональная биостратиграфия карбона современных континентов. М., Наука, 1979, С. 128-132.

13. Ганелин А.В., Ватрушкина Е.В., Лучицкая М.В. Новые данные о вулканизме Центрально-Чукотского сегмента Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // ДАН, 2019 (в печати)
14. Гельман М.Л. Фанерозойские гранитно-метаморфические купола на северо-востоке Сибири. Статья 1. Геологическая история палеозойских и мезозойских куполов // Тихоокеанская геология, 1995, Т. 14, № 4, С. 102-115.
15. Гензе В.А. Отчет о групповой геологической съемке масштаба 1:50000 с общими поисками на площади листов R-60-113-В,Г; R-60-114-В,Г; R-60-125-А,Б,В,Г; R-60-126-А,Б,В,Г (Мольтыканский ОГГС). Певек, 1990, 310 с.
16. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России. Кн.1. Ред. Ханчук А.И. Владивосток, Дальнаука, 2006, 572 с.
17. Геологический словарь. Т.2 Ред. Криштофович А.Н. М., Госгеолтехиздат, 1960, 445 с.
18. Голионко Б.Г., Ватрушкина Е.В., Вержбицкий В.Е. Структурная эволюция мезозойских комплексов Западной Чукотки // ДАН, 2017, Т. 475, №1, С. 53-56.
19. Голионко Б.Г., Ватрушкина Е.В., Вержбицкий В.Е., Соколов С.Д., Тучкова М.И. Деформации и этапы структурной эволюции мезозойских комплексов Западной Чукотки // Геотектоника, 2018, №1, С. 63-78.
20. Городинский М.Е. Геологический очерк центральных районов Чукотки // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР, 1963, №16, С. 56-66.
21. Городинский М.Е., Паракецов К.В. Стратиграфия и тектоника мезозойских отложений Раучуанского прогиба // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР, 1960, №14, С. 13-26.
22. Горячев Н.А. Олойский вулканический пояс (поздняя юра-ранний мел) // Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России. Кн.1. Ред. Ханчук А.И. Владивосток, Дальнаука, 2006, 572 с.
23. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Лист R-58-(60) – Билибино. Объяснительная записка. СПб, Изд-во ВСЕГЕИ, 1999, 46 с.
24. Громыко Г.И. Объяснительная записка к геологической карте СССР 1:200000 масштаба Лист R-59-XXI, XXII, XV, XVI. Магадан, 1979, 77с.
25. Ефимова А.Ф. Нижнемеловая фауна района Чаунской губы // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР, 1958, №13, С. 140-143.
26. Жуланова И.Л. Земная кора Северо-Востока Азии в докембрии и фанерозое. М., Наука, 1990, 302 с.

27. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. Кн.2. М., Недра, 1990, 334 с.
28. Катков С.М., Лучицкая М.В., Котов А.Б., Сальникова Е.Б., Яковлева С.З. Позднепалеозойские гранитоиды Центральной Чукотки: структурное положение и обоснование возраста // ДАН, 2013, Т. 450, № 2, С.193–198.
29. Катков С.М., Миллер Э.Л., Торо Дж. Структурные парагенезы и возраст деформаций западного сектора Анюйско-Чукотской складчатой системы (Северо-Восток Азии) // Геотектоника, 2010, №5, С. 61-80.
30. Константиновская Е.А. Тектоника восточных окраин Азии: структурное развитие и геодинамическое моделирование. М., Научный мир, 2003, 224 с.
31. Копытин В.И. Объяснительная записка к геологической карте СССР, масштаб 1:200000, Лист R-60-XXXIII, XXXIV. Магадан, 1977, 62 с.
32. Косько М.К., Авдюничев В.В., Ганелин В.Г. и др. Остров Врангеля: геологическое строение, минералогия, геоэкология // Под ред. Косько М.К., Ушакова В.И. Министерство природных ресурсов Российской Федерации, Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана. СПб., ВНИИОкеангеология, 2003, 137 с.
33. Куприянова И.И. Группа мусковита // Типоморфизм минералов. М., Недра, 1989, С. 299-313.
34. Логвиненко Н.В. Петрография осадочных пород (с основами методики исследования). М., Высш. шк., 1984, 416 с.
35. Логвиненко Н.В., Сергеева Н.В. Методы определения осадочных пород. Л., Недра, 1986, 240 с.
36. Лучицкая М.В., Моисеев А.В., Соколов С.Д., Тучкова М.И., Сергеев С.А., О'Салливан П.Б., Вержбицкий В.Е., Малышев Н.А. Окраинно-континентальные и внутриплитные позднепротерозойские граниты и риолиты острова Врангеля (Арктика) // Геотектоника, 2017, №1, С. 1-25.
37. Лучицкая М.В., Сергеев С.А., Соколов С.Д., Тучкова М.И. Неопротерозойские гранитоиды острова Врангеля // ДАН, 2016, Т. 469, №2, С. 195-198.
38. Лучицкая М.В., Соколов С.Д., Котов А.Б., Натапов Л.М., Белоусова Е.А., Катков С.М. Позднепалеозойские гранитоиды Чукотки: особенности состава и положение в структуре арктического региона России // Геотектоника, 2015, №4, С.1–27.
39. Морозов О.Л. Геологическое строение и тектоническая эволюция Центральной Чукотки (Тр. ГИН РАН; Вып. 523). М., ГЕОС, 2001, 201 с.

40. Натальин Б.А. Раннемезозойские эвгеосинклинальные системы в северной части Циркум-Пацифики. М., Наука, 1984, 136 с.
41. Паракецов К.В., Городинский М.Е. К вопросу о возрасте аркозовых песчаников в районе чаунской губы // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. 1966, №19, С. 56-62.
42. Паракецов К.В. Паракецова Г.И. Стратиграфия и фауна верхнеюрских и нижнемеловых отложений Северо-Востока СССР. М., Недра, 1989, 298 с.
43. Парфенов Л.М. Континентальные окраины и островные дуги мезозойда Северо-Востока Азии. Новосибирск, Наука, 1984, 192 с.
44. Парфенов Л.М., Натапов Л.М., Соколов С.Д., Цуканов Н.В. Террейны и аккреционная тектоника Северо-Востока Азии // Геотектоника, 1993, №1, С. 68-78.
45. Петтиджон Ф.Дж. Осадочные породы: перевод с английского. М., Недра, 1981, 751 с.
46. Пьянков А.Я., Черепанова И.Ю., Смирнова А.Н., Донец А.Ф., Санникова А.Н. Отчет о работе Чаанайского отряда глубинного геологического картирования м-ба 1:200 000 за 1977–79 гг. Певек, 1980, 247 с.
47. Решения Третьего Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и мезозою Северо-Востока России (Санкт-Петербург, 2002) // Ред. Корень Т.Н., Котляр Г.В. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2009, 268 с.
48. Рогозов Ю.Г., Васильева Н.М. Девонские отложения побережье пролива Лонга (Центральная Чукотка) // Ученые записки НИИГА, Региональная геология, 1968, Вып. 13, С. 151-157.
49. Рухин Л.Б. Основы литологии. Л., Недра, 1969, 704 с.
50. Садовский А.И. Объяснительная записка к геологической карте СССР 1:200000 масштаба Лист R-58-XXVII, XXVIII. Москва, 1970, 75 с.
51. Саморуков Н.М. Объяснительная записка к геологической карте СССР 1:200000 масштаба Лист R-59-XXIII, XXIV. Москва, 1984, 93 с.
52. Симанович И.М. Кварц песчаных пород. М., Наука, 1978, 155 с.
53. Соболев Н.В. Гранаты // Фации метаморфизма. М., Недра, 1970, С. 328-340.
54. Соколов С.Д. Олигостромовые толщи и офиолитовые покровы Малого Кавказа. М., Наука, 1977, 94 с.
55. Соколов С.Д. Очерк тектоники Северо-Востока Азии // Геотектоника, 2010, №6, С. 60–78.
56. Соколов С.Д., Тучкова М.И., Ганелин А.В., Бондаренко Г.Е., Лейер П. Тектоника Южно-Ануйской сутуры (Северо-Восток Азии) // Геотектоника, 2015, №1, С.5–30.

57. Соколов С.Д., Бондаренко Г.Е., Морозов О.Л., Ганелин А.В., Подгорный И.И. Покровная тектоника Южно-Анжуйской сuture (Западная Чукотка) // Доклады Академии Наук, 2001, Т. 376, №1, С. 7-11.
58. Соколов С.Д., Леднева Г.В., Пиис В.Л. Новые данные о возрасте и происхождении магматических образований Колучинской губы // Доклады Академии Наук, 2009, Т. 425, №6, С. 785-789.
59. Соколов С.Д., Тучкова М.И., Бондаренко Г.Е. Тектоническая модель Южно-Анжуйской сuture и ее роль в формировании структур Восточной Арктики // ред. Леонов Ю.Г. Строение и история развития литосферы. М., Paulsen, 2010, С. 204-227.
60. Соколов С.Д., Тучкова М.И., Моисеев А.В., Вержбицкий В.Е., Малышев Н.А., Гущина М.Ю. Тектоническая зональность острова Врангеля (Арктика) // Геотектоника, 2017, №1, С. 3-18.
61. Сосунов Г.М. Объяснительная записка к геологической карте СССР 1:200000 масштаба Лист R-58-XXXV, XXXVI. М., Госгеолтехиздат, 1962, 66 с.
62. Тектоника континентальных окраин Северо-Запада Тихого океана. М., Наука, 1980, 285с.
63. Телегин Ю.М. Отчет о геологическом доизучении масштаба 1:50000 с общими поисками в 1987-1992 гг. Кн. 1. Певек, Чаунское государственное горно-геологическое предприятие, 1995, 218 с.
64. Тибилов И.В. К геологии и стратиграфии позднеюрских (волжских) отложений восточного побережья Чаунской губы. Певек, 1988, 37 с.
65. Тибилов И.В., Черепанова И.Ю. Геология севера Чукотки – современное состояние и проблемы. М., ГЕОС, 2001, 94 с.
66. Тильман С.М. Сравнительная тектоника мезозойского севера Тихоокеанского кольца. М., Наука, 1980, 285 с.
67. Тихомиров П.Л., Акинин В.В., Накамура Э. Мезозойский магматизм Центральной Чукотки: новые данные U-Pb-геохронологии и их геодинамическая интерпретация // Доклады Академии Наук. 2008, Т. 419, №2, С. 237-241.
68. Тихомиров П.Л., Калинина Е.А., Кобаяши К., Накамура Э. Тытыльвеевский вулканоплутонический пояс – раннемеловая магматическая провинция Северо-Восточной Азии // Материалы XLII Тектонического совещания «Геология полярных областей Земли». Т.2, Москва, ГЕОС, 2009, 344 с.
69. Тучкова М.И. Терригенные породы древних континентальных окраин (Большой Кавказ и Северо-Восток России) (Тр. ГИН РАН; Вып. 600). М., LAP, 2011, 365 с.

70. Тучкова М.И., Бондаренко Г.Е., Буякайте М.И., Головин Д.И., Галускина И.О., Покровская Е.В. Структурно-литологические и геохронологические индикаторы деформаций Чукотского микроконтинента // Геотектоника, 2007, № 5, С. 76–96 (а).
71. Тучкова М.И., Морозов О.Л., Катков С.М. Нижне-среднетриасовые отложения р.Энмынвеем (Западная Чукотка) // Литология и полезные ископаемые. 2007, № 5, С.1–17 (б).
72. Тучкова М.И., Соколов С.Д., Вержбицкий В.Е., Покровский Б.Г., Ватрушкина Е.В. Литология и геохимия каменноугольных карбонатных пород Восточной Арктики и геодинамические характеристики // Материалы XLIX Тектонического совещания, посвященного 100-летию академика Ю.М. Пушаровского «Тектоника современных и древних океанов и окраин». Москва, ГЕОС, 2017, Т.2, С. 258-260.
73. Филатова Н.И., Хаин В.Е. Тектоника Восточной Арктики // Геотектоника, 2007, №3, С. 3-29.
74. Целоусов А.И. Отчет о групповой геологической съемке масштаба 1:50000 с общими поисками в бассейне верхнего течения р. Пегтымель на площади листов R-60-127-B, Г; 139-A,Б,В,Г; 140-A,Б,В,Г; 141- В-а,в,г; Г-в,г в 1986-1991 гг. (Верхне-Пегтымельский ГГСО). Певек, 1992, 249 с.
75. Часовитин М.Д. Объяснительная записка к геологической карте СССР 1:200000 масштаба Лист R-58-XXXIII, XXXIV. М., Недра, 1966, 53 с.
76. Черепанова И.Ю. Отчет о геологическом доизучении масштаба 1:200000 с поисками на площади листов R-59-XXIX, XXX; R-60-XXV, XXVI Госгеолкарты-200 в 1997–2001 гг. (Средне-Пегтымельский ГСО). Кн. 1, Текст отчета. Певек, 2003, 137 с.
77. Шатский Н.С. О тектонике Арктики // Геология и полезные ископаемые Севера СССР. Л., Главсевморпуть, 1935, С. 149-165.
78. Шванов В.Н., Фролов В.Т., Сергеева Э.И. и др. Систематика и классификации осадочных пород и их аналогов. СПб., Недра, 1998, 352 с.
79. Шеховцов В.А., Глотов С.П. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:200000 (издание второе). Серия Олойская. Лист Q-58-XI, XII. Объяснительная записка // Ред. Соколов С.Д. 2001, 106 с.
80. Шутов В.Д., Коссовская А.Г., Муравьев В.И. и др. Граувакки // Тр. ГИН РАН СССР. Вып. 238. М., Наука, 1972, 345 с.
81. Akinin V.V. New geochronological data on pre-Mesozoic rocks (Neoproterozoic to Devonian) of Arctic Chukotka // ICAM-VI Abstracts. Fairbanks, University of Alaska, 2011, P. 3.
82. Amato J.M., Toro J., Akinin V.V., Hampton B.A., Salnikov A.S., Tuchkova M.I. Tectonic evolution of the Mesozoic South Anyui suture zone, eastern Russia: A critical component of paleogeographic reconstructions of the Arctic region // Geosphere, 2015, V. 11, №. 5, P. 1–35.

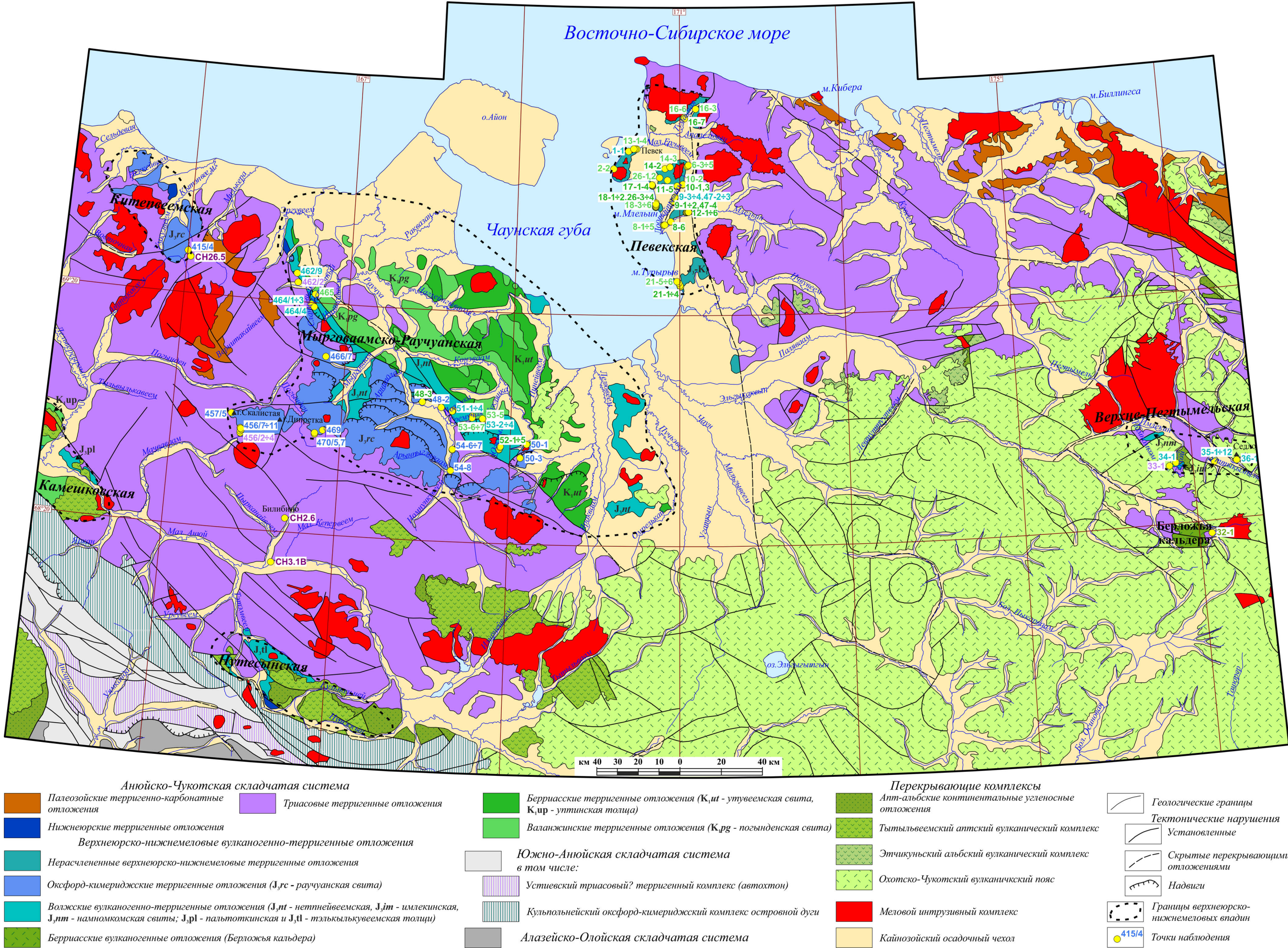
83. Banner Jay L. Radiogenic isotopes: systematics and applications to earth surface processes and chemical stratigraphy // *Earth-Science Reviews*. May 2004, V. 65, Issues 3–4, P. 141-194.
84. Bering Strait Geologic Field Party, Koolen metamorphic complex, NE Russia: implications for the tectonic evolution of the Bering Strait region // *Tectonics*, 1997, V. 16, N. 5, P. 713–729.
85. Bhatia M.R., Crook K.A.W. Trace element characteristics of grauwackes and tectonic settings discrimination of sedimentary basins // *Contrib. mineral petrol*, 1986, V.92, P.181-193.
86. Chemenda A.I., Yang R.-K., Stephan J.-F., Konstantinovskaya E.A., Ivanov G.M. New results from physical modeling of arc-continent collision in Taiwan // *Tectonophysics*, 2001, V.333 (1-2), P.159-178.
87. Crowell J.C. Origin of pebbly mudstones // *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 1957, V.68, P. 993-1010.
88. Dickinson W.R. Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones // In: *Provenance of arenites* (Ed. Zuffa G.C.). Reidel, Dordrecht, 1985, P. 333-361.
89. Dickinson W.R., Suczek C.A. Plate tectonics and sandstone compositions // *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 1979, V. 63, P. 2164-2182.
90. Dott R.H. Squantum «tillite», Massachusetts – evidence of glaciation or subaqueous movements? // *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 1961, V.72, P. 1289-1306.
91. Embry A.F. Crockerland – the northern source area for the Sverdrup Basin, Canadian Arctic Archipelago // In: Vorren, E. Bergsager, O. Dahl-Stamnes, E. Holter, B. Johansen, E. Lie and T. Lund (eds). *Arctic Geology and Petroleum Potential*. T. Norwegian Petroleum Society, Special Publication, 1993, V. 2, P. 205–216.
92. Embry A.F. Crockerland – The Source Area for the Triassic to Middle Jurassic Strata of Northern Axel Heiberg Island, Canadian Arctic Islands // *Bull. of Canadian Petroleum Geology*, 2009, V. 57, № 2, P. 129–140.
93. Embry A.F., Dixon J. The Breakup Unconformity of the Amerasia Basin, Arctic Ocean: evidence from Arctic Canada // *Bull. Geol. Soc. Amer*, 1990, Vol. 102, № 11, P. 1526–1534.
94. Gehrels G.E. Detrital zircon U-Pb geochronology: Current methods and new opportunities // in: *Tectonics of sedimentary basins: Recent advances*, eds. Busby C. and Perez A. A. Hoboken, New Jersey, Wiley-Blackwell, 2012, P. 47-62.
95. Gehrels, G.E., Valencia, V., Ruiz J. Enhanced precision, accuracy, efficiency, and spatial resolution of U-Pb ages by laser ablation–multicollector–inductively coupled plasma–mass spectrometry. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 2008, 9, Q03017.

96. Grantz A., Hart P.E., Childers V.A. Geology and tectonic development of the Amerasia and Canada basins, Arctic Ocean // in Arctic Petroleum Geology: Geological Society of London Memoir (eds. Spencer A., Embry A.F., Gautier D.L., Stoupakova A.F., and Srenson K.). London, 2011, V. 35, P. 700–771.
97. Harangi Sz., Downes H., Kosa L., Szabo Cs., Thirlwall M. F., Mason P.R.D., Matthey D. Almandine Garnet in Calc-alkaline Volcanic Rocks of the Northern Pannonian Basin (Eastern–Central Europe): Geochemistry, Petrogenesis and Geodynamic Implications // Journal of Petrology, V. 42, №10, P. 1813–1843.
98. Lane L.S., Cecile M.P., Gehrels G.E., Kos'ko M.K., Layer P.W., Parrish R.R. Geochronology and structural setting of latest Devonian – Early Carboniferous magmatic rocks, Cape Kiber, northeast Russia // Can. J. Earth Sci., 2015, V. 52, P. 147–160.
99. Ledneva G.V., Pease V.L., Sokolov S.D. Permo-Triassic hypabyssal mafic intrusions and associated tholeiitic basalts of the Kolyuchinskaya Bay, Chukotka (NE Russia): links to the Siberian LIP // Journal of Asian Earth Sciences, 2011, V. 40, P. 737–745.
100. Lena L., López-Martínez R., Lescano M., Aguirre-Urrreta B., Concheyro A., Vennari V., Naipauer M., Samankassou E., Pimentel M., Ramos V., Schaltegger U. Cross-continental age calibration of the Jurassic/Cretaceous boundary // Solid Earth Discuss, in review, 2018.
101. Lenk-Chevitch P. Beach and stream pebbles // Jour. Geol., 1959, V. 67, P. 103-108.
102. Le Maitre R.W., Bateman P., Dudek A.E.A. A classification of igneous rocks and glossary of terms. Oxford, Blackwell, 1989, P.137–150.
103. McCulloch M.T., Wasserburg G.J. Sm-Nd and Rb-Sr chronology of continental crust formation. Science, 1978, V. 200, P. 1003-1011.
104. McLennan S.M., Hemming S., McDaniel D.K., Hanson G.N. Geochemical approaches to sedimentation, provenance and tectonics // in: Processes Controlling the Composition of Clastic Sediments (eds. Johnsson M.J., Basu A.). Geological Society of America, Special paper, 1993, P. 21–40.
105. McLennan S.M., Taylor S.R., McCulloch M.T., Maynard J.B. Geochemical and Nd-Sr isotopic composition of deep-sea turbidites: crustal evolution and plate tectonic associations // Geochim. Cosmochim. Acta, 1990, V.54, P. 2015-2050.
106. Mickey, M.B., Byrnes, A.P. and Haga, H. Biostratigraphic evidence for the pririft position of the North Slope, Alaska, and Arctic Islands, Canada, and Sinemurian incipient rifting of the Canada Basin // in Tectonic evolution of the Bering Shelf-Chukchi Sea-Arctic Margin and Adjacent Landmasses (eds. Miller E.L., Grantz A, and Klemperer S.L.) Boulder, Colorado, GSA Special Paper 360, 2002, P.67-75.

107. Miller E.L., Soloviev A., Kuzmichev A., Gehrels G., Toro J., Tuchkova M. Jurassic and Cretaceous foreland basin deposits of the Russian Arctic: Separated by birth of the Makarov Basin? // *Norwegian journal of geology*, 2008, V. XX, P. 99-124.
108. Miller E.L., Toro J., Gehrels G. et al. New insights into Arctic paleogeography and tectonics from U-Pb detrital zircon geochronology // *Tectonics*, 2006, V. 25, P. 1-19.
109. Miller E.L., Verzhbitsky V.E. Structural studies near Pevek, Russia: Implications for formation of the East Siberian Shelf and Makarov Basin of the Arctic Ocean // in *Geology, geophysics and tectonics of Northeastern Russia: a tribute to Leonid Parfenov* (eds. Stone D.B., Fujita K., Layer P.W., Miller E.L., Prokopiev A.V. and Toro J.). EGU Stephan Mueller Publication Series, 2009, V.4, P. 223-241.
110. Miyashiro A. Classification, characteristics and origin of ophiolites // *J. Geol.*, 1975, V. 83, P. 249–281.
111. Nance W.B., Taylor S.R. Rare earth element patterns and crustal evolution – I. Australian post – Archean sedimentary rocks // *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1976, V. 40, P. 1539-1551.
112. Natal'in B., Amato J.M., Toro J., Wright J.E. Paleozoic rocks of northern Chukotka Peninsula, Russian Far East: implications for the tectonic of Arctic region // *Tectonics*, 1999, V. 18, P. 977–1003.
113. Nesbitt H.W. and Young G.M. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites // *Nature*, 1982, V. 299, P.715-717.
114. Ogg, J.G., Ogg, G.M. and Gradstein, F.M. *A Concise Geologic Time Scale*. Elsevier, 2016, 229 p.
115. Omma J.E., Pease V.L., Scott R.A. U–Pb SIMS zircon geochronology of Triassic and Jurassic sandstones on northwestern Axel Heiberg Island, northern Sverdrup Basin, Arctic Canada // in *Arctic Petroleum Geology: Geological Society of London Memoir* (eds. Spencer A., Embry A.F., Gautier D.L., Stoupakova A.F., and Srenson K.). London, 2011, V. 35, P.559–566.
116. Roser B.D., Korsch R.J. Provenance signatures of sandstone-mudstone suites determined using discriminant function analysis of major-element data // *Chem. Geol.*, 1988, V. 67, P.119-139.
117. Rubatto D., Williams I.S., Buck I.S. Zircon and monazite response to prograde metamorphism in the Reynolds Range, Central Australia // *Contrib. Mineral. Petrol.*, 2001, V.140, P.458–468.
118. Selley R.C. *Applied Sedimentology*. Academic Press, Second Edition, 2000, 523 p.
119. Schermerhorn L.J.G., Stanton W.I. Tilloids in the West Congo geosyncline // *Quart. Jour. Geol. Soc. London*, 1963, V. 119, P. 201-241.

120. Shanmugam, G. 50 Years of the Turbidite paradigm (1950s-1990s): Deep-Water Processes and Facies Models-A Critical Perspective // *Marine and Petroleum Geology*, 2000, V. 17, P. 285-342.
121. Sokolov S.D, Bondarenko G.Ye., Layer P.W., Kravchenko-Berezhnoy I.R. South Anyui suture: tectono-stratigraphy, deformations, and principal tectonic events // *Stephan Mueller Spec*, 2009, Publ. Ser. 4, P. 201–221.
122. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implication for mantle composition and processes // in: *Magmatism in the oceanic basins* (eds. Saunders A.D. and Norry M.J.). *Geol. Soc. Spec. Publ.*, 1989, N. 42, P. 313-345.
123. *Tectonics of Sedimentary Basins* // eds. Busby C.J. and Ingersoll R.V. Blackwell Science, 1995, 579 c.
124. Teraoka Y. Detrital garnets from Paleozoic to Tertiary sandstones in Southwest Japan // *Bull. Geol. Surv. Japan*, 2003, V. 54 (5-6), P. 171-192.
125. Till A.B. A synthesis of Jurassic and Early Cretaceous crustal evolution along the southern margin of the Arctic Alaska–Chukotka microplate and implications for defining tectonic boundaries active during opening of Arctic Ocean basins // *Lithosphere*, 2016 , V. 8, P. 219-237.
126. Tuchkova M. I., Sokolov S.D. and Kravchenko-Berezhnoy I. R. Provenance analysis and tectonic setting of the Triassic clastic deposits in Western Chukotka, Northeast Russia // *Stephan Mueller Spec. Publ*, 2009, Ser. 4, P. 177-200.
127. Vatrushkina E.V., Sergeev S.A., Sokolov S.D. Composition and geochronology of the Cretaceous volcanic formations, Central Chukotka // 7th International conference on Arctic margins - ICAM 2015 Abstracts, NGU Report 2015. Trondheim, 2015, P. 137–138.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Положение точек наблюдения на геологической схеме (по Варламова и др., 2004 с изменениями)



ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Список точек наблюдения, изученных образцов и выполненных аналитических исследований

№	Т.п.	Номер образца	Место отбора	Состав	Сви- та	Индекс	Шл	Геохимия			Цд	Цм	Скан
								Сил	ICP	Sm-Nd			
Мырговаамская впадина													
1	456/7	456/7-1	г.Пырканай	Песчаник м/з	рау-чуанская	J _{3rc}	X		X				
2	456/7	456/7-3	г.Пырканай	Песчаник м/з		J _{3rc}	X						
3	456/8	456/8-1	г.Пырканай	Песчаник с/з		J _{3rc}	X	X					
4	456/10	456/10	г.Пырканай	Песчаник с/з с угловатыми обломками аргиллитов		J _{3rc}	2X	X					
5	456/11	456/11	г.Пырканай	Песчаник с крупными интракластами		J _{3rc}	X						
6	456/11	456/11t	г.Пырканай	Крупные интракласты из песчаника		J _{3rc}	X		Хобл				
7	457/5	457/5	г. Скалистая	Песчаник с/з = CH04ELM7 (Miller et al., 2008)		J _{3rc}	X				X		
8	462/9	462/9	р. Вернитакайвеем	Песчаник м/з		J _{3rc}	X		X				
9	462/9	462/9-1	р. Вернитакайвеем	Алевропесчаник		J _{3rc}	X	X					
10	462/9	462/9-2	р. Вернитакайвеем	Песчаник м/з		J _{3rc}	X						
11	466/7	466/7-1	г. Кэлильвун	Песчаник м/з с угловатыми обломками аргиллитов		J _{3rc}	X						X
12	466/7	466/7-2	г. Кэлильвун	Песчаник м/з		J _{3rc}	X	X					X
13	466/7	466/7-3	г. Кэлильвун	Песчаник м/з		J _{3rc}	X		X				X
14	466/7	466/7-4	г. Кэлильвун	Алевролит к/з		J _{3rc}	X						X
15	469	469/1	г. Увьэльнэй	Песчаник м/з с угловатыми обломками аргиллитов		J _{3rc}	2X		X				
16	469	469/1j	г. Увьэльнэй	Угловатые обломки аргиллитов из песчаников		J _{3rc}			Хобл				
17	469	469/2	г. Увьэльнэй	Песчаник м/з		J _{3rc}	X						
18	469	469/4-2	г. Увьэльнэй	Алевролит песчанистый		J _{3rc}	X	X					
19	470/5	470/5	г. Увьэльнэй	Песчаник м/з = 04JT54 (Miller et al., 2008)		J _{3rc}	3X				X		
20	470/5	470/5j	г. Увьэльнэй	Угловатые обломки аргиллитов из песчаников		J _{3rc}			Хобл				
21	470/5	470/5-1	г. Увьэльнэй	Песчаник м/з		J _{3rc}	X	X					X
22	470/5	470/5-2	г. Увьэльнэй	Алевролит песчанистый		J _{3rc}	X						X
23	470/7	470/7	г. Увьэльнэй	Песчаник с/з с угловатыми обломками аргиллитов		J _{3rc}	2X	X					
24	470/7	470/7-1	г. Увьэльнэй	Песчаник с/з		J _{3rc}	X		X	X			X

№	Т.н.	Номер образца	Место отбора	Состав	Сви- та	Индекс	Шл	Геохимия			Цд	Цм	Скан
								Сил	ICP	Sm-Nd			
25	470/7	470/7-2	г. Увьэлынэй	Песчаник с/з	раучуанская	J _{3rc}	X						X
26	470/7	470/7-3	г. Увьэлынэй	Песчаник м/з		J _{3rc}	X	X					
27	48-2	48-2-2	р. Раучуа	Песчаник м/з		J _{3rc}	X						
28	48-2	48-2-3	р. Раучуа	Алевропесчаник из будины		J _{3rc}	X						
29	50-1	50-1-1	р. Конэваам	Песчаник м/з		J _{3rc}	X						X
30	50-3	50-3-1	р. Лев. Перевальная	Песчаник м/з с с угловатыми обломками аргиллитов		J _{3rc}	X						
31	50-3	50-3-2	р. Лев. Перевальная	Песчаник м/з с с угловатыми обломками аргиллитов		J _{3rc}	X						
32	50-3	50-3-3	р. Лев. Перевальная	Алевролит		J _{3rc}							
33	50-3	50-3-4	р. Лев. Перевальная	Песчаник м/з		J _{3rc}	X						X
34	50-3	50-3-5	р. Лев. Перевальная	Песчаник с/з		J _{3rc}	X						
35	50-3	50-3-6	р. Лев. Перевальная	Песчаник м/з		J _{3rc}	X	X	X				
36	54-6	54-6-1	р. Раучуа	Песчаник с/з с угловатыми обломками аргиллитов		J _{3rc}	X						
37	54-7	54-7-1	р. Раучуа	Песчаник м/з		J _{3rc}	X						
38	54-7	54-7-2	р. Раучуа	Песчаник м/з		J _{3rc}	X						
39	54-7	54-7-3	р. Раучуа	Песчаник с/з		J _{3rc}	X						
40	54-7	54-7-4	р. Раучуа	Песчаник с/з		J _{3rc}	X						
41	54-7	54-7-5	р. Раучуа	Песчаник с/з		J _{3rc}	X	X	X				
42	54-8	54-8-1	р. Раучуа	Песчаник м/з		J _{3rc}	X						
Китепвеемская впадина													
43	415/4	415/4-1	р. Кытел	Песчаник с/з=ELM03 CH24.3 (Miller et al., 2008)	раучуан- ская	J _{3rc}	X		X		X		
44	415/4	415/4-2	р. Кытел	Песчаник с/з		J _{3rc}	X						
45	415/4	415/4-3	р. Кытел	Песчаник м/з		J _{3rc}	X	X					
Раучуанская впадина													
46	464/1	464/1-1	р. Сланцевый	Туффит песчанистый	нетпей- веемская	J _{3nt}	5X						
47	464/1	464/1п	р. Сланцевый	Песчаник с/з		J _{3nt}	X						
48	464/2	464/2	р. Сланцевый	Туфоалевролит м/з		J _{3nt}	4X						
49	464/3	464/3	р. Сланцевый	Туфопесчаник м/з		J _{3nt}	X						

№	Т.н.	Номер образца	Место отбора	Состав	Сви-та	Индекс	Шл	Геохимия			Цд	Цм	Скан
								Сил	ICP	Sm-Nd			
50	464/4	464/4А	р. Сланцевый	Аргиллит	нетнейшеемская	J _{3nt}	X	X	X				
51	464/4	464/4П	р. Сланцевый	Туфопесчаник с/з		J _{3nt}	X	X	X				
52	464/4	464/4Г	р. Сланцевый	Туфогравелит		J _{3nt}	X						X
53	464/4	464/4	р. Сланцевый	Обломки вулканитов из туфобрекчии		J _{3nt}		Хобл	Хобл				
54	464/4	464/4т	р. Сланцевый	Терригенные обломки из туфобрекчии		J _{3nt}			Хобл				
55	51-1	51-1-1	р. Полонка	Аргиллит		J _{3nt}	X	X	X				
56	51-1	51-1-2	р. Полонка	Переслаивание алевролита и песчаника м/з		J _{3nt}	2X						
57	51-1	51-1-3	р. Полонка	Гравелит к/з		J _{3nt}	X						
58	51-1	51-1-4	р. Полонка	Гравелит м/з		J _{3nt}	X						
59	51-1	51-1-5	р. Полонка	Песчаник с/з		J _{3nt}	X	X	X	X	X		X
60	51-3	51-3	р. Полонка	Гальки вулканитов из конгломерата		J _{3nt}		Хобл	Хобл				
61	51-3	51-3-1	р. Полонка	Конгломерат м/з		J _{3nt}	11X						
62	51-4	51-4-1	р. Полонка	Аргиллит		J _{3nt}	X	X	X				
63	51-4	51-4-2	р. Полонка	Песчаник м/з		J _{3nt}	X	X	X				
64	53-2	53-2-2	верховья р. Гремучая	Алевролит		J _{3nt}	X						
65	53-2	53-2-3	верховья р. Гремучая	Алевролит		J _{3nt}	X						
66	53-2	53-2-4	верховья р. Гремучая	Алевролит песчанистый		J _{3nt}	X						
67	53-2	53-2-5	верховья р. Гремучая	Песчаник м/з		J _{3nt}	X	X	X				
68	53-2	53-2-6	верховья р. Гремучая	Песчаник м/з		J _{3nt}	X						
69	53-2	53-2-7	верховья р. Гремучая	Песчаник м/з		J _{3nt}	X	X	X				
70	53-3	53-3-1	верховья р. Гремучая	Песчаник к/з с крупными интракластами		J _{3nt}	3X						
71	53-3	53-3-2	верховья р. Гремучая	Песчаник к/з		J _{3nt}	X	X	X				
72	53-4	53-4-1	верховья р. Гремучая	Песчаник м/з		J _{3nt}	X	X	X		X		
73	48-3	48-3-1	р. Раучуа	Аргиллит	угувеемская	K _{1ut}	X						
74	48-3	48-3-2	р. Раучуа	Песчаник м/з		K _{1ut}	2X	X	X				
75	48-3	48-3-3	р. Раучуа	Песчаник к/з		K _{1ut}	X	X	X				
76	48-3	48-3-4	р. Раучуа	Гравелит м/з		K _{1ut}	X						
77	48-3	48-3-5	р. Раучуа	Гравелит с/з		K _{1ut}	3X						
78	52-1	52-1-2	р.Южный	Алевропесчаник		K _{1ut}	X						

№	Т.н.	Номер образца	Место отбора	Состав	Сви- та	Индекс	Шл	Геохимия			Цд	Цм	Скан
								Сил	ICP	Sm-Nd			
79	52-2	52-2-1	р.Южный	Песчаник м/з	угувеемская	K _{1ut}	X						
80	52-2	52-2-3	р.Южный	Песчаник м/з		K _{1ut}	X						
81	52-4	52-4-1	р.Южный	Аргиллит		K _{1ut}	X						
82	52-4	52-4-2	р.Южный	Контакт алевролита и аргиллита		K _{1ut}	X						
83	52-4	52-4-3	р.Южный	Песчаник м/з		K _{1ut}	X						
84	52-5	52-5-1	р.Южный	Аргиллит		K _{1ut}	X						
85	52-5	52-5-2	р.Южный	Алевролит		K _{1ut}	2X						
86	465	465/1	р. Сланцевый	Алевролит песчанистый	погынденская	K _{1pg}	3X						
87	465	465/2	р. Сланцевый	Алевролит песчанистый		K _{1pg}	X						
88	465	465/3	р. Сланцевый	Песчаник м/з		K _{1pg}	2X						
89	465	465/4	р. Сланцевый	Песчаник с/з		K _{1pg}	X						
90	465	465/7	р. Сланцевый	Песчаник с/з		K _{1pg}	X						
91	53-5	53-5-1	верховья р. Гремучая (скважина)	Песчаник с/з		K _{1pg}	X	X	X	X			X
92	53-6	53-6-1	верховья р. Гремучая	Алевропесчаник		K _{1pg}	X	X	X	X			
93	53-7	53-7-1	верховья р. Гремучая	Алевропесчаник	K _{1pg}	X	X	X				X	
Певекская впадина													
94	1-1	1-1-1	Певекский п-ов, северная часть	Алевролит	нетпейвеемская	J _{3nt}	X						
95	47-2	47-2-1	среднее течение р. Лоотайпяваам	Аргиллит		J _{3nt}	2X	X	X				
96	47-2	47-2-2	среднее течение р. Лоотайпяваам	Гравелит		J _{3nt}	2X						
97	47-2	47-2-3	среднее течение р. Лоотайпяваам	Туфопесчаник к/з		J _{3nt}	X	X	X	X	X		
98	47-3	47-3-2	среднее течение р. Лоотайпяваам	Песчаник с/з		J _{3nt}	X						
99	9-3	9-3-1	среднее течение р. Лоотайпяваам	Гравеллит м/з		J _{3nt}	X						
100	9-3	9-3-2	среднее течение р. Лоотайпяваам	Аргиллит		J _{3nt}	X						
101	9-3	9-3-3	среднее течение р. Лоотайпяваам	Туфопесчаник	J _{3nt}	X							

№	Т.н.	Номер образца	Место отбора	Состав	Сви-та	Индекс	Шл	Геохимия			Цд	Цм	Скан
								Сил	ICP	Sm-Nd			
102	9-4	9-4-1	среднее течение р. Лоотайпыяваам	Аргиллит	нетпейвеемская	J _{3nt}	X						
103	9-4	9-4-2	среднее течение р. Лоотайпыяваам	Песчаник м/з		J _{3nt}	X						
104	9-4	9-4-3	среднее течение р. Лоотайпыяваам	Песчаник к/з		J _{3nt}	X						
105	9-4	9-4-4	среднее течение р. Лоотайпыяваам	Алевролит к/з		J _{3nt}	X						
106	47-4	47-4-1	среднее течение р. Лоотайпыяваам	Песчаник с/з	утувеемская	K _{1ut}	X						
107	9-1	9-1-1	среднее течение р. Лоотайпыяваам	Песчаник м/з		K _{1ut}	X	X	X	X			X
108	9-1	9-1-2	среднее течение р. Лоотайпыяваам	Аргиллит		K _{1ut}	X	X	X				
109	9-1	9-1-3	среднее течение р. Лоотайпыяваам	Песчаник с крупными интракластами		K _{1ut}	X						
110	9-2	9-2-1	среднее течение р. Лоотайпыяваам	Аргиллит		K _{1ut}	X						
111	9-5	9-5-1	среднее течение р. Лоотайпыяваам	Песчаник м/з		K _{1ut}	X						
112	9-5	9-5-2	среднее течение р. Лоотайпыяваам	Аргиллит		K _{1ut}	X						
113	8-6	8-6-1	нижнее течение р. Млельин	Песчаник с/з		K _{1ut}	X						
114	10-1	10-1-2	верхнее течение р. Лоотайпыяваам	Алевролит		K _{1ut}	X	X	X				
115	10-3	10-3-1	верхнее течение р. Лоотайпыяваам	Песчаник м/з		K _{1ut}	X						
116	10-3	10-3-2	верхнее течение р. Лоотайпыяваам	Аргиллит алевритистый		K _{1ut}	X						
117	11-5	11-5-1	Южная трасса 32 км	Аргиллит		K _{1ut}	X						
118	11-5	11-5-2	Южная трасса 32 км	Песчаник м/з		K _{1ut}	X						
119	11-5	11-5-3	Южная трасса 32 км	Песчаник м/з		K _{1ut}	X						
120	12-1	12-1-1	нижнее течение р. Млельин	Алевропесчаник		K _{1ut}	X						

№	Т.н.	Номер образца	Место отбора	Состав	Сви-та	Индекс	Шл	Геохимия			Цд	Цм	Скан
								Сил	ICP	Sm-Nd			
121	12-1	12-1-2	нижнее течение р. Млельин	Аргиллит	утувеемская	K _{1ut}	X						
122	12-2	12-2-1	нижнее течение р. Млельин	Песчаник м/з		K _{1ut}	X						
123	12-2	12-2-2	нижнее течение р. Млельин	Алевролит м/з		K _{1ut}	X						
124	12-2	12-2-3	нижнее течение р. Млельин	Алевролит		K _{1ut}	X						
125	12-2	12-2-4	нижнее течение р. Млельин	Переслаивание алевропесчаника и аргиллита		K _{1ut}	X						
126	12-3	12-3-1	нижнее течение р. Млельин	Песчаник м/з		K _{1ut}	X						
127	12-4	12-4-1	нижнее течение р. Млельин	Аргиллит алевритистый		K _{1ut}	X						
128	12-4	12-4-2	нижнее течение р. Млельин	Аргиллит		K _{1ut}	X	X	X				
129	12-4	12-4-3	нижнее течение р. Млельин	Переслаивание алевропесчаника и аргиллита		K _{1ut}	X						
130	12-5	12-5-1	нижнее течение р. Млельин	Песчаник м/з		K _{1ut}	X	X	X				
131	12-5	12-5-2	нижнее течение р. Млельин	Аргиллит		K _{1ut}	X						
132	12-6	12-6-1	нижнее течение р. Млельин	Песчаник с/з		K _{1ut}	X	X	X	X	X		
133	14-2	14-2-1	Северная трасса 26км	Песчаник м/з		K _{1ut}	X						
134	14-2	14-2-2	Северная трасса 26км	Аргиллит		K _{1ut}	X						
135	16-7	16-7-1	р. Туманная	Песчаник с/з		K _{1ut}	X						
136	16-7	16-7-2	р. Туманная	Аргиллит		K _{1ut}	X	X	X				
137	16-7	16-7-3	р. Туманная	Песчаник м/з		K _{1ut}	X						
138	17-1	17-1-1	бухта Млельин	Песчаник м/з		K _{1ut}	X						
139	17-1	17-1-2	бухта Млельин	Песчаник с/з		K _{1ut}	X						
140	17-1	17-1-3	бухта Млельин	Аргиллит		K _{1ut}	X						
141	17-2	17-2-1	бухта Млельин	Песчаник м/з		K _{1ut}	X						
142	17-2	17-2-2	бухта Млельин	Аргиллит		K _{1ut}	X						

№	Т.н.	Номер образца	Место отбора	Состав	Сви-та	Индекс	Шл	Геохимия			Цд	Цм	Скан
								Сил	ICP	Sm-Nd			
143	17-3	17-3-1	бухта Млельин	Песчаник с/з	утувеемская	K _{1ut}	X				X		
144	17-3	17-3-2	бухта Млельин	Аргиллит		K _{1ut}	X						
145	17-4	17-4-1	бухта Млельин	Песчаник м/з		K _{1ut}	X	X	X				
146	17-4	17-4-2	бухта Млельин	Аргиллит		K _{1ut}	X	X	X				
147	18-1	18-1-2	бухта Млельин	Аргиллит		K _{1ut}	X	X	X				
148	18-2	18-2-1	бухта Млельин	Алевролит		K _{1ut}	X	X	X				
149	21-1	21-1-1	Мыс Турыров	Песчаник м/з		K _{1ut}	X						
150	21-1	21-1-2	Мыс Турыров	Аргиллит		K _{1ut}	X						
151	21-2	21-2-1	Мыс Турыров	Песчаник м/з		K _{1ut}	X	X	X	X			
152	21-2	21-2-2	Мыс Турыров	Аргиллит		K _{1ut}	X	X	X				
153	21-3	21-3-1	Мыс Турыров	Песчаник с/з		K _{1ut}	X						
154	21-3	21-3-2	Мыс Турыров	Аргиллит алевритистый		K _{1ut}	X						
155	21-3	21-3-3	Мыс Турыров	Песчаник с/з		K _{1ut}	X						
156	21-4	21-4-1	Мыс Турыров	Песчаник м/з		K _{1ut}	X						
157	21-4	21-4-2	Мыс Турыров	Аргиллит		K _{1ut}	X						
158	21-4	21-4-3	Мыс Турыров	Алевролит		K _{1ut}	X						
159	26-3	26-3-1	бухта Млельин	Аргиллит		K _{1ut}	X						
160	26-3	26-3-2	бухта Млельин	Алевролит		K _{1ut}	X						
161	26-4	26-4-1	бухта Млельин	Песчаник м/з		K _{1ut}	X						
162	26-4	26-4-2	бухта Млельин	Аргиллит		K _{1ut}	X						
163	2-2	2-2-1	Певекский п-ов, южная часть	Песчаник м/з	погынденская	K _{1pg}	X						
164	6-3	6-3-1	р. Малый Ергывеем	Песчаник м/з		K _{1pg}	X				X		
165	6-3	6-3-2	р. Малый Ергывеем	Аргиллит алевритистый		K _{1pg}	X	X	X				
166	6-4	6-4-1	р. Малый Ергывеем	Песчаник м/з		K _{1pg}	X	X	X	X			
167	6-5	6-5-1	р. Малый Ергывеем	Аргиллит		K _{1pg}	X						
168	8-1	8-1-1	нижнее течение р. Млельин	Аргиллит алевритистый		K _{1pg}	X						
169	8-2	8-2-1	нижнее течение р. Млельин	Песчаник м/з		K _{1pg}	X						

№	Т.н.	Номер образца	Место отбора	Состав	Сви-та	Индекс	Шл	Геохимия			Цд	Цм	Скан
								Сил	ICP	Sm-Nd			
170	8-3	8-3-1	нижнее течение р. Млельин	Песчаник с/з	погынденская	K _{1pg}	X						X
171	8-3	8-3-3	нижнее течение р. Млельин	Аргиллит		K _{1pg}	X						
172	8-5	8-5-1	нижнее течение р. Млельин	Песчаник м/з		K _{1pg}	X	X	X	X			
173	8-5	8-5-2	нижнее течение р. Млельин	Аргиллит алевритистый		K _{1pg}	X	X	X				
174	10-2	10-2-1	верхнее течение р. Лоотайпыяваам	Песчаник м/з		K _{1pg}	X	X	X	X			
175	10-2	10-2-2	верхнее течение р. Лоотайпыяваам	Аргиллит		K _{1pg}	X						
176	13-1	13-1-1	Певекский п-ов, северная часть	Песчаник м/з		K _{1pg}	X						
177	13-2	13-2-1	Певекский п-ов, северная часть	Песчаник м/з		K _{1pg}	X	X	X	X			X
178	13-2	13-2-2	Певекский п-ов, северная часть	Аргиллит		K _{1pg}	X	X	X				
179	13-4	13-4-1	Певекский п-ов, северная часть	Алевролит песчанистый		K _{1pg}	X						
180	13-4	13-4-2	Певекский п-ов, северная часть	Аргиллит		K _{1pg}	X						
181	14-3	14-3-1	Певекский п-ов, северная часть	Песчаник м/з		K _{1pg}	X						X
182	16-3	16-3-1	р. Туманная	Песчаник с/з		K _{1pg}	X	X	X	X			
183	16-3	16-3-2	р. Туманная	Аргиллит		K _{1pg}	X	X	X				
184	16-3	16-3-3	р. Туманная	Контакт песчаника м/з и аргиллита		K _{1pg}	X						
185	16-6	16-6-1	р. Туманная	Песчаник с/з		K _{1pg}	X						
186	16-6	16-6-3	р. Туманная	Песчаник к/з		K _{1pg}	X	X	X	X			X
187	18-3	18-3-1	бухта Млельин	Песчаник с/з		K _{1pg}	X						X
188	18-3	18-3-2	бухта Млельин	Аргиллит		K _{1pg}	X						
189	18-4	18-4-1	бухта Млельин	Песчаник м/з		K _{1pg}	X						
190	18-4	18-4-2	бухта Млельин	Аргиллит		K _{1pg}	X						
191	18-6	18-6-1	бухта Млельин	Песчаник с/з		K _{1pg}	X						

№	Т.н.	Номер образца	Место отбора	Состав	Сви- та	Индекс	Шл	Геохимия			Цд	Цм	Скан
								Сил	ICP	Sm-Nd			
192	18-6	18-6-2	бухта Млельин	Аргиллит	погынденская	K _{1pg}	X						
193	21-5	21-5-1	Мыс Турырыв	Песчаник с/з		K _{1pg}	X	X	X	X	X		X
194	21-5	21-5-2	Мыс Турырыв	Алевролит песчанистый		K _{1pg}	X						
195	21-6	21-6-1	Мыс Турырыв	Песчаник м/з		K _{1pg}	X						
196	21-6	21-6-2	Мыс Турырыв	Аргиллит		K _{1pg}	X	X	X				
197	26-1	26-1-1	Южная трасса 26 км	Песчаник с/з		K _{1pg}	X						
198	26-1	26-1-2	Южная трасса 26 км	Аргиллит		K _{1pg}	X						
199	26-2	26-2-1	Южная трасса 21 км	Песчаник с/з		K _{1pg}	X						
200	26-2	26-2-2	Южная трасса 21 км	Переслаивание песчаников м/з и аргиллитов		K _{1pg}	X						
201	26-2	26-2-3	Южная трасса 21 км	Аргиллит		K _{1pg}	X						
Верхне-Пегтымельская впадина													
202	35-1	35-1-1	р. Утыкымыль	Песчаник с/з	имлекинская	J _{3im}	X	X	X				
203	35-1	35-1-2	р. Утыкымыль	Алевропесчаник		J _{3im}	X	X	X				
204	35-1	35-1-3	р. Утыкымыль	Гравелит с/з		J _{3im}	2X						
205	35-1	35-1-4	р. Утыкымыль	Аргиллит		J _{3im}	X						
206	35-1	35-1-5	р. Утыкымыль	Туффит песчаный		J _{3im}	X	X	X				
207	35-1	35-1-6	р. Утыкымыль	Туфоаргиллит		J _{3im}	X						
208	35-1	35-1-7	р. Утыкымыль	Туфогравелит		J _{3im}	X						X
209	35-2	35-2-1	р. Утыкымыль	Туффит песчано-гравелитистый		J _{3im}	3X						
210	35-3	35-3-1	р. Утыкымыль	Гравелитовый цемент		J _{3im}	X						
211	35-4	35-4-1	р. Утыкымыль	Туфопесчаник		J _{3im}	X						
212	35-4	35-4-2	р. Утыкымыль	Туфопесчаник к/з		J _{3im}	X	X					
213	35-4	35-4-3	р. Утыкымыль	Туфопесчаник с/з		J _{3im}	X						
214	35-4	35-4-4	р. Утыкымыль	Туфопесчаник		J _{3im}	X						
215	35-4	35-4-5	р. Утыкымыль	Аргиллит		J _{3im}	X	X	X				
216	35-4	35-4-6	р. Утыкымыль	Аргиллит		J _{3im}	2X						
217	35-4	35-4-7	р. Утыкымыль	Туфогравелит		J _{3im}	2X						
218	35-4	35-4-8	р. Утыкымыль	Песчаник м/з		J _{3im}	X	X					
219	35-6	35-6-1	р. Утыкымыль	Песчаник с/з		J _{3im}	X						

№	Т.н.	Номер образца	Место отбора	Состав	Сви-та	Индекс	Шл	Геохимия			Цд	Цм	Скан
								Сил	ICP	Sm-Nd			
220	35-6	35-6-2	р. Утыкымыль	Гальки и цемент из конгломератов	им.лекинская	J _{3im}	X						
221	35-7	35-7-1	р. Утыкымыль	Песчаник м/з		J _{3im}	X						
222	35-7	35-7-2	р. Утыкымыль	Песчаник м/з		J _{3im}	X	X					
223	35-7	35-7-3	р. Утыкымыль	Песчаник (галька)		J _{3im}	X		Хобл				
224	35-7	35-7-4	р. Утыкымыль	Песчаниковый цемент		J _{3im}	X						
225	35-7	35-7-5	р. Утыкымыль	Песчаник (галька)		J _{3im}	X						
226	35-7	35-7-6	р. Утыкымыль	Песчано-гравелитовый цемент		J _{3im}	X						
227	35-8	35-8-1	р. Утыкымыль	Песчаник м/з		J _{3im}	X						
228	35-9	35-9-1	р. Утыкымыль	Аргиллит		J _{3im}	X						
229	35-9	35-9-2	р. Утыкымыль	Песчаник (галька)		J _{3im}	X		Хобл				
230	35-9	35-9-3	р. Утыкымыль	Аргиллитовый цемент		J _{3im}	X						
231	35-10	35-10-1	р. Утыкымыль	Песчаник (галька)		J _{3im}	2X						
232	35-10	35-10-2	р. Утыкымыль	Гравелитовый цемент		J _{3im}	X						
233	35-10	35-10-3	р. Утыкымыль	Алевропесчаник		J _{3im}	X	X	X				X
234	35-10	35-10-4	р. Утыкымыль	Песчано-гравелитовый цемент		J _{3im}	3X						
235	35-11	35-11-1	р. Утыкымыль	Песчаник (галька)		J _{3im}	X						
236	35-11	35-11-2	р. Утыкымыль	Песчаник (галька)		J _{3im}	X						
237	35-11	35-11-3	р. Утыкымыль	Песчаник (галька)		J _{3im}	X						
238	35-11	35-11-4	р. Утыкымыль	Песчаник (галька)		J _{3im}	X		2Хобл				
239	35-11	35-11-5	р. Утыкымыль	Песчаник м/з		J _{3im}	X						
240	35-12	35-12-1	р. Утыкымыль	Вулканит (галька)		J _{3im}	X						
241	35-12	35-12-2	р. Утыкымыль	Вулканит (галька)		J _{3im}	X	Хобл	Хобл			X	
242	35-12	35-12-3	р. Утыкымыль	Гальки из тиллоидов		J _{3im}	X						
243	35-12	35-12-4	р. Утыкымыль	Гальки из тиллоидов		J _{3im}	X						
244	35-12	35-12-4(1)	р. Утыкымыль	Терригенная галька из тиллоидов		J _{3im}			Хобл				
245	35-12	35-12-4(2)	р. Утыкымыль	Галька вулканитов из тиллоидов		J _{3im}	X	Хобл	Хобл				
246	35-12	35-12-5	р. Утыкымыль	Алевролит к/з		J _{3im}	X						
247	35-12	35-12-6	р. Утыкымыль	Туфопесчаник		J _{3im}	X						
248	35-12	35-12-7	р. Утыкымыль	Туфопесчаник		J _{3im}	X						
249	35-12	35-12-7(1)	р. Утыкымыль	Галька вулканитов из тиллоидов		J _{3im}	X	Хобл	Хобл				

№	Т.н.	Номер образца	Место отбора	Состав	Сви- та	Индекс	Шл	Геохимия			Цд	Цм	Скан
								Сил	ICP	Sm-Nd			
250	35-12	35-12-7(2)	р. Утыкымыль	Галька вулканитов из тиллоидов	имлекинская	J _{3im}	X	Хобл	Хобл				
251	35-12	35-12-8	р. Утыкымыль	Туфопесчаник		J _{3im}	X		X	X			
252	35-12	35-12-9	р. Утыкымыль	Туфопесчаник		J _{3im}	X				X		
253	35-12	35-12-10	р. Утыкымыль	Туфоаргиллит		J _{3im}	X	X	X				
254	35-12	35-12-11	р. Утыкымыль	Туффит песчаный		J _{3im}	X						
255	35-12	35-12-12	р. Утыкымыль	Песчаник м/з		J _{3im}	X	X	X				
256	35-12	35-12-13	р. Утыкымыль	Песчаник м/з		J _{3im}	X	X					
257	32-1	32-1-6	Берложья кальдера	Риолитовый туф = 3873 (Тихомиров и др., 2008)		K _{1b}	X	X	X			X	
258	32-1	32-1-8	Берложья кальдера	Аргиллит		T ₃	X		X				
259	33-1	33-1-1	р. Глухой	Аргиллит		T ₃	X		X				
260	456/2	456/2	г.Пырканай	Аргиллит		T ₃	X		X				
261	456/4	456/4	г.Пырканай	Аргиллит		T ₃	X		X				
262	462/2	462/2	р. Вернитакайвеем	Аргиллит		T ₃	X		X				
263	48-2	48-2-1	р. Раучуа	Аргиллит		T ₃	X		X				
Итого							74/223	71	80	16	8	1	23

Примечание: **Шл** – описания шлифов (X – краткое; **X** – полное, с подсчетом порообразующих компонентов); **Сил** – силикатный анализ; **ICP** – масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой; **Sm-Nd** – Sm/Nd изотопно-геохимические исследования; **Цд** – датирование детритовых цирконов; **Цм** – датирование цирконов магматических пород; **Скан** – использование сканирующего микроскопа.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Геохимический состав верхнеюрско-нижнемеловых пород по данным силикатного анализа, вес. %

Оксфорд-кимериджские отложения Мырговаамской и Китепвеемской впадин (раучуанская свита)												Волжские отложения Раучуанской впадины (нетпнейвеемская свита)									
Состав	алевр.	песчаники										аргиллиты			песчаники						
№	469/4-2	456/8-1	456/10	462/9-1	466/7-2	470/5-1	470/7	470/7-3	50-3-6	54-7-5	415/4-3	464/4a	51-1-1	51-4-1	464/4п	51-1-5	51-4-2	53-2-5	53-2-7	53-3-2	53-4-1
SiO ₂	61.95	63.36	66.98	62.74	67.75	63.03	61.80	65.19	68.01	65.67	66.04	56.98	60.68	63.58	68.06	61.10	61.62	63.00	51.42	62.52	56.08
TiO ₂	0.77	0.62	0.55	0.74	0.51	0.57	0.62	0.53	0.52	0.77	0.53	0.81	0.88	0.87	0.79	0.68	0.79	1.07	1.22	0.61	0.83
Al ₂ O ₃	16.47	14.44	14.67	13.14	15.14	13.97	15.60	14.39	15.14	14.70	14.46	17.01	18.76	17.01	14.28	16.66	16.94	16.22	16.87	15.77	20.57
Fe ₂ O ₃	6.48	1.95	2.08	0.95	1.15	1.45	3.03	1.44	1.11	1.67	2.23	4.11	2.26	3.26	1.86	0.35	2.33	2.48	1.81	0.89	1.96
FeO	0.26	4.02	2.08	2.09	2.49	3.92	1.44	2.33	2.26	2.94	2.44	3.68	4.20	2.43	3.17	5.88	4.30	3.59	6.60	4.93	5.40
MnO	0.17	0.13	0.05	0.15	0.05	0.22	0.13	0.12	0.06	0.07	0.08	0.20	0.05	0.13	0.14	0.06	0.18	0.11	0.21	0.06	0.09
MgO	0.39	2.13	1.82	1.58	1.50	2.23	1.68	2.03	1.61	2.01	1.88	2.87	2.58	1.87	1.97	3.58	2.15	1.86	3.89	2.52	2.31
CaO	1.25	1.97	0.84	5.20	1.50	3.11	4.39	2.82	1.75	2.49	1.25	2.55	0.37	1.24	1.43	2.24	1.91	2.05	6.23	2.65	2.42
Na ₂ O	2.83	4.83	4.40	5.08	4.70	2.32	0.41	4.83	4.06	4.30	5.07	2.69	1.53	1.02	4.11	3.40	3.61	2.37	2.46	4.54	3.36
K ₂ O	2.65	2.45	3.16	1.52	2.77	2.22	2.95	1.41	3.12	2.47	2.66	2.66	2.82	3.00	1.04	0.75	1.55	2.04	1.76	0.85	2.23
P ₂ O ₅	0.24	0.22	0.14	0.16	0.15	0.18	0.22	0.17	0.16	0.20	0.17	0.26	0.18	0.18	0.18	0.13	0.13	0.16	0.14	0.10	0.12
п.п.п.	6.00	3.31	2.56	6.38	2.00	6.35	6.92	4.60	1.87	2.15	2.37	5.77	4.90	4.96	2.63	4.40	4.50	4.30	6.66	4.40	4.03
Сумма	99.46	99.43	99.33	99.46	99.71	99.57	99.19	99.86	99.67	99.44	99.27	99.59	99.21	99.55	99.66	99.23	100.01	99.25	99.27	99.84	99.40
H ₂ O-	0.97	0.42	0.39	<0.1	0.24	0.71	0.54	0.54	0.23	0.19	0.26	0.84	0.60	0.87	0.38	0.45	0.64	0.30	0.35	0.31	0.40
CO ₂	0.66	0.93	0.47	4.74	0.40	2.81	3.06	1.77	0.23	0.32	0.66	1.62	0.21	0.10	0.97	0.99	0.92	0.98	3.77	1.75	1.43
H ₂ O+	3.71	1.97	1.70	1.30	1.40	2.52	2.81	1.87	1.45	1.62	1.36	н.о.	3.80	3.63	н.о.	2.81	3.05	3.04	н.о.	2.44	н.о.
CIA	66.28	54.37	56.83	56.36	54.65	68.60	74.55	57.34	54.32	52.00	54.60	66.85	76.41	70.93	63.21	66.72	65.15	67.84	64.68	62.79	69.11
DF1		0.51	3.18	1.87	2.37	-1.51	-1.07	-0.20	3.00	1.51	2.16				-2.33	-4.64	-3.45	-2.28	-3.78	-3.67	-3.33
DF2		-1.63	-0.41	-0.49	-1.37	-0.27	0.42	-1.20	-0.41	-0.05	-1.35				-1.32	0.00	-2.01	-0.33	1.83	-2.08	-2.00
SiO ₂ /Al ₂ O ₃		4.39	4.57	4.77	4.47	4.51	3.96	4.53	4.49	4.47	4.57				4.766	3.667	3.638	3.884	3.048	3.964	2.726
K ₂ O/Al ₂ O ₃	0.16											0.16	0.15	0.18							

	Берриасские отложения Раучуанской впадины (утувеемская свита)		Валанжинские отложения Раучуанской впадины (погынденская свита)			Волжские отложения Певекской впадины (нетпнейвеемская свита)		Берриасские отложения Певекской впадины (утувеемская свита)												
Состав	песчаники		песчаники			аргил.	песч.	аргиллиты						алевролиты		песчаники				
№	48-3-2	48-3-3	53-6-1	53-7-1	53-5-1	47-2-1	47-2-3	9-1-2	12-4-2	16-7-2	17-4-2	18-1-2	21-2-2	10-1-2	18-2-1	9-1-1	12-5-1	12-6-1	17-4-1	21-2-1
SiO ₂	63.39	68.84	57.24	67.02	65.64	58.90	68.51	55.35	59.74	61.28	64.38	56.11	58.07	58.43	48.26	79.70	70.00	78.81	58.46	75.37
TiO ₂	0.85	0.73	1.03	0.58	0.80	0.88	0.20	0.97	0.91	0.89	0.67	0.79	0.89	0.83	0.61	0.39	0.65	0.54	0.92	0.48
Al ₂ O ₃	18.80	15.78	20.61	16.02	14.35	19.70	14.46	20.46	18.74	18.20	14.95	18.83	17.93	18.10	15.49	8.79	13.86	10.30	18.88	9.80
Fe ₂ O ₃	2.26	2.44	1.80	2.28	0.91	2.88	1.10	1.78	0.88	1.27	2.45	0.88	1.46	1.86	0.93	1.25	2.02	2.64	2.22	1.57
FeO	3.37	2.72	4.38	1.37	3.37	3.33	0.75	5.36	6.05	4.52	6.27	6.75	7.22	6.14	3.24	3.65	4.34	0.43	4.97	3.42
MnO	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.22	0.10	0.08	0.10	0.15	0.03	0.08	0.09	0.26	0.08	0.05	0.04	0.10	0.12
MgO	1.63	1.22	2.49	1.29	1.97	1.43	0.47	2.56	2.47	2.20	2.15	3.12	2.76	2.74	2.37	1.49	2.01	0.77	1.81	1.72
CaO	0.23	0.21	0.62	1.64	2.36	0.90	4.20	0.70	0.45	0.98	1.00	0.76	0.63	0.74	10.05	0.16	0.17	0.37	1.37	1.07
Na ₂ O	1.77	1.71	1.61	4.28	4.38	1.68	1.52	3.25	3.32	3.09	1.37	3.02	2.43	3.05	3.56	0.84	1.52	1.46	1.82	1.12
K ₂ O	2.80	2.48	4.01	2.19	1.50	3.51	2.94	2.06	0.35	1.54	1.63	2.88	2.01	1.30	2.09	0.83	1.46	2.71	3.08	1.09
P ₂ O ₅	0.16	0.17	0.30	0.25	0.19	0.14	0.27	0.32	0.24	0.60	0.14	0.24	0.29	0.42	0.17	0.13	0.18	0.10	0.26	0.13
п.п.п.	4.33	3.36	5.16	2.88	3.80	5.80	4.99	6.49	6.10	4.83	4.15	5.85	5.72	5.61	12.61	2.28	3.26	1.78	5.55	3.73
Сумма	99.63	99.70	99.29	99.85	99.32	99.20	99.63	99.40	99.33	99.50	99.31	99.25	99.50	99.31	99.64	99.59	99.51	99.95	99.44	99.62
H ₂ O-	0.48	0.39	0.65	0.26	0.21	0.49	0.28	0.80	0.44	0.67	0.31	0.34	0.58	0.78	0.26	0.42	0.23	0.20	0.40	0.45
CO ₂	0.10	0.10	0.45	1.71	1.55	0.20	2.71	4.57	4.80	3.90	н.о.	1.07	4.15	3.74	10.36	1.87	3.06	1.08	н.о.	2.20
H ₂ O+	н.о.	н.о.	3.77	н.о.	1.96	3.30	2.02	0.05	0.05	0.05	н.о.	н.о.	0.05	0.05	н.о.	0.05	0.20	0.31	н.о.	1.28
CIA	75.36	73.59	74.25	62.54	59.67	71.69	66.16	71.68	79.31	70.65	78.80	69.50	71.97	73.02	65.17	78.14	76.63	62.34	74.87	75.47
DF1	-1.94	-1.84	-0.16	0.41	-0.33		1.08									-6.77	-4.90	0.16	-2.36	-5.04
DF2	-0.97	-1.47	0.91	-1.85	-0.49		-1.86									-2.13	-1.46	-1.76	-1.31	-0.95
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	3.37	4.36	2.78	4.18	4.57		4.74									9.07	5.05	7.65	3.10	7.69
K ₂ O/Al ₂ O ₃						0.18		0.16	0.18	0.17	0.11	0.15	0.14	0.17	0.13					

	Валанжинские отложения Певекской впадины (погынденская свита)												Волжские отложения Верхне-Пегтымельской впадины (имлекинская свита)											
Состав	аргиллиты					песчаники							аргиллиты		песчаники									
№	6-3-2	8-5-2	13-2-2	16-3-2	21-6-2	6-4-1	8-5-1	10-2-1	13-2-1	16-3-1	16-6-3	21-5-1	35-4-5	35-12-10	35-1-1	35-1-2	35-1-5	35-4-2	35-4-8	35-7-2	35-10-3	35-12-12	35-12-13	
SiO ₂	56.52	60.95	54.61	59.41	59.42	65.59	68.51	65.33	65.53	64.87	66.15	66.30	56.32	63.41	64.64	63.57	61.67	70.72	61.64	67.30	70.66	70.02	69.65	
TiO ₂	0.86	0.82	1.11	0.86	0.86	0.66	0.43	0.64	0.65	0.69	0.59	0.54	0.86	0.87	0.59	0.63	0.50	0.23	1.11	0.61	0.51	0.54	0.53	
Al ₂ O ₃	18.39	18.42	19.87	18.92	18.76	16.11	15.91	15.55	16.67	16.14	15.10	16.46	19.38	17.61	18.64	16.41	17.41	14.12	17.51	15.01	15.13	14.32	15.02	
Fe ₂ O ₃	1.55	3.10	1.53	2.02	0.83	0.32	1.29	1.02	0.70	1.54	0.92	0.96	2.28	3.01	2.72	3.40	0.87	1.82	2.60	2.73	1.54	1.80	2.28	
FeO	6.58	3.05	5.69	4.30	6.48	3.54	1.43	3.52	4.46	2.95	3.74	2.69	4.92	3.03	1.25	2.73	3.33	1.66	0.99	3.03	2.22	3.02	3.79	
MnO	0.07	0.08	0.04	0.06	0.09	0.05	0.05	0.07	0.05	0.07	0.07	0.04	0.00	0.05	0.06	0.10	0.08	0.05	0.00	0.05	0.04	0.07	0.03	
MgO	2.38	2.30	3.98	2.61	2.72	1.94	1.18	2.19	2.50	2.51	2.71	2.44	1.55	1.67	0.83	0.94	1.22	0.53	1.04	1.00	0.69	1.26	0.96	
CaO	1.05	0.36	0.47	0.42	0.75	1.77	1.24	2.24	0.88	2.25	2.73	1.50	0.84	0.39	1.14	1.34	2.72	2.49	2.18	1.51	0.44	1.74	0.25	
Na ₂ O	2.69	3.96	5.02	3.84	3.44	1.71	1.18	1.21	1.40	1.29	0.77	1.37	1.15	1.75	2.70	1.81	2.81	2.86	3.56	1.58	1.26	2.05	1.32	
K ₂ O	2.57	0.83	1.15	1.13	1.18	3.93	4.88	3.88	3.59	4.68	4.29	4.33	3.33	2.82	2.17	1.66	1.87	1.42	0.81	1.86	2.05	1.47	1.81	
P ₂ O ₅	0.24	0.14	0.15	0.17	0.25	0.23	0.19	0.25	0.20	0.25	0.29	0.18	0.22	0.13	0.11	0.20	0.12	0.07	0.11	0.88	0.13	0.13	0.11	
п.п.п.	6.57	5.65	5.75	5.76	4.81	3.76	3.54	3.70	2.88	2.44	2.21	2.90	8.60	4.92	5.00	6.90	7.03	3.85	8.33	4.13	5.08	3.25	3.83	
Сумма	99.47	99.66	99.36	99.52	99.57	99.60	99.84	99.60	99.51	99.68	99.58	99.71	99.45	99.66	99.85	99.69	99.63	99.81	99.88	99.67	99.76	99.67	99.57	
H ₂ O-	0.92	0.70	0.95	0.57	0.42	0.54	0.31	0.36	0.46	0.19	0.29	0.33	1.17	0.94	0.87	0.56	1.11	0.35	2.33	0.68	0.59	0.59	0.54	
CO ₂	4.19	3.85	4.26	4.63	3.88	2.04	1.42	2.02	1.92	1.99	1.42	1.55	н.о.	0.25	2.17	3.73	5.07	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	1.26	н.о.	
H ₂ O+	0.35	0.05	0.31	0.20	0.30	1.10	1.90	1.47	0.57	0.31	0.54	1.03	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	
CIA	68.88	74.77	72.55	74.83	74.65	63.94	62.64	64.61	68.25	56.37	56.45	64.58	73.37	74.27	72.79	77.15	72.10	69.33	72.22	67.07	74.79	72.91	76.59	
DF1						-0.83	-0.95	-2.28	-2.74	-1.33	-2.82	-1.16			-1.98	-4.77	-2.51	-2.85	-2.56	-4.06	-2.52	-3.71	-4.89	
DF2						-0.84	-2.87	-1.13	-0.94	-0.57	-0.71	-0.56			-2.61	-3.66	-2.61	-4.60	-1.35	-3.12	-2.39	-2.57	-3.73	
SiO ₂ /Al ₂ O ₃						4.07	4.31	4.20	3.93	4.02	4.38	4.03			3.47	3.87	3.54	5.01	3.52	4.48	4.67	4.89	4.64	
K ₂ O/Al ₂ O ₃	0.15	0.21	0.25	0.20	0.18								0.17	0.16										

ПРИЛОЖЕНИЕ 36. Геохимический состав верхнеюрско-нижнемеловых и верхнетриасовых пород по данным ICP-MS анализа, мкг/г

	Оксфорд-кимериджские отложения Мырговаамской и Китепвеемской впадин (раучуанская свита)											Волжские отложения Раучуанской впадины (нетпнейвеемская свита)		
	песчаники								г. т. п.			аргиллиты		
№	456/7-1	462/9	466/7-3	469/1	470/7-1	50-3-6	54-7-5	415/4-1	456/11t	469/1j	470/5j	464/4a	51-4-1	51-1-1
Li	н.о.	13.05	17.32	н.о.	28.59	14.71	20.58	20.73	н.о.	н.о.	н.о.	69.28	51.49	52.49
Be	1.89	1.35	1.71	1.86	1.30	1.92	2.14	1.97	2.91	2.27	2.64	2.13	2.32	2.32
Sc	27.09	8.58	7.64	30.26	7.43	6.86	8.53	7.48	29.40	28.36	28.41	15.93	17.58	21.89
V	66.98	49.92	58.41	46.84	59.42	52.97	84.79	56.33	216.74	119.05	92.37	164.74	145.82	190.00
Cr	52.31	30.68	28.57	41.18	41.46	29.13	23.68	25.61	94.84	76.06	60.62	102.42	140.38	120.00
Co	8.92	6.57	6.93	7.55	8.27	7.83	9.06	6.79	29.87	9.56	10.26	16.17	14.30	10.81
Ni	16.76	15.15	20.99	9.94	23.75	21.33	29.47	23.32	48.41	17.37	14.77	51.77	59.48	49.36
Cu	1.47	9.76	7.42	0.04	9.12	7.53	7.84	7.77	24.60	17.02	6.78	40.53	н.о.	н.о.
Zn	55.05	70.79	58.82	44.23	58.71	53.66	58.40	53.67	112.82	66.27	70.46	н.о.	н.о.	н.о.
Ga	17.28	14.58	14.76	16.27	15.36	15.85	17.07	15.31	25.99	28.34	25.26	24.18	21.02	22.34
Rb	46.85	49.34	67.78	41.69	35.55	74.97	44.12	60.10	24.50	109.25	107.31	99.72	120.00	107.43
Sr	341.98	346.58	345.49	186.49	268.19	248.81	320.21	337.04	363.23	84.85	101.85	216.56	68.90	75.82
Y	19.36	19.56	17.45	14.17	15.10	17.46	22.84	16.70	40.81	18.90	16.79	22.94	26.74	27.75
Zr	279.39	155.05	190.41	143.97	158.78	179.12	416.62	172.40	258.06	147.31	167.74	148.46	207.90	184.00
Nb	11.19	9.43	10.11	9.43	8.64	9.90	14.99	10.18	19.13	14.69	13.14	12.28	13.19	14.15
Cs	1.68	1.35	0.83	1.74	0.44	0.81	0.55	0.52	3.22	3.97	4.46	5.98	8.09	8.91
Ba	727.93	816.10	1083.01	251.97	684.61	967.76	908.28	1094.60	697.65	514.36	708.53	733.39	547.31	712.00
La	42.93	40.64	48.40	28.12	37.73	40.83	59.51	39.81	45.67	66.76	43.04	34.34	21.72	20.11
Ce	81.85	79.22	93.83	54.61	74.05	81.48	115.91	77.85	95.10	128.19	84.37	69.75	56.38	44.63
Pr	9.61	8.84	10.40	6.44	8.18	8.80	12.26	8.91	11.96	14.94	10.05	8.15	6.31	6.31
Nd	35.29	31.83	38.78	23.42	31.19	32.99	45.69	33.57	47.71	52.20	36.17	30.79	24.81	24.96
Sm	6.06	5.72	6.28	4.11	5.24	5.65	7.52	5.73	9.79	6.79	5.95	6.09	5.72	5.57
Eu	1.46	1.23	1.35	1.05	1.19	1.19	1.41	1.24	2.51	1.25	1.34	1.34	1.28	0.98
Gd	4.53	4.73	4.80	3.23	4.12	4.43	5.86	4.40	8.70	4.08	4.22	5.41	5.02	5.28
Tb	0.66	0.69	0.68	0.49	0.58	0.64	0.84	0.64	1.36	0.60	0.60	0.79	0.87	0.84
Dy	3.79	3.56	3.79	2.83	3.24	3.66	4.57	3.72	8.09	3.43	3.32	4.61	5.30	5.48
Ho	0.79	0.68	0.74	0.57	0.65	0.71	0.91	0.71	1.71	0.74	0.70	0.92	1.06	1.15
Er	2.27	1.95	2.15	1.60	1.90	2.09	2.75	2.13	4.81	2.23	2.05	2.66	3.04	3.33
Tm	0.34	0.27	0.30	0.24	0.27	0.30	0.41	0.31	0.71	0.34	0.32	0.39	0.44	0.51
Yb	2.31	1.84	2.05	1.56	1.85	2.01	2.74	2.08	4.82	2.31	2.14	2.58	2.97	3.39
Lu	0.36	0.27	0.30	0.23	0.27	0.30	0.42	0.31	0.74	0.35	0.33	0.40	0.45	0.52
Hf	6.93	4.33	4.79	3.70	4.21	4.56	9.18	4.67	6.57	4.12	4.52	4.43	5.76	4.75
Pb	11.65	15.99	16.14	10.24	14.19	16.04	15.52	14.70	4.36	2.27	3.91	20.73	13.73	11.71
Th	7.79	8.40	9.11	5.76	6.08	8.59	13.28	8.12	23.58	12.46	10.60	10.40	10.11	11.09
U	1.56	1.42	1.50	1.17	1.24	1.46	2.53	1.29	4.24	2.06	1.87	2.35	2.40	2.73
La/Yb	18.61	22.05	23.63	18.04	20.41	20.30	21.68	19.15	9.48	28.88	20.09	13.29	7.32	5.93
Eu*	0.85	0.73	0.75	0.88	0.78	0.73	0.65	0.75	0.83	0.73	0.82	0.71	0.73	0.55

	Волжские отложения Раучуанской впадины (нетпнейвеемская свита)								Берриасские отложения Раучуанской впадины (утувеемская свита)	Валанжинские отложения Раучуанской впадины (погынденская свита)			
	песчаники							г. т. п.	песчаники				
№	464/4п	51-1-5	51-4-2	53-2-5	53-2-7	53-3-2	53-4-1	464/4т	48-3-2	48-3-3	53-5-1	53-6-1	53-7-1
Li	28.20	н.о.	75.02	62.83	100.33	42.61	90.41	30.06	76.83	52.39	87.80	52.30	26.28
Be	1.63	1.54	1.45	1.89	1.69	1.34	1.64	1.54	2.12	1.66	1.85	2.93	1.55
Sc	16.38	18.16	18.69	20.52	25.56	9.78	23.50	11.94	17.18	13.55	14.71	19.10	10.42
V	99.59	118.70	128.84	154.63	172.91	76.74	150.48	84.92	179.35	126.69	65.97	215.44	64.27
Cr	94.57	85.49	67.31	129.57	109.88	63.57	124.43	37.43	160.38	149.00	42.98	121.02	153.34
Co	12.50	13.94	10.43	14.61	25.66	11.00	20.71	6.96	10.51	12.04	10.53	11.72	9.41
Ni	19.25	41.12	31.31	54.34	38.15	27.43	42.07	16.86	55.02	35.97	16.18	61.96	20.88
Cu	14.47	15.82	н.о.	н.о.	16.95	6.72	16.86	16.99	23.95	32.52	7.83	38.17	8.81
Zn	н.о.	83.94	н.о.	н.о.	н.о.	49.04	н.о.	52.83	н.о.	н.о.	83.06	108.54	н.о.
Ga	18.10	17.56	16.66	18.39	20.92	16.31	20.42	15.46	21.54	17.20	18.99	26.44	18.56
Rb	37.12	33.19	69.93	85.84	72.95	42.57	94.97	66.82	104.37	93.33	23.01	155.62	61.00
Sr	133.40	200.73	267.85	137.49	181.22	596.87	164.37	52.76	85.63	77.45	300.34	78.24	277.07
Y	30.31	20.11	18.19	26.77	36.21	18.38	20.10	24.80	24.46	19.60	24.10	38.17	17.47
Zr	214.82	126.96	114.40	227.60	201.67	207.15	147.46	164.00	187.25	236.77	133.22	152.93	243.57
Nb	7.71	6.57	5.75	8.41	7.34	10.36	7.28	6.26	12.55	11.98	7.93	14.23	10.08
Cs	2.17	6.36	3.94	4.25	4.59	2.08	5.68	1.83	6.03	4.17	2.78	9.01	2.83
Ba	167.56	283.12	426.32	431.62	405.29	730.97	443.02	164.96	625.18	376.25	1158.99	943.18	651.12
La	21.53	18.99	11.67	24.48	21.23	39.91	14.96	38.96	30.00	23.45	20.98	52.13	36.60
Ce	47.22	41.08	25.66	40.32	46.85	80.89	35.78	68.63	60.08	49.09	52.58	105.42	73.01
Pr	6.01	4.62	3.74	5.97	6.22	8.08	4.87	7.26	7.33	6.12	5.13	11.62	8.54
Nd	23.88	18.81	14.48	23.42	26.18	29.42	19.53	29.06	28.00	23.44	20.43	44.94	31.50
Sm	5.47	3.92	3.64	5.31	6.23	5.06	4.40	5.74	5.54	4.98	4.48	8.28	5.69
Eu	0.96	0.93	0.83	1.52	1.59	1.15	0.96	1.34	1.18	0.99	0.84	1.85	1.41
Gd	5.61	3.88	3.13	5.33	6.79	4.13	4.36	5.37	4.76	4.20	4.52	7.62	4.60
Tb	0.90	0.60	0.59	0.84	1.08	0.59	0.67	0.76	0.75	0.62	0.68	1.17	0.67
Dy	5.72	3.73	3.56	4.59	6.85	3.24	3.95	4.22	4.64	3.84	4.22	7.20	3.58
Ho	1.19	0.76	0.72	0.92	1.41	0.63	0.77	0.84	0.97	0.80	0.87	1.45	0.75
Er	3.54	2.31	2.08	2.60	4.17	1.88	2.15	2.47	2.90	2.42	2.66	4.13	2.04
Tm	0.53	0.33	0.29	0.34	0.60	0.26	0.29	0.35	0.44	0.37	0.39	0.57	0.44
Yb	3.42	2.23	1.92	2.24	3.89	1.82	1.82	2.44	2.89	2.52	2.69	3.67	1.98
Lu	0.53	0.33	0.28	0.33	0.60	0.27	0.28	0.39	0.45	0.40	0.41	0.52	0.36
Hf	6.39	3.17	3.54	5.69	5.13	5.52	4.13	3.94	5.56	6.95	3.75	4.15	7.31
Pb	14.25	12.52	7.77	14.70	17.64	12.51	311.80	10.29	8.48	33.29	14.67	10.81	16.10
Th	7.27	5.64	5.43	7.22	4.78	6.60	5.44	5.40	9.37	8.83	6.07	12.10	6.67
U	2.95	1.83	2.12	2.71	2.21	1.33	1.95	1.71	2.47	2.32	2.02	2.14	1.49
La/Yb	6.30	8.50	6.09	10.93	5.46	21.95	8.24	15.95	10.37	9.31	7.80	14.22	18.50
Eu*	0.53	0.73	0.75	0.87	0.75	0.77	0.67	0.74	0.70	0.66	0.57	0.71	0.84

	Волжские отложения Певекской впадины (нетпнейвеемская свита)		Берриасские отложения Певекской впадины (утувеемская свита)												
	аргил.	песч.	аргиллиты						алевролиты		песчаники				
№	47-2-1	47-2-3	9-1-2	12-4-2	16-7-2	17-4-2	18-1-2	21-2-2	10-1-2	18-2-1	9-1-1	12-5-1	12-6-1	17-4-1	21-2-1
Li	55.24	12.48	96.46	57.00	84.89	125.10	53.85	104.28	67.86	24.56	60.36	76.86	4.23	77.35	112.29
Be	2.59	2.81	2.98	2.50	2.64	1.38	2.13	2.15	2.43	1.66	0.53	1.17	1.04	2.36	1.14
Sc	20.30	3.39	18.25	12.47	18.04	9.45	21.47	12.33	13.28	9.91	7.33	10.31	6.61	14.95	7.18
V	200.00	8.11	202.40	199.51	175.60	84.06	170.00	212.63	193.83	74.42	52.94	99.98	70.56	160.93	62.31
Cr	680.00	7.15	99.70	110.81	103.20	60.47	870.00	101.34	101.67	157.21	48.38	83.07	105.50	94.90	63.21
Co	5.28	3.05	16.05	10.77	10.97	11.24	17.66	11.37	12.55	14.60	8.32	8.73	5.28	11.62	10.17
Ni	880.00	8.11	58.96	51.51	55.14	51.81	1020.00	49.83	49.31	70.05	29.55	34.74	15.00	53.37	28.92
Cu	н.о.	7.15	28.68	27.81	33.06	14.69	н.о.	14.46	26.30	н.о.	17.43	14.17	5.82	29.78	10.28
Zn	н.о.	73.84	104.43	103.75	148.80	125.33	н.о.	105.72	300.68	н.о.	89.31	92.41	31.99	112.71	78.62
Ga	23.08	21.29	23.24	26.49	21.47	15.32	25.11	21.82	22.40	16.72	8.28	16.27	7.60	20.84	10.05
Rb	129.95	105.46	134.66	18.10	136.70	52.17	87.34	20.39	17.60	57.05	34.90	59.95	49.51	108.05	54.17
Sr	640.00	147.63	168.22	74.95	170.85	82.22	940.00	109.91	124.83	803.71	48.27	95.79	92.05	111.64	103.79
Y	29.19	36.01	31.73	24.26	32.91	19.18	20.34	26.60	24.28	18.18	15.55	19.58	22.09	25.34	16.57
Zr	172.20	81.97	192.33	179.04	186.02	192.86	106.10	164.56	170.64	122.00	130.75	186.15	306.41	162.03	145.80
Nb	14.56	11.70	17.94	14.46	16.27	9.09	12.81	14.73	15.31	7.97	6.42	10.34	10.46	12.50	8.26
Cs	8.03	6.25	9.07	6.00	24.78	3.05	5.83	6.04	5.71	4.47	1.80	4.43	2.00	7.13	3.68
Ba	1790.00	532.03	614.67	573.94	626.49	243.06	2382.00	415.02	527.49	542.57	151.17	259.90	223.93	476.35	202.48
La	43.20	15.88	42.83	27.27	37.84	23.44	35.97	34.35	28.67	38.85	18.76	18.76	26.70	38.76	19.51
Ce	90.61	39.36	98.22	57.72	86.43	50.04	71.05	72.62	62.71	73.31	35.52	38.86	56.35	79.79	40.00
Pr	10.68	4.69	10.48	6.63	9.12	5.49	8.90	8.51	7.84	8.25	4.30	4.29	6.08	8.99	4.43
Nd	40.85	19.04	42.65	25.72	36.68	21.23	31.44	32.24	31.52	28.38	16.19	16.16	22.37	34.94	16.25
Sm	7.26	6.21	8.52	5.46	8.41	4.03	5.79	6.20	6.40	5.34	3.20	3.31	4.36	6.68	3.17
Eu	1.31	0.69	1.70	1.20	1.63	0.73	1.79	1.25	1.33	1.64	0.70	0.70	0.87	1.44	0.68
Gd	6.27	7.51	7.54	5.00	8.34	3.67	4.55	5.41	5.59	5.30	2.99	3.23	4.15	5.88	2.91
Tb	0.94	1.41	1.10	0.79	1.19	0.58	0.64	0.81	0.80	0.73	0.46	0.55	0.64	0.87	0.45
Dy	5.32	7.58	5.65	4.54	5.95	3.67	3.50	4.43	4.25	3.44	2.61	3.42	3.60	5.12	2.67
Ho	1.06	1.22	1.15	0.93	1.12	0.76	0.70	0.89	0.83	0.67	0.55	0.72	0.74	1.02	0.54
Er	3.04	3.04	3.25	2.77	3.12	2.29	2.02	2.59	2.49	1.93	1.64	2.23	2.24	3.03	1.62
Tm	0.45	0.38	0.47	0.41	0.44	0.33	0.30	0.37	0.35	0.25	0.22	0.32	0.32	0.44	0.23
Yb	2.90	2.25	3.16	2.81	2.98	2.22	1.93	2.48	2.36	1.68	1.52	2.23	2.24	2.95	1.58
Lu	0.44	0.28	0.46	0.42	0.45	0.33	0.29	0.38	0.35	0.25	0.22	0.34	0.32	0.43	0.24
Hf	4.59	2.84	5.05	5.06	4.90	4.83	2.72	4.49	4.53	3.02	3.64	5.18	7.90	4.00	3.93
Pb	13.48	31.29	17.63	9.94	8.63	15.10	13.24	11.34	9.58	13.01	9.47	14.94	11.40	14.42	11.27
Th	11.54	8.07	14.45	9.05	13.18	8.42	8.93	8.91	8.52	5.04	6.07	9.27	9.31	10.35	6.86
U	2.90	5.89	3.25	2.23	3.02	2.15	1.44	1.46	1.48	0.90	1.65	2.25	2.06	2.30	2.76
La/Yb	14.92	7.05	13.54	9.70	12.71	10.55	18.65	13.85	12.13	23.15	12.31	8.42	11.90	13.13	12.37
Eu*	0.59	0.31	0.65	0.70	0.59	0.58	1.06	0.66	0.68	0.94	0.69	0.65	0.62	0.70	0.69

	Баланжинские отложения Певекской впадины (погынденская свита)											
	аргиллиты					песчаники						
№	6-3-2	8-5-2	13-2-2	16-3-2	21-6-2	6-4-1	8-5-1	10-2-1	13-2-1	16-3-1	16-6-3	21-5-1
Li	73.49	62.51	72.14	96.88	69.87	32.79	60.05	44.77	49.09	65.60	43.76	33.11
Be	2.81	2.61	3.82	3.00	2.60	1.23	1.14	1.09	1.52	1.20	1.13	1.31
Sc	12.37	16.27	16.82	21.49	16.76	9.12	6.73	8.72	10.59	8.62	7.50	8.42
V	210.29	184.83	233.54	202.67	189.16	55.68	46.54	82.47	83.34	79.62	73.61	65.26
Cr	80.58	107.69	119.30	112.04	108.68	50.66	35.70	52.80	54.29	66.09	54.02	42.69
Co	18.01	13.15	28.23	8.41	16.63	9.30	6.91	10.51	15.49	8.83	8.19	7.31
Ni	50.29	45.61	70.14	50.95	57.72	22.28	17.46	31.30	38.27	33.85	18.79	19.60
Cu	40.09	32.39	63.48	124.51	32.90	9.47	6.50	20.51	28.94	11.85	5.74	6.65
Zn	133.98	115.01	159.47	129.49	142.01	55.87	46.15	68.60	167.26	51.34	55.98	47.59
Ga	21.84	21.60	29.84	26.48	23.37	15.60	13.47	14.76	16.25	17.22	15.44	15.89
Rb	64.74	39.31	22.81	177.07	48.26	55.27	28.84	25.54	47.47	22.96	10.73	30.06
Sr	143.74	66.40	91.24	106.55	138.13	241.66	352.11	273.50	167.34	308.90	286.72	393.06
Y	26.38	27.22	28.44	31.53	26.66	17.75	12.35	15.25	20.13	16.43	18.48	16.88
Zr	163.57	181.37	190.67	188.45	181.54	192.24	108.39	126.10	145.35	117.85	131.94	164.11
Nb	16.01	15.87	20.78	14.79	15.55	11.36	7.50	9.92	11.41	9.46	10.06	8.83
Cs	27.16	9.38	33.73	19.43	6.61	5.61	1.69	2.14	4.98	4.42	3.32	2.30
Ba	467.62	793.93	844.23	950.23	742.71	344.84	282.36	226.57	351.16	409.98	156.84	535.19
La	38.41	28.32	30.99	42.89	31.66	35.83	26.28	26.54	34.76	28.00	34.24	30.55
Ce	84.19	59.33	53.50	86.44	68.10	72.41	53.53	54.48	71.78	36.66	56.97	60.92
Pr	8.90	6.19	7.81	9.53	7.97	7.99	5.67	6.42	8.14	6.52	7.98	6.72
Nd	34.57	24.19	31.59	36.47	30.38	29.71	20.73	24.19	30.58	24.68	28.79	24.65
Sm	6.33	4.80	5.69	6.82	6.20	5.16	3.59	4.39	5.89	4.21	5.00	4.30
Eu	1.27	1.24	1.06	1.33	1.11	1.07	0.88	1.01	1.13	0.94	1.12	1.05
Gd	5.80	4.71	5.30	6.15	5.24	4.16	2.86	3.58	4.88	3.58	3.76	3.62
Tb	0.85	0.74	0.80	0.97	0.80	0.59	0.41	0.51	0.69	0.51	0.57	0.52
Dy	4.75	4.41	4.66	5.51	4.51	3.12	2.11	2.66	3.62	2.75	2.90	2.80
Ho	0.93	0.92	1.02	1.15	0.89	0.62	0.43	0.54	0.72	0.52	0.57	0.54
Er	2.71	2.90	2.99	3.49	2.71	1.84	1.28	1.55	2.08	1.58	1.67	1.63
Tm	0.40	0.43	0.43	0.51	0.40	0.26	0.18	0.21	0.30	0.22	0.23	0.23
Yb	2.56	2.88	2.96	3.37	2.81	1.79	1.17	1.40	2.01	1.44	1.61	1.56
Lu	0.38	0.43	0.45	0.52	0.43	0.26	0.16	0.21	0.29	0.22	0.23	0.23
Hf	4.45	5.00	5.18	4.78	4.97	5.44	3.20	3.52	4.02	3.23	3.62	4.25
Pb	23.76	12.68	9.66	14.49	17.03	13.17	10.92	14.21	11.77	6.63	8.05	8.92
Th	11.69	11.59	10.07	14.59	11.63	7.70	4.16	5.12	10.25	5.51	7.00	5.97
U	2.22	2.27	1.46	3.09	2.54	1.54	0.89	0.87	2.54	0.73	0.75	1.09
La/Yb	15.01	9.84	10.45	12.73	11.26	19.98	22.47	19.01	17.25	19.40	21.30	19.64
Eu*	0.64	0.80	0.59	0.63	0.59	0.70	0.84	0.78	0.65	0.74	0.79	0.82

	Волжские отложения Верхне-Пегтымельской впадины (имлекинская свита)												
	аргиллиты		песчаники						галыки терригенных пород				
№	35-4-5	35-12-10	35-1-1	35-1-2	35-1-5	35-10-3	35-12-8	35-12-12	35-7-3	35-9-2	35-11-4а	35-11-4б	35-12-4
Li	86.57	63.45	38.02	44.80	30.86	43.37	46.50	85.98	18.51	59.89	20.20	32.75	65.64
Be	2.61	2.57	1.54	1.80	1.41	1.23	0.81	1.27	0.71	1.34	1.22	1.22	1.48
Sc	15.37	18.62	12.33	12.90	12.04	10.65	18.02	11.74	7.65	8.68	11.65	7.39	10.73
V	163.19	142.73	82.16	95.22	54.80	78.36	96.18	73.31	49.59	106.82	58.75	61.45	114.92
Cr	104.09	108.26	139.93	214.58	76.16	77.92	87.09	166.10	108.85	71.92	46.67	65.53	109.24
Co	13.17	13.99	10.37	12.80	7.78	9.03	15.64	10.31	12.64	24.92	10.14	17.23	9.32
Ni	53.34	44.15	24.47	119.33	5.80	34.47	28.77	32.79	28.46	71.71	27.36	31.61	58.16
Cu	29.78	30.98	15.23	н.о.	30.48	23.01	18.18	15.82	14.06	20.18	11.63	19.09	19.57
Zn	106.15	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	77.83	79.90	н.о.	61.33	272.60	44.91	84.87	82.68
Ga	20.72	22.33	18.75	15.33	18.50	10.84	14.71	15.05	8.72	13.53	10.21	10.86	14.88
Rb	126.09	126.02	76.92	63.22	69.00	63.59	23.12	54.81	51.87	82.72	64.91	61.12	87.52
Sr	70.71	104.75	105.86	70.59	162.18	73.22	70.34	92.05	121.70	77.07	207.17	89.27	95.16
Y	26.05	29.85	24.21	24.18	21.76	18.83	19.15	20.68	22.49	25.14	26.36	18.79	35.63
Zr	165.82	190.57	118.32	198.70	106.73	229.56	93.33	137.92	235.27	198.42	192.21	222.71	352.12
Nb	11.12	15.48	7.61	10.83	5.90	10.29	4.08	8.83	9.80	12.05	8.97	9.71	14.37
Cs	12.27	9.70	4.06	4.16	2.39	4.68	1.15	3.47	2.20	5.95	2.55	2.78	3.27
Ba	447.71	420.23	309.45	258.68	367.29	308.65	274.69	243.30	243.32	334.72	352.84	350.39	390.83
La	33.81	29.60	20.38	22.43	24.36	19.01	12.99	22.41	31.66	28.42	21.27	22.30	29.60
Ce	72.28	60.39	41.58	46.00	48.58	42.31	27.87	44.23	70.05	61.12	47.21	56.86	64.39
Pr	8.03	7.36	5.20	5.45	5.97	4.78	3.29	5.37	7.05	6.45	5.12	5.51	6.90
Nd	31.74	28.80	20.07	20.38	22.13	19.00	13.64	19.68	27.20	24.27	20.53	21.60	26.45
Sm	6.37	6.16	4.29	4.65	4.59	4.38	3.15	4.11	5.47	4.94	4.82	4.01	5.55
Eu	1.33	1.35	1.03	1.10	0.94	0.99	0.82	0.97	1.01	1.01	1.17	0.85	1.13
Gd	5.62	5.94	4.37	4.40	4.41	4.08	3.43	3.91	5.00	4.59	5.26	3.48	5.72
Tb	0.86	1.00	0.73	0.77	0.69	0.62	0.57	0.64	0.75	0.73	0.84	0.57	0.96
Dy	5.27	5.81	4.59	4.61	4.29	3.71	3.63	3.91	4.14	4.39	4.65	3.25	6.10
Ho	1.06	1.19	0.95	0.91	0.86	0.74	0.78	0.80	0.81	0.89	0.91	0.67	1.27
Er	3.27	3.62	2.79	2.64	2.54	2.38	2.33	2.37	2.39	2.79	2.64	2.02	3.88
Tm	0.47	0.59	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.35	0.34	0.40	0.36	0.29	0.56
Yb	3.22	3.34	2.55	2.57	2.49	2.36	2.34	2.33	2.33	2.74	2.36	2.00	3.80
Lu	0.47	0.54	0.39	0.40	0.39	0.34	0.34	0.38	0.35	0.41	0.35	0.30	0.59
Hf	4.33	5.49	3.43	5.71	3.08	5.70	2.58	4.05	5.80	5.02	5.14	5.92	8.91
Pb	19.66	20.46	11.44	13.36	13.60	13.15	7.43	15.26	88.29	42.30	20.28	24.42	18.99
Th	10.53	10.44	5.92	8.29	8.38	7.52	4.38	7.09	9.64	8.68	6.58	9.01	12.08
U	2.61	3.53	1.66	2.49	2.99	2.43	1.30	2.46	2.67	2.44	2.12	2.14	3.53
La/Yb	10.51	8.87	8.00	8.72	9.78	8.06	5.56	9.60	13.58	10.37	9.00	11.16	7.79
Eu*	0.68	0.68	0.73	0.74	0.64	0.71	0.76	0.74	0.59	0.65	0.69	0.71	0.61

	Верхнетриасовые отложения						Гальки вулканитов из волжских конгломератов Раучуанской и Верхне-Пегтымельской впадин						Туфы Берложей кальдеры
	аргиллиты						риолиты и дациты			андезиты			риолит
№	32-1-8	33-1-1	456/2	456/4	462/2	48-2-1	464/4	51-3	35-12-7(1)	35-12-2	35-12-4(2)	35-12-7(2)	32-1-6
Li	65.58	55.52	н.о.	33.57	н.о.	49.35	15.99	50.46	419.48	376.50	283.02	239.10	45.70
Be	1.77	2.79	1.15	1.05	2.35	1.42	1.24	1.40	0.71	0.58	0.69	0.48	2.51
Sc	13.97	8.69	33.37	8.45	23.45	12.06	5.06	22.82	3.18	7.66	17.14	4.62	5.37
V	94.84	149.13	54.94	53.03	159.88	83.43	29.47	131.88	20.07	30.53	77.56	22.70	14.24
Cr	101.48	94.69	72.00	40.26	111.79	369.77	7.01	31.07	4.07	10.58	22.41	7.18	12.79
Co	18.23	10.93	17.04	30.32	15.44	8.34	1.26	25.42	3.93	8.36	8.65	14.30	2.75
Ni	56.11	32.31	44.44	32.54	49.07	410.00	5.27	25.60	13.53	21.01	42.82	35.80	12.96
Cu	25.98	35.82	2.27	н.о.	13.66	н.о.	5.49	18.77	9.97	21.94	34.51	8.60	4.63
Zn	93.58	77.29	59.97	н.о.	90.87	н.о.	16.40	86.18	195.55	138.23	528.00	388.52	83.41
Ga	15.99	20.13	10.64	9.79	22.70	11.63	7.96	14.52	9.84	11.63	12.73	11.41	13.96
Rb	77.55	139.03	41.24	41.41	115.67	53.72	6.89	17.65	6.98	12.20	13.68	3.36	172.78
Sr	83.21	104.86	56.37	98.01	215.71	330.46	135.11	231.34	92.97	144.29	131.88	156.71	81.10
Y	23.37	22.96	16.22	16.29	27.84	15.21	20.42	28.76	29.54	13.71	31.61	22.77	42.74
Zr	225.62	200.95	205.92	128.60	190.72	127.00	293.74	130.58	103.67	103.00	193.78	107.53	83.50
Nb	10.18	15.65	8.59	7.32	12.63	8.29	4.10	4.43	5.41	6.61	9.40	6.83	6.54
Cs	5.81	13.06	3.61	2.59	9.74	4.48	0.47	2.18	0.51	0.62	0.85	0.24	6.17
Ba	347.86	600.76	168.23	162.93	817.24	513.40	38.57	302.97	156.87	163.54	163.97	125.59	529.87
La	20.55	23.72	15.93	19.41	33.86	17.47	6.27	13.06	16.31	7.51	13.95	11.31	19.98
Ce	45.74	63.13	32.69	39.70	66.99	36.08	18.34	30.51	38.36	16.72	35.26	28.92	46.41
Pr	5.11	7.16	3.98	4.76	8.34	4.46	2.34	3.79	4.85	2.16	4.46	3.74	5.35
Nd	19.98	28.09	15.73	16.20	31.73	16.57	10.79	16.44	20.56	9.05	19.56	16.40	20.84
Sm	4.27	6.16	3.62	3.46	6.57	3.22	2.93	3.96	5.16	2.47	5.28	4.41	5.36
Eu	0.88	1.29	0.98	0.78	1.61	0.70	0.63	0.84	0.75	0.57	0.97	0.94	0.38
Gd	4.49	5.77	3.81	3.55	5.60	2.95	3.29	4.38	6.02	2.80	6.86	5.24	5.91
Tb	0.70	0.90	0.58	0.56	0.90	0.46	0.54	0.75	0.95	0.44	1.11	0.83	1.04
Dy	4.25	5.30	3.30	2.93	5.35	2.78	3.38	4.63	5.63	2.53	6.60	6.15	6.74
Ho	0.88	1.06	0.64	0.59	1.13	0.55	0.70	0.95	1.09	0.49	1.32	0.91	1.40
Er	2.57	3.10	1.80	1.72	3.31	1.62	2.19	2.92	3.18	1.38	3.82	2.59	4.41
Tm	0.37	0.46	0.26	0.24	0.49	0.24	0.31	0.41	0.44	0.19	0.50	0.35	0.63
Yb	2.55	3.02	1.75	1.65	3.27	1.55	2.13	2.75	2.70	1.24	3.11	2.19	4.19
Lu	0.40	0.45	0.28	0.25	0.49	0.24	0.33	0.42	0.37	0.18	0.43	0.31	0.58
Hf	6.15	5.66	5.30	3.85	4.98	2.89	6.71	3.65	2.64	2.95	4.94	2.72	2.94
Pb	13.83	14.36	8.38	15.58	4.25	10.63	8.47	15.77	11.29	19.25	15.60	29.48	47.12
Th	9.57	11.84	6.62	6.02	12.42	6.64	3.99	4.48	6.72	4.78	6.07	7.96	9.87
U	3.04	3.29	1.72	1.51	2.31	1.25	0.79	1.80	2.02	1.79	1.84	1.81	4.95
La/Yb	8.05	7.84	9.11	11.78	10.36	11.26	2.94	4.75	6.05	6.04	4.49	5.17	4.77
Eu*	0.61	0.66	0.81	0.68	0.81	0.70							

Примечание: н.о. – не определялось; г.т.п. – гальки терригенных пород; Eu* - европиевая аномалия, рассчитанная через Gd

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Состав верхнеюрско-нижнемеловых пород по данным Sm-Nd изотопно-геохимического анализа

№	Индекс	Возраст (млн лет)	Sm (мкг/г)	Nd (мкг/г)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	Err	$\epsilon_{\text{Nd}}(0)$	$\epsilon_{\text{Nd}}(t)$	$T_{(\text{DM})}$ (млн лет)	$T_{(\text{DM}-2)}$ (млн лет)
470-7-1	J_{3rc}	155	4.035	23.610	0.103289	0.511738	6	-17.56	-15.72	1946	2264
51-1-5	J_{3nt}	145	3.714	18.038	0.124465	0.512460	6	-3.47	-2.14	1181	1132
53-5-1	K_{1pg}	135	5.383	33.453	0.097270	0.511551	7	-21.21	-19.50	2089	2560
53-6-1	K_{1pg}	135	8.042	44.166	0.110059	0.512196	29	-8.62	-7.13	1404	1538
47-2-3	J_{3nt}	145	6.004	19.844	0.182880	0.512601	4	-0.72	-0.47	2714	993
9-1-1	K_{1ut}	140	2.585	12.635	0.123686	0.512421	5	-4.23	-2.93	1236	1193
12-6-1	K_{1ut}	140	4.337	23.656	0.110817	0.512316	11	-6.28	-4.75	1237	1344
21-2-1	K_{1ut}	140	3.160	17.068	0.111918	0.512406	11	-4.52	-3.01	1116	1200
6-4-1	K_{1pg}	135	5.350	31.136	0.103867	0.511764	11	-17.05	-15.45	1921	2226
8-5-1	K_{1pg}	135	3.738	23.775	0.095029	0.511682	8	-18.65	-16.90	1883	2346
10-2-1	K_{1pg}	135	4.750	27.166	0.105677	0.511697	11	-18.36	-16.79	2046	2337
13-2-1	K_{1pg}	135	6.095	33.212	0.110926	0.511838	8	-15.61	-14.13	1943	2117
16-3-1	K_{1pg}	135	4.780	28.245	0.102296	0.511643	7	-19.41	-17.79	2058	2419
16-6-3	K_{1pg}	135	5.732	33.900	0.102203	0.511594	5	-20.37	-18.74	2122	2497
21-5-1	K_{1pg}	135	4.862	29.387	0.099999	0.511631	7	-19.64	-17.98	2032	2435
35-12-8	J_{3im}	145	2.933	12.762	0.138900	0.512627	11	-0.22	0.85	1069	883

Примечание: Err - Коэффициент корреляции ошибок

ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Результаты U/Pb – изотопного датирования детритовых цирконов из верхнеюрско-нижнемеловых песчаников

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
Волжские отложения Раучуанской впадины (нетпнейвеемская свита) обр. 51-1-5																			
51_1_5-06	34	147	0.0423	0.0018	0.1297	0.0057	0.0222	0.0003	0.57	-209.9	218.4	123.9	10.2	141.9	3.8	167.6	-14.6	123.9	10.2
51_1_5-20	245	706	0.0486	0.0010	0.1460	0.0032	0.0218	0.0003	0.62	125.1	100.4	138.4	5.6	139.2	3.4	-11.2	-0.6	139.2	3.4
51_1_5-136	98	254	0.0534	0.0010	0.1647	0.0032	0.0223	0.0003	0.64	346.5	83.4	154.8	5.6	142.6	3.6	58.9	7.9	142.6	3.6
51_1_5-114	110	381	0.0486	0.0008	0.1511	0.0026	0.0226	0.0003	0.65	127.4	76.5	143.0	4.6	143.9	3.5	-12.9	-0.7	143.0	4.6
51_1_5-126	115	482	0.0511	0.0008	0.1582	0.0026	0.0225	0.0003	0.66	244.8	68.2	149.2	4.5	143.2	3.5	41.5	4.0	143.2	3.5
51_1_5-54	74	285	0.0494	0.0010	0.1529	0.0032	0.0225	0.0003	0.63	164.4	93.2	144.5	5.6	143.3	3.6	12.9	0.8	143.3	3.6
51_1_5-90	183	619	0.0493	0.0007	0.1529	0.0025	0.0225	0.0003	0.66	160.9	70.8	144.5	4.4	143.5	3.6	10.8	0.7	143.5	3.6
51_1_5-130	70	458	0.0489	0.0007	0.1516	0.0025	0.0225	0.0003	0.66	141.3	71.2	143.4	4.4	143.5	3.5	-1.6	-0.1	143.5	3.5
51_1_5-25	211	685	0.0518	0.0008	0.1613	0.0027	0.0226	0.0003	0.65	273.6	72.7	151.9	4.8	144.2	3.5	47.3	5.1	144.2	3.5
51_1_5-125	119	329	0.0508	0.0009	0.1584	0.0029	0.0226	0.0003	0.64	230.6	78.7	149.3	5.0	144.3	3.5	37.4	3.4	144.3	3.5
51_1_5-48	172	412	0.0488	0.0010	0.1527	0.0031	0.0227	0.0003	0.62	139.2	94.7	144.3	5.5	144.6	3.4	-3.9	-0.2	144.6	3.4
51_1_5-113	119	475	0.0492	0.0007	0.1534	0.0025	0.0226	0.0003	0.66	155.7	70.5	145.0	4.4	144.3	3.5	7.3	0.5	145.0	4.4
51_1_5-73	64	332	0.0519	0.0009	0.1626	0.0031	0.0227	0.0003	0.64	278.0	81.2	153.1	5.3	145.1	3.6	47.8	5.2	145.1	3.6
51_1_5-141	80	284	0.0489	0.0009	0.1537	0.0030	0.0228	0.0003	0.64	144.3	85.6	145.2	5.2	145.2	3.6	-0.7	0.0	145.2	3.6
51_1_5-128	86	307	0.0496	0.0009	0.1559	0.0029	0.0228	0.0003	0.64	177.6	80.1	147.1	5.0	145.3	3.6	18.2	1.3	145.3	3.6
51_1_5-72	43	170	0.0484	0.0012	0.1521	0.0037	0.0228	0.0003	0.61	119.8	112.0	143.8	6.5	145.3	3.7	-21.3	-1.0	145.3	3.7
51_1_5-127	60	205	0.0488	0.0010	0.1533	0.0034	0.0228	0.0003	0.62	137.4	100.1	144.8	6.0	145.3	3.7	-5.7	-0.3	145.3	3.7
51_1_5-62	89	557	0.0499	0.0008	0.1568	0.0028	0.0228	0.0003	0.64	190.5	79.0	147.9	4.9	145.3	3.4	23.7	1.8	145.3	3.4
51_1_5-84	170	588	0.0483	0.0007	0.1517	0.0025	0.0228	0.0003	0.66	112.6	71.7	143.4	4.4	145.3	3.6	-29.1	-1.3	145.3	3.6
51_1_5-70	64	444	0.0485	0.0008	0.1525	0.0027	0.0228	0.0003	0.65	122.0	77.4	144.2	4.8	145.5	3.7	-19.3	-0.9	145.5	3.7
51_1_5-91	48	181	0.0495	0.0012	0.1558	0.0039	0.0228	0.0003	0.61	169.1	112.8	147.0	6.8	145.7	3.7	13.9	0.9	145.7	3.7
51_1_5-10	94	370	0.0487	0.0010	0.1544	0.0032	0.0230	0.0003	0.63	132.6	94.2	145.8	5.7	146.6	3.7	-10.6	-0.6	145.8	5.7
51_1_5-42	56	246	0.0515	0.0011	0.1625	0.0037	0.0229	0.0003	0.61	264.1	101.3	153.0	6.4	145.9	3.5	44.8	4.6	145.9	3.5
51_1_5-76	83	299	0.0483	0.0009	0.1524	0.0030	0.0229	0.0003	0.63	111.9	88.6	144.0	5.3	146.0	3.6	-30.5	-1.4	146.0	3.6
51_1_5-121	167	631	0.0497	0.0007	0.1549	0.0024	0.0226	0.0003	0.66	180.1	65.4	146.3	4.2	144.2	3.5	19.9	1.4	146.3	4.2
51_1_5-24	44	198	0.0497	0.0013	0.1571	0.0042	0.0229	0.0003	0.60	179.4	122.3	148.2	7.4	146.3	3.7	18.5	1.3	146.3	3.7

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
51_1_5-27	95	312	0.0505	0.0010	0.1597	0.0034	0.0229	0.0003	0.62	215.5	96.4	150.5	6.0	146.4	3.6	32.1	2.7	146.4	3.6
51_1_5-17	88	255	0.0473	0.0011	0.1498	0.0037	0.0230	0.0003	0.61	64.7	113.6	141.8	6.5	146.4	3.7	-126.4	-3.3	146.4	3.7
51_1_5-135	35	168	0.0731	0.0014	0.2313	0.0046	0.0230	0.0003	0.63	1014.9	77.3	211.3	7.6	146.4	3.7	85.6	30.7	146.4	3.7
51_1_5-85	132	490	0.0488	0.0008	0.1545	0.0027	0.0230	0.0003	0.65	136.8	74.6	145.9	4.7	146.5	3.6	-7.1	-0.4	146.5	3.6
51_1_5-51	112	471	0.0508	0.0009	0.1610	0.0029	0.0230	0.0003	0.63	231.7	80.2	151.6	5.1	146.5	3.4	36.8	3.3	146.5	3.4
51_1_5-26	170	497	0.0498	0.0009	0.1578	0.0031	0.0230	0.0003	0.63	184.8	86.3	148.8	5.4	146.6	3.6	20.7	1.5	146.6	3.6
51_1_5-40	69	240	0.0489	0.0011	0.1551	0.0036	0.0230	0.0003	0.61	144.1	107.8	146.4	6.4	146.6	3.5	-1.8	-0.1	146.6	3.5
51_1_5-43	22	147	0.0507	0.0015	0.1607	0.0047	0.0230	0.0003	0.59	226.4	133.7	151.4	8.2	146.6	3.6	35.2	3.1	146.6	3.6
51_1_5-44	90	382	0.0496	0.0009	0.1571	0.0030	0.0230	0.0003	0.63	173.0	85.7	148.2	5.2	146.6	3.5	15.2	1.0	146.6	3.5
51_1_5-41	65	340	0.0490	0.0009	0.1556	0.0031	0.0230	0.0003	0.62	147.3	89.5	146.9	5.4	146.8	3.5	0.3	0.0	146.8	3.5
51_1_5-23	57	208	0.0485	0.0013	0.1542	0.0041	0.0231	0.0003	0.60	123.8	123.8	145.7	7.2	147.0	3.7	-18.7	-0.9	147.0	3.7
51_1_5-47	134	721	0.0499	0.0008	0.1585	0.0025	0.0231	0.0003	0.65	187.7	70.5	149.4	4.4	147.0	3.4	21.7	1.6	147.0	3.4
51_1_5-80	63	271	0.0490	0.0009	0.1558	0.0031	0.0231	0.0003	0.63	145.7	89.0	147.0	5.5	147.1	3.7	-1.0	-0.1	147.1	3.7
51_1_5-78	59	219	0.0495	0.0010	0.1580	0.0035	0.0231	0.0003	0.62	172.3	98.0	149.0	6.0	147.5	3.7	14.4	1.0	147.5	3.7
51_1_5-67	77	328	0.0553	0.0010	0.1764	0.0033	0.0231	0.0003	0.64	422.2	77.6	165.0	5.7	147.6	3.7	65.0	10.5	147.6	3.7
51_1_5-64	186	527	0.0514	0.0009	0.1640	0.0029	0.0231	0.0003	0.64	257.8	77.5	154.3	5.0	147.6	3.5	42.7	4.3	147.6	3.5
51_1_5-57	60	347	0.0496	0.0009	0.1583	0.0031	0.0231	0.0003	0.62	175.3	88.7	149.3	5.4	147.6	3.5	15.8	1.1	147.6	3.5
51_1_5-97	41	200	0.0498	0.0011	0.1590	0.0037	0.0232	0.0003	0.62	182.4	103.5	149.9	6.4	147.9	3.8	18.9	1.4	147.9	3.8
51_1_5-53	40	186	0.0523	0.0013	0.1674	0.0042	0.0232	0.0003	0.60	299.0	113.9	157.2	7.3	147.9	3.6	50.5	5.9	147.9	3.6
51_1_5-88	80	368	0.0530	0.0009	0.1698	0.0032	0.0232	0.0003	0.64	327.5	79.9	159.3	5.5	148.2	3.7	54.7	7.0	148.2	3.7
51_1_5-61	78	385	0.0555	0.0011	0.1779	0.0035	0.0232	0.0003	0.62	431.3	86.4	166.3	6.1	148.3	3.5	65.6	10.8	148.3	3.5
51_1_5-74	167	631	0.0495	0.0009	0.1586	0.0031	0.0233	0.0003	0.64	169.3	85.0	149.5	5.4	148.3	3.8	12.4	0.8	148.3	3.8
51_1_5-81	32	139	0.0528	0.0016	0.1694	0.0053	0.0233	0.0003	0.59	320.8	140.8	159.0	9.2	148.3	4.0	53.8	6.7	148.3	4.0
51_1_5-69	58	319	0.0496	0.0009	0.1591	0.0030	0.0233	0.0003	0.64	174.6	81.5	150.0	5.2	148.4	3.7	15.0	1.0	148.4	3.7
51_1_5-92	93	369	0.0486	0.0009	0.1561	0.0030	0.0233	0.0003	0.64	129.6	84.4	147.3	5.2	148.4	3.7	-14.5	-0.7	148.4	3.7
51_1_5-65	92	351	0.0506	0.0010	0.1626	0.0033	0.0233	0.0003	0.62	223.0	91.4	153.0	5.7	148.6	3.5	33.4	2.9	148.6	3.5
51_1_5-55	110	469	0.0499	0.0009	0.1607	0.0029	0.0234	0.0003	0.63	188.9	79.7	151.3	5.0	148.9	3.5	21.1	1.6	148.9	3.5
51_1_5-60	53	228	0.0508	0.0015	0.1636	0.0048	0.0234	0.0003	0.60	230.8	133.3	153.9	8.4	149.0	4.1	35.5	3.2	149.0	4.1

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
51_1_5-94	41	182	0.0464	0.0011	0.1499	0.0038	0.0234	0.0003	0.61	19.8	117.1	141.9	6.6	149.3	3.8	-652.5	-5.2	149.3	3.8
51_1_5-50	40	183	0.0492	0.0013	0.1590	0.0043	0.0234	0.0003	0.60	157.6	125.3	149.9	7.5	149.4	3.6	5.2	0.3	149.4	3.6
51_1_5-14	95	383	0.0517	0.0010	0.1670	0.0033	0.0234	0.0003	0.63	269.7	87.7	156.8	5.8	149.5	3.7	44.6	4.7	149.5	3.7
51_1_5-28	65	247	0.0514	0.0012	0.1664	0.0039	0.0235	0.0003	0.61	258.6	105.6	156.3	6.8	149.6	3.7	42.1	4.3	149.6	3.7
51_1_5-132	63	281	0.0480	0.0009	0.1560	0.0030	0.0236	0.0003	0.64	96.3	84.5	147.3	5.2	150.4	3.7	-56.2	-2.2	150.4	3.7
51_1_5-68	36	140	0.0611	0.0014	0.1991	0.0047	0.0236	0.0003	0.62	642.9	97.6	184.4	7.9	150.6	3.9	76.6	18.3	150.6	3.9
51_1_5-39	47	172	0.0498	0.0013	0.1621	0.0042	0.0236	0.0003	0.60	182.6	118.7	152.6	7.3	150.6	3.7	17.5	1.3	150.6	3.7
51_1_5-35	72	362	0.0575	0.0010	0.1878	0.0034	0.0237	0.0003	0.63	510.3	77.5	174.8	5.8	151.0	3.5	70.4	13.6	151.0	3.5
51_1_5-112	79	271	0.0506	0.0009	0.1606	0.0030	0.0230	0.0003	0.64	222.4	83.1	151.3	5.3	146.8	3.6	34.0	3.0	151.3	5.3
51_1_5-133	44	182	0.0612	0.0012	0.2034	0.0042	0.0241	0.0003	0.63	645.2	84.0	188.0	7.0	153.7	3.9	76.2	18.3	153.7	3.9
51_1_5-63	82	324	0.0500	0.0010	0.1669	0.0034	0.0242	0.0003	0.62	196.3	92.3	156.8	5.9	154.2	3.7	21.5	1.7	154.2	3.7
51_1_5-08	111	360	0.0512	0.0010	0.1647	0.0035	0.0233	0.0003	0.63	248.9	92.5	154.8	6.0	148.8	3.7	40.2	3.9	154.8	6.0
51_1_5-45	42	170	0.0525	0.0013	0.1762	0.0046	0.0243	0.0003	0.60	308.2	116.9	164.8	7.9	155.0	3.8	49.7	6.0	155.0	3.8
51_1_5-18	129	407	0.0493	0.0009	0.1667	0.0032	0.0245	0.0003	0.64	158.9	85.6	156.6	5.6	156.4	3.9	1.6	0.1	156.4	3.9
51_1_5-34	577	153	0.0674	0.0022	0.2317	0.0075	0.0249	0.0003	0.58	852.7	135.0	211.6	12.3	158.6	4.2	81.4	25.1	158.6	4.2
51_1_5-09	43	194	0.0752	0.0016	0.2509	0.0056	0.0242	0.0003	0.62	1074.1	86.8	227.3	9.1	154.1	4.0	85.6	32.2	227.3	9.1
51_1_5-119	105	383	0.0815	0.0013	0.2643	0.0045	0.0235	0.0003	0.65	1232.5	61.8	238.1	7.1	150.0	3.7	87.8	37.0	238.1	7.1
51_1_5-07	372	361	0.0503	0.0010	0.2733	0.0054	0.0394	0.0005	0.63	207.1	88.1	245.4	8.6	249.4	6.1	-20.4	-1.6	245.4	8.6
51_1_5-117	65	292	0.0861	0.0014	0.2847	0.0051	0.0240	0.0003	0.65	1340.2	64.9	254.4	8.0	152.8	3.9	88.6	39.9	254.4	8.0
51_1_5-77	132	201	0.0507	0.0009	0.3068	0.0056	0.0439	0.0006	0.64	226.3	79.2	271.8	8.7	277.1	6.8	-22.4	-2.0	277.1	6.8
51_1_5-118	64	182	0.0560	0.0010	0.3285	0.0064	0.0426	0.0005	0.64	450.8	82.3	288.4	9.8	268.8	6.7	40.4	6.8	288.4	9.8
51_1_5-104	186	457	0.0519	0.0007	0.3336	0.0047	0.0466	0.0006	0.68	280.2	57.6	292.3	7.2	293.9	7.0	-4.9	-0.5	292.3	7.2
51_1_5-95	33	874	0.0538	0.0007	0.3491	0.0052	0.0471	0.0006	0.68	361.7	59.2	304.1	7.7	296.6	7.2	18.0	2.5	296.6	7.2
51_1_5-22	116	134	0.0556	0.0017	0.3627	0.0115	0.0473	0.0007	0.59	435.2	139.1	314.2	17.0	298.2	8.3	31.5	5.1	298.2	8.3
51_1_5-134	29	235	0.0555	0.0008	0.3807	0.0061	0.0498	0.0006	0.66	431.4	64.6	327.6	8.9	313.2	7.6	27.4	4.4	313.2	7.6
51_1_5-89	164	296	0.0534	0.0008	0.3747	0.0060	0.0509	0.0006	0.66	345.9	65.5	323.2	8.8	320.0	7.8	7.5	1.0	320.0	7.8
51_1_5-79	221	361	0.0607	0.0008	0.4331	0.0065	0.0518	0.0006	0.67	628.2	58.1	365.4	9.2	325.3	7.9	48.2	11.0	325.3	7.9
51_1_5-11	311	252	0.0573	0.0016	0.4090	0.0116	0.0518	0.0007	0.61	501.3	121.7	348.2	16.6	325.7	9.2	35.0	6.5	348.2	16.6

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
51_1_5-87	88	466	0.0748	0.0011	0.6349	0.0102	0.0615	0.0008	0.67	1063.9	56.9	499.2	12.6	385.0	9.8	63.8	22.9	385.0	9.8
51_1_5-58	175	490	0.0552	0.0008	0.4688	0.0069	0.0616	0.0007	0.66	418.9	61.7	390.4	9.6	385.6	8.8	8.0	1.2	385.6	8.8
51_1_5-29	154	264	0.0559	0.0009	0.5025	0.0085	0.0651	0.0008	0.65	449.9	69.9	413.5	11.4	407.0	9.7	9.5	1.6	407.0	9.7
51_1_5-21	303	432	0.0546	0.0008	0.5031	0.0078	0.0668	0.0008	0.66	395.7	63.3	413.8	10.5	417.1	9.9	-5.4	-0.8	417.1	9.9
51_1_5-16	112	256	0.0563	0.0008	0.5348	0.0087	0.0688	0.0009	0.66	465.8	66.1	435.0	11.5	429.3	10.3	7.8	1.3	429.3	10.3
51_1_5-131	222	326	0.0554	0.0008	0.5394	0.0086	0.0707	0.0009	0.67	425.9	63.4	438.1	11.3	440.4	10.9	-3.4	-0.5	440.4	10.9
51_1_5-32	84	206	0.0561	0.0008	0.5622	0.0091	0.0727	0.0009	0.66	455.8	65.1	453.0	11.8	452.5	11.1	0.7	0.1	452.5	11.1
51_1_5-83	162	398	0.0556	0.0007	0.5632	0.0082	0.0734	0.0009	0.68	438.0	56.9	453.6	10.5	456.7	10.9	-4.3	-0.7	456.7	10.9
51_1_5-124	50	149	0.1138	0.0024	1.4488	0.0323	0.0923	0.0013	0.63	1861.3	76.9	909.4	26.3	569.3	15.4	69.4	37.4	569.3	15.4
51_1_5-111	108	139	0.0626	0.0009	0.8027	0.0120	0.0930	0.0011	0.67	695.1	57.9	598.4	13.5	573.2	13.5	17.5	4.2	598.4	13.5
51_1_5-12	343	525	0.0608	0.0008	0.8522	0.0120	0.1016	0.0013	0.68	632.4	53.3	625.9	13.1	624.1	14.7	1.3	0.3	625.9	13.1
51_1_5-93	95	144	0.0651	0.0009	1.0504	0.0162	0.1171	0.0015	0.67	776.5	57.5	729.1	15.9	713.8	17.2	8.1	2.1	713.8	17.2
51_1_5-31	192	344	0.0695	0.0008	1.4682	0.0190	0.1532	0.0018	0.68	913.4	48.0	917.4	15.5	919.1	20.0	-0.6	-0.2	919.1	20.0
51_1_5-15	43	338	0.0806	0.0010	2.0174	0.0280	0.1816	0.0022	0.68	1211.0	47.9	1121.4	18.6	1075.8	24.3	11.2	4.1	1211.0	47.9
51_1_5-122	61	342	0.0820	0.0009	2.3997	0.0311	0.2123	0.0026	0.69	1244.6	43.3	1242.5	18.3	1241.4	27.6	0.3	0.1	1244.6	43.3
51_1_5-30	311	444	0.0878	0.0011	2.8589	0.0408	0.2361	0.0029	0.67	1378.3	49.2	1371.2	21.1	1366.6	30.0	0.8	0.3	1378.3	49.2
51_1_5-138	120	116	0.0997	0.0012	3.9116	0.0533	0.2847	0.0035	0.69	1617.6	43.9	1616.1	21.5	1615.0	35.3	0.2	0.1	1617.6	43.9
51_1_5-38	60	61	0.1092	0.0013	4.8813	0.0660	0.3243	0.0038	0.67	1785.5	44.7	1799.1	22.1	1810.8	37.4	-1.4	-0.7	1785.5	44.7
51_1_5-75	68	235	0.1256	0.0014	6.2361	0.0814	0.3600	0.0044	0.69	2037.6	39.5	2009.6	22.0	1982.4	41.7	2.7	1.4	2037.6	39.5
51_1_5-01	121	262	0.1606	0.0018	9.7346	0.1296	0.4398	0.0054	0.69	2461.4	38.2	2410.0	23.1	2349.7	48.6	4.5	2.5	2461.4	38.2
Волжские отложения Раучуанской впадины (нетпнейвеемская свита) обр. 53-4-1																			
53_4_1-112	36	199	0.0505	0.0012	0.1525	0.0037	0.0219	0.0003	0.61	217.1	108.5	144.2	6.4	139.8	3.5	35.6	3.0	139.8	3.5
53_4_1-116	285	1030	0.0494	0.0007	0.1500	0.0022	0.0220	0.0003	0.67	164.3	63.8	141.9	4.0	140.6	3.4	14.5	0.9	140.6	3.4
53_4_1-119	66	261	0.0476	0.0010	0.1448	0.0031	0.0221	0.0003	0.62	77.6	97.0	137.3	5.4	140.8	3.5	-81.4	-2.5	140.8	3.5
53_4_1-149	113	967	0.0504	0.0007	0.1535	0.0023	0.0221	0.0003	0.66	213.7	64.6	145.0	4.1	140.9	3.3	34.1	2.9	140.9	3.3
53_4_1-18	181	1084	0.0593	0.0008	0.1809	0.0025	0.0221	0.0003	0.67	577.5	55.9	168.9	4.3	141.2	3.3	75.6	16.4	141.2	3.3
53_4_1-133	71	504	0.0497	0.0007	0.1523	0.0024	0.0222	0.0003	0.66	181.6	69.2	143.9	4.3	141.7	3.4	22.0	1.6	141.7	3.4
53_4_1-144	161	772	0.0500	0.0007	0.1530	0.0023	0.0222	0.0003	0.66	191.7	64.6	144.6	4.1	141.8	3.4	26.0	2.0	141.8	3.4

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
53_4_1-111	23	116	0.0484	0.0015	0.1483	0.0047	0.0222	0.0003	0.59	116.2	149.6	140.4	8.4	141.9	3.6	-22.1	-1.0	141.9	3.6
53_4_1-124	33	215	0.0488	0.0011	0.1498	0.0035	0.0223	0.0003	0.61	137.5	107.9	141.8	6.2	142.0	3.5	-3.3	-0.2	142.0	3.5
53_4_1-62	100	664	0.0505	0.0007	0.1550	0.0024	0.0223	0.0003	0.66	216.9	64.8	146.4	4.1	142.1	3.4	34.5	2.9	142.1	3.4
53_4_1-81	68	379	0.0492	0.0009	0.1510	0.0028	0.0223	0.0003	0.64	154.3	82.1	142.8	4.9	142.2	3.4	7.9	0.5	142.2	3.4
53_4_1-120	30	160	0.0503	0.0013	0.1548	0.0040	0.0223	0.0003	0.60	208.8	118.4	146.2	7.1	142.3	3.6	31.8	2.6	142.3	3.6
53_4_1-147	43	182	0.0520	0.0012	0.1602	0.0038	0.0223	0.0003	0.61	286.3	107.2	150.9	6.7	142.5	3.5	50.2	5.6	142.5	3.5
53_4_1-02	50	371	0.0512	0.0009	0.1577	0.0029	0.0223	0.0003	0.64	248.2	80.1	148.7	5.1	142.5	3.6	42.6	4.1	142.5	3.6
53_4_1-76	114	550	0.0504	0.0008	0.1552	0.0026	0.0223	0.0003	0.65	211.0	72.1	146.5	4.5	142.6	3.4	32.4	2.7	142.6	3.4
53_4_1-102	122	822	0.0502	0.0007	0.1548	0.0023	0.0224	0.0003	0.67	204.1	63.7	146.2	4.1	142.6	3.4	30.1	2.4	142.6	3.4
53_4_1-56	48	162	0.0499	0.0012	0.1539	0.0038	0.0224	0.0003	0.61	191.2	113.0	145.4	6.7	142.6	3.5	25.4	1.9	142.6	3.5
53_4_1-09	89	565	0.0495	0.0008	0.1525	0.0027	0.0224	0.0003	0.65	168.8	78.2	144.1	4.8	142.7	3.6	15.5	1.0	142.7	3.6
53_4_1-84	84	690	0.0501	0.0007	0.1546	0.0025	0.0224	0.0003	0.65	199.0	69.5	146.0	4.3	142.8	3.4	28.3	2.2	142.8	3.4
53_4_1-83	156	772	0.0477	0.0007	0.1471	0.0023	0.0224	0.0003	0.65	82.7	70.9	139.4	4.1	142.8	3.4	-72.6	-2.4	142.8	3.4
53_4_1-55	41	183	0.0498	0.0012	0.1536	0.0036	0.0224	0.0003	0.61	182.8	108.1	145.1	6.3	142.9	3.4	21.9	1.6	142.9	3.4
53_4_1-22	119	564	0.0489	0.0007	0.1511	0.0023	0.0224	0.0003	0.65	142.3	67.9	142.9	4.1	142.9	3.3	-0.5	0.0	142.9	3.3
53_4_1-118	59	315	0.0502	0.0009	0.1550	0.0030	0.0224	0.0003	0.63	202.2	85.1	146.4	5.2	142.9	3.5	29.3	2.3	142.9	3.5
53_4_1-158	59	409	0.0483	0.0008	0.1493	0.0027	0.0224	0.0003	0.64	113.2	80.0	141.4	4.7	143.1	3.4	-26.3	-1.2	143.1	3.4
53_4_1-65	58	215	0.0507	0.0011	0.1568	0.0034	0.0224	0.0003	0.62	226.5	97.9	147.9	6.0	143.1	3.5	36.8	3.3	143.1	3.5
53_4_1-87	103	319	0.0489	0.0009	0.1511	0.0030	0.0224	0.0003	0.63	140.1	90.0	143.0	5.3	143.1	3.5	-2.2	-0.1	143.1	3.5
53_4_1-115	114	540	0.0516	0.0008	0.1596	0.0026	0.0224	0.0003	0.65	265.2	70.1	150.4	4.6	143.2	3.5	46.0	4.8	143.2	3.5
53_4_1-11	73	532	0.0498	0.0009	0.1543	0.0029	0.0225	0.0003	0.64	186.5	81.8	145.8	5.1	143.3	3.6	23.2	1.7	143.3	3.6
53_4_1-75	37	212	0.0503	0.0011	0.1559	0.0035	0.0225	0.0003	0.61	209.9	101.2	147.1	6.1	143.3	3.5	31.7	2.6	143.3	3.5
53_4_1-129	108	588	0.0499	0.0007	0.1546	0.0024	0.0225	0.0003	0.66	189.8	66.7	146.0	4.2	143.3	3.4	24.5	1.8	143.3	3.4
53_4_1-68	81	257	0.0508	0.0010	0.1573	0.0031	0.0225	0.0003	0.63	228.9	88.7	148.4	5.5	143.4	3.5	37.4	3.4	143.4	3.5
53_4_1-128	62	351	0.0493	0.0009	0.1529	0.0028	0.0225	0.0003	0.64	162.1	80.7	144.5	4.9	143.5	3.5	11.5	0.7	143.5	3.5
53_4_1-70	26	141	0.0526	0.0014	0.1631	0.0043	0.0225	0.0003	0.60	311.0	117.2	153.5	7.4	143.5	3.6	53.9	6.5	143.5	3.6
53_4_1-160	71	300	0.0519	0.0010	0.1611	0.0031	0.0225	0.0003	0.63	281.4	84.4	151.7	5.4	143.5	3.5	49.0	5.4	143.5	3.5
53_4_1-134	180	668	0.0597	0.0008	0.1852	0.0027	0.0225	0.0003	0.67	592.3	58.0	172.6	4.6	143.5	3.4	75.8	16.8	143.5	3.4

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
53_4_1-24	35	188	0.0483	0.0011	0.1500	0.0034	0.0225	0.0003	0.61	113.9	104.7	142.0	6.0	143.7	3.5	-26.1	-1.2	143.7	3.5
53_4_1-145	71	385	0.0485	0.0008	0.1505	0.0027	0.0225	0.0003	0.64	121.6	80.0	142.4	4.7	143.7	3.5	-18.2	-0.9	143.7	3.5
53_4_1-72	123	712	0.0491	0.0007	0.1525	0.0023	0.0225	0.0003	0.66	151.3	65.9	144.1	4.1	143.7	3.4	5.0	0.3	143.7	3.4
53_4_1-123	130	834	0.0495	0.0007	0.1539	0.0024	0.0225	0.0003	0.66	172.1	67.3	145.4	4.2	143.8	3.5	16.5	1.1	143.8	3.5
53_4_1-17	94	605	0.0489	0.0007	0.1520	0.0023	0.0225	0.0003	0.66	143.7	65.6	143.8	4.0	143.8	3.4	0.0	0.0	143.8	3.4
53_4_1-122	84	389	0.0519	0.0009	0.1611	0.0029	0.0225	0.0003	0.64	278.1	77.8	151.7	5.0	143.8	3.5	48.3	5.3	143.8	3.5
53_4_1-105	28	153	0.0498	0.0013	0.1547	0.0041	0.0225	0.0003	0.60	184.2	120.9	146.1	7.2	143.8	3.6	21.9	1.6	143.8	3.6
53_4_1-140	27	160	0.0502	0.0012	0.1560	0.0039	0.0225	0.0003	0.61	202.2	112.5	147.2	6.8	143.8	3.6	28.9	2.3	143.8	3.6
53_4_1-107	67	392	0.0503	0.0008	0.1565	0.0027	0.0225	0.0003	0.65	209.8	75.8	147.7	4.8	143.8	3.5	31.5	2.6	143.8	3.5
53_4_1-03	82	520	0.0582	0.0009	0.1809	0.0030	0.0226	0.0003	0.66	534.4	67.2	168.9	5.2	143.9	3.6	73.1	14.8	143.9	3.6
53_4_1-153	79	678	0.0486	0.0007	0.1510	0.0023	0.0226	0.0003	0.66	125.2	67.3	142.9	4.1	143.9	3.4	-14.9	-0.7	143.9	3.4
53_4_1-51	79	324	0.0489	0.0009	0.1523	0.0029	0.0226	0.0003	0.63	143.6	85.6	143.9	5.0	144.0	3.4	-0.2	0.0	144.0	3.4
53_4_1-58	151	794	0.0480	0.0007	0.1495	0.0022	0.0226	0.0003	0.66	100.0	64.4	141.5	3.9	144.0	3.4	-44.0	-1.8	144.0	3.4
53_4_1-141	24	131	0.0509	0.0014	0.1584	0.0043	0.0226	0.0003	0.60	234.5	123.2	149.4	7.5	144.1	3.6	38.6	3.6	144.1	3.6
53_4_1-106	44	191	0.0517	0.0012	0.1611	0.0037	0.0226	0.0003	0.61	272.9	102.5	151.7	6.5	144.1	3.6	47.2	5.0	144.1	3.6
53_4_1-88	43	220	0.0500	0.0011	0.1558	0.0036	0.0226	0.0003	0.61	194.6	103.4	147.0	6.2	144.1	3.5	25.9	2.0	144.1	3.5
53_4_1-23	67	241	0.0470	0.0009	0.1465	0.0030	0.0226	0.0003	0.62	48.9	95.3	138.9	5.3	144.2	3.4	-194.8	-3.8	144.2	3.4
53_4_1-41	38	197	0.0474	0.0011	0.1476	0.0034	0.0226	0.0003	0.61	66.7	107.4	139.8	6.0	144.2	3.4	-116.2	-3.1	144.2	3.4
53_4_1-159	39	174	0.0522	0.0012	0.1627	0.0039	0.0226	0.0003	0.61	293.1	106.4	153.2	6.8	144.3	3.6	50.8	5.8	144.3	3.6
53_4_1-34	87	590	0.0430	0.0007	0.1342	0.0022	0.0226	0.0003	0.64	-166.7	79.3	127.9	4.0	144.3	3.4	186.5	-12.8	144.3	3.4
53_4_1-13	23	117	0.0491	0.0014	0.1532	0.0045	0.0226	0.0003	0.59	152.9	136.5	144.8	7.9	144.3	3.6	5.6	0.3	144.3	3.6
53_4_1-60	105	631	0.0495	0.0009	0.1547	0.0028	0.0227	0.0003	0.64	171.6	80.2	146.1	5.0	144.5	3.6	15.8	1.1	144.5	3.6
53_4_1-78	112	462	0.0523	0.0008	0.1636	0.0028	0.0227	0.0003	0.64	298.3	73.4	153.9	4.8	144.6	3.4	51.5	6.0	144.6	3.4
53_4_1-82	49	275	0.0521	0.0010	0.1631	0.0033	0.0227	0.0003	0.63	288.7	88.2	153.4	5.7	144.8	3.5	49.8	5.6	144.8	3.5
53_4_1-150	70	336	0.0498	0.0009	0.1558	0.0029	0.0227	0.0003	0.64	183.1	82.4	147.0	5.1	144.8	3.5	20.9	1.5	144.8	3.5
53_4_1-39	17	74	0.0492	0.0020	0.1540	0.0064	0.0227	0.0003	0.57	154.2	194.6	145.5	11.2	144.9	3.7	6.0	0.4	144.9	3.7
53_4_1-99	79	577	0.0492	0.0007	0.1541	0.0025	0.0227	0.0003	0.66	155.1	69.3	145.6	4.4	145.0	3.5	6.5	0.4	145.0	3.5
53_4_1-10	192	899	0.0657	0.0010	0.2060	0.0033	0.0227	0.0003	0.66	796.2	62.6	190.2	5.6	145.0	3.6	81.8	23.8	145.0	3.6

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
53_4_1-103	194	670	0.0529	0.0008	0.1661	0.0026	0.0228	0.0003	0.66	323.2	64.8	156.0	4.5	145.2	3.5	55.1	6.9	145.2	3.5
53_4_1-136	64	312	0.0518	0.0009	0.1627	0.0030	0.0228	0.0003	0.63	276.7	81.4	153.1	5.3	145.2	3.5	47.5	5.1	145.2	3.5
53_4_1-138	56	192	0.0465	0.0029	0.1459	0.0090	0.0228	0.0004	0.56	20.4	300.0	138.3	15.9	145.3	5.2	-613.7	-5.0	145.3	5.2
53_4_1-100	25	146	0.0551	0.0014	0.1730	0.0044	0.0228	0.0003	0.61	413.6	111.1	162.1	7.6	145.4	3.7	64.9	10.3	145.4	3.7
53_4_1-132	99	476	0.0491	0.0009	0.1544	0.0031	0.0228	0.0003	0.63	153.3	90.4	145.8	5.5	145.4	3.7	5.2	0.3	145.4	3.7
53_4_1-143	29	206	0.0504	0.0011	0.1585	0.0035	0.0228	0.0003	0.62	212.5	98.1	149.4	6.0	145.5	3.6	31.5	2.6	145.5	3.6
53_4_1-95	172	718	0.0490	0.0007	0.1540	0.0024	0.0228	0.0003	0.67	145.0	65.3	145.5	4.2	145.5	3.5	-0.4	0.0	145.5	3.5
53_4_1-89	123	468	0.0504	0.0008	0.1587	0.0028	0.0228	0.0003	0.64	213.6	77.8	149.6	4.9	145.6	3.5	31.9	2.7	145.6	3.5
53_4_1-27	26	118	0.0453	0.0014	0.1430	0.0044	0.0229	0.0003	0.59	-39.1	149.8	135.8	7.9	146.0	3.6	473.2	-7.5	146.0	3.6
53_4_1-109	55	272	0.0503	0.0009	0.1592	0.0031	0.0229	0.0003	0.63	210.0	86.3	150.0	5.4	146.2	3.6	30.4	2.5	146.2	3.6
53_4_1-20	69	297	0.0477	0.0009	0.1507	0.0029	0.0229	0.0003	0.63	80.8	87.8	142.5	5.1	146.3	3.5	-81.0	-2.6	146.3	3.5
53_4_1-32	52	214	0.0521	0.0010	0.1649	0.0034	0.0229	0.0003	0.62	290.7	91.6	155.1	5.9	146.3	3.5	49.7	5.6	146.3	3.5
53_4_1-146	128	519	0.0509	0.0008	0.1614	0.0026	0.0230	0.0003	0.65	235.9	69.9	152.0	4.6	146.6	3.5	37.8	3.5	146.6	3.5
53_4_1-49	83	358	0.0633	0.0010	0.2006	0.0033	0.0230	0.0003	0.64	715.5	66.2	185.7	5.5	146.7	3.4	79.5	21.0	146.7	3.4
53_4_1-125	237	557	0.0499	0.0008	0.1588	0.0027	0.0231	0.0003	0.65	190.9	73.3	149.7	4.7	147.1	3.5	22.9	1.7	147.1	3.5
53_4_1-25	162	734	0.0785	0.0010	0.2498	0.0034	0.0231	0.0003	0.67	1159.0	49.8	226.4	5.5	147.2	3.4	87.3	35.0	147.2	3.4
53_4_1-50	21	92	0.0480	0.0016	0.1550	0.0053	0.0234	0.0003	0.58	100.5	161.7	146.3	9.3	149.2	3.7	-48.5	-1.9	149.2	3.7
53_4_1-28	114	567	0.0733	0.0010	0.2469	0.0035	0.0244	0.0003	0.66	1020.9	53.2	224.1	5.7	155.7	3.6	84.7	30.5	155.7	3.6
53_4_1-07	53	255	0.1077	0.0017	0.3826	0.0064	0.0258	0.0003	0.66	1759.4	56.8	329.0	9.4	164.2	4.2	90.7	50.1	164.2	4.2
53_4_1-53	154	850	0.1911	0.0023	0.7023	0.0092	0.0267	0.0003	0.67	2750.6	39.8	540.2	11.0	169.7	3.9	93.8	68.6	169.7	3.9
53_4_1-90	103	567	0.1119	0.0021	0.4321	0.0086	0.0280	0.0004	0.65	1829.0	66.7	364.7	12.1	178.2	4.9	90.3	51.1	178.2	4.9
53_4_1-08	545	1488	0.2895	0.0036	1.2078	0.0172	0.0303	0.0004	0.68	3414.2	39.1	804.2	15.7	192.3	4.7	94.4	76.1	192.3	4.7
53_4_1-21	89	442	0.2942	0.0037	1.3270	0.0182	0.0327	0.0004	0.68	3439.0	38.6	857.6	15.8	207.7	5.0	94.0	75.8	207.7	5.0
53_4_1-135	76	241	0.0517	0.0008	0.2513	0.0043	0.0353	0.0004	0.64	271.2	74.4	227.6	7.0	223.4	5.4	17.6	1.8	223.4	5.4
53_4_1-19	364	632	0.0514	0.0006	0.2692	0.0037	0.0380	0.0004	0.67	257.5	57.0	242.1	5.9	240.5	5.6	6.6	0.7	240.5	5.6
53_4_1-152	531	790	0.0515	0.0006	0.2771	0.0039	0.0390	0.0005	0.67	264.0	57.7	248.4	6.1	246.8	5.8	6.5	0.7	246.8	5.8
53_4_1-74	51	1243	0.0520	0.0006	0.3112	0.0042	0.0434	0.0005	0.68	285.5	54.4	275.1	6.4	273.9	6.4	4.1	0.4	273.9	6.4
53_4_1-110	768	667	0.0641	0.0008	0.3988	0.0055	0.0451	0.0006	0.68	744.8	52.1	340.8	8.0	284.6	6.8	61.8	16.5	284.6	6.8

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
53_4_1-06	62	210	0.0524	0.0009	0.3349	0.0060	0.0463	0.0006	0.65	303.6	76.6	293.3	9.2	292.0	7.3	3.8	0.4	292.0	7.3
53_4_1-71	102	309	0.0529	0.0007	0.3548	0.0054	0.0486	0.0006	0.66	325.3	64.1	308.3	8.1	306.1	7.2	5.9	0.7	306.1	7.2
53_4_1-57	22	114	0.0529	0.0010	0.3639	0.0072	0.0499	0.0006	0.63	324.2	86.6	315.1	10.7	313.9	7.5	3.2	0.4	313.9	7.5
53_4_1-121	177	256	0.0532	0.0008	0.3838	0.0062	0.0523	0.0006	0.65	336.3	68.2	329.9	9.1	329.0	7.8	2.2	0.3	329.0	7.8
53_4_1-156	319	842	0.1216	0.0014	1.0790	0.0141	0.0644	0.0008	0.68	1978.8	41.4	743.2	13.7	402.3	9.3	79.7	45.9	402.3	9.3
53_4_1-85	37	102	0.0572	0.0010	0.5126	0.0098	0.0650	0.0008	0.63	499.4	80.5	420.3	13.1	406.0	9.7	18.7	3.4	406.0	9.7
53_4_1-157	23	84	0.0584	0.0010	0.6607	0.0122	0.0821	0.0010	0.64	544.7	76.6	515.1	14.8	508.5	12.1	6.7	1.3	508.5	12.1
53_4_1-33	308	2045	0.4964	0.0058	7.0314	0.0895	0.1027	0.0012	0.67	4230.2	34.5	2115.5	21.7	630.6	13.7	85.1	70.2	630.6	13.7
53_4_1-54	104	204	0.0775	0.0010	1.1251	0.0157	0.1053	0.0012	0.66	1132.9	51.6	765.5	14.8	645.8	14.3	43.0	15.6	645.8	14.3
53_4_1-77	16	30	0.0579	0.0015	0.9093	0.0239	0.1140	0.0015	0.60	524.5	113.8	656.7	25.2	695.9	16.8	-32.7	-6.0	695.9	16.8
53_4_1-108	96	94	0.0936	0.0011	3.3558	0.0460	0.2601	0.0032	0.68	1499.5	45.4	1494.2	20.9	1490.5	32.6	0.6	0.2	1499.5	45.4
53_4_1-59	222	420	0.1356	0.0015	7.2493	0.0898	0.3879	0.0046	0.69	2171.2	37.6	2142.6	21.2	2113.0	42.5	2.7	1.4	2171.2	37.6
Волжские отложения Певекской впадины (нетпнейвеемская свита) обр. 47-2-3																			
47-2-3_94	440	131	0.0494	0.0054	0.1401	0.0151	0.0206	0.0011	0.22	169.0	254.9	133.2	13.5	131.2	7.2	22.4	1.5	133.2	13.5
47-2-3_6	698	509	0.0504	0.0057	0.1457	0.0163	0.0210	0.0011	0.20	212.6	262.5	138.1	14.5	133.8	6.9	37.1	3.1	133.8	6.9
47-2-3_74	390	628	0.0474	0.0069	0.1422	0.0211	0.0218	0.0009	0.17	67.3	233.0	135.0	18.8	138.9	5.6	-106.3	-2.9	135.0	18.8
47-2-3_57	827	201	0.0495	0.0036	0.1433	0.0101	0.0210	0.0008	0.15	171.7	170.2	136.0	9.0	133.9	4.9	22.0	1.5	136.0	9.0
47-2-3_103	751	164	0.0469	0.0085	0.1444	0.0259	0.0223	0.0010	0.09	43.4	246.0	136.9	23.0	142.4	6.3	-227.9	-4.0	136.9	23.0
47-2-3_4	796	381	0.0504	0.0041	0.1500	0.0119	0.0216	0.0007	0.09	213.9	188.8	142.0	10.5	137.7	4.3	35.6	3.0	137.7	4.3
47-2-3_0	775	383	0.0518	0.0039	0.1548	0.0114	0.0217	0.0007	0.11	275.8	171.5	146.1	10.0	138.3	4.1	49.9	5.4	138.3	4.1
47-2-3_112	174	100	0.0474	0.0077	0.1467	0.0239	0.0225	0.0008	0.05	67.4	251.0	139.0	21.1	143.2	4.8	-112.5	-3.0	139.0	21.1
47-2-3_9	532	181	0.0509	0.0045	0.1536	0.0129	0.0219	0.0009	0.10	237.5	202.8	145.1	11.3	139.5	5.6	41.3	3.9	139.5	5.6
47-2-3_60	1310	1173	0.0506	0.0035	0.1477	0.0100	0.0211	0.0008	0.17	224.9	162.0	139.8	8.9	134.9	5.2	40.0	3.5	139.8	8.9
47-2-3_20	1412	721	0.0487	0.0026	0.1477	0.0092	0.0220	0.0013	0.59	132.9	127.8	139.9	8.2	140.3	8.3	-5.6	-0.3	139.9	8.2
47-2-3_17	703	639	0.0498	0.0037	0.1479	0.0110	0.0215	0.0006	0.19	185.9	171.8	140.1	9.7	137.4	4.1	26.1	1.9	140.1	9.7
47-2-3_42	336	223	0.0482	0.0064	0.1480	0.0191	0.0223	0.0009	0.02	109.3	259.9	140.2	16.9	142.0	6.0	-29.9	-1.3	140.2	16.9
47-2-3_93	521	372	0.0492	0.0046	0.1481	0.0138	0.0218	0.0008	0.18	158.5	217.5	140.2	12.2	139.2	5.2	12.2	0.8	140.2	12.2
47-2-3_27	296	111	0.0501	0.0055	0.1482	0.0159	0.0215	0.0009	0.08	197.7	257.1	140.3	14.1	136.9	5.5	30.7	2.4	140.3	14.1

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
47-2-3_35	3348	1095	0.0483	0.0020	0.1482	0.0059	0.0223	0.0005	0.04	112.8	97.7	140.3	5.2	142.0	3.1	-25.8	-1.2	140.3	5.2
47-2-3_58	789	144	0.0480	0.0088	0.1483	0.0266	0.0224	0.0013	0.11	100.7	303.2	140.4	23.6	142.8	8.4	-41.7	-1.7	140.4	23.6
47-2-3_44	1104	696	0.0491	0.0049	0.1484	0.0146	0.0219	0.0010	0.18	150.3	233.2	140.5	12.9	139.9	6.3	6.9	0.4	140.5	12.9
47-2-3_56	986	259	0.0483	0.0030	0.1486	0.0092	0.0223	0.0008	0.22	115.1	148.1	140.7	8.1	142.2	5.2	-23.6	-1.1	140.7	8.1
47-2-3_21	1813	271	0.0505	0.0024	0.1489	0.0072	0.0214	0.0006	0.22	219.5	110.8	140.9	6.3	136.3	3.7	37.9	3.3	140.9	6.3
47-2-3_64	572	661	0.0490	0.0106	0.1493	0.0321	0.0221	0.0007	0.02	149.5	385.0	141.3	28.4	140.8	4.6	5.8	0.3	141.3	28.4
47-2-3_105	352	122	0.0502	0.0071	0.1501	0.0209	0.0217	0.0011	0.09	205.4	330.8	142.0	18.4	138.2	6.9	32.7	2.7	142.0	18.4
47-2-3_113	485	217	0.0499	0.0057	0.1502	0.0164	0.0218	0.0010	0.05	192.0	265.8	142.1	14.5	139.2	6.0	27.5	2.1	142.1	14.5
47-2-3_71	410	274	0.0493	0.0045	0.1505	0.0136	0.0221	0.0009	0.13	163.5	215.7	142.3	12.0	141.1	5.8	13.7	0.9	142.3	12.0
47-2-3_23	114	179	0.0504	0.0103	0.1505	0.0292	0.0217	0.0016	0.04	213.6	434.5	142.4	25.8	138.1	10.1	35.3	3.0	142.4	25.8
47-2-3_8	500	206	0.0519	0.0047	0.1598	0.0144	0.0223	0.0007	0.15	281.1	206.5	150.5	12.6	142.4	4.4	49.4	5.4	142.4	4.4
47-2-3_45	780	245	0.0486	0.0033	0.1505	0.0103	0.0225	0.0008	0.23	128.3	158.3	142.4	9.0	143.2	4.8	-11.6	-0.6	142.4	9.0
47-2-3_104	234	105	0.0480	0.0075	0.1509	0.0231	0.0228	0.0009	0.03	100.4	275.3	142.7	20.4	145.3	6.0	-44.7	-1.8	142.7	20.4
47-2-3_34	637	1337	0.0494	0.0029	0.1509	0.0083	0.0222	0.0007	0.10	166.3	135.3	142.7	7.3	141.3	4.4	15.0	1.0	142.7	7.3
47-2-3_84	598	78	0.0515	0.0057	0.1514	0.0163	0.0213	0.0009	0.06	264.9	256.0	143.1	14.4	135.9	5.7	48.7	5.1	143.1	14.4
47-2-3_68	405	236	0.0510	0.0067	0.1515	0.0197	0.0215	0.0010	0.12	241.4	303.1	143.2	17.4	137.4	6.0	43.1	4.1	143.2	17.4
47-2-3_49	1229	728	0.0495	0.0052	0.1516	0.0160	0.0222	0.0007	0.12	173.1	247.1	143.4	14.2	141.6	4.4	18.2	1.2	143.4	14.2
47-2-3_86	469	300	0.0496	0.0037	0.1517	0.0112	0.0222	0.0009	0.20	175.2	175.1	143.4	9.9	141.5	5.7	19.2	1.3	143.4	9.9
47-2-3_63	455	141	0.0504	0.0042	0.1517	0.0126	0.0218	0.0007	0.08	215.4	194.5	143.4	11.1	139.1	4.2	35.4	3.0	143.4	11.1
47-2-3_3	577	309	0.0531	0.0064	0.1655	0.0200	0.0226	0.0009	0.14	333.5	275.7	155.5	17.4	144.1	5.7	56.8	7.4	144.1	5.7
47-2-3_39	1008	254	0.0498	0.0036	0.1531	0.0108	0.0223	0.0008	0.12	184.1	170.6	144.6	9.5	142.2	5.0	22.8	1.7	144.6	9.5
47-2-3_106	231	332	0.0490	0.0073	0.1540	0.0228	0.0228	0.0010	0.08	147.2	314.0	145.4	20.1	145.3	6.1	1.2	0.1	145.4	20.1
47-2-3_13	564	98	0.0510	0.0047	0.1542	0.0144	0.0219	0.0006	0.18	241.1	211.8	145.6	12.6	139.8	3.9	42.0	4.0	145.6	12.6
47-2-3_2	1871	438	0.0501	0.0026	0.1581	0.0087	0.0229	0.0009	0.38	201.4	121.9	149.0	7.7	145.8	5.4	27.6	2.2	145.8	5.4
47-2-3_16	1235	306	0.0505	0.0034	0.1545	0.0105	0.0222	0.0005	0.13	216.3	156.7	145.9	9.2	141.6	3.3	34.5	2.9	145.9	9.2
47-2-3_87	533	285	0.0475	0.0045	0.1545	0.0149	0.0236	0.0009	0.18	73.5	183.3	145.9	13.1	150.4	5.4	-104.5	-3.1	145.9	13.1
47-2-3_76	116	285	0.0516	0.0132	0.1548	0.0390	0.0218	0.0013	0.03	267.4	536.8	146.1	34.3	138.8	8.0	48.1	5.0	146.1	34.3
47-2-3_116	471	114	0.0508	0.0068	0.1548	0.0206	0.0221	0.0009	0.10	232.1	310.6	146.2	18.1	140.9	5.8	39.3	3.6	146.2	18.1

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
47-2-3_14	227	462	0.0490	0.0057	0.1549	0.0174	0.0229	0.0009	0.05	148.3	274.3	146.2	15.3	146.1	6.0	1.5	0.1	146.2	15.3
47-2-3_5	578	130	0.0494	0.0065	0.1566	0.0204	0.0230	0.0006	0.04	167.6	307.2	147.7	17.9	146.5	3.8	12.6	0.8	146.5	3.8
47-2-3_36	331	72	0.0515	0.0058	0.1555	0.0171	0.0219	0.0010	0.12	263.4	257.8	146.8	15.0	139.7	6.0	47.0	4.9	146.8	15.0
47-2-3_41	614	230	0.0507	0.0064	0.1557	0.0192	0.0223	0.0009	0.06	226.7	292.5	146.9	16.9	142.0	5.5	37.4	3.3	146.9	16.9
47-2-3_46	391	187	0.0490	0.0042	0.1560	0.0124	0.0231	0.0009	0.01	149.5	200.6	147.2	10.9	147.1	5.5	1.6	0.1	147.2	10.9
47-2-3_38	290	425	0.0514	0.0071	0.1562	0.0217	0.0221	0.0012	0.21	256.7	316.6	147.4	19.1	140.7	7.4	45.2	4.5	147.4	19.1
47-2-3_107	1088	304	0.0501	0.0042	0.1563	0.0135	0.0226	0.0012	0.31	200.2	196.1	147.5	11.8	144.2	7.4	28.0	2.2	147.5	11.8
47-2-3_118	547	119	0.0499	0.0046	0.1570	0.0147	0.0228	0.0008	0.18	189.3	215.0	148.1	12.9	145.5	5.0	23.1	1.7	148.1	12.9
47-2-3_69	496	162	0.0508	0.0055	0.1572	0.0169	0.0224	0.0009	0.14	233.5	251.4	148.2	14.8	142.9	5.9	38.8	3.6	148.2	14.8
47-2-3_117	734	459	0.0503	0.0074	0.1575	0.0230	0.0227	0.0009	0.06	209.3	342.8	148.5	20.2	144.8	5.4	30.8	2.5	148.5	20.2
47-2-3_28	516	248	0.0505	0.0042	0.1576	0.0133	0.0226	0.0008	0.23	218.7	191.3	148.6	11.6	144.3	4.9	34.1	2.9	148.6	11.6
47-2-3_115	891	496	0.0519	0.0031	0.1577	0.0096	0.0220	0.0011	0.39	282.6	136.0	148.7	8.4	140.5	7.0	50.3	5.6	148.7	8.4
47-2-3_102	229	68	0.0510	0.0089	0.1578	0.0269	0.0224	0.0011	0.05	241.7	403.0	148.8	23.6	143.0	7.1	40.8	3.9	148.8	23.6
47-2-3_77	494	225	0.0510	0.0061	0.1578	0.0190	0.0224	0.0008	0.16	240.4	275.7	148.8	16.7	143.1	5.2	40.5	3.8	148.8	16.7
47-2-3_54	457	187	0.0504	0.0048	0.1582	0.0149	0.0228	0.0007	0.08	213.3	220.1	149.1	13.0	145.1	4.3	32.0	2.7	149.1	13.0
47-2-3_61	936	306	0.0519	0.0034	0.1586	0.0109	0.0222	0.0009	0.32	280.3	150.7	149.5	9.5	141.4	5.5	49.6	5.4	149.5	9.5
47-2-3_81	517	284	0.0490	0.0048	0.1600	0.0153	0.0237	0.0009	0.12	146.1	228.8	150.7	13.4	151.0	5.7	-3.3	-0.2	150.7	13.4
47-2-3_31	365	233	0.0511	0.0084	0.1606	0.0259	0.0228	0.0008	0.03	245.4	378.2	151.2	22.7	145.3	5.2	40.8	3.9	151.2	22.7
47-2-3_110	472	103	0.0502	0.0050	0.1611	0.0158	0.0233	0.0008	0.03	202.9	233.6	151.7	13.8	148.4	4.8	26.9	2.2	151.7	13.8
47-2-3_29	700	275	0.0531	0.0044	0.1611	0.0133	0.0220	0.0006	0.15	331.4	186.2	151.7	11.6	140.4	4.1	57.6	7.4	151.7	11.6
47-2-3_73	1063	164	0.0543	0.0075	0.1639	0.0228	0.0219	0.0009	0.16	383.0	311.7	154.1	19.9	139.6	6.0	63.5	9.4	154.1	19.9
47-2-3_32	128	543	0.0548	0.0128	0.1666	0.0385	0.0221	0.0009	0.03	402.7	526.7	156.5	33.5	140.7	5.9	65.1	10.1	156.5	33.5
47-2-3_119	236	238	0.0519	0.0062	0.1675	0.0200	0.0234	0.0009	0.14	282.7	272.1	157.2	17.4	149.0	5.4	47.3	5.2	157.2	17.4
47-2-3_70	266	321	0.0534	0.0167	0.1685	0.0529	0.0229	0.0011	0.08	345.4	665.6	158.1	45.9	145.9	7.2	57.7	7.7	158.1	45.9
47-2-3_25	318	998	0.0576	0.0151	0.1700	0.0440	0.0214	0.0011	0.04	513.6	581.1	159.4	38.2	136.6	7.1	73.4	14.3	159.4	38.2
47-2-3_88	426	110	0.0497	0.0050	0.1708	0.0223	0.0249	0.0023	0.65	179.8	233.1	160.1	19.4	158.8	14.8	11.7	0.8	160.1	19.4
47-2-3_65	203	97	0.0503	0.0089	0.1748	0.0297	0.0252	0.0017	0.06	210.9	404.4	163.6	25.7	160.4	10.6	24.0	2.0	163.6	25.7
47-2-3_12	140	88	0.0563	0.0361	0.1771	0.1123	0.0228	0.0033	0.06	464.6	1051.4	165.6	96.9	145.4	20.6	68.7	12.2	165.6	96.9

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
47-2-3_24	302	670	0.0561	0.0205	0.1781	0.0647	0.0230	0.0018	0.08	456.8	817.5	166.4	55.8	146.7	11.1	67.9	11.8	166.4	55.8
47-2-3_59	799	313	0.0508	0.0080	0.1849	0.0307	0.0264	0.0022	0.33	232.8	366.2	172.3	26.3	167.9	14.1	27.9	2.5	172.3	26.3
47-2-3_47	384	226	0.0603	0.0148	0.1890	0.0462	0.0227	0.0010	0.04	612.7	536.3	175.7	39.4	145.0	6.3	76.3	17.5	175.7	39.4
47-2-3_79	1621	122	0.0629	0.0597	0.2101	0.1970	0.0242	0.0040	0.01	703.4	1481.5	193.7	165.6	154.4	25.4	78.0	20.3	193.7	165.6
47-2-3_114	138	70	0.0765	0.0599	0.2504	0.1924	0.0237	0.0041	0.02	1107.3	1713.4	226.9	156.6	151.3	25.5	86.3	33.3	226.9	156.6
47-2-3_82	1141	562	0.0509	0.0030	0.2573	0.0154	0.0366	0.0012	0.25	238.3	135.4	232.5	12.5	231.9	7.6	2.7	0.2	232.5	12.5
47-2-3_98	470	241	0.0914	0.0977	0.2731	0.2909	0.0217	0.0024	0.02	1455.1	2230.2	245.2	233.1	138.2	15.4	90.5	43.6	245.2	233.1
47-2-3_37	722	192	0.0507	0.0021	0.2758	0.0118	0.0394	0.0012	0.28	227.3	96.8	247.3	9.4	249.4	7.2	-9.7	-0.9	247.3	9.4
47-2-3_50	1090	925	0.0519	0.0025	0.2822	0.0136	0.0394	0.0011	0.16	282.3	110.9	252.4	10.8	249.2	6.5	11.7	1.3	252.4	10.8
47-2-3_15	334	180	0.0865	0.1262	0.2870	0.4132	0.0241	0.0062	0.01	1348.4	2341.0	256.2	328.8	153.4	38.8	88.6	40.1	256.2	328.8
47-2-3_7	1237	658	0.0506	0.0019	0.3048	0.0113	0.0437	0.0011	0.21	223.5	85.4	270.1	8.8	275.5	6.5	-23.3	-2.0	275.5	6.5
47-2-3_109	195	40	0.0585	0.0098	0.3200	0.0523	0.0396	0.0027	0.14	549.6	367.0	281.9	40.3	250.7	16.6	54.4	11.1	281.9	40.3
47-2-3_22	410	326	0.0520	0.0031	0.3287	0.0187	0.0459	0.0021	0.30	284.8	136.5	288.6	14.3	289.0	12.8	-1.5	-0.2	288.6	14.3
47-2-3_83	648	358	0.0506	0.0026	0.3363	0.0173	0.0482	0.0015	0.22	222.2	117.5	294.4	13.1	303.6	8.9	-36.6	-3.1	294.4	13.1
47-2-3_33	885	183	0.0530	0.0038	0.3389	0.0244	0.0464	0.0017	0.24	329.9	162.4	296.4	18.5	292.1	10.6	11.5	1.4	296.4	18.5
47-2-3_108	573	102	0.0524	0.0034	0.3451	0.0228	0.0478	0.0015	0.25	303.2	146.7	301.0	17.2	300.7	9.5	0.8	0.1	301.0	17.2
47-2-3_89	488	222	0.0513	0.0048	0.3659	0.0324	0.0517	0.0025	0.15	255.6	214.4	316.6	24.1	324.9	15.6	-27.1	-2.6	316.6	24.1
47-2-3_95	153	68	0.0527	0.0048	0.3727	0.0332	0.0513	0.0020	0.07	314.9	209.6	321.6	24.6	322.6	12.0	-2.5	-0.3	321.6	24.6
47-2-3_11	258	180	0.0537	0.0028	0.3765	0.0202	0.0509	0.0018	0.36	358.3	115.8	324.4	14.9	319.7	11.0	10.8	1.4	324.4	14.9
47-2-3_26	658	249	0.0546	0.0023	0.4196	0.0178	0.0557	0.0013	0.16	395.7	96.0	355.8	12.7	349.7	8.2	11.6	1.7	355.8	12.7
47-2-3_92	519	497	0.0656	0.0377	0.4379	0.2520	0.0484	0.0049	0.07	792.3	1268.9	368.8	178.4	305.0	30.2	61.5	17.3	368.8	178.4
47-2-3_52	196	146	0.0553	0.0061	0.4512	0.0492	0.0592	0.0029	0.18	424.9	245.7	378.1	34.4	370.5	17.4	12.8	2.0	378.1	34.4
47-2-3_53	482	333	0.0548	0.0032	0.4692	0.0276	0.0621	0.0022	0.27	405.0	130.5	390.6	19.1	388.2	13.5	4.1	0.6	390.6	19.1
47-2-3_18	147	42	0.0562	0.0059	0.4722	0.0496	0.0609	0.0017	0.10	462.0	233.2	392.7	34.2	381.0	10.3	17.5	3.0	392.7	34.2
47-2-3_30	623	616	0.0562	0.0028	0.4904	0.0242	0.0633	0.0015	0.08	458.5	110.7	405.2	16.5	395.9	8.8	13.7	2.3	405.2	16.5
47-2-3_40	1052	642	0.0547	0.0024	0.5156	0.0229	0.0683	0.0017	0.16	401.5	99.0	422.2	15.3	426.0	10.1	-6.1	-0.9	422.2	15.3
47-2-3_48	833	184	0.0553	0.0027	0.5249	0.0246	0.0689	0.0021	0.17	422.9	107.4	428.4	16.4	429.4	12.4	-1.5	-0.2	428.4	16.4
47-2-3_111	438	208	0.0565	0.0031	0.5393	0.0291	0.0693	0.0027	0.26	470.4	122.2	437.9	19.2	431.8	16.1	8.2	1.4	437.9	19.2

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
47-2-3_55	1204	407	0.0583	0.0045	0.5433	0.0425	0.0676	0.0021	0.20	541.4	168.9	440.6	28.0	421.6	12.8	22.1	4.3	440.6	28.0
47-2-3_97	216	104	0.0570	0.0044	0.5490	0.0406	0.0699	0.0034	0.22	490.5	169.5	444.3	26.6	435.4	20.4	11.2	2.0	444.3	26.6
47-2-3_91	472	69	0.0571	0.0026	0.5812	0.0265	0.0738	0.0022	0.26	496.1	98.5	465.3	17.0	459.0	12.9	7.5	1.3	465.3	17.0
47-2-3_99	363	124	0.0686	0.0030	1.4508	0.0647	0.1534	0.0054	0.31	886.9	91.7	910.2	26.8	919.8	30.1	-3.7	-1.1	910.2	26.8
47-2-3_10	576	799	0.0998	0.0030	4.0050	0.1179	0.2910	0.0067	0.21	1620.8	55.6	1635.2	23.9	1646.5	33.6	-1.6	-0.7	1620.8	55.6
Берриасские отложения Певекской впадины (утувеемская свита) обр. 17-3-1																			
17-3-1_86	569	186	0.0510	0.0036	0.1443	0.0101	0.0205	0.0004	0.07	242.1	164.1	136.9	8.9	130.9	2.8	46.0	4.4	130.9	2.8
17-3-1_8	271	196	0.0494	0.0053	0.1407	0.0150	0.0207	0.0005	0.04	165.4	253.0	133.7	13.3	131.9	3.3	20.2	1.3	131.9	3.3
17-3-1_50	1219	431	0.0490	0.0027	0.1405	0.0077	0.0208	0.0005	0.18	149.4	129.1	133.5	6.9	132.6	3.1	11.2	0.7	132.6	3.1
17-3-1_30	231	112	0.0505	0.0053	0.1456	0.0147	0.0209	0.0007	0.05	217.9	241.4	138.0	13.1	133.4	4.2	38.8	3.3	133.4	4.2
17-3-1_12	510	73	0.0494	0.0038	0.1430	0.0107	0.0210	0.0005	0.07	165.0	178.7	135.7	9.5	134.0	3.1	18.8	1.2	134.0	3.1
17-3-1_78	819	461	0.0500	0.0033	0.1458	0.0093	0.0211	0.0005	0.09	195.1	151.5	138.2	8.3	134.9	2.9	30.9	2.4	134.9	2.9
17-3-1_20	611	329	0.0496	0.0034	0.1452	0.0098	0.0212	0.0005	0.09	177.8	159.4	137.6	8.6	135.3	3.0	23.9	1.7	135.3	3.0
17-3-1_99	1169	331	0.0494	0.0025	0.1450	0.0072	0.0213	0.0004	0.08	168.5	120.4	137.5	6.4	135.7	2.7	19.5	1.3	135.7	2.7
17-3-1_87	250	122	0.0510	0.0062	0.1516	0.0179	0.0215	0.0006	0.03	242.5	278.3	143.3	15.8	137.4	4.0	43.3	4.1	137.4	4.0
17-3-1_41	307	78	0.0505	0.0049	0.1501	0.0142	0.0216	0.0007	0.07	216.4	226.1	142.0	12.6	137.6	4.4	36.4	3.1	137.6	4.4
17-3-1_56	867	217	0.0509	0.0038	0.1517	0.0112	0.0216	0.0005	0.13	234.6	171.9	143.4	9.9	137.9	3.4	41.2	3.8	137.9	3.4
17-3-1_16	746	249	0.0504	0.0029	0.1504	0.0084	0.0216	0.0004	0.12	213.9	131.5	142.3	7.4	138.0	2.8	35.5	3.0	138.0	2.8
17-3-1_36	152	61	0.0511	0.0075	0.1534	0.0220	0.0218	0.0007	0.03	246.0	337.4	144.9	19.4	138.8	4.7	43.6	4.2	138.8	4.7
17-3-1_84	522	295	0.0490	0.0036	0.1472	0.0104	0.0218	0.0005	0.05	146.1	170.5	139.5	9.2	139.1	3.0	4.8	0.3	139.1	3.0
17-3-1_6	470	150	0.0501	0.0033	0.1518	0.0098	0.0220	0.0005	0.08	200.9	153.4	143.5	8.6	140.1	3.0	30.3	2.4	140.1	3.0
17-3-1_62	344	151	0.0502	0.0048	0.1522	0.0145	0.0220	0.0006	0.07	206.1	224.2	143.9	12.8	140.1	3.6	32.0	2.6	140.1	3.6
17-3-1_68	638	121	0.0499	0.0036	0.1514	0.0108	0.0220	0.0005	0.09	190.7	169.4	143.2	9.5	140.3	3.2	26.4	2.0	140.3	3.2
17-3-1_52	1144	175	0.0498	0.0027	0.1513	0.0081	0.0220	0.0006	0.20	185.7	125.5	143.0	7.1	140.5	3.6	24.4	1.8	140.5	3.6
17-3-1_4	512	260	0.0535	0.0061	0.1625	0.0184	0.0220	0.0007	0.10	349.6	258.9	152.9	16.1	140.5	4.5	59.8	8.1	140.5	4.5
17-3-1_93	723	274	0.0507	0.0033	0.1569	0.0098	0.0225	0.0005	0.06	226.0	150.3	148.0	8.6	143.1	3.3	36.7	3.3	143.1	3.3
17-3-1_76	614	444	0.0508	0.0035	0.1577	0.0108	0.0225	0.0004	0.08	229.7	159.7	148.7	9.5	143.7	2.7	37.4	3.4	143.7	2.7
17-3-1_5	185	156	0.0521	0.0057	0.1710	0.0181	0.0238	0.0008	0.04	289.3	250.3	160.3	15.7	151.7	5.0	47.6	5.4	151.7	5.0

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
17-3-1_38	544	44	0.0504	0.0032	0.1750	0.0109	0.0252	0.0006	0.12	213.9	147.2	163.8	9.4	160.3	3.8	25.0	2.1	160.3	3.8
17-3-1_45	177	350	0.0522	0.0049	0.2693	0.0249	0.0374	0.0011	0.06	295.4	216.1	242.1	19.9	236.6	6.6	19.9	2.3	236.6	6.6
17-3-1_57	17	27	0.0611	0.0203	0.3190	0.1038	0.0379	0.0027	0.01	642.0	726.5	281.1	80.0	239.6	17.0	62.7	14.7	239.6	17.0
17-3-1_18	406	463	0.0512	0.0032	0.2737	0.0166	0.0388	0.0009	0.10	249.4	143.9	245.7	13.2	245.3	5.9	1.7	0.2	245.3	5.9
17-3-1_49	122	63	0.0513	0.0064	0.2838	0.0345	0.0401	0.0013	0.04	253.0	286.2	253.7	27.3	253.7	8.0	-0.3	0.0	253.7	8.0
17-3-1_90	413	579	0.0517	0.0030	0.2869	0.0164	0.0402	0.0008	0.07	273.5	133.6	256.1	12.9	254.2	4.7	7.0	0.7	254.2	4.7
17-3-1_17	400	272	0.0526	0.0032	0.2999	0.0179	0.0413	0.0008	0.08	313.1	137.9	266.3	13.9	261.0	5.0	16.6	2.0	261.0	5.0
17-3-1_10	431	540	0.0526	0.0028	0.3146	0.0162	0.0434	0.0009	0.09	312.4	120.2	277.7	12.5	273.6	5.3	12.4	1.5	273.6	5.3
17-3-1_83	493	193	0.0523	0.0025	0.3150	0.0146	0.0437	0.0009	0.12	297.2	108.5	278.0	11.3	275.7	5.3	7.2	0.8	275.7	5.3
17-3-1_66	318	232	0.0523	0.0036	0.3164	0.0215	0.0439	0.0009	0.06	297.6	158.5	279.1	16.5	276.9	5.8	7.0	0.8	276.9	5.8
17-3-1_2	844	241	0.0512	0.0021	0.3223	0.0126	0.0457	0.0009	0.13	248.9	92.9	283.7	9.7	287.9	5.2	-15.7	-1.5	287.9	5.2
17-3-1_27	84	33	0.0541	0.0066	0.3422	0.0407	0.0458	0.0015	0.04	376.9	274.1	298.9	30.8	289.0	9.2	23.3	3.3	289.0	9.2
17-3-1_24	518	191	0.0540	0.0032	0.3442	0.0198	0.0462	0.0010	0.12	372.0	131.9	300.3	15.0	291.2	6.1	21.7	3.0	291.2	6.1
17-3-1_9	557	126	0.0520	0.0029	0.3320	0.0179	0.0463	0.0009	0.10	284.6	125.9	291.1	13.7	291.9	5.7	-2.6	-0.3	291.9	5.7
17-3-1_22	839	322	0.0513	0.0019	0.3287	0.0122	0.0465	0.0008	0.16	252.4	86.8	288.6	9.3	293.1	5.2	-16.1	-1.6	293.1	5.2
17-3-1_26	148	61	0.0529	0.0051	0.3411	0.0324	0.0468	0.0012	0.07	323.4	219.1	298.0	24.5	294.8	7.5	8.9	1.1	294.8	7.5
17-3-1_101	81	104	0.0545	0.0070	0.3588	0.0451	0.0478	0.0016	0.04	389.9	289.8	311.3	33.7	300.9	10.1	22.8	3.3	300.9	10.1
17-3-1_60	597	227	0.0531	0.0025	0.3509	0.0162	0.0479	0.0009	0.15	333.9	105.9	305.4	12.1	301.7	5.8	9.6	1.2	301.7	5.8
17-3-1_37	106	86	0.0545	0.0061	0.3626	0.0398	0.0482	0.0013	0.05	392.3	250.5	314.2	29.7	303.7	8.1	22.6	3.3	303.7	8.1
17-3-1_34	128	175	0.0534	0.0049	0.3570	0.0318	0.0485	0.0015	0.05	344.0	208.7	310.0	23.8	305.5	8.9	11.2	1.5	305.5	8.9
17-3-1_59	132	60	0.0531	0.0048	0.3635	0.0327	0.0496	0.0011	0.06	334.2	206.7	314.8	24.4	312.2	7.0	6.6	0.8	312.2	7.0
17-3-1_73	180	122	0.0534	0.0042	0.3671	0.0283	0.0499	0.0013	0.07	346.0	179.2	317.5	21.1	313.6	7.8	9.4	1.2	313.6	7.8
17-3-1_29	37	53	0.0554	0.0107	0.3860	0.0727	0.0505	0.0025	0.03	429.7	433.1	331.5	53.3	317.6	15.4	26.1	4.2	317.6	15.4
17-3-1_42	468	295	0.0524	0.0025	0.3754	0.0176	0.0519	0.0011	0.17	304.4	108.2	323.7	13.0	326.4	6.9	-7.2	-0.8	326.4	6.9
17-3-1_23	297	33	0.0528	0.0029	0.3831	0.0207	0.0526	0.0011	0.10	321.6	126.3	329.3	15.2	330.4	6.9	-2.7	-0.3	330.4	6.9
17-3-1_103	114	75	0.0531	0.0053	0.3966	0.0383	0.0542	0.0015	0.04	333.0	225.1	339.2	27.9	340.1	9.2	-2.1	-0.3	340.1	9.2
17-3-1_91	101	61	0.0536	0.0052	0.4103	0.0385	0.0556	0.0015	0.04	352.6	218.6	349.1	27.7	348.5	9.5	1.2	0.2	348.5	9.5
17-3-1_108	134	82	0.0543	0.0041	0.4220	0.0310	0.0564	0.0014	0.06	383.0	170.3	357.5	22.2	353.6	8.3	7.7	1.1	353.6	8.3

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
17-3-1_72	154	82	0.0557	0.0041	0.4761	0.0338	0.0620	0.0016	0.07	440.4	163.3	395.4	23.3	387.7	9.4	12.0	1.9	387.7	9.4
17-3-1_28	264	175	0.0545	0.0031	0.4761	0.0270	0.0634	0.0013	0.11	390.2	129.4	395.4	18.6	396.3	7.8	-1.6	-0.2	396.3	7.8
17-3-1_71	514	206	0.0552	0.0021	0.4905	0.0187	0.0645	0.0012	0.20	418.7	85.8	405.3	12.7	402.9	7.3	3.8	0.6	402.9	7.3
17-3-1_98	475	282	0.0554	0.0020	0.5039	0.0182	0.0660	0.0011	0.19	428.0	80.5	414.3	12.3	411.9	6.4	3.8	0.6	411.9	6.4
17-3-1_51	720	132	0.0557	0.0019	0.5248	0.0176	0.0683	0.0013	0.24	441.2	74.7	428.4	11.7	426.0	7.9	3.4	0.6	426.0	7.9
17-3-1_7	115	71	0.0566	0.0044	0.5979	0.0457	0.0767	0.0018	0.07	474.5	172.3	475.9	29.0	476.2	10.5	-0.4	-0.1	476.2	10.5
17-3-1_92	607	196	0.0571	0.0019	0.6266	0.0208	0.0795	0.0011	0.16	496.8	73.4	494.0	13.0	493.3	6.8	0.7	0.1	493.3	6.8
17-3-1_77	385	219	0.0564	0.0024	0.6287	0.0269	0.0809	0.0014	0.15	467.0	95.5	495.3	16.8	501.4	8.4	-7.4	-1.2	501.4	8.4
17-3-1_1	228	139	0.0570	0.0029	0.6579	0.0329	0.0837	0.0017	0.11	492.4	113.0	513.3	20.1	518.0	10.1	-5.2	-0.9	518.0	10.1
17-3-1_48	394	265	0.0592	0.0024	0.6993	0.0282	0.0857	0.0020	0.25	574.0	88.1	538.4	16.9	530.0	11.6	7.7	1.6	530.0	11.6
17-3-1_80	316	90	0.0603	0.0022	0.8147	0.0287	0.0981	0.0017	0.13	612.6	78.4	605.1	16.1	603.1	9.8	1.6	0.3	603.1	9.8
17-3-1_65	112	61	0.0601	0.0040	0.8493	0.0548	0.1025	0.0024	0.10	607.8	142.7	624.3	30.1	628.8	14.2	-3.4	-0.7	628.8	14.2
17-3-1_102	256	467	0.0602	0.0023	0.8570	0.0333	0.1032	0.0019	0.22	611.1	83.7	628.5	18.2	633.3	11.3	-3.6	-0.8	633.3	11.3
17-3-1_58	134	81	0.0598	0.0034	0.8650	0.0491	0.1050	0.0020	0.12	594.7	124.1	632.8	26.7	643.6	11.7	-8.2	-1.7	643.6	11.7
17-3-1_96	265	92	0.0637	0.0023	1.0134	0.0364	0.1153	0.0017	0.14	732.9	77.1	710.6	18.4	703.5	10.0	4.0	1.0	703.5	10.0
17-3-1_85	364	83	0.0659	0.0019	1.1399	0.0311	0.1255	0.0021	0.20	802.5	58.9	772.5	14.7	762.1	12.0	5.0	1.3	762.1	12.0
17-3-1_33	152	52	0.0689	0.0036	1.3745	0.0717	0.1448	0.0030	0.16	894.7	108.1	878.1	30.6	871.5	16.8	2.6	0.7	871.5	16.8
17-3-1_40	457	410	0.0697	0.0022	1.4061	0.0456	0.1462	0.0032	0.32	920.7	65.9	891.5	19.2	879.8	18.2	4.4	1.3	879.8	18.2
17-3-1_94	361	328	0.0690	0.0021	1.4027	0.0420	0.1475	0.0022	0.16	897.8	63.0	890.1	17.7	887.0	12.6	1.2	0.3	887.0	12.6
17-3-1_69	418	191	0.0779	0.0020	2.0972	0.0531	0.1952	0.0030	0.22	1145.4	50.8	1147.9	17.4	1149.2	16.2	-0.3	-0.1	1145.4	50.8
17-3-1_88	139	75	0.0858	0.0031	2.7013	0.0969	0.2284	0.0041	0.19	1333.6	70.2	1328.8	26.6	1325.9	21.4	0.6	0.2	1333.6	70.2
17-3-1_31	398	500	0.0988	0.0025	3.7642	0.0911	0.2762	0.0052	0.29	1602.4	46.3	1585.1	19.4	1572.2	26.1	1.9	0.8	1602.4	46.3
17-3-1_104	482	456	0.1098	0.0026	4.5429	0.1075	0.3001	0.0054	0.31	1796.0	43.9	1738.9	19.7	1691.7	26.8	5.8	2.7	1796.0	43.9
17-3-1_97	1575	65	0.1099	0.0025	4.5044	0.1117	0.2971	0.0059	0.47	1798.4	41.3	1731.8	20.6	1677.1	29.1	6.7	3.2	1798.4	41.3
17-3-1_79	125	43	0.1117	0.0034	4.8128	0.1427	0.3125	0.0060	0.26	1827.0	54.6	1787.1	24.9	1753.2	29.7	4.0	1.9	1827.0	54.6
17-3-1_39	177	78	0.1118	0.0028	4.8918	0.1245	0.3173	0.0059	0.34	1829.1	45.2	1800.9	21.5	1776.5	28.7	2.9	1.4	1829.1	45.2
17-3-1_43	222	124	0.1118	0.0031	4.9802	0.1374	0.3230	0.0058	0.25	1829.5	50.6	1816.0	23.3	1804.2	28.3	1.4	0.7	1829.5	50.6
17-3-1_47	65	62	0.1120	0.0044	4.8577	0.1871	0.3147	0.0069	0.20	1831.6	71.9	1795.0	32.4	1763.6	34.0	3.7	1.7	1831.6	71.9

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
17-3-1_19	93	90	0.1121	0.0034	4.9936	0.1451	0.3232	0.0062	0.23	1833.1	54.2	1818.2	24.6	1805.3	30.2	1.5	0.7	1833.1	54.2
17-3-1_3	1217	119	0.1126	0.0024	4.8212	0.1173	0.3107	0.0065	0.52	1841.1	39.2	1788.6	20.5	1743.9	31.8	5.3	2.5	1841.1	39.2
17-3-1_11	124	173	0.1126	0.0032	5.0282	0.1406	0.3239	0.0058	0.21	1841.7	52.2	1824.1	23.7	1808.7	28.2	1.8	0.8	1841.7	52.2
17-3-1_70	564	256	0.1127	0.0026	5.0652	0.1165	0.3259	0.0049	0.26	1843.9	41.5	1830.3	19.5	1818.4	23.7	1.4	0.7	1843.9	41.5
17-3-1_55	146	224	0.1140	0.0034	5.1592	0.1583	0.3282	0.0064	0.33	1864.2	53.8	1845.9	26.1	1829.7	31.2	1.8	0.9	1864.2	53.8
17-3-1_35	141	207	0.1143	0.0033	5.1579	0.1475	0.3271	0.0069	0.29	1869.7	52.6	1845.7	24.3	1824.5	33.4	2.4	1.1	1869.7	52.6
17-3-1_82	392	36	0.1150	0.0027	5.2450	0.1217	0.3309	0.0055	0.30	1879.4	41.8	1860.0	19.8	1842.6	26.7	2.0	0.9	1879.4	41.8
17-3-1_105	43	155	0.1161	0.0050	5.3427	0.2244	0.3337	0.0075	0.21	1897.4	77.0	1875.7	35.9	1856.2	36.1	2.2	1.0	1897.4	77.0
17-3-1_14	47	43	0.1167	0.0047	5.3725	0.2119	0.3339	0.0074	0.23	1906.0	71.7	1880.5	33.8	1857.4	36.0	2.5	1.2	1906.0	71.7
17-3-1_54	118	72	0.1173	0.0036	5.4520	0.1715	0.3371	0.0070	0.32	1915.3	55.4	1893.1	27.0	1872.9	33.8	2.2	1.1	1915.3	55.4
17-3-1_44	275	469	0.1195	0.0029	5.6331	0.1484	0.3419	0.0070	0.45	1948.6	43.4	1921.2	22.7	1895.9	33.5	2.7	1.3	1948.6	43.4
17-3-1_75	329	39	0.1196	0.0027	5.6924	0.1298	0.3453	0.0057	0.33	1949.7	40.1	1930.2	19.7	1912.1	27.3	1.9	0.9	1949.7	40.1
17-3-1_61	92	20	0.1219	0.0042	5.9407	0.2017	0.3536	0.0070	0.22	1983.5	61.5	1967.2	29.5	1951.7	33.4	1.6	0.8	1983.5	61.5
17-3-1_74	51	48	0.1222	0.0055	5.8470	0.2547	0.3469	0.0080	0.18	1989.0	79.6	1953.4	37.8	1920.0	38.2	3.5	1.7	1989.0	79.6
17-3-1_110	266	79	0.1230	0.0028	6.0399	0.1393	0.3562	0.0063	0.33	1999.8	41.0	1981.6	20.1	1964.3	29.8	1.8	0.9	1999.8	41.0
17-3-1_25	785	160	0.1247	0.0028	6.0545	0.1498	0.3522	0.0074	0.48	2024.3	40.3	1983.7	21.6	1945.0	35.5	3.9	2.0	2024.3	40.3
17-3-1_89	118	130	0.1325	0.0039	6.8141	0.1984	0.3731	0.0067	0.27	2130.7	51.0	2087.6	25.8	2044.1	31.7	4.1	2.1	2130.7	51.0
17-3-1_32	223	161	0.1536	0.0051	8.6759	0.2905	0.4096	0.0110	0.37	2386.5	57.1	2304.5	30.5	2213.3	50.1	7.3	4.0	2386.5	57.1
17-3-1_46	687	387	0.1574	0.0038	9.3834	0.2499	0.4324	0.0102	0.50	2427.8	41.3	2376.2	24.4	2316.5	45.8	4.6	2.5	2427.8	41.3
17-3-1_67	70	34	0.1724	0.0048	11.4639	0.3191	0.4823	0.0090	0.29	2581.0	46.6	2561.6	26.0	2537.3	39.2	1.7	1.0	2581.0	46.6
17-3-1_13	142	79	0.1758	0.0042	11.6275	0.2816	0.4796	0.0090	0.35	2613.9	39.7	2574.9	22.6	2525.6	39.0	3.4	1.9	2613.9	39.7
17-3-1_81	446	24	0.1792	0.0041	12.0378	0.2702	0.4871	0.0079	0.26	2645.7	38.2	2607.4	21.0	2558.3	34.1	3.3	1.9	2645.7	38.2
17-3-1_15	357	185	0.1795	0.0041	12.1212	0.2699	0.4897	0.0089	0.31	2648.5	37.8	2613.8	20.9	2569.3	38.5	3.0	1.7	2648.5	37.8
17-3-1_100	458	223	0.1834	0.0035	12.6668	0.2561	0.5010	0.0075	0.39	2683.5	31.5	2655.2	19.0	2618.2	32.1	2.4	1.4	2683.5	31.5
17-3-1_53	142	125	0.1880	0.0046	13.1075	0.3227	0.5058	0.0104	0.37	2724.3	40.3	2687.4	23.2	2638.6	44.5	3.1	1.8	2724.3	40.3
17-3-1_95	136	95	0.2118	0.0047	16.0958	0.3684	0.5513	0.0092	0.36	2919.1	35.9	2882.5	21.9	2830.5	38.2	3.0	1.8	2919.1	35.9
17-3-1_21	81	44	0.2185	0.0057	17.1267	0.4314	0.5684	0.0108	0.28	2970.0	41.7	2942.0	24.2	2901.1	44.4	2.3	1.4	2970.0	41.7

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
Берриасские отложения Певекской впадины (утувеемская свита) обр. 12-6-1																			
12-6-1_45	310	106	0.0525	0.0063	0.1511	0.0176	0.0209	0.0008	0.05	308.7	272.3	142.9	15.5	133.1	4.9	56.9	6.9	133.1	4.9
12-6-1_61	432	113	0.0511	0.0041	0.1497	0.0115	0.0213	0.0007	0.06	243.3	185.1	141.6	10.2	135.6	4.5	44.3	4.2	135.6	4.5
12-6-1_82	464	100	0.0505	0.0045	0.1499	0.0130	0.0215	0.0008	0.10	216.9	205.7	141.8	11.5	137.3	4.7	36.7	3.1	137.3	4.7
12-6-1_64	468	114	0.0508	0.0041	0.1511	0.0120	0.0216	0.0007	0.05	233.1	188.6	142.9	10.6	137.5	4.3	41.0	3.8	137.5	4.3
12-6-1_100	312	91	0.0510	0.0049	0.1526	0.0143	0.0217	0.0008	0.07	239.7	221.3	144.2	12.6	138.5	4.9	42.2	4.0	138.5	4.9
12-6-1_85	459	122	0.0499	0.0043	0.1497	0.0124	0.0218	0.0008	0.07	190.6	198.4	141.7	10.9	138.8	4.8	27.2	2.1	138.8	4.8
12-6-1_1	859	283	0.0507	0.0036	0.1524	0.0107	0.0218	0.0005	0.10	228.8	164.1	144.0	9.4	138.9	3.4	39.3	3.5	138.9	3.4
12-6-1_39	184	59	0.0523	0.0084	0.1574	0.0247	0.0218	0.0009	0.02	298.5	367.3	148.5	21.7	139.2	5.8	53.3	6.2	139.2	5.8
12-6-1_107	511	206	0.0517	0.0046	0.1563	0.0137	0.0219	0.0006	0.03	273.5	204.7	147.4	12.0	139.7	3.8	48.9	5.2	139.7	3.8
12-6-1_43	378	77	0.0504	0.0045	0.1525	0.0132	0.0219	0.0007	0.05	212.9	206.0	144.1	11.6	140.0	4.4	34.2	2.9	140.0	4.4
12-6-1_23	1295	320	0.0494	0.0022	0.1514	0.0068	0.0223	0.0006	0.19	164.6	106.1	143.2	6.0	141.9	3.6	13.8	0.9	141.9	3.6
12-6-1_70	321	81	0.0516	0.0051	0.1584	0.0153	0.0223	0.0007	0.06	267.4	227.1	149.3	13.5	142.0	4.6	46.9	4.9	142.0	4.6
12-6-1_21	525	161	0.0509	0.0038	0.1564	0.0112	0.0223	0.0006	0.04	235.0	170.9	147.5	9.8	142.2	4.0	39.5	3.6	142.2	4.0
12-6-1_4	322	293	0.0515	0.0054	0.1587	0.0161	0.0223	0.0008	0.07	263.2	239.4	149.6	14.1	142.5	4.8	45.9	4.7	142.5	4.8
12-6-1_27	1103	337	0.0504	0.0030	0.1553	0.0090	0.0224	0.0005	0.09	211.8	136.4	146.6	7.9	142.6	3.4	32.7	2.7	142.6	3.4
12-6-1_90	762	150	0.0519	0.0054	0.1638	0.0167	0.0229	0.0009	0.09	281.2	237.8	154.0	14.6	145.9	5.5	48.1	5.3	145.9	5.5
12-6-1_60	1286	328	0.0506	0.0022	0.1853	0.0080	0.0266	0.0006	0.11	222.9	100.8	172.6	6.8	168.9	4.0	24.2	2.1	168.9	4.0
12-6-1_109	130	76	0.0536	0.0070	0.2414	0.0306	0.0327	0.0013	0.03	352.4	295.2	219.6	25.1	207.4	8.0	41.1	5.6	207.4	8.0
12-6-1_38	213	56	0.0521	0.0050	0.2371	0.0224	0.0330	0.0010	0.04	288.8	220.8	216.1	18.4	209.4	6.5	27.5	3.1	209.4	6.5
12-6-1_67	568	334	0.0510	0.0030	0.2335	0.0132	0.0332	0.0009	0.07	242.8	133.5	213.1	10.8	210.4	5.5	13.4	1.3	210.4	5.5
12-6-1_19	113	46	0.0529	0.0071	0.2441	0.0318	0.0335	0.0013	0.05	323.4	304.5	221.8	26.0	212.3	8.3	34.4	4.3	212.3	8.3
12-6-1_30	1617	977	0.0505	0.0019	0.2412	0.0090	0.0346	0.0008	0.21	218.6	85.9	219.4	7.4	219.4	5.1	-0.4	0.0	219.4	5.1
12-6-1_94	459	356	0.0516	0.0034	0.2486	0.0161	0.0349	0.0010	0.07	268.3	151.3	225.4	13.1	221.3	6.0	17.5	1.8	221.3	6.0
12-6-1_2	312	79	0.0521	0.0042	0.2519	0.0198	0.0351	0.0009	0.07	290.3	182.7	228.1	16.1	222.1	5.4	23.5	2.6	222.1	5.4
12-6-1_83	229	166	0.0512	0.0056	0.2532	0.0282	0.0359	0.0025	0.32	249.8	253.6	229.2	22.8	227.2	15.7	9.1	0.9	227.2	15.7
12-6-1_58	554	213	0.0516	0.0029	0.2647	0.0147	0.0372	0.0010	0.09	267.6	129.6	238.4	11.8	235.5	6.0	12.0	1.2	235.5	6.0
12-6-1_96	258	134	0.0526	0.0042	0.2703	0.0213	0.0373	0.0011	0.05	310.1	183.9	242.9	17.0	236.0	6.9	23.9	2.8	236.0	6.9

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
12-6-1_99	201	188	0.0535	0.0052	0.2773	0.0260	0.0376	0.0014	0.10	350.9	217.9	248.5	20.7	237.8	8.9	32.2	4.3	237.8	8.9
12-6-1_69	821	682	0.0518	0.0026	0.2716	0.0137	0.0380	0.0011	0.24	275.3	113.2	243.9	10.9	240.7	6.7	12.6	1.3	240.7	6.7
12-6-1_56	76	68	0.0534	0.0084	0.2810	0.0428	0.0382	0.0017	0.03	345.1	355.5	251.4	34.0	241.5	10.6	30.0	4.0	241.5	10.6
12-6-1_34	418	283	0.0514	0.0033	0.2771	0.0176	0.0391	0.0010	0.06	260.9	149.2	248.4	14.0	247.1	6.4	5.3	0.5	247.1	6.4
12-6-1_88	308	173	0.0534	0.0039	0.3149	0.0224	0.0427	0.0012	0.08	347.6	163.3	278.0	17.3	269.8	7.2	22.4	2.9	269.8	7.2
12-6-1_95	480	310	0.0527	0.0032	0.3109	0.0184	0.0428	0.0010	0.06	314.4	136.5	274.9	14.3	270.2	6.5	14.1	1.7	270.2	6.5
12-6-1_74	170	89	0.0525	0.0047	0.3110	0.0275	0.0430	0.0012	0.04	305.3	205.2	275.0	21.3	271.4	7.7	11.1	1.3	271.4	7.7
12-6-1_44	167	136	0.0528	0.0052	0.3137	0.0301	0.0431	0.0013	0.04	318.7	222.6	277.1	23.3	272.2	8.3	14.6	1.8	272.2	8.3
12-6-1_98	358	227	0.0532	0.0036	0.3188	0.0209	0.0435	0.0020	0.27	337.3	151.4	281.0	16.1	274.3	12.1	18.7	2.4	274.3	12.1
12-6-1_33	476	52	0.0534	0.0029	0.3223	0.0174	0.0438	0.0011	0.11	345.2	124.0	283.7	13.3	276.3	7.1	20.0	2.6	276.3	7.1
12-6-1_52	542	365	0.0521	0.0027	0.3227	0.0161	0.0449	0.0012	0.12	290.5	116.9	284.0	12.4	283.2	7.6	2.5	0.3	283.2	7.6
12-6-1_15	403	145	0.0508	0.0028	0.3184	0.0175	0.0455	0.0010	0.07	230.4	129.5	280.7	13.5	286.8	6.3	-24.5	-2.2	286.8	6.3
12-6-1_84	1256	105	0.0519	0.0023	0.3323	0.0148	0.0464	0.0015	0.27	280.7	102.3	291.4	11.3	292.7	9.2	-4.3	-0.5	292.7	9.2
12-6-1_13	261	137	0.0540	0.0036	0.3671	0.0237	0.0493	0.0012	0.03	372.4	149.7	317.5	17.6	310.1	7.1	16.7	2.3	310.1	7.1
12-6-1_12	202	102	0.0545	0.0046	0.3773	0.0312	0.0502	0.0014	0.06	392.9	190.0	325.0	23.0	315.6	8.6	19.7	2.9	315.6	8.6
12-6-1_59	426	151	0.0535	0.0030	0.3709	0.0208	0.0503	0.0014	0.11	348.9	128.6	320.3	15.4	316.4	8.3	9.3	1.2	316.4	8.3
12-6-1_16	339	170	0.0536	0.0034	0.3731	0.0228	0.0504	0.0012	0.05	356.3	141.5	322.0	16.9	317.3	7.3	10.9	1.5	317.3	7.3
12-6-1_31	118	63	0.0552	0.0060	0.3976	0.0420	0.0522	0.0017	0.04	421.8	241.3	339.9	30.5	328.0	10.3	22.2	3.5	328.0	10.3
12-6-1_103	499	160	0.0537	0.0028	0.3887	0.0203	0.0525	0.0016	0.19	359.2	119.6	333.5	14.8	329.8	10.0	8.2	1.1	329.8	10.0
12-6-1_9	322	233	0.0540	0.0032	0.3957	0.0234	0.0531	0.0015	0.18	372.7	134.8	338.5	17.1	333.6	9.3	10.5	1.5	333.6	9.3
12-6-1_49	178	87	0.0542	0.0045	0.3993	0.0324	0.0534	0.0014	0.04	378.8	185.6	341.2	23.5	335.7	8.9	11.4	1.6	335.7	8.9
12-6-1_81	184	121	0.0536	0.0044	0.3948	0.0315	0.0535	0.0017	0.05	352.7	186.2	337.8	22.9	335.7	10.5	4.8	0.6	335.7	10.5
12-6-1_18	253	185	0.0553	0.0039	0.4241	0.0290	0.0556	0.0018	0.12	423.2	157.9	359.0	20.7	349.1	10.8	17.5	2.7	349.1	10.8
12-6-1_73	607	558	0.0542	0.0023	0.4194	0.0171	0.0561	0.0014	0.10	378.2	93.6	355.6	12.2	352.1	8.3	6.9	1.0	352.1	8.3
12-6-1_40	113	37	0.0552	0.0051	0.4295	0.0392	0.0564	0.0018	0.04	420.4	208.5	362.8	27.8	353.9	10.7	15.8	2.5	353.9	10.7
12-6-1_102	654	351	0.0545	0.0027	0.4259	0.0208	0.0567	0.0022	0.31	391.9	111.7	360.3	14.8	355.4	13.4	9.3	1.4	355.4	13.4
12-6-1_75	486	475	0.0539	0.0024	0.4281	0.0189	0.0576	0.0014	0.09	366.1	101.3	361.8	13.4	361.1	8.5	1.4	0.2	361.1	8.5
12-6-1_3	141	75	0.0542	0.0043	0.4311	0.0339	0.0577	0.0014	0.03	377.7	180.8	364.0	24.1	361.8	8.2	4.2	0.6	361.8	8.2

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
12-6-1_35	480	277	0.0542	0.0026	0.4575	0.0215	0.0612	0.0015	0.12	379.9	106.9	382.5	15.0	382.9	9.2	-0.8	-0.1	382.9	9.2
12-6-1_46	248	98	0.0549	0.0033	0.4700	0.0281	0.0621	0.0017	0.10	407.4	136.4	391.2	19.4	388.5	10.2	4.6	0.7	388.5	10.2
12-6-1_86	689	274	0.0548	0.0022	0.4828	0.0198	0.0638	0.0016	0.18	406.1	91.3	400.0	13.5	398.9	9.5	1.8	0.3	398.9	9.5
12-6-1_72	756	488	0.0545	0.0022	0.4844	0.0191	0.0645	0.0015	0.15	391.7	88.8	401.1	13.1	402.7	9.3	-2.8	-0.4	402.7	9.3
12-6-1_57	266	121	0.0541	0.0030	0.4911	0.0270	0.0659	0.0017	0.10	374.3	126.1	405.6	18.4	411.1	10.6	-9.8	-1.4	411.1	10.6
12-6-1_65	108	66	0.0565	0.0053	0.5138	0.0475	0.0660	0.0020	0.04	471.9	209.3	421.0	31.9	411.8	12.1	12.7	2.2	411.8	12.1
12-6-1_79	102	69	0.0558	0.0054	0.5210	0.0492	0.0677	0.0020	0.04	444.0	214.2	425.8	32.9	422.5	12.3	4.9	0.8	422.5	12.3
12-6-1_10	30	148	0.0582	0.0119	0.5456	0.1098	0.0680	0.0030	0.04	536.9	449.5	442.1	72.2	424.1	18.2	21.0	4.1	424.1	18.2
12-6-1_76	242	234	0.0559	0.0028	0.5301	0.0256	0.0688	0.0017	0.07	446.6	110.3	431.9	17.0	429.1	10.5	3.9	0.6	429.1	10.5
12-6-1_17	263	198	0.0563	0.0028	0.5379	0.0264	0.0693	0.0016	0.08	462.8	111.7	437.0	17.4	432.1	9.7	6.6	1.1	432.1	9.7
12-6-1_48	389	180	0.0549	0.0027	0.5245	0.0251	0.0693	0.0018	0.12	406.5	109.1	428.1	16.7	432.2	10.7	-6.3	-0.9	432.2	10.7
12-6-1_26	632	393	0.0554	0.0021	0.5304	0.0201	0.0694	0.0016	0.20	428.4	83.7	432.1	13.3	432.8	9.7	-1.0	-0.2	432.8	9.7
12-6-1_25	340	105	0.0567	0.0027	0.5440	0.0250	0.0696	0.0016	0.10	478.3	104.3	441.1	16.5	434.0	9.9	9.3	1.6	434.0	9.9
12-6-1_28	142	55	0.0559	0.0041	0.5427	0.0388	0.0703	0.0019	0.06	450.3	162.4	440.2	25.6	438.3	11.7	2.7	0.4	438.3	11.7
12-6-1_89	366	313	0.0549	0.0026	0.5397	0.0249	0.0713	0.0017	0.08	409.3	105.0	438.2	16.4	443.7	10.4	-8.4	-1.3	443.7	10.4
12-6-1_24	398	182	0.0567	0.0026	0.5610	0.0252	0.0717	0.0015	0.07	480.3	101.3	452.2	16.4	446.7	9.3	7.0	1.2	446.7	9.3
12-6-1_93	482	341	0.0565	0.0023	0.5590	0.0221	0.0718	0.0019	0.12	470.9	90.0	450.9	14.4	447.0	11.1	5.1	0.9	447.0	11.1
12-6-1_87	489	143	0.0583	0.0023	0.6519	0.0250	0.0811	0.0019	0.10	540.3	85.1	509.6	15.4	502.8	11.4	6.9	1.3	502.8	11.4
12-6-1_101	207	37	0.0579	0.0031	0.6644	0.0353	0.0832	0.0029	0.25	526.4	118.0	517.3	21.5	515.2	17.4	2.1	0.4	515.2	17.4
12-6-1_5	216	36	0.0591	0.0032	0.7289	0.0380	0.0894	0.0020	0.07	572.3	117.3	555.9	22.3	551.9	12.0	3.6	0.7	551.9	12.0
12-6-1_29	54	18	0.0569	0.0058	0.7420	0.0751	0.0945	0.0029	0.06	489.2	226.7	563.5	43.8	582.1	17.2	-19.0	-3.3	582.1	17.2
12-6-1_36	118	56	0.0609	0.0044	0.8002	0.0570	0.0953	0.0027	0.07	636.7	156.4	597.0	32.1	586.6	15.9	7.9	1.7	586.6	15.9
12-6-1_62	241	298	0.0608	0.0026	0.8290	0.0341	0.0989	0.0026	0.13	631.9	90.9	613.1	18.9	608.0	15.0	3.8	0.8	608.0	15.0
12-6-1_55	42	19	0.0634	0.0061	0.8909	0.0837	0.1019	0.0033	0.04	721.2	204.9	646.9	45.0	625.8	19.3	13.2	3.3	625.8	19.3
12-6-1_91	350	111	0.0733	0.0024	1.7263	0.0570	0.1707	0.0041	0.18	1023.4	66.9	1018.4	21.2	1016.0	22.4	0.7	0.2	1023.4	66.9
12-6-1_71	411	222	0.0760	0.0023	1.8744	0.0554	0.1789	0.0041	0.13	1095.0	60.2	1072.1	19.6	1060.9	22.5	3.1	1.0	1095.0	60.2
12-6-1_22	203	54	0.0765	0.0027	1.9940	0.0707	0.1890	0.0039	0.12	1108.7	71.6	1113.5	24.0	1115.9	20.9	-0.6	-0.2	1108.7	71.6
12-6-1_42	143	103	0.0795	0.0031	2.1040	0.0814	0.1919	0.0047	0.13	1185.4	77.9	1150.1	26.6	1131.5	25.5	4.5	1.6	1185.4	77.9

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
12-6-1_77	294	145	0.0906	0.0028	3.0263	0.0937	0.2422	0.0057	0.16	1438.6	59.8	1414.3	23.6	1398.2	29.6	2.8	1.1	1438.6	59.8
12-6-1_105	126	84	0.0920	0.0034	3.1689	0.1188	0.2498	0.0062	0.21	1467.2	70.6	1449.6	28.9	1437.6	31.7	2.0	0.8	1467.2	70.6
12-6-1_66	352	150	0.0931	0.0027	3.2164	0.0913	0.2506	0.0056	0.11	1489.8	54.6	1461.1	22.0	1441.4	28.8	3.2	1.3	1489.8	54.6
12-6-1_97	672	315	0.0961	0.0027	3.5196	0.0976	0.2656	0.0061	0.18	1549.6	52.0	1531.6	21.9	1518.6	31.1	2.0	0.8	1549.6	52.0
12-6-1_104	350	192	0.0980	0.0032	3.7717	0.1251	0.2791	0.0074	0.27	1586.7	61.6	1586.7	26.6	1586.8	37.4	0.0	0.0	1586.7	61.6
12-6-1_80	70	61	0.1061	0.0044	4.5317	0.1863	0.3097	0.0076	0.12	1734.1	76.6	1736.8	34.2	1739.1	37.4	-0.3	-0.1	1734.1	76.6
12-6-1_8	59	54	0.1074	0.0048	4.5783	0.1978	0.3091	0.0083	0.20	1756.2	81.4	1745.3	36.0	1736.3	40.8	1.1	0.5	1756.2	81.4
12-6-1_41	141	240	0.1081	0.0034	4.6581	0.1432	0.3125	0.0075	0.14	1767.9	57.7	1759.7	25.7	1752.8	36.7	0.9	0.4	1767.9	57.7
12-6-1_50	153	85	0.1083	0.0036	4.6066	0.1507	0.3085	0.0074	0.18	1770.8	60.2	1750.5	27.3	1733.5	36.3	2.1	1.0	1770.8	60.2
12-6-1_47	74	46	0.1109	0.0041	5.0544	0.1827	0.3304	0.0083	0.17	1815.0	67.0	1828.5	30.6	1840.4	40.2	-1.4	-0.7	1815.0	67.0
12-6-1_110	201	150	0.1113	0.0036	4.9564	0.1615	0.3230	0.0087	0.31	1820.4	58.0	1811.9	27.5	1804.6	42.6	0.9	0.4	1820.4	58.0
12-6-1_6	193	182	0.1122	0.0034	5.0746	0.1569	0.3281	0.0081	0.35	1834.8	55.2	1831.9	26.2	1829.3	39.5	0.3	0.1	1834.8	55.2
12-6-1_53	133	55	0.1139	0.0037	5.1488	0.1678	0.3278	0.0079	0.21	1862.8	58.6	1844.2	27.7	1827.7	38.2	1.9	0.9	1862.8	58.6
12-6-1_14	71	90	0.1143	0.0041	5.2926	0.1882	0.3359	0.0070	0.15	1868.4	64.9	1867.7	30.4	1867.0	33.5	0.1	0.0	1868.4	64.9
12-6-1_37	317	83	0.1149	0.0033	5.3194	0.1528	0.3357	0.0078	0.23	1878.7	51.2	1872.0	24.5	1865.9	37.7	0.7	0.3	1878.7	51.2
12-6-1_51	182	55	0.1152	0.0037	5.2460	0.1673	0.3304	0.0081	0.19	1882.4	58.2	1860.1	27.2	1840.2	39.2	2.2	1.1	1882.4	58.2
12-6-1_78	77	97	0.1152	0.0044	5.3050	0.2005	0.3339	0.0079	0.10	1883.7	69.3	1869.7	32.3	1857.1	37.9	1.4	0.7	1883.7	69.3
12-6-1_11	237	138	0.1157	0.0031	5.3667	0.1402	0.3364	0.0065	0.17	1890.9	47.8	1879.6	22.4	1869.3	31.2	1.1	0.5	1890.9	47.8
12-6-1_7	111	61	0.1196	0.0038	5.9588	0.1834	0.3613	0.0070	0.16	1950.5	56.0	1969.9	26.8	1988.3	33.2	-1.9	-0.9	1950.5	56.0
12-6-1_20	62	22	0.1226	0.0044	5.9988	0.2122	0.3548	0.0084	0.21	1994.6	63.7	1975.7	30.8	1957.7	40.1	1.9	0.9	1994.6	63.7
12-6-1_108	69	30	0.1280	0.0043	6.5718	0.2151	0.3723	0.0091	0.16	2071.0	58.8	2055.6	28.8	2040.2	42.6	1.5	0.7	2071.0	58.8
12-6-1_68	251	277	0.1440	0.0041	8.2740	0.2292	0.4166	0.0093	0.13	2276.4	48.5	2261.5	25.1	2245.0	42.4	1.4	0.7	2276.4	48.5
12-6-1_63	304	109	0.1465	0.0041	8.3050	0.2312	0.4112	0.0094	0.18	2305.2	48.0	2264.9	25.2	2220.4	43.1	3.7	2.0	2305.2	48.0
12-6-1_92	136	33	0.1469	0.0048	8.5764	0.2866	0.4236	0.0112	0.28	2309.6	56.4	2294.1	30.4	2276.7	50.5	1.4	0.8	2309.6	56.4
12-6-1_32	72	69	0.1587	0.0051	9.8975	0.3126	0.4523	0.0108	0.18	2441.8	54.2	2425.3	29.1	2405.6	47.7	1.5	0.8	2441.8	54.2
12-6-1_106	322	231	0.1619	0.0042	10.3158	0.2776	0.4621	0.0108	0.26	2475.5	44.2	2463.5	24.9	2449.0	47.4	1.1	0.6	2475.5	44.2
12-6-1_54	106	100	0.1633	0.0049	10.3903	0.3092	0.4614	0.0113	0.20	2490.3	50.8	2470.2	27.6	2445.9	50.0	1.8	1.0	2490.3	50.8

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
Валанжинские отложения Певекской впадины (погынденская свита) обр. 6-3-1																			
6-3-1_39	66	122	0.0549	0.0133	0.1589	0.0377	0.0210	0.0011	0.02	409.6	544.6	149.7	33.0	133.8	6.8	67.3	10.6	133.8	6.8
6-3-1_54	93	102	0.0508	0.0099	0.1632	0.0311	0.0233	0.0011	0.02	230.1	440.9	153.5	27.2	148.6	6.6	35.4	3.2	148.6	6.6
6-3-1_63	38	33	0.0606	0.0186	0.2059	0.0622	0.0247	0.0014	0.01	623.4	670.6	190.1	52.4	157.1	8.9	74.8	17.4	157.1	8.9
6-3-1_73	217	266	0.0517	0.0061	0.1758	0.0202	0.0247	0.0007	0.04	271.2	269.1	164.5	17.4	157.1	4.6	42.1	4.5	157.1	4.6
6-3-1_20	161	141	0.0503	0.0062	0.1894	0.0228	0.0273	0.0009	0.05	206.8	285.9	176.1	19.4	173.9	5.8	16.0	1.3	173.9	5.8
6-3-1_27	408	97	0.0500	0.0037	0.1898	0.0141	0.0275	0.0006	0.13	194.8	173.6	176.5	12.0	175.1	4.0	10.1	0.8	175.1	4.0
6-3-1_45	115	96	0.0536	0.0061	0.2647	0.0292	0.0358	0.0013	0.07	352.6	257.0	238.4	23.4	227.0	8.0	35.6	4.8	227.0	8.0
6-3-1_3	14	17	0.0546	0.0280	0.2735	0.1388	0.0363	0.0029	0.01	395.2	886.0	245.5	110.8	230.1	17.7	41.8	6.3	230.1	17.7
6-3-1_43	654	70	0.0520	0.0026	0.2608	0.0128	0.0364	0.0008	0.20	284.1	113.4	235.3	10.3	230.4	5.1	18.9	2.1	230.4	5.1
6-3-1_81	263	150	0.0523	0.0039	0.2671	0.0197	0.0370	0.0009	0.10	300.4	171.1	240.4	15.8	234.3	5.4	22.0	2.5	234.3	5.4
6-3-1_21	445	170	0.0528	0.0029	0.2738	0.0150	0.0376	0.0008	0.14	318.3	126.8	245.7	12.0	238.2	4.9	25.2	3.1	238.2	4.9
6-3-1_30	120	70	0.0536	0.0062	0.2825	0.0321	0.0382	0.0012	0.04	353.9	262.8	252.7	25.4	241.9	7.2	31.6	4.3	241.9	7.2
6-3-1_16	134	109	0.0543	0.0057	0.2905	0.0301	0.0388	0.0011	0.06	383.0	237.8	259.0	23.7	245.5	6.6	35.9	5.2	245.5	6.6
6-3-1_53	205	288	0.0532	0.0047	0.2896	0.0250	0.0395	0.0012	0.09	339.0	201.0	258.3	19.7	249.4	7.5	26.4	3.4	249.4	7.5
6-3-1_36	39	82	0.0567	0.0152	0.3093	0.0821	0.0396	0.0020	0.02	480.3	600.7	273.6	63.7	250.1	12.4	47.9	8.6	250.1	12.4
6-3-1_11	245	185	0.0518	0.0040	0.2886	0.0218	0.0404	0.0009	0.07	278.1	176.4	257.5	17.2	255.2	5.6	8.2	0.9	255.2	5.6
6-3-1_32	74	124	0.0541	0.0080	0.3085	0.0445	0.0414	0.0016	0.04	373.4	333.2	273.0	34.5	261.4	9.6	30.0	4.2	261.4	9.6
6-3-1_51	228	256	0.0513	0.0049	0.2941	0.0276	0.0416	0.0011	0.06	255.3	220.0	261.8	21.7	262.5	6.5	-2.8	-0.3	262.5	6.5
6-3-1_71	92	67	0.0511	0.0064	0.2959	0.0367	0.0420	0.0011	0.02	245.1	291.1	263.2	28.8	265.3	6.8	-8.2	-0.8	265.3	6.8
6-3-1_26	180	119	0.0537	0.0055	0.3139	0.0316	0.0424	0.0013	0.08	360.1	231.5	277.2	24.4	267.5	7.7	25.7	3.5	267.5	7.7
6-3-1_44	311	468	0.0525	0.0034	0.3077	0.0199	0.0425	0.0010	0.13	307.7	149.5	272.4	15.5	268.3	6.0	12.8	1.5	268.3	6.0
6-3-1_23	440	270	0.0528	0.0024	0.3165	0.0141	0.0434	0.0008	0.14	321.8	103.6	279.2	10.9	274.2	5.2	14.8	1.8	274.2	5.2
6-3-1_79	70	44	0.0555	0.0080	0.3384	0.0479	0.0442	0.0016	0.03	431.8	324.0	296.0	36.4	279.1	9.9	35.4	5.7	279.1	9.9
6-3-1_17	122	161	0.0554	0.0060	0.3409	0.0360	0.0446	0.0013	0.05	428.9	241.5	297.9	27.3	281.4	8.3	34.4	5.5	281.4	8.3
6-3-1_57	224	264	0.0531	0.0040	0.3284	0.0241	0.0448	0.0012	0.12	334.8	169.9	288.4	18.4	282.7	7.4	15.6	2.0	282.7	7.4
6-3-1_22	130	102	0.0523	0.0054	0.3258	0.0326	0.0452	0.0013	0.05	300.0	234.4	286.4	25.0	284.7	8.2	5.1	0.6	284.7	8.2
6-3-1_50	132	104	0.0532	0.0053	0.3327	0.0328	0.0453	0.0011	0.05	339.4	227.2	291.6	25.0	285.7	6.9	15.8	2.0	285.7	6.9

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
6-3-1_4	123	102	0.0545	0.0053	0.3426	0.0328	0.0455	0.0012	0.08	393.6	218.4	299.1	24.8	287.1	7.6	27.0	4.0	287.1	7.6
6-3-1_87	138	46	0.0528	0.0048	0.3320	0.0297	0.0456	0.0012	0.06	318.2	208.0	291.1	22.7	287.7	7.1	9.6	1.2	287.7	7.1
6-3-1_86	217	132	0.0526	0.0042	0.3367	0.0266	0.0464	0.0010	0.06	310.4	183.6	294.6	20.2	292.6	6.3	5.7	0.7	292.6	6.3
6-3-1_74	299	248	0.0532	0.0032	0.3659	0.0217	0.0499	0.0011	0.12	338.3	137.4	316.6	16.1	313.7	6.9	7.3	0.9	313.7	6.9
6-3-1_35	302	157	0.0545	0.0026	0.4734	0.0224	0.0630	0.0011	0.12	391.1	108.3	393.6	15.5	394.0	6.9	-0.7	-0.1	394.0	6.9
6-3-1_56	80	106	0.0558	0.0059	0.5598	0.0585	0.0728	0.0023	0.09	443.1	236.6	451.4	38.1	453.0	13.6	-2.3	-0.4	453.0	13.6
6-3-1_28	112	26	0.0661	0.0037	1.1959	0.0670	0.1311	0.0025	0.12	810.8	118.6	798.7	31.0	794.4	14.5	2.0	0.5	794.4	14.5
6-3-1_31	393	216	0.0695	0.0030	1.3972	0.0603	0.1457	0.0023	0.16	914.9	88.9	887.8	25.5	876.9	13.0	4.1	1.2	876.9	13.0
6-3-1_29	506	301	0.0970	0.0134	3.2185	0.4502	0.2406	0.0250	0.38	1567.2	260.4	1461.6	108.5	1390.0	130.0	11.3	4.9	1567.2	260.4
6-3-1_78	78	54	0.1048	0.0037	4.3855	0.1496	0.3035	0.0062	0.20	1710.8	65.7	1709.6	28.2	1708.6	30.9	0.1	0.1	1710.8	65.7
6-3-1_46	123	60	0.1071	0.0040	4.3299	0.1573	0.2932	0.0062	0.25	1750.9	67.5	1699.1	30.0	1657.3	31.1	5.3	2.5	1750.9	67.5
6-3-1_13	120	50	0.1078	0.0033	4.4652	0.1339	0.3004	0.0062	0.30	1762.6	55.7	1724.5	24.9	1693.4	30.6	3.9	1.8	1762.6	55.7
6-3-1_34	151	106	0.1091	0.0035	4.5716	0.1462	0.3039	0.0051	0.25	1784.5	58.1	1744.1	26.7	1710.6	25.4	4.1	1.9	1784.5	58.1
6-3-1_6	265	57	0.1104	0.0031	4.6551	0.1307	0.3059	0.0061	0.32	1805.7	51.4	1759.2	23.5	1720.3	30.2	4.7	2.2	1805.7	51.4
6-3-1_14	409	220	0.1111	0.0024	4.8725	0.1112	0.3182	0.0053	0.42	1816.8	38.9	1797.5	19.2	1781.0	25.9	2.0	0.9	1816.8	38.9
6-3-1_65	241	18	0.1119	0.0027	5.0410	0.1220	0.3267	0.0056	0.32	1830.5	44.0	1826.2	20.5	1822.5	27.4	0.4	0.2	1830.5	44.0
6-3-1_64	793	123	0.1124	0.0277	4.2353	1.0201	0.2734	0.0643	0.46	1837.8	449.3	1680.9	198.5	1558.0	325.4	15.2	7.3	1837.8	449.3
6-3-1_47	133	99	0.1125	0.0038	5.0034	0.1673	0.3225	0.0070	0.30	1840.4	60.7	1819.9	28.3	1802.0	34.1	2.1	1.0	1840.4	60.7
6-3-1_12	1503	247	0.1131	0.0023	4.8672	0.1293	0.3122	0.0076	0.68	1849.5	36.6	1796.6	22.4	1751.4	37.5	5.3	2.5	1849.5	36.6
6-3-1_59	1396	776	0.1139	0.0022	5.1664	0.1051	0.3291	0.0055	0.43	1862.0	35.3	1847.1	17.3	1833.9	26.9	1.5	0.7	1862.0	35.3
6-3-1_49	121	42	0.1139	0.0037	4.9794	0.1600	0.3171	0.0056	0.23	1862.2	58.8	1815.8	27.2	1775.7	27.6	4.6	2.2	1862.2	58.8
6-3-1_42	182	28	0.1143	0.0029	5.2038	0.1323	0.3303	0.0060	0.35	1868.2	45.2	1853.2	21.6	1839.9	29.2	1.5	0.7	1868.2	45.2
6-3-1_68	185	56	0.1144	0.0033	5.0504	0.1434	0.3201	0.0067	0.31	1871.1	52.4	1827.8	24.1	1790.1	32.5	4.3	2.1	1871.1	52.4
6-3-1_38	60	27	0.1148	0.0045	5.2128	0.1952	0.3294	0.0073	0.18	1876.1	71.1	1854.7	31.9	1835.7	35.4	2.2	1.0	1876.1	71.1
6-3-1_70	31	53	0.1148	0.0056	5.2836	0.2618	0.3338	0.0083	0.26	1876.8	88.6	1866.2	42.3	1856.7	40.3	1.1	0.5	1876.8	88.6
6-3-1_9	164	31	0.1150	0.0029	5.1709	0.1317	0.3262	0.0057	0.31	1879.5	46.1	1847.8	21.7	1819.8	27.9	3.2	1.5	1879.5	46.1
6-3-1_1	296	65	0.1150	0.0023	5.3161	0.1079	0.3352	0.0048	0.33	1880.3	36.1	1871.4	17.4	1863.5	23.3	0.9	0.4	1880.3	36.1
6-3-1_24	210	242	0.1150	0.0027	5.2831	0.1261	0.3331	0.0055	0.36	1880.5	41.8	1866.1	20.4	1853.3	26.5	1.4	0.7	1880.5	41.8

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
6-3-1_7	417	12	0.1158	0.0026	5.2709	0.1197	0.3301	0.0058	0.39	1892.3	39.9	1864.2	19.4	1839.0	27.9	2.8	1.3	1892.3	39.9
6-3-1_52	188	115	0.1159	0.0032	5.3088	0.1394	0.3321	0.0066	0.28	1894.4	49.7	1870.3	22.4	1848.6	31.9	2.4	1.2	1894.4	49.7
6-3-1_48	262	56	0.1163	0.0027	5.3750	0.1257	0.3351	0.0065	0.39	1900.9	41.9	1880.9	20.0	1862.8	31.5	2.0	1.0	1900.9	41.9
6-3-1_67	33	71	0.1165	0.0060	5.3380	0.2693	0.3323	0.0074	0.17	1903.2	92.1	1875.0	43.2	1849.6	35.8	2.8	1.4	1903.2	92.1
6-3-1_75	146	44	0.1170	0.0032	5.4645	0.1482	0.3388	0.0070	0.34	1910.3	49.2	1895.0	23.3	1881.1	33.9	1.5	0.7	1910.3	49.2
6-3-1_69	185	41	0.1216	0.0033	6.0124	0.1633	0.3586	0.0064	0.28	1979.8	49.0	1977.6	23.6	1975.6	30.4	0.2	0.1	1979.8	49.0
6-3-1_33	569	185	0.1229	0.0026	5.9360	0.1328	0.3502	0.0069	0.49	1999.4	37.1	1966.5	19.4	1935.4	33.1	3.2	1.6	1999.4	37.1
6-3-1_66	83	35	0.1240	0.0039	6.1864	0.1875	0.3617	0.0068	0.24	2015.2	55.1	2002.5	26.5	1990.3	32.1	1.2	0.6	2015.2	55.1
6-3-1_85	277	115	0.1244	0.0028	6.2959	0.1338	0.3670	0.0069	0.34	2020.8	39.8	2017.9	18.6	2015.0	32.7	0.3	0.1	2020.8	39.8
6-3-1_41	93	56	0.1265	0.0049	6.4971	0.2471	0.3726	0.0068	0.20	2049.2	67.9	2045.5	33.5	2041.8	31.7	0.4	0.2	2049.2	67.9
6-3-1_72	44	22	0.1479	0.0049	8.6321	0.2889	0.4232	0.0095	0.33	2322.1	56.9	2299.9	30.5	2275.1	43.0	2.0	1.1	2322.1	56.9
6-3-1_37	435	71	0.1622	0.0047	9.7989	0.2940	0.4382	0.0116	0.46	2478.6	49.3	2416.0	27.6	2342.5	52.2	5.5	3.0	2478.6	49.3
6-3-1_18	189	48	0.1713	0.0419	8.4741	8.6147	0.3588	0.3620	0.97	2570.5	412.0	2283.2	996.2	1976.3	1727.7	23.1	13.4	2570.5	412.0
6-3-1_83	168	129	0.1715	0.0053	10.8813	0.3732	0.4603	0.0138	0.53	2571.9	52.1	2513.0	31.9	2440.8	61.0	5.1	2.9	2571.9	52.1
6-3-1_40	68	19	0.1722	0.0061	11.0781	0.4021	0.4665	0.0121	0.39	2579.6	58.8	2529.7	33.8	2468.0	53.1	4.3	2.4	2579.6	58.8
6-3-1_8	85	43	0.1778	0.0049	12.0273	0.3346	0.4906	0.0098	0.35	2632.3	46.0	2606.5	26.1	2573.5	42.3	2.2	1.3	2632.3	46.0
6-3-1_10	321	131	0.1783	0.0036	12.0841	0.2629	0.4914	0.0079	0.43	2637.5	33.7	2611.0	20.4	2576.9	34.2	2.3	1.3	2637.5	33.7
6-3-1_5	216	133	0.1799	0.0038	12.3988	0.2726	0.4999	0.0086	0.42	2651.9	34.9	2635.1	20.7	2613.2	37.2	1.5	0.8	2651.9	34.9
6-3-1_76	126	59	0.1837	0.0047	12.8440	0.3142	0.5072	0.0101	0.32	2686.2	42.3	2668.3	23.0	2644.7	43.2	1.5	0.9	2686.2	42.3
6-3-1_60	267	357	0.1852	0.0034	12.9284	0.2461	0.5063	0.0080	0.42	2699.9	30.2	2674.4	17.9	2640.9	34.0	2.2	1.3	2699.9	30.2
6-3-1_58	132	120	0.1853	0.0042	12.9279	0.3011	0.5061	0.0088	0.38	2700.7	37.3	2674.4	22.0	2639.8	37.6	2.3	1.3	2700.7	37.3
6-3-1_82	337	193	0.1854	0.0034	13.1426	0.2482	0.5142	0.0080	0.39	2701.6	30.6	2689.9	17.8	2674.4	33.9	1.0	0.6	2701.6	30.6
6-3-1_77	183	112	0.1862	0.0038	13.2162	0.2795	0.5147	0.0086	0.40	2709.1	33.8	2695.2	20.0	2676.8	36.5	1.2	0.7	2709.1	33.8
6-3-1_61	884	1179	0.1867	0.0033	13.2659	0.2523	0.5154	0.0082	0.47	2713.2	29.1	2698.8	18.0	2679.5	34.9	1.2	0.7	2713.2	29.1
6-3-1_55	422	373	0.1995	0.0075	13.9613	0.5136	0.5075	0.0172	0.43	2822.4	61.4	2747.1	34.9	2645.9	73.7	6.3	3.7	2822.4	61.4
Валанжинские отложения Певекской впадины (погынденская свита) обр. 21-5-1																			
21-5-1_33	42	49	0.0550	0.0139	0.1678	0.0417	0.0221	0.0012	0.02	413.8	572.0	157.5	36.3	141.0	7.5	65.9	10.5	141.0	7.5
21-5-1_56	145	113	0.0510	0.0061	0.1586	0.0187	0.0226	0.0007	0.06	239.6	277.6	149.5	16.4	143.8	4.5	40.0	3.8	143.8	4.5

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
21-5-1_81	147	94	0.0523	0.0061	0.1711	0.0196	0.0237	0.0008	0.08	298.5	267.6	160.4	17.0	151.2	5.1	49.3	5.7	151.2	5.1
21-5-1_58	29	31	0.0551	0.0178	0.1860	0.0589	0.0245	0.0018	0.01	414.3	735.5	173.2	50.4	156.0	11.1	62.3	9.9	156.0	11.1
21-5-1_103	48	31	0.0543	0.0130	0.1868	0.0439	0.0249	0.0013	0.01	384.3	543.7	173.9	37.5	158.8	8.2	58.7	8.7	158.8	8.2
21-5-1_66	13	8	0.0578	0.0289	0.2077	0.1027	0.0260	0.0021	0.01	523.6	994.7	191.6	86.4	165.8	13.3	68.3	13.5	165.8	13.3
21-5-1_30	276	158	0.0504	0.0047	0.1813	0.0166	0.0261	0.0007	0.06	211.8	216.3	169.2	14.3	166.1	4.1	21.6	1.8	166.1	4.1
21-5-1_74	280	81	0.0517	0.0044	0.1866	0.0157	0.0262	0.0007	0.11	272.9	194.9	173.8	13.4	166.6	4.1	39.0	4.1	166.6	4.1
21-5-1_2	139	186	0.0508	0.0063	0.1851	0.0225	0.0264	0.0008	0.03	230.9	288.6	172.4	19.3	168.2	5.3	27.2	2.5	168.2	5.3
21-5-1_23	55	24	0.0530	0.0093	0.2033	0.0342	0.0278	0.0016	0.03	330.9	399.9	187.9	28.8	176.7	9.8	46.6	6.0	176.7	9.8
21-5-1_32	290	196	0.0512	0.0041	0.1989	0.0154	0.0282	0.0008	0.09	249.5	183.9	184.2	13.0	179.2	5.2	28.2	2.7	179.2	5.2
21-5-1_100	61	48	0.0524	0.0089	0.2396	0.0402	0.0331	0.0014	0.06	304.5	389.8	218.1	32.9	210.2	8.8	31.0	3.6	210.2	8.8
21-5-1_87	120	69	0.0527	0.0062	0.2413	0.0278	0.0332	0.0010	0.06	315.2	267.1	219.5	22.7	210.6	6.2	33.2	4.0	210.6	6.2
21-5-1_4	156	156	0.0509	0.0047	0.2478	0.0221	0.0353	0.0010	0.05	234.4	212.3	224.8	18.0	223.8	6.0	4.5	0.4	223.8	6.0
21-5-1_55	46	23	0.0547	0.0102	0.2703	0.0495	0.0358	0.0015	0.02	399.2	421.6	242.9	39.6	227.0	9.3	43.1	6.5	227.0	9.3
21-5-1_31	53	75	0.0534	0.0078	0.2670	0.0380	0.0362	0.0015	0.04	347.3	333.0	240.3	30.4	229.5	9.6	33.9	4.5	229.5	9.6
21-5-1_54	72	98	0.0521	0.0072	0.2623	0.0356	0.0365	0.0015	0.06	288.6	319.1	236.5	28.6	231.3	9.2	19.8	2.2	231.3	9.2
21-5-1_53	47	15	0.0537	0.0087	0.2770	0.0434	0.0374	0.0019	0.07	358.9	366.7	248.3	34.5	236.7	12.1	34.0	4.7	236.7	12.1
21-5-1_6	400	307	0.0512	0.0031	0.2680	0.0157	0.0380	0.0007	0.07	250.1	137.4	241.1	12.6	240.2	4.2	4.0	0.4	240.2	4.2
21-5-1_70	84	88	0.0537	0.0067	0.2877	0.0350	0.0388	0.0015	0.06	359.8	282.9	256.8	27.6	245.6	9.3	31.7	4.3	245.6	9.3
21-5-1_96	25	24	0.0577	0.0143	0.3099	0.0751	0.0389	0.0021	0.02	519.9	547.2	274.1	58.3	246.2	12.9	52.7	10.2	246.2	12.9
21-5-1_77	182	288	0.0525	0.0043	0.2855	0.0228	0.0394	0.0010	0.09	308.7	186.1	255.0	18.0	249.2	6.3	19.3	2.3	249.2	6.3
21-5-1_64	34	23	0.0560	0.0107	0.3079	0.0566	0.0399	0.0023	0.02	450.5	426.8	272.6	44.0	252.3	14.0	44.0	7.4	252.3	14.0
21-5-1_85	138	246	0.0544	0.0051	0.3395	0.0306	0.0452	0.0013	0.06	388.4	208.9	296.8	23.2	285.3	8.1	26.6	3.9	285.3	8.1
21-5-1_71	39	42	0.0572	0.0082	0.4372	0.0602	0.0554	0.0024	0.04	501.1	314.4	368.3	42.5	347.5	14.5	30.7	5.6	347.5	14.5
21-5-1_88	58	14	0.0660	0.0153	0.7821	0.1773	0.0859	0.0056	0.07	806.8	488.4	586.7	101.1	531.4	33.5	34.1	9.4	531.4	33.5
21-5-1_8	37	20	0.0825	0.0049	2.5348	0.1476	0.2228	0.0047	0.09	1257.8	117.1	1282.1	42.4	1296.6	24.7	-3.1	-1.1	1257.8	117.1
21-5-1_20	453	363	0.1049	0.0020	4.3351	0.0822	0.2996	0.0044	0.34	1713.1	34.9	1700.1	15.6	1689.5	21.7	1.4	0.6	1713.1	34.9
21-5-1_26	165	153	0.1051	0.0029	4.3899	0.1138	0.3028	0.0057	0.24	1716.8	50.9	1710.4	21.4	1705.2	28.0	0.7	0.3	1716.8	50.9
21-5-1_52	633	298	0.1053	0.0037	4.2188	0.1471	0.2906	0.0104	0.50	1719.3	64.4	1677.7	28.6	1644.6	52.0	4.3	2.0	1719.3	64.4

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
21-5-1_1	481	312	0.1098	0.0034	4.4917	0.1398	0.2968	0.0074	0.40	1795.4	55.9	1729.4	25.8	1675.4	36.7	6.7	3.1	1795.4	55.9
21-5-1_25	5	1	0.1099	0.0133	4.9772	0.5932	0.3286	0.0125	0.10	1797.0	221.3	1815.5	100.9	1831.6	60.8	-1.9	-0.9	1797.0	221.3
21-5-1_65	245	4	0.1101	0.0025	4.8872	0.1069	0.3219	0.0045	0.24	1801.3	41.0	1800.0	18.4	1799.0	21.9	0.1	0.1	1801.3	41.0
21-5-1_42	169	120	0.1101	0.0032	4.7222	0.1371	0.3110	0.0061	0.30	1801.3	53.7	1771.2	24.3	1745.7	30.1	3.1	1.4	1801.3	53.7
21-5-1_78	141	61	0.1113	0.0036	4.7570	0.1568	0.3101	0.0073	0.36	1820.3	59.4	1777.3	27.7	1741.0	36.1	4.4	2.0	1820.3	59.4
21-5-1_5	659	23	0.1116	0.0030	4.7479	0.1226	0.3085	0.0060	0.32	1825.8	48.1	1775.7	21.7	1733.4	29.7	5.1	2.4	1825.8	48.1
21-5-1_51	26	32	0.1119	0.0065	4.9066	0.2867	0.3180	0.0116	0.32	1830.4	105.3	1803.4	49.3	1780.1	56.5	2.8	1.3	1830.4	105.3
21-5-1_76	11	7	0.1121	0.0081	5.2138	0.3611	0.3372	0.0099	0.11	1834.5	130.3	1854.9	59.0	1873.1	47.6	-2.1	-1.0	1834.5	130.3
21-5-1_15	195	196	0.1132	0.0025	5.1328	0.1122	0.3290	0.0042	0.22	1850.8	40.2	1841.6	18.6	1833.4	20.5	0.9	0.4	1850.8	40.2
21-5-1_18	440	165	0.1132	0.0023	4.9815	0.1028	0.3193	0.0047	0.36	1850.8	36.4	1816.2	17.5	1786.1	23.0	3.5	1.7	1850.8	36.4
21-5-1_105	59	47	0.1133	0.0041	5.0760	0.1769	0.3250	0.0062	0.20	1852.7	64.8	1832.1	29.6	1814.0	30.2	2.1	1.0	1852.7	64.8
21-5-1_107	38	20	0.1145	0.0053	5.2875	0.2345	0.3350	0.0088	0.21	1871.7	83.4	1866.8	37.9	1862.5	42.7	0.5	0.2	1871.7	83.4
21-5-1_61	33	3	0.1145	0.0060	5.2555	0.2674	0.3329	0.0074	0.15	1872.0	94.2	1861.7	43.4	1852.5	35.8	1.0	0.5	1872.0	94.2
21-5-1_104	136	122	0.1149	0.0033	5.1535	0.1440	0.3254	0.0058	0.27	1877.9	51.3	1845.0	23.8	1815.9	28.4	3.3	1.6	1877.9	51.3
21-5-1_36	597	324	0.1150	0.0024	5.2253	0.1065	0.3294	0.0056	0.38	1880.4	37.0	1856.7	17.4	1835.7	26.9	2.4	1.1	1880.4	37.0
21-5-1_49	51	31	0.1152	0.0059	5.2849	0.2707	0.3328	0.0110	0.31	1882.5	92.6	1866.4	43.7	1852.0	53.4	1.6	0.8	1882.5	92.6
21-5-1_47	357	143	0.1153	0.0036	5.2691	0.1622	0.3315	0.0097	0.44	1884.2	56.5	1863.9	26.3	1845.7	46.9	2.0	1.0	1884.2	56.5
21-5-1_45	84	40	0.1153	0.0041	5.4103	0.1772	0.3403	0.0104	0.35	1884.6	64.4	1886.5	28.1	1888.2	50.2	-0.2	-0.1	1884.6	64.4
21-5-1_24	81	68	0.1154	0.0035	5.3470	0.1627	0.3360	0.0059	0.27	1886.4	54.8	1876.4	26.0	1867.4	28.6	1.0	0.5	1886.4	54.8
21-5-1_82	106	28	0.1155	0.0033	5.2268	0.1519	0.3281	0.0071	0.37	1888.3	51.7	1857.0	24.8	1829.2	34.2	3.1	1.5	1888.3	51.7
21-5-1_93	135	24	0.1156	0.0034	5.2863	0.1463	0.3316	0.0070	0.29	1889.4	52.7	1866.7	23.6	1846.3	34.0	2.3	1.1	1889.4	52.7
21-5-1_44	27	40	0.1156	0.0057	5.4746	0.2604	0.3434	0.0075	0.15	1889.8	88.4	1896.6	40.8	1902.8	35.8	-0.7	-0.3	1889.8	88.4
21-5-1_50	476	57	0.1157	0.0040	5.4374	0.1943	0.3409	0.0109	0.48	1890.7	61.8	1890.8	30.6	1890.8	52.4	0.0	0.0	1890.7	61.8
21-5-1_73	409	24	0.1159	0.0024	5.3992	0.1202	0.3380	0.0065	0.50	1893.4	36.9	1884.7	19.1	1876.9	31.5	0.9	0.4	1893.4	36.9
21-5-1_38	446	42	0.1159	0.0025	5.3863	0.1198	0.3371	0.0059	0.38	1893.5	39.5	1882.7	19.0	1872.9	28.3	1.1	0.5	1893.5	39.5
21-5-1_59	336	113	0.1160	0.0026	5.3769	0.1207	0.3363	0.0053	0.31	1894.7	41.0	1881.2	19.2	1869.0	25.7	1.4	0.7	1894.7	41.0
21-5-1_98	508	2	0.1162	0.0021	5.3909	0.1000	0.3364	0.0050	0.39	1898.8	32.7	1883.4	15.9	1869.5	24.0	1.5	0.7	1898.8	32.7
21-5-1_40	35	54	0.1166	0.0055	5.3920	0.2434	0.3353	0.0079	0.14	1905.1	85.5	1883.6	38.7	1864.2	38.1	2.1	1.0	1905.1	85.5

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
21-5-1_16	13	33	0.1169	0.0077	5.4743	0.3513	0.3395	0.0096	0.15	1909.8	118.6	1896.6	55.1	1884.5	46.0	1.3	0.6	1909.8	118.6
21-5-1_89	26	6	0.1170	0.0058	5.6340	0.2671	0.3493	0.0093	0.20	1910.5	88.3	1921.3	40.9	1931.4	44.5	-1.1	-0.5	1910.5	88.3
21-5-1_19	41	37	0.1171	0.0048	5.2707	0.2103	0.3264	0.0069	0.21	1912.8	73.3	1864.1	34.1	1820.8	33.6	4.8	2.3	1912.8	73.3
21-5-1_7	111	62	0.1172	0.0034	5.5004	0.1571	0.3403	0.0049	0.17	1914.2	52.5	1900.7	24.5	1888.3	23.5	1.4	0.6	1914.2	52.5
21-5-1_110	712	116	0.1174	0.0023	5.5261	0.1052	0.3415	0.0050	0.29	1916.5	35.6	1904.7	16.4	1893.9	24.0	1.2	0.6	1916.5	35.6
21-5-1_95	89	78	0.1177	0.0038	5.6312	0.1766	0.3471	0.0079	0.32	1920.9	57.5	1920.9	27.1	1920.9	37.9	0.0	0.0	1920.9	57.5
21-5-1_106	269	36	0.1177	0.0025	5.5918	0.1190	0.3444	0.0051	0.32	1922.2	38.0	1914.8	18.3	1908.0	24.5	0.7	0.4	1922.2	38.0
21-5-1_48	67	66	0.1178	0.0046	5.5807	0.2134	0.3435	0.0091	0.29	1923.6	70.4	1913.1	32.9	1903.5	43.4	1.0	0.5	1923.6	70.4
21-5-1_3	252	101	0.1180	0.0023	5.5059	0.1068	0.3385	0.0049	0.31	1925.5	35.2	1901.5	16.7	1879.6	23.6	2.4	1.2	1925.5	35.2
21-5-1_92	44	20	0.1183	0.0046	5.5512	0.2081	0.3402	0.0076	0.22	1931.2	69.6	1908.6	32.3	1887.8	36.4	2.3	1.1	1931.2	69.6
21-5-1_12	243	65	0.1184	0.0027	5.6261	0.1267	0.3447	0.0063	0.39	1932.0	40.2	1920.1	19.4	1909.1	30.3	1.2	0.6	1932.0	40.2
21-5-1_75	167	74	0.1188	0.0031	5.6062	0.1489	0.3422	0.0071	0.39	1938.7	47.0	1917.0	22.9	1897.1	34.0	2.1	1.0	1938.7	47.0
21-5-1_37	84	21	0.1191	0.0036	5.6870	0.1775	0.3463	0.0061	0.31	1943.1	54.5	1929.4	26.9	1916.7	29.1	1.4	0.7	1943.1	54.5
21-5-1_90	146	56	0.1193	0.0030	5.7444	0.1555	0.3491	0.0068	0.43	1946.5	45.4	1938.1	23.4	1930.2	32.4	0.8	0.4	1946.5	45.4
21-5-1_67	154	31	0.1195	0.0033	5.8033	0.1645	0.3521	0.0072	0.37	1949.3	49.8	1946.9	24.6	1944.7	34.4	0.2	0.1	1949.3	49.8
21-5-1_91	29	30	0.1198	0.0056	5.7314	0.2661	0.3468	0.0079	0.22	1954.0	83.4	1936.1	40.1	1919.5	37.7	1.8	0.9	1954.0	83.4
21-5-1_22	122	83	0.1209	0.0032	5.7720	0.1502	0.3461	0.0061	0.29	1970.2	47.1	1942.2	22.5	1916.1	29.2	2.7	1.3	1970.2	47.1
21-5-1_99	146	43	0.1212	0.0030	5.8510	0.1424	0.3500	0.0051	0.25	1974.4	43.9	1954.0	21.1	1934.8	24.6	2.0	1.0	1974.4	43.9
21-5-1_97	283	98	0.1217	0.0025	6.0222	0.1226	0.3590	0.0059	0.38	1980.9	36.3	1979.1	17.7	1977.3	28.0	0.2	0.1	1980.9	36.3
21-5-1_39	188	53	0.1222	0.0027	6.0293	0.1351	0.3580	0.0055	0.35	1987.9	39.1	1980.1	19.5	1972.6	26.3	0.8	0.4	1987.9	39.1
21-5-1_28	586	71	0.1223	0.0027	6.0935	0.1339	0.3613	0.0071	0.40	1990.6	39.7	1989.3	19.2	1988.1	33.4	0.1	0.1	1990.6	39.7
21-5-1_109	152	28	0.1225	0.0028	5.9944	0.1400	0.3549	0.0060	0.36	1993.0	40.9	1975.0	20.3	1957.9	28.5	1.8	0.9	1993.0	40.9
21-5-1_69	76	12	0.1232	0.0034	6.1804	0.1695	0.3638	0.0065	0.29	2003.0	49.3	2001.7	24.0	2000.4	30.6	0.1	0.1	2003.0	49.3
21-5-1_10	148	161	0.1235	0.0036	6.0740	0.1806	0.3568	0.0079	0.38	2007.0	52.0	1986.5	25.9	1966.9	37.7	2.0	1.0	2007.0	52.0
21-5-1_41	85	75	0.1236	0.0034	6.1258	0.1632	0.3595	0.0061	0.22	2008.8	49.4	1993.9	23.3	1979.6	28.8	1.5	0.7	2008.8	49.4
21-5-1_14	126	52	0.1239	0.0030	6.1923	0.1498	0.3626	0.0048	0.24	2012.7	42.9	2003.4	21.2	1994.3	22.8	0.9	0.5	2012.7	42.9
21-5-1_68	195	76	0.1242	0.0031	6.2073	0.1531	0.3624	0.0060	0.30	2017.7	44.0	2005.5	21.6	1993.7	28.2	1.2	0.6	2017.7	44.0
21-5-1_79	116	187	0.1243	0.0037	6.1566	0.1837	0.3592	0.0077	0.36	2019.2	52.4	1998.3	26.1	1978.2	36.6	2.0	1.0	2019.2	52.4

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
21-5-1_9	477	188	0.1262	0.0028	6.2765	0.1404	0.3608	0.0069	0.41	2045.2	39.2	2015.2	19.6	1986.0	32.6	2.9	1.4	2045.2	39.2
21-5-1_72	68	20	0.1276	0.0041	6.4960	0.2014	0.3693	0.0077	0.29	2064.8	56.1	2045.4	27.3	2026.1	36.5	1.9	0.9	2064.8	56.1
21-5-1_11	80	50	0.1468	0.0044	8.4839	0.2626	0.4191	0.0109	0.43	2309.0	51.9	2284.2	28.1	2256.5	49.5	2.3	1.2	2309.0	51.9
21-5-1_102	33	41	0.1561	0.0058	9.4966	0.3531	0.4411	0.0100	0.30	2414.2	63.0	2387.2	34.2	2355.8	44.5	2.4	1.3	2414.2	63.0
21-5-1_94	21	11	0.1570	0.0066	9.5523	0.3944	0.4414	0.0113	0.27	2423.1	71.4	2392.6	38.0	2356.9	50.5	2.7	1.5	2423.1	71.4
21-5-1_46	1736	366	0.1586	0.0155	9.1504	0.4734	0.4185	0.0420	0.31	2440.5	165.2	2353.2	47.4	2253.7	191.0	7.7	4.2	2440.5	165.2
21-5-1_60	96	48	0.1636	0.0046	10.3153	0.2727	0.4574	0.0090	0.27	2492.8	47.2	2463.5	24.5	2428.1	39.8	2.6	1.4	2492.8	47.2
21-5-1_62	767	176	0.1661	0.0039	10.6081	0.2362	0.4633	0.0097	0.40	2518.5	39.3	2489.4	20.7	2453.9	42.9	2.6	1.4	2518.5	39.3
21-5-1_84	143	105	0.1674	0.0048	10.5409	0.3061	0.4566	0.0096	0.37	2532.2	47.9	2483.5	26.9	2424.4	42.5	4.3	2.4	2532.2	47.9
21-5-1_63	22	14	0.1680	0.0062	10.9780	0.3879	0.4740	0.0125	0.29	2537.4	62.3	2521.3	32.9	2501.2	54.6	1.4	0.8	2537.4	62.3
21-5-1_101	382	128	0.1758	0.0043	11.7661	0.3162	0.4855	0.0114	0.53	2613.3	40.6	2586.0	25.2	2551.2	49.7	2.4	1.3	2613.3	40.6
21-5-1_86	60	50	0.1766	0.0051	12.0545	0.3527	0.4951	0.0098	0.35	2620.9	47.9	2608.7	27.4	2592.9	42.4	1.1	0.6	2620.9	47.9
21-5-1_21	130	69	0.1770	0.0043	11.9098	0.2877	0.4880	0.0086	0.34	2624.8	40.2	2597.3	22.6	2562.2	37.2	2.4	1.4	2624.8	40.2
21-5-1_34	9	7	0.1782	0.0095	12.2458	0.6409	0.4985	0.0141	0.22	2635.8	88.9	2623.4	49.1	2607.4	60.9	1.1	0.6	2635.8	88.9
21-5-1_27	63	48	0.1800	0.0055	12.2535	0.3660	0.4937	0.0103	0.29	2653.0	50.9	2624.0	28.0	2586.6	44.5	2.5	1.4	2653.0	50.9
21-5-1_108	102	65	0.1822	0.0041	12.5720	0.2744	0.5005	0.0076	0.28	2672.9	36.9	2648.1	20.5	2615.8	32.6	2.1	1.2	2672.9	36.9
21-5-1_17	40	50	0.1825	0.0051	12.5064	0.3407	0.4970	0.0087	0.25	2675.8	46.4	2643.2	25.6	2600.9	37.5	2.8	1.6	2675.8	46.4
21-5-1_57	182	100	0.1852	0.0039	12.9548	0.2910	0.5074	0.0085	0.43	2699.9	35.1	2676.4	21.2	2645.4	36.4	2.0	1.2	2699.9	35.1
21-5-1_29	53	87	0.1854	0.0056	13.0627	0.3888	0.5111	0.0093	0.27	2701.4	49.6	2684.2	28.1	2661.4	39.5	1.5	0.9	2701.4	49.6
21-5-1_83	133	30	0.1999	0.0053	14.8496	0.4247	0.5387	0.0122	0.48	2825.5	43.2	2805.6	27.2	2778.1	51.2	1.7	1.0	2825.5	43.2
21-5-1_35	87	56	0.2005	0.0063	14.3010	0.4299	0.5173	0.0112	0.28	2830.4	51.3	2769.9	28.5	2687.5	47.6	5.0	3.0	2830.4	51.3
21-5-1_13	173	116	0.2033	0.0042	15.1789	0.3005	0.5416	0.0077	0.24	2852.5	33.7	2826.5	18.9	2790.2	32.0	2.2	1.3	2852.5	33.7
21-5-1_80	49	25	0.2231	0.0083	17.2648	0.6542	0.5612	0.0170	0.41	3003.3	59.9	2949.7	36.4	2871.7	70.1	4.4	2.6	3003.3	59.9
21-5-1_43	197	40	0.2305	0.0056	18.7114	0.4616	0.5887	0.0113	0.40	3055.7	38.7	3027.1	23.8	2984.1	45.7	2.3	1.4	3055.7	38.7
Волжские отложения Верхне-Пегтымельской впадины (имлекинская свита) обр. 35-12-9																			
35-12-9_42	322	1187	0.0504	0.0013	0.1481	0.0043	0.0213	0.0005	0.67	211.7	60.0	140.3	3.8	136.1	3.3	35.7	3.0	136.1	3.3
35-12-9_08	353	1179	0.0506	0.0013	0.1494	0.0042	0.0214	0.0005	0.67	223.0	58.4	141.4	3.7	136.6	3.2	38.7	3.4	136.6	3.2
35-12-9_43	64	453	0.0514	0.0026	0.1524	0.0079	0.0215	0.0006	0.61	258.3	116.4	144.1	7.0	137.3	3.7	46.9	4.7	137.3	3.7

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
35-12-9_24	266	763	0.0499	0.0014	0.1482	0.0045	0.0215	0.0005	0.66	190.7	65.2	140.4	4.0	137.4	3.3	27.9	2.1	137.4	3.3
35-12-9_60	167	845	0.0496	0.0020	0.1474	0.0063	0.0216	0.0006	0.63	172.9	94.6	139.7	5.6	137.7	3.7	20.4	1.4	137.7	3.7
35-12-9_23	192	668	0.0503	0.0015	0.1498	0.0048	0.0216	0.0005	0.65	209.0	68.8	141.8	4.2	137.8	3.3	34.1	2.8	137.8	3.3
35-12-9_143	50	204	0.0484	0.0022	0.1450	0.0069	0.0217	0.0006	0.61	119.9	107.7	137.6	6.1	138.6	3.5	-15.6	-0.7	138.6	3.5
35-12-9_113	175	1080	0.0492	0.0014	0.1474	0.0047	0.0217	0.0005	0.66	157.6	68.1	139.7	4.2	138.6	3.4	12.0	0.8	138.6	3.4
35-12-9_17	273	1105	0.0893	0.0027	0.2676	0.0089	0.0217	0.0006	0.66	1410.3	58.3	240.8	7.1	138.6	3.5	90.2	42.4	138.6	3.5
35-12-9_25	40	168	0.0478	0.0023	0.1437	0.0072	0.0218	0.0006	0.61	89.5	115.6	136.3	6.4	139.1	3.5	-55.4	-2.0	139.1	3.5
35-12-9_73	265	756	0.0504	0.0015	0.1514	0.0051	0.0218	0.0006	0.66	211.3	70.9	143.2	4.5	139.1	3.5	34.2	2.8	139.1	3.5
35-12-9_27	99	544	0.0517	0.0023	0.1554	0.0071	0.0218	0.0006	0.63	269.3	100.1	146.7	6.2	139.3	3.7	48.3	5.1	139.3	3.7
35-12-9_10	268	980	0.0732	0.0018	0.2210	0.0061	0.0219	0.0005	0.67	1019.8	50.4	202.8	5.1	139.7	3.3	86.3	31.1	139.7	3.3
35-12-9_52	187	712	0.0485	0.0014	0.1465	0.0046	0.0219	0.0005	0.66	123.8	67.7	138.9	4.1	139.7	3.4	-12.9	-0.6	139.7	3.4
35-12-9_38	103	683	0.0489	0.0015	0.1478	0.0049	0.0219	0.0005	0.66	140.0	71.2	140.0	4.3	140.0	3.4	0.0	0.0	140.0	3.4
35-12-9_138	450	915	0.0508	0.0015	0.1538	0.0051	0.0220	0.0006	0.66	230.0	69.4	145.3	4.5	140.1	3.5	39.1	3.5	140.1	3.5
35-12-9_112	74	362	0.0488	0.0018	0.1480	0.0059	0.0220	0.0006	0.64	139.4	87.8	140.2	5.2	140.2	3.6	-0.6	0.0	140.2	3.6
35-12-9_134	244	767	0.0503	0.0015	0.1526	0.0051	0.0220	0.0006	0.66	206.8	70.1	144.2	4.4	140.5	3.5	32.1	2.6	140.5	3.5
35-12-9_46	241	796	0.0570	0.0015	0.1731	0.0052	0.0220	0.0005	0.67	488.6	60.0	162.1	4.5	140.7	3.4	71.2	13.2	140.7	3.4
35-12-9_85	146	811	0.0527	0.0015	0.1605	0.0050	0.0221	0.0006	0.67	313.7	63.0	151.2	4.3	141.0	3.5	55.1	6.7	141.0	3.5
35-12-9_117	244	1143	0.0642	0.0016	0.1956	0.0057	0.0221	0.0006	0.68	746.4	53.0	181.4	4.8	141.0	3.5	81.1	22.3	141.0	3.5
35-12-9_125	288	1258	0.0454	0.0013	0.1383	0.0043	0.0221	0.0006	0.67	-36.5	67.2	131.6	3.8	141.1	3.5	486.5	-7.2	141.1	3.5
35-12-9_147	94	255	0.0483	0.0020	0.1473	0.0062	0.0221	0.0006	0.63	114.3	95.4	139.6	5.5	141.1	3.5	-23.5	-1.1	141.1	3.5
35-12-9_99	245	693	0.0495	0.0015	0.1510	0.0049	0.0221	0.0006	0.66	170.5	69.4	142.9	4.4	141.2	3.5	17.2	1.2	141.2	3.5
35-12-9_84	175	736	0.0535	0.0015	0.1633	0.0051	0.0221	0.0006	0.67	348.3	63.5	153.6	4.4	141.3	3.5	59.4	8.0	141.3	3.5
35-12-9_12	117	765	0.0787	0.0045	0.2411	0.0142	0.0222	0.0007	0.61	1163.4	114.2	219.4	11.5	141.8	4.1	87.8	35.4	141.8	4.1
35-12-9_02	81	244	0.0500	0.0019	0.1542	0.0060	0.0224	0.0005	0.63	192.2	86.6	145.7	5.2	142.8	3.4	25.7	1.9	142.8	3.4
35-12-9_128	244	1117	0.0756	0.0019	0.2332	0.0068	0.0224	0.0006	0.68	1082.5	50.4	212.9	5.6	142.8	3.6	86.8	32.9	142.8	3.6
35-12-9_75	154	564	0.0503	0.0016	0.1554	0.0055	0.0224	0.0006	0.65	208.2	75.9	146.7	4.8	142.9	3.6	31.4	2.6	142.9	3.6
35-12-9_45	190	426	0.0667	0.0042	0.2060	0.0131	0.0224	0.0007	0.60	827.1	132.0	190.2	11.0	142.9	4.3	82.7	24.9	142.9	4.3
35-12-9_127	226	548	0.0658	0.0019	0.2048	0.0067	0.0226	0.0006	0.66	800.6	61.8	189.2	5.6	143.9	3.6	82.0	24.0	143.9	3.6

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
35-12-9_49	122	334	0.0509	0.0067	0.1587	0.0208	0.0226	0.0009	0.56	238.1	303.4	149.6	18.1	144.1	5.6	39.5	3.7	144.1	5.6
35-12-9_153	206	747	0.0567	0.0026	0.1766	0.0084	0.0226	0.0006	0.63	477.4	100.3	165.2	7.2	144.2	4.0	69.8	12.7	144.2	4.0
35-12-9_137	322	716	0.0755	0.0021	0.2367	0.0073	0.0227	0.0006	0.67	1080.9	55.3	215.7	6.0	145.0	3.6	86.6	32.8	145.0	3.6
35-12-9_161	165	459	0.0539	0.0017	0.1702	0.0058	0.0229	0.0006	0.65	363.8	70.9	159.6	5.0	146.2	3.6	59.8	8.4	146.2	3.6
35-12-9_105	171	537	0.0420	0.0016	0.1330	0.0054	0.0230	0.0006	0.63	-225.0	97.1	126.9	4.9	146.4	3.7	165.1	-15.4	146.4	3.7
35-12-9_28	109	553	0.0831	0.0029	0.2653	0.0096	0.0231	0.0006	0.64	1271.1	68.1	238.9	7.7	147.6	3.6	88.4	38.2	147.6	3.6
35-12-9_98	263	1003	0.1041	0.0026	0.3383	0.0095	0.0236	0.0006	0.68	1697.4	45.2	295.9	7.2	150.3	3.7	91.1	49.2	150.3	3.7
35-12-9_33	319	654	0.1206	0.0032	0.3943	0.0115	0.0237	0.0006	0.67	1963.6	46.8	337.6	8.4	151.2	3.7	92.3	55.2	151.2	3.7
35-12-9_20	223	1130	0.1372	0.0038	0.4510	0.0139	0.0238	0.0006	0.67	2191.4	48.2	378.0	9.7	152.0	3.8	93.1	59.8	152.0	3.8
35-12-9_170	146	815	0.1159	0.0030	0.3872	0.0112	0.0242	0.0006	0.68	1892.8	46.3	332.3	8.1	154.4	3.8	91.8	53.5	154.4	3.8
35-12-9_77	97	568	0.1220	0.0109	0.4153	0.0380	0.0247	0.0009	0.59	1984.0	158.9	352.7	27.0	157.4	5.8	92.1	55.4	157.4	5.8
35-12-9_100	277	1072	0.1409	0.0042	0.4805	0.0161	0.0247	0.0007	0.67	2237.7	51.4	398.5	11.0	157.6	4.2	93.0	60.5	157.6	4.2
35-12-9_154	195	727	0.1686	0.0041	0.5916	0.0163	0.0254	0.0006	0.68	2543.3	40.8	471.9	10.4	162.1	4.0	93.6	65.7	162.1	4.0
35-12-9_40	179	782	0.2023	0.0087	0.7777	0.0364	0.0279	0.0008	0.64	2843.9	70.5	584.2	20.6	177.4	5.1	93.8	69.6	177.4	5.1
35-12-9_106	164	1007	0.2451	0.0058	0.9870	0.0273	0.0292	0.0007	0.69	3152.8	37.7	697.2	13.9	185.7	4.6	94.1	73.4	185.7	4.6
35-12-9_91	357	995	0.0522	0.0014	0.2113	0.0062	0.0294	0.0007	0.68	292.3	59.1	194.7	5.2	186.7	4.6	36.1	4.1	186.7	4.6
35-12-9_06	52	400	0.0561	0.0016	0.2275	0.0071	0.0294	0.0007	0.65	453.9	65.2	208.2	5.9	187.1	4.4	58.8	10.1	187.1	4.4
35-12-9_81	201	840	0.2817	0.0063	1.1887	0.0313	0.0306	0.0008	0.69	3371.3	35.2	795.4	14.4	194.5	4.7	94.2	75.5	194.5	4.7
35-12-9_79	196	945	0.2803	0.0062	1.1899	0.0312	0.0308	0.0008	0.70	3363.8	34.5	796.0	14.4	195.6	4.8	94.2	75.4	195.6	4.8
35-12-9_95	366	1220	0.3355	0.0075	1.5229	0.0404	0.0329	0.0008	0.70	3641.8	34.4	939.7	16.1	208.9	5.1	94.3	77.8	208.9	5.1
35-12-9_57	198	244	0.0481	0.0018	0.2206	0.0086	0.0332	0.0008	0.64	105.2	87.1	202.4	7.1	210.9	5.2	-100.5	-4.2	210.9	5.2
35-12-9_58	158	649	0.3021	0.0170	1.4045	0.0816	0.0337	0.0010	0.61	3479.9	87.3	890.9	33.8	213.9	6.5	93.9	76.0	213.9	6.5
35-12-9_90	53	249	0.3315	0.0079	1.5946	0.0439	0.0349	0.0009	0.69	3623.3	36.7	968.2	17.0	221.2	5.5	93.9	77.2	221.2	5.5
35-12-9_139	241	498	0.0512	0.0014	0.2486	0.0075	0.0352	0.0009	0.67	247.4	61.9	225.5	6.1	223.4	5.5	9.7	0.9	223.4	5.5
35-12-9_94	322	456	0.0539	0.0015	0.2743	0.0086	0.0369	0.0009	0.67	367.2	62.9	246.2	6.8	233.7	5.8	36.4	5.1	233.7	5.8
35-12-9_86	252	1243	0.3854	0.0105	1.9842	0.0635	0.0373	0.0010	0.69	3852.2	41.2	1110.2	21.3	236.5	6.4	93.9	78.7	236.5	6.4
35-12-9_87	244	484	0.0498	0.0014	0.2638	0.0083	0.0384	0.0010	0.67	186.8	66.0	237.8	6.7	243.0	6.0	-30.1	-2.2	243.0	6.0
35-12-9_148	402	725	0.0524	0.0013	0.2775	0.0079	0.0384	0.0010	0.68	301.7	57.5	248.7	6.3	243.2	5.9	19.4	2.2	243.2	5.9

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
35-12-9_102	405	459	0.0523	0.0015	0.2776	0.0089	0.0385	0.0010	0.66	300.2	66.4	248.8	7.1	243.4	6.0	18.9	2.2	243.4	6.0
35-12-9_123	173	706	0.3879	0.0168	2.0633	0.0948	0.0386	0.0012	0.64	3859.8	65.6	1136.8	30.7	244.5	7.4	93.7	78.5	244.5	7.4
35-12-9_104	166	740	0.3726	0.0163	1.9911	0.0923	0.0388	0.0012	0.64	3801.4	66.4	1112.5	30.6	245.2	7.3	93.5	78.0	245.2	7.3
35-12-9_13	284	787	0.4146	0.0099	2.3615	0.0622	0.0413	0.0010	0.68	3962.5	35.6	1231.1	18.5	261.0	6.1	93.4	78.8	261.0	6.1
35-12-9_16	75	1194	0.4068	0.0092	2.4520	0.0634	0.0437	0.0011	0.69	3934.0	33.9	1258.0	18.4	275.9	6.5	93.0	78.1	275.9	6.5
35-12-9_74	208	660	0.4464	0.0115	2.7642	0.0809	0.0449	0.0011	0.68	4072.7	38.4	1346.0	21.4	283.3	7.0	93.0	79.0	283.3	7.0
35-12-9_70	85	186	0.0530	0.0019	0.3293	0.0124	0.0451	0.0012	0.64	326.3	79.7	289.1	9.4	284.5	7.1	12.8	1.6	284.5	7.1
35-12-9_101	529	1522	0.4616	0.0136	2.8731	0.0911	0.0451	0.0011	0.66	4122.6	43.9	1374.9	23.4	284.7	6.9	93.1	79.3	284.7	6.9
35-12-9_61	181	303	0.0668	0.0019	0.4160	0.0132	0.0452	0.0011	0.66	830.3	60.0	353.3	9.4	285.0	7.0	65.7	19.3	285.0	7.0
35-12-9_107	206	753	0.0728	0.0027	0.4561	0.0184	0.0454	0.0013	0.65	1008.9	75.2	381.6	12.8	286.4	7.9	71.6	24.9	286.4	7.9
35-12-9_121	229	476	0.0513	0.0014	0.3298	0.0101	0.0466	0.0012	0.67	255.6	62.2	289.5	7.7	293.7	7.3	-14.9	-1.5	293.7	7.3
35-12-9_72	234	554	0.0547	0.0015	0.3524	0.0110	0.0467	0.0012	0.67	400.5	63.0	306.6	8.3	294.4	7.2	26.5	4.0	294.4	7.2
35-12-9_118	231	443	0.0568	0.0015	0.3804	0.0115	0.0486	0.0012	0.67	482.5	59.2	327.4	8.4	306.0	7.6	36.6	6.5	306.0	7.6
35-12-9_159	242	345	0.0525	0.0015	0.3569	0.0111	0.0493	0.0012	0.66	308.3	64.3	309.9	8.3	310.1	7.5	-0.6	-0.1	310.1	7.5
35-12-9_119	332	537	0.2312	0.0053	1.6003	0.0431	0.0502	0.0013	0.70	3060.2	36.4	970.4	16.6	315.8	7.8	89.7	67.5	315.8	7.8
35-12-9_96	115	181	0.0583	0.0019	0.4210	0.0150	0.0524	0.0013	0.65	540.3	72.2	356.8	10.7	329.3	8.1	39.1	7.7	329.3	8.1
35-12-9_111	29	57	0.0747	0.0036	0.5509	0.0271	0.0535	0.0014	0.61	1060.5	96.4	445.6	17.6	335.9	8.8	68.3	24.6	335.9	8.8
35-12-9_51	212	245	0.0529	0.0016	0.3903	0.0126	0.0536	0.0013	0.66	322.6	66.7	334.6	9.1	336.4	8.2	-4.3	-0.5	336.4	8.2
35-12-9_14	117	247	0.0525	0.0015	0.3902	0.0121	0.0539	0.0013	0.66	306.7	65.5	334.6	8.8	338.6	8.0	-10.4	-1.2	338.6	8.0
35-12-9_131	367	555	0.1309	0.0037	0.9795	0.0303	0.0543	0.0014	0.66	2109.9	49.6	693.4	15.4	340.8	8.3	83.8	50.9	340.8	8.3
35-12-9_82	269	277	0.0972	0.0025	0.7345	0.0212	0.0548	0.0014	0.68	1570.5	47.6	559.3	12.4	344.1	8.4	78.1	38.5	344.1	8.4
35-12-9_56	621	1673	0.5064	0.0116	4.0352	0.1081	0.0578	0.0014	0.69	4259.6	33.9	1641.4	21.2	362.3	8.7	91.5	77.9	362.3	8.7
35-12-9_32	395	928	0.5763	0.0145	5.2786	0.1512	0.0664	0.0016	0.68	4449.2	36.8	1865.5	23.6	414.7	9.9	90.7	77.8	414.7	9.9
35-12-9_116	146	362	0.0557	0.0014	0.5346	0.0157	0.0696	0.0018	0.68	440.9	56.8	434.9	10.4	433.8	10.7	1.6	0.3	433.8	10.7
35-12-9_132	255	521	0.0578	0.0015	0.5625	0.0166	0.0706	0.0018	0.68	521.8	56.9	453.2	10.7	439.8	10.7	15.7	3.0	439.8	10.7
35-12-9_67	106	198	0.0548	0.0016	0.5484	0.0181	0.0726	0.0018	0.66	402.6	67.4	444.0	11.8	452.0	11.0	-12.3	-1.8	452.0	11.0
35-12-9_39	23	69	0.0712	0.0037	0.7227	0.0383	0.0737	0.0021	0.61	961.2	105.0	552.3	22.4	458.4	12.5	52.3	17.0	458.4	12.5
35-12-9_05	83	392	0.0580	0.0014	0.6432	0.0173	0.0804	0.0019	0.68	530.5	52.7	504.3	10.6	498.6	11.4	6.0	1.1	498.6	11.4

№ замера	Th, мкг/г	U, мкг/г	Изотопные отношения						Err	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %	Возраст, млн лет	±2σ
			²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±2σ				
35-12-9_163	228	294	0.0577	0.0015	0.6455	0.0192	0.0812	0.0020	0.67	517.6	58.7	505.8	11.8	503.2	12.0	2.8	0.5	503.2	12.0
35-12-9_65	119	106	0.4399	0.0112	5.2746	0.1512	0.0870	0.0022	0.68	4051.1	37.9	1864.8	23.6	537.7	13.1	86.7	71.2	537.7	13.1
35-12-9_53	276	368	0.0578	0.0015	0.6962	0.0199	0.0874	0.0022	0.68	521.3	55.1	536.6	11.8	540.2	12.8	-3.6	-0.7	540.2	12.8
35-12-9_69	30	119	0.0586	0.0019	0.7235	0.0248	0.0895	0.0023	0.65	552.2	68.9	552.8	14.5	552.9	13.4	-0.1	0.0	552.9	13.4
35-12-9_35	115	117	0.0605	0.0019	0.7949	0.0268	0.0953	0.0024	0.65	621.1	67.5	594.0	15.0	586.9	13.9	5.5	1.2	586.9	13.9
35-12-9_152	286	1098	0.3438	0.0076	4.6163	0.1203	0.0974	0.0024	0.70	3679.4	33.8	1752.3	21.1	599.2	14.1	83.7	65.8	599.2	14.1
35-12-9_48	446	1254	0.4178	0.0094	5.7780	0.1519	0.1003	0.0025	0.69	3974.0	33.9	1943.2	21.9	616.4	14.4	84.5	68.3	616.4	14.4
35-12-9_142	1	52	0.0621	0.0023	0.9469	0.0370	0.1105	0.0028	0.64	678.3	78.9	676.5	19.1	676.0	16.4	0.3	0.1	676.0	16.4
35-12-9_26	58	266	0.0719	0.0018	1.4565	0.0403	0.1469	0.0036	0.68	983.2	49.6	912.6	16.5	883.7	20.1	10.1	3.2	883.7	20.1
35-12-9_141	251	371	0.1051	0.0023	4.3356	0.1120	0.2993	0.0074	0.70	1715.3	39.8	1700.2	20.7	1688.0	36.7	1.6	0.7	1715.3	39.8
35-12-9_63	49	378	0.1248	0.0030	5.9934	0.1664	0.3484	0.0087	0.69	2025.5	42.6	1974.9	23.2	1927.0	41.3	4.9	2.4	2025.5	42.6
35-12-9_171	92	212	0.1318	0.0032	6.6475	0.1844	0.3657	0.0090	0.68	2122.3	42.6	2065.7	23.4	2009.4	42.5	5.3	2.7	2122.3	42.6
35-12-9_30	60	311	0.7918	0.0185	48.8557	1.3168	0.4475	0.0109	0.69	4907.0	33.4	3969.3	20.6	2384.4	48.6	51.4	39.9	2384.4	48.6

Примечание: Err – Коэффициент корреляции ошибок

Расчет дискордантности:

$$D1 = 100 * (1 - \frac{{}^{206}\text{Pb}/{}^{238}\text{U} \text{ возраст}}{{}^{206}\text{Pb}/{}^{207}\text{Pb} \text{ возраст}})$$

$$D2 = 100 * (1 - \frac{{}^{206}\text{Pb}/{}^{238}\text{U} \text{ возраст}}{{}^{207}\text{Pb}/{}^{235}\text{U} \text{ возраст}})$$