

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт земной коры
Сибирского отделения Российской академии наук.

На правах рукописи

Михеева Екатерина Андреевна

**Возрастные границы, корреляция, источники и области сноса юрских отложений
Иркутского бассейна.**

Специальность:
25.00.01 – Общая и региональная геология

Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-
минералогических наук

Научный руководитель
Доктор геолого-минералогических наук,
Иванов Алексей Викторович

Иркутск – 2017

Оглавление	Стр.
Введение	4
Глава 1. История исследований отложений Иркутского угольного бассейна	9
1.1 Черемховская свита	13
1.2 Присаянская свита	15
1.3 Кудинская свита	15
1.4 «Экзотическая» Ангаро-Котинская межгорная зона	16
1.5 Вулканогенные породы в отложениях Иркутского угольного бассейна	18
Глава 2. Методы исследований	21
2.1 Полевые методы	21
2.2 Минералого-петрографические методы	21
2.3 Геохимические и изотопно-геохимические методы	23
2.4 Геохронологические методы	25
Глава 3. Стратиграфия Иркутского угольного бассейна	27
3.1 Черемховская свита	28
3.2 Присаянская свита	38
3.3 Кудинская свита	41
3.4 Ангаро-Котинская межгорная зона	44
3.5 Уточнение стратиграфической схемы Иркутского угольного бассейна	47
Глава 4. Геохимические особенности, источники сноса и корреляция отложений Иркутского угольного бассейна	56
4.1 Геохимические особенности отложений основной части Иркутского бассейна	56
4.2 Корреляция основной части Иркутского бассейна с отложениями Ангаро-Котинской межгорной зоны	61
Глава 5. Области питания отложений Иркутского угольного бассейна	65
5.1 Источники пирокластического материала в отложениях Иркутского бассейна	66
5.2 Модельные Sm-Nd возрасты отложений Иркутского бассейна	68
5.3 Возрасты детритовых цирконов из отложений Иркутского бассейна	72
Заключение	79
Список литературы	81
Список работ по теме диссертации	92
Приложение А. Точное местоположение опробованных разрезов Иркутского угольного бассейна	94
Приложение Б. Химические составы песчаников Иркутского угольного бассейна	97

Приложение В. Sm-Nd изотопные данные для юрских осадочных отложений Иркутского угольного бассейна	115
Приложение Г. U-Pb данные датирования детритовых цирконов из песчаников Иркутского угольного бассейна	116
Приложение Д. U-Pb данные датирования акцессорных цирконов из гранитоидов котовской свиты	161
Приложение Е. U-Pb данные датирования акцессорных цирконов из пеловых прослоев черемховской и кудинской свит	166

Введение

Актуальность темы исследования. Юрские отложения Иркутского угольного бассейна всегда привлекали внимание геологов, в связи с их промышленной угленосностью. Последние масштабные исследования отложений Иркутского угольного бассейна проводились в 60-70-ых гг. прошлого века. В настоящее время для отложений действует стратиграфическая шкала, принятая еще в 1981 году решением 3-го Межведомственного стратиграфического совещания по мезозою и кайнозою Средней Сибири с выделением черемховской (плинсбах – начало тоара), присаянской (тоар – аален) и кудинской (аален – начало байоса) свит. Для юго-восточной части Иркутского угольного бассейна, отложения Ангаро-Котинской межгорной зоны, также принято трехчленное деление на дабатскую, тальцинскую и котовскую свиты, которые считаются соответственно аналогами черемховской, присаянской и кудинской свит [Решения, 1981]. В то время как для мезозойских отложений смежных регионов, Западной Сибири и Забайкалья, разработаны схемы более нового поколения [Стратиграфия..., 2000; Решение..., 2004].

Несмотря на длительную историю изучения юрских отложений в Иркутском угольном бассейне [Юрские..., 1967; Тимофеев, 1970; Плоскогорья и низменности, 1971; Файнштейн, 1971; Скобло и др., 2001 и др.], их детализация все еще требует серьезных исследований. Следует отметить, что ни геохимических, ни геохронологических исследований юрских отложений Иркутского угольного бассейна до этой работы не проводилось, тогда как в последнее десятилетие произошел скачек в развитии и доступности ряда геохронологических и элементных методов, широко используемых в мировой практике при изучении осадочных толщ [Юдович, Кертис, 2000; Маслов и др., 2005; Dickin, 2007; Юдович, Кертис, 2010; Safonova et al., 2010; Летникова и др., 2013; Максимов, Сахно, 2011, Sun et al., 2015 и др.].

Для усовершенствования стратиграфической схемы Иркутского угольного бассейна проведены дополнительные литологические, минералого-петрографические и, главным образом, геохимические и изотопно-геохимические исследования юрских отложений. Данные исследования позволят качественно дополнить и усовершенствовать стратиграфическую схему юрских отложений, а также уточнить палеогеографическую схему Иркутского угольного бассейна.

Основные цели и задачи исследования. Основной целью диссертационной работы является установление событий происходивших в юре на юге Сибирского кратона с решением следующих задач:

1. Установление временных границ накопления юрских осадков изотопно-геохронологическим методом для уточнения действующей стратиграфической шкалы.

2. Корреляция отложений юго-восточной и основной частей Иркутского угольного бассейна.

3. Реконструкция палеогеографии Иркутского угольного бассейна и прилегающих территорий (установление источников сноса и областей питания отложений).

Научная новизна работы. Полученные результаты существенно дополняют уже имеющиеся представления, направлены на изучение палеогеографической обстановки в юре на юге Сибири, основаны на классических петрографических и минералогических методах, а также новых геохимических и геохронологических исследованиях. Впервые установлены:

1) химические составы отложений Иркутского угольного бассейна;

2) модельные Sm-Nd возрасты осадочных пород, а также возрасты детритовых цирконов для разных стратиграфических уровней отложений Иркутского угольного бассейна;

4) возрасты акцессорных цирконов из самой древней (черемховской) и самой молодой (кудинской) свит Иркутского угольного бассейна;

5) уточнена региональная стратиграфическая шкала и палеогеографическая схема юга Сибирской платформы.

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные новые геохимические, изотопно-геохимические и геохронологические данные помогают уточнить условия накопления отложений Иркутского бассейна и палеогеографическую обстановку на юге Сибирского кратона в период ранней-средней юры, и могут быть использованы для межрегиональных стратиграфических корреляций. U-Pb возрасты вулканогенно-осадочных пород могут быть использованы палеонтологами. Новые данные существенно дополняют действующую региональную стратиграфическую шкалу [Решения..., 1981] и вносят в нее некоторые важные изменения.

Положения, выносимые на защиту:

1) Осадконакопление в Иркутском угольном бассейне началось уже в синемюре (~195 млн лет назад), а завершилось тоаре-аалене (~ 179.6 млн лет), по данным U-Pb датирования акцессорных цирконов из вулканогенно-осадочных пород черемховской и кудинской свит.

2) Стратиграфия Ангаро-Котинской зоны верно отражена в действующей стратиграфической шкале. «Пачки» черемховской свиты могут считаться подсвитами.

Верхнюю (усть-балеysкую) подcвиту черемховской свиты cледует считать нижней подcвитой более молодой присаянской свиты.

3) Установлены закономерные смены питающих областей для отложений Иркутского бассейна. При формировании черемховской свиты основную роль играли породы фундамента Тувино-Монгольского массива и его осадочного чехла, затем при накоплении присаянской свиты размывался фундамент и карбонатный осадочный чехол Сибирской платформы, а при накоплении кудинской свиты значительную роль играл размыв палеозойских и мезозойских комплексов Забайкалья.

Личный вклад автора. Автор принимала участие в полевых работах с 2014 по 2016 гг., а также при подготовке материала для лабораторных исследований. Автор участвовала в пробоподготовке для Sm-Nd исследований и измерении на масс-спектрометре Finnigan MAT262 в ЦКП “Геодинамика и геохронология” ИЗК СО РАН. Также Е.А. Михеева принимала непосредственное участие в работах по выделению детритовых и аксессуарных цирконов с их последующей подготовкой к U-Pb датированию, и участвовала при датировании детритовых зерен на квадрупольном масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Q-ICP-MS Perkin Elmer NexION 300D в ЦКП «Изотопно-геохимических исследований» ИГХ СО РАН (г. Иркутск), при исследованиях минерального состава вулканогенно-осадочных пород из черемховской и кудинской свит на растровом сканирующем электронном микроскопе MIRA 3LMU в лаборатории рентгеноспектральных методов анализа ИГМ СО РАН (г. Новосибирск). Проведен анализ и обобщение данных, интерпретированы результаты работ и сделаны выводы.

Апробация работы и публикации. По теме работы опубликовано и принято в печать 14 работ, включая 3 статьи в журналах, входящих в базу данных Web of Science (WoS), и, таким образом, включенных в перечень изданий рекомендуемых к публикации до защиты диссертации ВАК. Отдельные части диссертационного исследования и защищаемые положения представлены на II Всероссийской молодежной научно-практической школе-конференции «Науки о Земле. Современное состояние» (Геологический полигон «Шира», республика Хакасия, 2014); XXVI и XXVII Всероссийском молодежном совещании «Строение литосферы и геодинамика» (г. Иркутск, 2015, 2017); VII Сибирской научно-практической конференции молодых ученых по наукам о Земле (г. Новосибирск, 2014); 8 международной Сибирской конференции молодых ученых по наукам о Земле (The 8th International Siberian Early Career GeoScientists Conference, Novosibirsk, 2016); 2-ой Всероссийской школе студентов, аспирантов и молодых ученых по литологии «Литологические объекты через призму их разнообразия»: (г. Екатеринбург, 2016), 7-ом Всероссийском совещании с международным участием «Юрская система России: Проблемы стратиграфии и палеогеографии» (г. Москва, 2017).

Фактический материал. Работа выполнена на основе исследования юрских отложений из стратотипических и опорных разрезов Иркутского угольного бассейна, собранных при участии автора в течение полевых сезонов 2014–2016 гг. В ходе полевых работ изучены коренные обнажения юрских отложений черемховской, присаянской, кудинской, а также тальцинской и котовской свит Иркутского угольного бассейна. Породы исследованы различными методами: выполнено петрографическое (250 шлифов) и литологическое описание; определены содержания петрогенных оксидов методом «мокрой химии» и РФА, редких и малых элементов методом рентгено-флуоресцентного анализа (для 172 проб); Sm-Nd методом определены модельные возрасты отложений бассейна (22 пробы), дающие характеристику источников сноса; U-Pb методом с использованием масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой и лазерной абляцией продатированы детритовые цирконы из юрских отложений с различных стратиграфических уровней (4 пробы); U-Pb методом с помощью ионного зонда (ВИМС) определены возрасты акцессорных цирконов из вулканогенно-осадочных пород черемховской и кудинской свит (начало и окончание формирования бассейна, 2 пробы). Обобщены опубликованные данные минералого-петрографических и литолого-фациальных исследований, а также последних региональных геологосъемочных работ масштаба 1:200 000.

Структура и объем работы. Общий объем работы 169 страниц и включает 47 рисунков, список литературы из 128 наименований и 6 приложений с результатами геохимических, изотопных и геохронологических исследований. Работа состоит из введения (общая характеристика работы), пяти глав, заключения, списка литературы и приложений.

Благодарности. Работа выполнена в лаборатории палеогеодинамики с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Геодинамика и геохронология» Института земной коры СО РАН. Организация работы и проведение исследований состоялась при неизменной поддержке и руководстве д.г.-м.н. А.В. Иванова и к.г.-м.н. Е.И. Демонтеровой, которым автор выражает свою глубокую признательность. Совместные полевые исследования, последующая обработка материала и дискуссии проводились в ходе полевых работ на территории Иркутского угольного бассейна с А.В. Аржанниковой, С.Г. Аржанниковым, А.О. Фроловым. Большая помощь при организации полевых работ на разрезах угольных месторождений была оказана к.г.-м.н. А.О. Фроловым (ИЗК СО РАН). Автор благодарна к.г.-м.н. Л.З. Резницкому, Т.А. Корниловой за ценные советы и консультации в ходе написания диссертации. Большую признательность автор выражает всем сотрудникам Центра коллективного пользования «Геодинамика и геохронология», особенно Е.В. Худоноговой, Н.Н. Уховой, Т.Ю. Черкашиной. Отдельная благодарность Е.И. Демонтеровой и Т.В. Поповой за

результаты Sm-Nd изотопных исследований; Н.В. Брянскому и О.В. Зарубиной (ЦКП «Изотопно-геохимических исследований» ИГХ СО РАН) за U-Pb исследования детритовых цирконов (ЛА-ИСП-МС); Х. Хе (Институт геологии и геофизики КАН, Пекин) за U-Pb исследования акцессорных цирконов из пепловых прослоев (ВИМС); В.С. Каменецкому (Университет Тасмании в Хобарте, Австралия) за U-Pb исследования акцессорных цирконов из гранитоидных валунов конгломератов котовской свиты (ЛА-ИСП-МС), Н.С. Карманову (ИГМ СО РАН г. Новосибирск) за помощь в исследованиях минерального состава вулканогенно-осадочных пород на растровом сканирующем электронном микроскопе MIRA 3LMU.

Глава 1

История исследований отложений Иркутского угольного бассейна

Иркутский угольный бассейн находится на юге Сибирской платформы и простирается примерно на 520 – 540 км вдоль хр. Восточного Саяна – от оз. Байкал на юго-востоке до р. Уды в районе г. Нижнеудинска на северо-западе и достигает, в среднем, 80 км в ширину (Рисунок 1.1). Площадь бассейна составляет 42.7 тыс км².

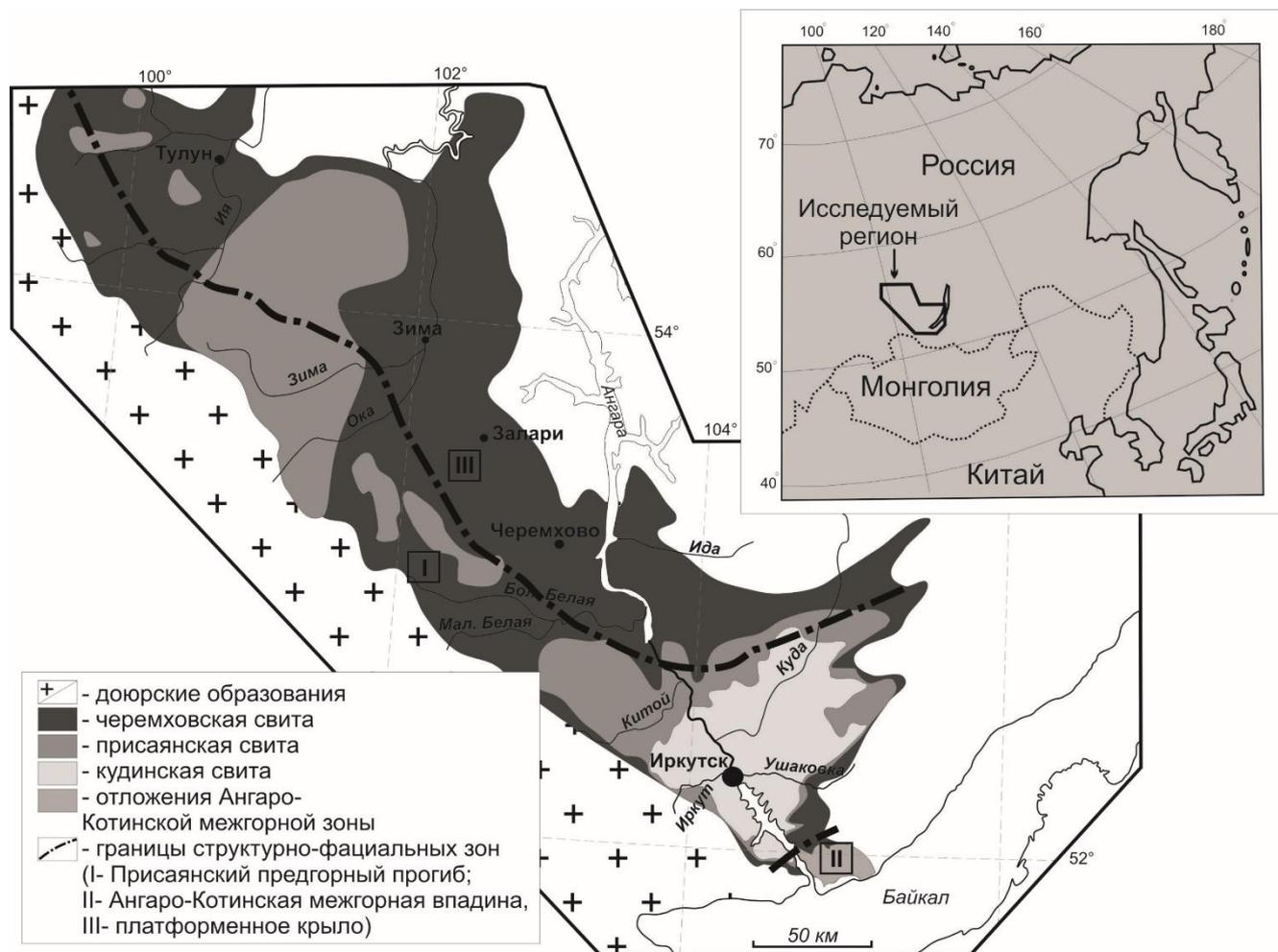


Рисунок 1.1. – Схематическая карта распространения юрских отложений Иркутского угольного бассейна.

В настоящее время для отложений бассейна действует региональная стратиграфическая шкала (Рисунок 1.2), принятая еще в 1981 году, по которой выделены черемховская (плинсбах – начало тоара), присаянская (тоар-аален) и кудинская (условно аален) свиты [Решения..., 1981]. В юго-восточной части бассейна, в пределах Ангаро-Котинской межгорной зоны, выделены: дабатская, тальцинская и котовская свиты, считающиеся аналогами черемховской, присаянской и кудинской свит, соответственно [Решения..., 1981].

Свита	Индекс	Литологическая колонка	Мощность, м	Палеонтологические остатки
Кудинская	J ₂ kd ₂		20-70	Спорово-пыльцевые комплексы: Cyathidites spp.-Ginkgoocycadophytus sp.-Neoraistrickia rotundiformis-Dicksona densa
	J ₂ kd ₁		40-75	
Присяянская	J ₂ ps ₂		55-120	Остатки флоры: Cladophlebis irkutensis, Clanquarensis, Coniopteris irkutensis, Neocalamites pinitoides Спорово-пыльцевые комплексы: Osmundsciadites-Cyathidites minor-Ginkgoocycadophytus
	J ₁ ps ₁		55-100	Двустворки: Tutuella rotunda, Sibiriconcha sitnicovae. Остатки флоры: Anomazomites lindleyanus, Raphaelia diamensis Спорово-пыльцевые комплексы: Cyathidites minor-Marattisporites scabratus-Klukisporites variaqatus-Maloniaceae
Черемховская	J ₁ чр ₃		25-130	Насекомые: Mesoleuctra-Mesoneta. Двустворки: Ferganocconcha spp. Рыбы: Palaeoniscinotus czekanowskii Остатки флоры: Equisetites sibirius, Hausmannia insica, Coniopteris scmidtiana, C. trautscholdii, Cladophlebisargutula, Cl. whitbiensis.
	J ₁ чр ₂		20-145	Остатки флоры: Cladophlebis sulactensis, C. whitbiensis, Raphaelia diamensis Спорово-пыльцевые комплексы: Piceapollenites variabiliformis-Cycadopites dilucidus-Stereisporites spp.-Uvaesporites argenteaformis
	J ₁ чр ₁		10-160	Остатки флоры: Raphaelia diamensis, R. tapkensis, Pityophyllum sp., Czekanowskia ex gr. rigida Heer, Phoenicopsis ex gr. angustifolia Heer.. Спорово-пыльцевые комплексы: Cycadopites spp.-Ginkgoocycadophytus sp.-Leiotriletes-Stereisporites-Dipterella oblatinoides

	Вулканоогенно-осадочные породы		Спорово-пыльцевые комплексы
	Промышленные залежи углей		Остатки флоры
	Карбонатизированные отложения		Моллюски
	Аргиллиты		Позвоночные
	Алевролиты		
	Песчаники		
	Гравелиты		
	Конгломераты		

Рисунок 1.2. – Стратиграфическая колонка по действующей шкале [Решения..., 1981] (с дополнениями по [Объяснительная..., 1999]).

В пределах Иркутского бассейна выделены 3 структурно-фациальные зоны: Присяянский предгорный прогиб, Ангаро-Котинская межгорная впадина и платформенное крыло бассейна [Скобло и др., 2001 и др.]. В зону Присяянского предгорного прогиба включают линейные ассиметричные впадины с более крутыми юго-западными бортами со следующими структурно-фациальными подзонами: Икейская, Зиминская, Бельская, Прииркутская [Скобло и др., 2001 и др.]. В зоне предгорного прогиба выделены все стратиграфические уровни

отложений Иркутского угольного бассейна (черемховская, присаянская и кудинская свита). В рамках структурно-фациальной зоны платформенного крыла условно указывают черемховскую свиту сокращенной мощности, с размывом более молодых юрских отложений [Юрские..., 1967]. Зона платформенного крыла включает следующие структурно-фациальные подзоны: Тулунскую, Куйтунскую, Черемховскую и Усть-Ордынскую. Структурно-фациальная зона Ангаро-Котинской межгорной впадины выделена на юго-востоке Иркутского угольного бассейна в районе истока р. Ангара. В зону включают грубокластический комплекс континентальных юрских отложений, который ранее считали резко отличающимся от юры основной части бассейна, в связи с чем, в пределах Ангаро-Котинской зоны по действующей стратиграфической шкале выделяют дабатскую, тальцинскую и котовскую свиты.

Присутствие угленосных юрских отложений на территории южной части Сибирской платформы установлено еще с конца XVIII столетия, со времени работ П.С. Палласа, И.Т. Георги, И. Сиверса и др. [Угольная..., 2002]. Одни из первых исследований на данной территории были проведены во второй половине XIX века П.Н. Кропоткиным, А.Л. Чекановским и И.Д. Черским, они дали основные представления о стратиграфии и геологии юга Сибирской платформы и доказали юрский возраст угленосных отложений. Первые сведения по стратиграфии юрских отложений были получены А.Л. Чекановским. В 1869 г. он установил юрский возраст угленосной свиты и составил первую геологическую карту юга Сибирской губернии. И.Д. Черский [см. Угольная..., 2002] собрал новые данные и установил распространение пресноводного юрского бассейна до г. Нижнеудинска и назвал его Иркутским.

Позже по Иркутскому угольному бассейну в разное время работали: К.И. Богданович, Ю.А. Жемчужников, Ф.Ф. Оттен, М.К. Коровин, Ю.П. Деев, В.П. Маслов, М.М. Лавров, М.М. Тетяев, В.А. Обручев, Н.Н. Винниченко, Г.Х. Файнштейн, П.П. Тимофеев, В.И. Копорулин, Н.А. Флоренсов, В.А. Панаев, В.В. Никитина, Б.Л. Шурыгин, Л.А. Анкудимова и др. Наиболее подробно и полно отложения Иркутского угольного бассейна рассмотрены в монографиях М.М. Одинцовой с соавторами [Юрские..., 1967], В.И. Копорулина [1966], П.П. Тимофеева [1970], В.М. Скобло с соавторами [2001].

Альтернативную действующей стратиграфической шкале точку зрения с литологическим анализом и палеонтологическими данными по опорным разрезам Иркутского бассейна предлагает Н.И. Акулов с соавторами [2015], а также А.И. Киричкова с соавторами в своих последних работах [2016], на основании только палеонтологических данных (Рисунок 1.3). Согласно точке зрения Н.И. Акулова с соавторами [2015] наиболее древней является котовская свита (называемая Акуловым и др. [2015] байкальской), за ней следуют дабатская, черемховская и присаянская свиты, а кудинская свита исключена из рассмотрения. А.И. Киричкова в последних работах [2016], также считает наиболее древней байкальскую свиту

(по-видимому, имея в виду котовскую свиту, как и Н.И. Акулов и др. [2015]), за которой вверх по разрезу следуют заларинская (упраздненная действующей шкалой в пачку I черемховской свиты [Решения..., 1981]) и дабатская свиты как аналоги в зоне платформенного крыла и предгорного прогиба, соответственно, а затем присаянская и кудинская свиты. Одной из главных проблем корреляции свит байкальской серии со свитами основной части Иркутского угольного бассейна заключается в том, что первые заметно смещены постюрскими надвигами относительно их исходного залегания [Маслов, Лавров, 1933; Тетяев, 1934; Гладков и др., 2000].

Система		Юрская			Средний			Ярус			
		Нижний		Аален		Байос		Бат		Ярус	
Отдел		Плинсбах		Тоар		Аален		Байос		Бат	
Система		Черемховская свита		Присаянская свита		Кудинская свита		Зона платформенного крыла		Решения ..., 1981; Шурьгин, Анкудимова, 1981	
		Пачка I		Пачка II		Пачка III		Верхняя подсвита (суховская)		Зона предгорного прогиба	
Система		Дабатская свита		Тальцинская свита		Котовская свита		Зона внутрисводовых впадин		Скобло и др., 2001	
		Пачка I		Пачка II		Пачка III		Верхняя подсвита		Зона платформенного крыла	
Система		Черемховская свита		Присаянская свита		Кудинская свита		Зона предгорного прогиба		Акулов и др., 2015	
		Нижняя		Верхняя		Верхняя подсвита (суховская)		Верхняя подсвита		Южная часть Иркутского угольного бассейна	
Система		Дабатская свита		Тальцинская свита		Котовская свита		Зона внутрисводовых впадин		Киричкова и др., 2016	
		Нижняя		Верхняя		Верхняя подсвита		Верхняя подсвита		Зона платформенного крыла	
Система		Байкальская свита		Черемховская свита		Присаянская свита		Зона предгорного прогиба		Киричкова и др., 2016	
		Верхняя		Нижняя		Верхняя подсвита (суховская)		Верхняя подсвита (суховская)		Зона платформенного крыла	
Система		Заларинская свита		Черемховская свита		Присаянская свита		Зона предгорного прогиба		Киричкова и др., 2016	
		Дабатская свита		Верхняя		Верхняя подсвита (иданская)		Верхняя подсвита (иданская)		Зона предгорного прогиба	
Система		Байкальская свита		Черемховская свита		Присаянская свита		Зона предгорного прогиба		Киричкова и др., 2016	
		Верхняя		Нижняя		Верхняя подсвита (иданская)		Верхняя подсвита (иданская)		Зона предгорного прогиба	

Рисунок 1.3. – Схема сопоставления стратиграфических подразделений юрских отложений Иркутского угольного бассейна.

1.1 Черемховская свита

Впервые свита выделена М.К. Коровиным [1922], в качестве формации, включающей продуктивные угольные пласты. По действующей стратиграфической шкале отложения черемховской свиты разделены на три пачки: нижнюю (бывшая заларинская подсвита), среднюю (угленосную) и верхнюю (усть-балейскую) [Решения..., 1981]. Общая мощность свиты до 250 м.

Согласно данным исследований В.А. Панаева и В.М. Скобло с соавторами отложения черемховской свиты следует считать единым макроритмом только при условии исключения пачки III (усть-балейской подсвиты [Панаев, 1968; Панаев, Никитина, 1970; Скобло и др., 2001]). В.М. Скобло с соавторами также предлагают все 3 «пачки» черемховской свиты рассматривать в качестве подсвит [Скобло и др., 2001 и др.].

Пачка I (заларинская подсвита). Заларинская подсвита сложена конгломератами, разнозернистыми песчаниками, гравелитами и маломощными прослоями алевролитов, аргиллитов и пропластками углей. Отложения относимые, по действующей стратиграфической шкале, к заларинской подсвите впервые выделены М.К. Коровиным [1922], как заларинский горизонт черемховского яруса. Затем на основании исследований Ю.П. Деева и Ф.Ф. Оттена [Оттен, Деев, 1937] отложения базальных конгломератов выделили в качестве заларинской свиты [Деев, 1957]. Ранее Г.Х. Файнштейн и М.Н. Виниченко [1971] выделяли наиболее древнюю трошковскую свиту и тулунскую фацию. Следует отметить, что в литературных данных можно встретить упоминания как «трошковской свиты», так и «трошковской фации», в данной работе такие отложения рассматриваются как фациальный переход заларинских конгломератов в глинисто-брекчиевую «трошковскую фацию». На основании работ М.М. Одинцовой с соавторами [Юрские..., 1967] и П.П. Тимофеева [Тимофеев, 1970], подтверждённых более поздними исследованиями Л.А. Анкудимовой с соавторами [Анкудинова и др., 1982], и В.М. Скобло с соавторами [Скобло и др., 2001 и др.], выделяемые ранее Г.Х. Файнштейном и М.Н. Виниченко [1971] трошковская и тулунская фации отнесены к заларинской подсвите. Таким образом, заларинская подсвита содержит фациально-замещающие комплексы слоев: конгломератовый – в зоне тектонических впадин, глинисто-брекчиевый («трошковская фация») – на выступах кембрийского фундамента, песчаниковый («тулунская фация») – в эрозионных впадинах северо-западной части бассейна [Юрские..., 1967].

В современных работах отложения базальных «заларинских» конгломератов и перекрывающих их песчаных пачек большинством исследователей рассматриваются в ранге нижней подсвиты черемховской свиты [Киричкова, Травина, 2000; Скобло и др., 2001 и др.]. Выделение единого ритма этой подсвиты поддерживается нахождением галек и линз

гравелистого материала до подошвы угольных пластов [Скобло и др., 2001 и др.]; что позволяет считать отложения базальных заларинских конгломератов в ранге подсвиты, а не пачки, как предлагается действующей стратиграфической шкалой.

Пачка II (средняя, угленосная подсвита). Средняя подсвита сложена преимущественно аргиллитами, алевролитами, алевро-песчаниками, песчаниками заключающими пласты угля промышленной мощности. Для подсвиты характерна высокая угленасыщенность. Все известные в Иркутском бассейне промышленные месторождения энергетических углей связаны с отложениями угленосной подсвиты в зоне платформенного крыла. Количество угольных пластов и прослоев варьирует от 1 до 16, отдельные пласты достигают мощности 14 м [Скобло и др., 2001 и др., Угольная..., 2002]. Угли – бурые, длиннопламенные и газовые [Угольная..., 2002]. По данным М.Г. Сусловой [1988], которой исследовались петрографические особенности углей Иркутского бассейна, угли слабо метаморфизованы в условиях регионального метаморфизма, в направлении с северо-запада на юго-восток [Скобло и др., 2001 и др.]. В промышленном угольном пласте на Азейском месторождении (в районе г. Тулун) обнаружен прослой вулканического пепла (тонштейн) мощностью до 0,4 м [Арбузов и др., 2012]. По данным геохимических исследований углей Иркутского бассейна обнаружены повышенные концентрации редких элементов [Арбузов, Ершов, 2007; Арбузов, 2013].

Пачка III (усть-балейская подсвита). Верхняя подсвита сложена песчаниками, алевролитами с маломощными прослоями аргиллитов, гравелитов и пропластками углей (слабая угленосность). По стратиграфической схеме 1965г. отложения усть-балейской подсвиты относили к нижней подсвите присаянской свиты на основании исследований Ф.Ф. Оттена и Ю.П. Деева [Оттен, Деев, 1937; Деев, 1957; Деев, 1962]. М.М. Одинцова, А.Н. Гутова, Л.И. Богдашева также считали усть-балейский горизонт осадками нового седиментационного цикла [Юрские..., 1967]. Границу между черемховской и присаянской свитами М.М. Одинцова, А.Н. Гутова и Л.И. Богдашева проводили по кровле усть-балейской пачки, на основании данных Г.Р. Колосницыной о тесной связи фаун усть-балейской пачки и нижележащей угленосной [см. Юрские..., 1967]. По действующей стратиграфической шкале усть-балейские отложения относят к пачке III черемховской свиты [Решения..., 1981]. В.А. Панаев считал ошибочным относить усть-балейские отложения к черемховской свите [Панаев, 1968], вместо этого он предлагал считать их нижней подсвитой присаянской свиты. Если усть-балейскую подсвиту относить к присаянской свите, то более четко будут проявлены единые седиментационные макроритмы как в черемховской, так и в присаянской свитах [Панаев, 1968, Скобло и др., 2001 и др.].

1.2 Присяянская свита

В составе присаянской свиты по действующей стратиграфической шкале выделены 2 подсвиты: нижняя (иданская) и верхняя (суховская). У П.П. Тимофеева отложения присаянской свиты описаны как прииркутская свита [Тимофеев, 1970].

Нижняя (иданская) подсвита впервые выделена Ю.А. Жемчужниковым в качестве иданского горизонта [Юрские..., 1967]. Подсвита сложена песчаниками с линзовидными прослоями алевролитов, конгломератов, гравелитов, аргиллитов и пропластками углей. Мощность подсвиты около 50 м.

Верхняя (суховская) подсвита впервые выделена как суховская формация М.К. Коровиным [1921]. Подсвита сложена песчаниками с прослоями алевролитов, гравелитов, аргиллитов, пропластками углей и горизонтом вулканогенных вулканогенно-осадочных пород в кровле [Объяснительная..., 1999]. Мощность подсвиты от первых метров до 120 м.

В большинстве работ отложения присаянской свиты разделяют на 2 подсвиты, как и в действующей шкале, иданскую и суховскую [Юрские..., 1967; Тимофеев, 1970; Анкудинова и др., 1982; Акулов и др., 2015]. В случае переноса в присаянскую свиту усть-балейской подсвиты, ее деление становится трехчленным на нижнюю (усть-балейскую), среднюю (иданскую) и верхнюю (суховскую) подсвиты.

1.3 Кудинская свита

Впервые, кудинская свита выделена Н.И. Фоминым в 1946 г. [см. Юрские..., 1967]. Ю.П. Деев [1957] выделил данные отложения как верхнюю (безугольную) подсвиту присаянской свиты («кудинская фация»). Отложения кудинской свиты развиты локально, однако по данным геолого-съёмочных работ масштаба 1:200000 [Объяснительная..., 1999] границы распространения свиты расширены. Отложения свиты представлены конгломератами, песчаниками, гравелитами, алевролитами, аргиллитами, с маломощными прослоями углей и вулканогенно-осадочными отложениями, мощность свиты варьирует от 20-40 до 70-100 м. По действующей стратиграфической шкале в составе свиты выделены 2 подсвиты: нижняя и верхняя.

Различными исследователями упоминается «кремнистая фация» В.В. Домбровского в прииркутской впадине (в окрестностях Иркутска), которую П.П. Тимофеев относит к кудинской свите [Скобло и др., 2001 и др., Тимофеев, 1970]. Нижняя подсвита представлена преимущественно конгломератами, мощность подсвиты 50–80 м. Верхняя («кремнистая» по Б.Л. Шурыгину) подсвита ограниченно развита в Прииркутской впадине. По составу подсвита песчано-алевритовая, слабо угленасыщенная. Ранее отложения кудинской свиты оставались малоизученными в связи с ее локальным распространением, однако по последним данным

геолого-съёмочных работ, а также по результатам работ В.А., Панаева, Б.Л. Шурыгина, Л.А. Анкудимовой, В.В. Никитиной границы распространения свиты были значительно расширены [Никитина, Панаев, 1970; Панаев, Никитина, 1970; Анкудинова и др., 1982].

1.4 «Экзотическая» Ангаро-Котинская межгорная зона

Ангаро-Котинская межгорная зона находится на юго-восточной окраине Иркутского угольного бассейна (Рисунок 1.4), в ее пределах развиты грубокластические юрские отложения, слабая изученность которых не позволяла расчленить и установить их положение в разрезе Иркутского угольного бассейна [Тетяев, 1934; Данилович, 1961; Деев, 1962]. Впервые, М.М. Тетяев [1934] в результате исследований юго-восточной части Иркутского угольного бассейна выделил два фациальных комплекса: «нормальную» Иркутскую фацию и дабатскую, которую считает «экзотической» по отношению к юрским отложениям, образующей тектоническую чешую, надвинутую на иркутскую фацию с юга [см. Угольная..., 2002]. Юрскую толщу в истоках Ангары делили на конгломератовую (байкальскую) и песчано-конгломератовую (дабатскую) толщи, обнаруженные в бассейне рек Большая и Дабат [см. Никитина, Панаев, 1970]. Позднее В.П. Маслов и М.М. Лавров [1933], Н.В. Думитрашко и Б.А. Гаврусевич [1933] и др. отмечали нормальное стратиграфическое положение байкальской и дабатской свит [см. Никитина, Панаев, 1970]. В.Н. Даниловичем установлено, что осадки Иркутской фации согласно перекрывают отложения дабатской юры и должны быть отнесены к присаянской свите. Также, по его мнению дабатская и большереченская (выделенная, в низах дабатской) «фации» к востоку замещаются конгломератами байкальской фации [Данилович, 1961; Никитина, Панаев, 1970]. Юрские отложения внутрисводовой впадины (большереченская и дабатская «фации») и платформенной (заларинская и черемховская свиты) по схеме Ю.П. Деева рассматривались как единый непрерывный литолого-фациальный комплекс [Деев, 1957].

В 1965–1967 гг. юрские отложения Ангаро-Котинской межгорной зоны вскрыты скважинами Л–1 (в районе с. Ангарские Хутора) и Л–3 (в районе устья руч. Никулиха). Материалы скважин использованы для точного определения положения «байкальских» (большереченской, дабатской и байкальской) свит в разрезе юры Иркутского угольного бассейна, а также скоррелированы с основной частью бассейна [Никитина, Панаев, 1970; Решения..., 1981; Шурыгин, Анкудинова, 1981]. На основании данных бурения отложения межгорной впадины разделены на дабатскую, тальцинскую и котовскую свиты (Рисунок 1.4), которые являются аналогами черемховской, присаянской и кудинской свит, соответственно [Решения..., 1981]. Данная стратиграфическая схема, является действующей на данный момент, и была принята в 1969 г. как основа для крупномасштабных геологических карт, а в 1978 г.

представлена на Межведомственном совещании по разработке стратиграфических схем мезозоя Средней Сибири [Шурыгин, Анкудинова, 1981].

Дабатская свита названа по р. Дабат, вблизи впадения в р. Курма (левый приток Ангары), где она была впервые установлена. Возраст свиты установлен по палоботаническим данным как плинсбах – начало тоара. Суммарная мощность свиты 230-280 м [Шурыгин, Анкудинова, 1981]. Отложения дабатской свиты (по действующей стратиграфической шкале) вскрыты по серии скважин [Шурыгин, Анкудинова, 1981] и в единичных естественных обнажениях по берегу Байкала и береговым обнажениям р. Ангара. Обнажения описанные ранее М.М. Тетяевым, В.П. Масловым, М.М. Лавровым, В.Н. Даниловичем и другими, следует относить к котовской и тальцинской свитам (т.е. к аналогам кудинской и верхам присаянской свиты) [Никитина, Панаев, 1970; Решения..., 1981].

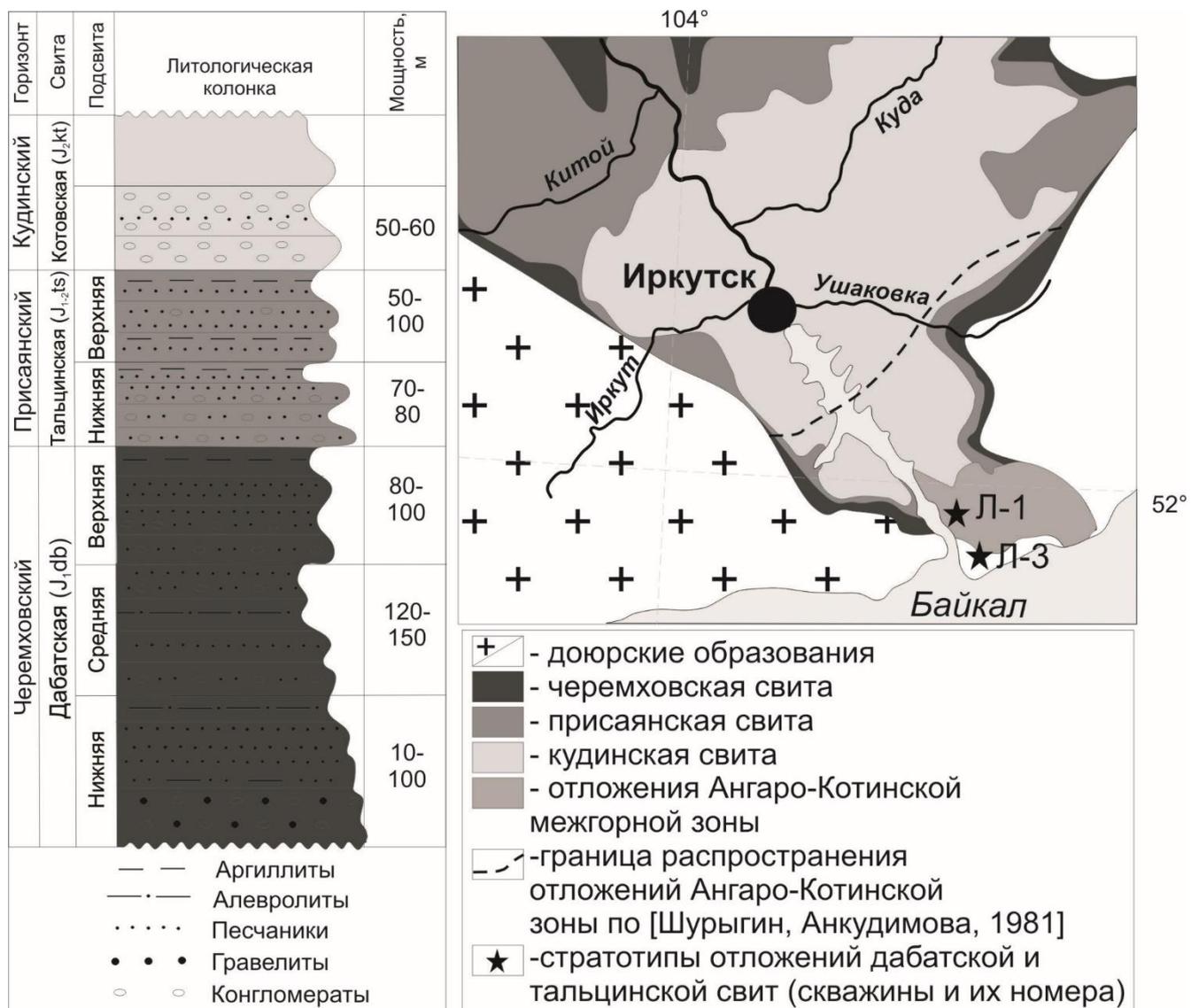


Рисунок 1.4. – Стратиграфия Ангаро-Котинской межгорной зоны (составлена по [Шурыгин, Анкудинова, 1981; Скобло и др., 2001 и др.]) с указанием местоположения отложений Ангаро-Котинской зоны.

Тальцинская свита названа по правому притоку Ангары р. Тальцы. Тальцинская свита с размывом залегает на дабатской свите. Суммарная мощность варьирует в пределах 170-120 м [Шурыгин, Анкудинова, 1981]. Котовская свита названа по пади Большие Коты, разрез коренного обнажения в которой вскрывает ее стратотип (мощность около 50 м). Вскрытая часть котовской свиты предположительно коррелирует с нижней подсвитой кудинской свиты [Шурыгин, Анкудинова, 1981], однако Н.И. Акулов с соавторами [2015] относят ее к основанию юрского разреза, считая котовские конгломераты древнее базальных заларинских.

Таким образом, если, раньше исследователям приходилось иметь дело с разрозненными обнажениями в пределах межгорной впадины, то теперь имея данные бурения можно уверенно говорить о том, что отложения основной части Иркутского угольного бассейна и межгорной впадины связаны между собой фаціальными переходами. В.М. Скобло с соавторами [Скобло и др., 2001 и др.] детализировали стратиграфическую схему Ангаро-Котинской межгорной впадины, согласно которой на всех стратиграфических уровнях впадины установлены горизонты туффитов и туфов кислого состава.

1.5 Вулканогенные породы в отложениях Иркутского угольного бассейна

В отложениях ранней и средней юры Иркутского угольного бассейна в разное время обнаружены вулканогенные и вулканогенно-осадочные прослои [Чекин, 1973; Адмакин, Портнов, 1987], по которым до сих пор имеются лишь единичные обрывочные сведения [Кизияров, Мешалкин, 1978; Кизияров, Мешалкин, Лосева, 1983; Объяснительная..., 1999, Скобло и др., 2001; Арбузов и др., 2012]. Горизонты вулканогенных пород отмечают в отложениях черемховской, присаянской, кудинской свит и их аналогах в Ангаро-Котинской зоне (Рисунок 1.5). Обычно они залегают в виде линз, прослоев и горизонтов максимальной мощностью, в Прииркутской впадине, до 18 м (в отложениях кудинской, самой молодой свиты) (Скобло и др., 2001), и имеют наибольшее распространение в юго-восточной части Иркутского бассейна (Рисунок 1.6). По данным исследования Азейского угольного месторождения (вблизи г. Тулун) обосновано вулканогенное происхождение тонштейнов (глинистых прослоев большой протяженности в угленосных пластах) [Арбузов и др., 2012].

Вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы в Иркутском бассейне представлены пепловыми туфами, туфоалевролитами и туфопесчаниками, по данным геолого-съёмочных работ имеются упоминания о туфах, однако речь идет преимущественно о скважинном материале [Объяснительная..., 1999]. Наибольших мощностей такие породы достигают в отложениях средней юры, в верхах присаянской и кудинской свит. Есть сведения о нахождении вулканогенных прослоев и в отложениях черемховской (нижележащей) свиты [Кизияров, Мешалкин, 1978; Арбузов и др., 2012], что подтверждают и наши находки. В Ангаро-

Котинской зоне псаммитовые и алевропеллитовые туфы и туффиты кислого состава также отмечаются на протяжении всей юрской толщи [Скобло и др., 2001].

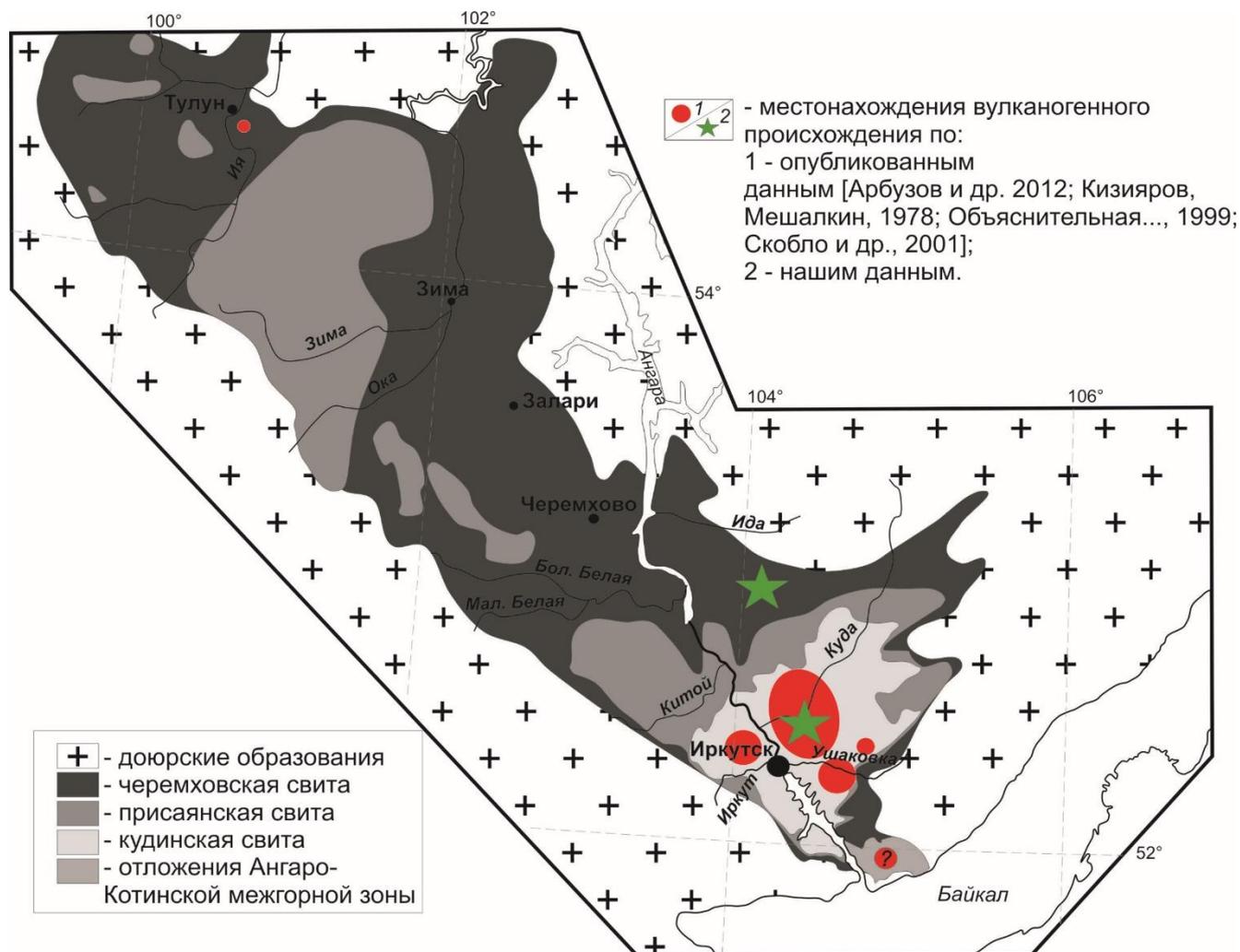
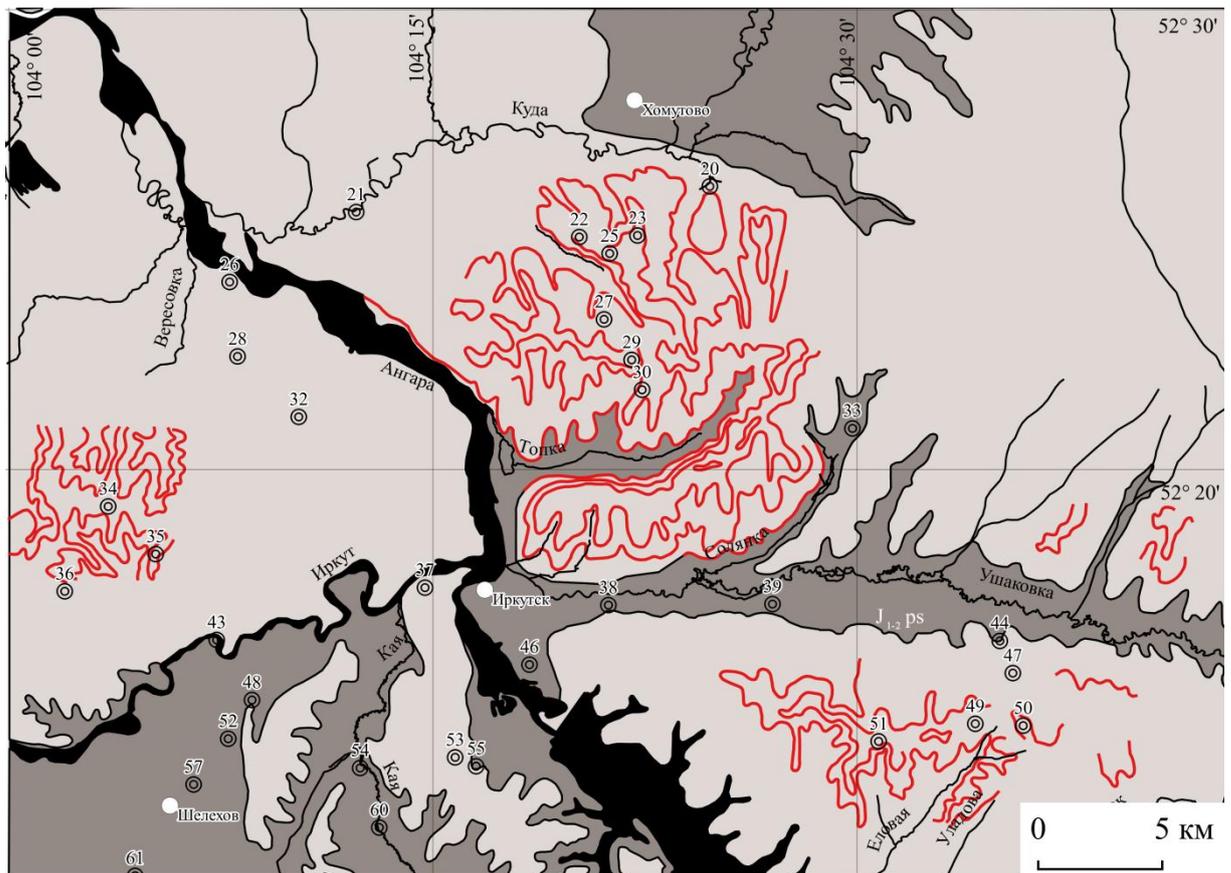


Рисунок 1.5. – Схематичная карта распространения юрских отложений Иркутского угольного бассейна с указанием находок вулканогенно-осадочных пород.

Вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы в юрских отложениях преимущественно представлены пирокластическим материалом кислого (риолитового, дацитового) состава, однако различный характер вторичных изменений говорит о возможности более разнообразных составов. Можно выделить 4 основных типа вторичных изменений вулканогенно-осадочного материала: окремнение (кислый состав), аргиллитизация (средний или средне-основной), цеолитизация (основной), а также карбонатизация [Кизияров, Мешалкин, 1978; Скобло и др., 2001; Арбузов и др., 2012]. Также породы подверглись лимонитизации, хлоритизации и гидрослюдизации. Например, в районе Иркутска по данным бурения установлено 3 горизонта риолитовых туфов и туфоосадочных пород мощностью (17,4, 7,5 и 13,2 м снизу вверх), к которым местами приурочена цеолитовая минерализация [Скобло и др., 2001], а на Азейском угольном месторождении (район г. Тулун) установлены тонштейны - [Арбузов и др., 2012].



Условные обозначения

- | | | | |
|----------------|---------------------|---|---|
| $J_2 kd_{1-2}$ | - кудинская свита |  | - маркирующий горизонт пепловых туфов, туфоалевролитов и туфопесчаников |
| $J_{1-2} ps$ | - присаянская свита | 52 | |
| | |  | - буровые скважины |

Рисунок 1.6. – Схематичная карта распространения пепловых горизонтов кудинской свиты в районе Иркутска.

На сегодняшний день существует большое количество работ по идентификации пеплового материала в осадочных отложениях [Ван, Казанский, 1985; Юдович, Кертис, 2000; Юдович, Кертис, 2010; Tonneijck et al., 2008; Thompson et al., 2008; Sun et al., 2015]. С постоянным совершенствованием технологий становятся шире возможности обнаружения вулканогенного материала в осадочных породах.

Глава 2

Методы исследований

Ранее ни геохимических, ни изотопно-геохронологических исследований юрских отложений Иркутского угольного бассейна не проводилось. В то же время произошел скачок в развитии и доступности ряда геохронологических и геохимических методов, широко используемых в мировой практике при изучении осадочных толщ [Bhatia, Crook, 1986; Юдович, Кертис, 2000; Маслов, 2005; Dickin, 2005; Bowring et al., 2006; Летникова и др., 2013; Малышев, 2015 и др.]. В частности, особый интерес для стратиграфии представляют вулканогенные и вулканогенно-осадочные толщи. В настоящей работе представлен комплекс данных для юрских отложений из различных стратиграфических уровней Иркутского угольного бассейна.

2.1 Полевые методы

При полевых исследованиях задокументированы характер залегания осадочных толщ, цвет, структура и текстура пород обнажений, а также взаимоотношения и контакты между слоями в разрезах. В исследованных разрезах были опробованы все литологические разновидности пород, однако на диаграммах вариаций химических составов пород бассейна использованы данные составов только песчаников и алевропесчаников, как отражающих средний химический состав источников сноса. Исключены аргиллиты и «экзотические» породы, с туфовой составляющей и повышенным содержанием СаО (> 10 %). Опробованы и исследованы 28 разрезов различных стратиграфических уровней юрских осадков. Точное местонахождение всех опробованных разрезов указано в приложении А, с указанием координат.

2.2 Минералого-петрографические методы

В работе использованы минералого-петрографические данные предшественников [Копорулин, 1966; Юрские ..., 1967; Виниченко и др., 1968; Тимофеев, 1970; Скобло и др., 2001 и др.] в совокупности с авторскими данными, поскольку предшественниками накоплен огромный фактический материал, о котором уже упоминалось в главе 1. Автор провела петрографический анализ образцов осадочных пород и галек из конгломератов, также охарактеризована тяжелая минеральная фракция песчаников, опробованных для исследований детритовых цирконов. Минералого-петрографические данные включают просмотр шлифов (порядка 250 штук), а также исследование минералов тяжелой фракции проб выбранных для U-Pb исследований. Выделение тяжелой минеральной фракции проведено на базе ЦКП ИЗК СО РАН «Геодинамика и геохронология» (г. Иркутск) при участии автора данной работы.

Выделение минерального состава тяжелой фракции включает следующие шаги:

1. Рассев на ситах (1.00, 0.500, 0.250, 0.180 и 0.125 мм) раздробленного образца.
2. Промыв фракций 0.180–0.125 и <0.125 на гравитационном столике.
3. Разделение на магнитную/немагнитную составляющие на электромагните.
4. Разделение в тяжелой жидкости (бромформе) и выделение тяжелой фракции.
5. Исследование под бинокулярным микроскопом минерального состава.

При петрографических исследованиях в работе использована классификация обломочных пород по размеру обломков, в которой выделяются следующие породы с диаметром слагающих их частиц, мм: грубообломочные — более 1, песчаные — от 1—2 до 0.05 и алевритовые — от 0.05 до 0.005 (таблица 2.1). Принятые границы отражают изменение физических и водных свойств при переходе от одного размера частиц к другому [Логвиненко, Сергеева, 1986].

Таблица 2.1 – Классификация обломочных частиц по размеру [Логвиненко, Сергеева, 1986].

Размер обломков, мм		Размер обломков, мм	Порода
>1000	Глыбы	1-0.5	Песчаник крупный
1000-500	Валун крупный	0.5-0.25	Песчаник средний
500-100	Валун мелкий	0.25-0.05	Песчаник мелкий
100-50	Галька крупная	0.05-0.01	Алевролит крупный
50-10	Галька мелкая	0.01-0.05	Алевролит мелкий
10-5	Гравий крупный	0.005-0.001	Аргиллит грубый
5-1	Гравий мелкий	<0.001	Аргиллит мелкий

При описании шлифов дана количественная оценка обломочного материала и цемента; охарактеризован размер и степень окатанности и сортировки обломочного материала; определены структуры пород, характеры взаимоотношения зерен с цементирующим веществом, а также его состав. Дальнейшая классификация пород проводилась по минеральному составу обломочных зерен, в зависимости от породообразующих компонентов ($\geq 12\%$), с выделением кварцевых, кварц-полевошпатовых, полевошпатово-кварцевых, слюдисто-кварцево-полевошпатовых и полимиктовых песчаников и алевро-песчаников. Окатанность галек из конгломератов проводилась визуально при документировании разрезов, также отобрано по 100 галек из разрезов с конгломератами для петрографических исследований. Минеральный состав вулканогенно-осадочных пород из черемховской и кудинской свит

исследован на растровом сканирующем электронном микроскопе MIRA 3LMU в аналитическом центре многоэлементных и изотопных исследований ИГМ СО РАН.

2.3 Геохимические и изотопно-геохимические методы

Впервые для данного объекта получены составы петрогенных оксидов и микроэлементов, Sm-Nd изотопные данные для пород различных стратиграфических уровней Иркутского угольного бассейна. Аналитические исследования проводились на базе Центра коллективного пользования “Геодинамика и геохронология” ИЗК СО РАН (г. Иркутск).

Содержания петрогенных оксидов для части проб определены и классическим методом “мокрой” химии (аналитик М.М. Самойленко), и методом РФА (аналитик Е.В. Худоногова). Измерение образцов выполнено на рентгенофлуоресцентном спектрометре с волновой дисперсией S8 TIGER (Bruker AXS GmbH, Германия), оснащенный пакетом программного обеспечения SPECTRAplus. Анализируемый материал в количестве 5 г смешивали со связующим веществом (ваксой) в соотношении 5:1. Излучатели готовили путем прессования таблеток с подложкой из борной кислоты при помощи полуавтоматического прессы HERZOG НТР 40 (Германия) при усилии в 100 кН. Интенсивности аналитических линий определяемых элементов и фона регистрировали при напряжении 50 кВ, силе тока 40 мА. Время измерения одного образца составляло в среднем 10 мин. Методика более подробно описана в работах [SPECTRAplus, 2010; Штельмах и др., 2015].

Сравнение результатов двух методов представлено на рисунке 2.1. В целом, для всех петрогенных оксидов видна четкая положительная корреляция. В дальнейшем как петрогенные оксиды (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 (суммарное, FeO и Fe_2O_3), MnO, MgO, CaO, Na_2O , K_2O , P_2O_5), так и редкие и рассеянные элементы (Ni, Cu, Zn, Ga, V, Cr, Co, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Ta, Sc, Cs, As, Nd, Zr, Y, Sr, Rb, Th, U, Pb, Sn, Mo) определялись рентгенофлуоресцентным методом (аналитик Е.В. Худоногова). На диаграмме сравнения видно, что данные обоих методов имеют хорошую сходимость (Рисунок 2.1), и поэтому в дальнейшем определения как петрогенных оксидов, так и редких и рассеянных элементов выполнялись рентгенофлуоресцентным методом (аналитик Е.В. Худоногова). Результаты анализов приведены в приложении Б.

Sm-Nd изотопные исследования проводили аналитики Е.И. Демонтерова и Т.В. Попова. Для выделения самария и неодима, а также последующих измерений их изотопных отношений, использована навеска 100 мг истертого образца с трассерным раствором ^{149}Sm – ^{150}Nd . Последующее разложение происходило в смеси кислот HNO_3 –HF– HClO_4 в тефлоновых контейнерах в микроволновой печи. Выделение суммы редкоземельных элементов проводилось на смоле TRU Spec (EiChroM Industries, II, USA). Последующее разделение Sm от Nd

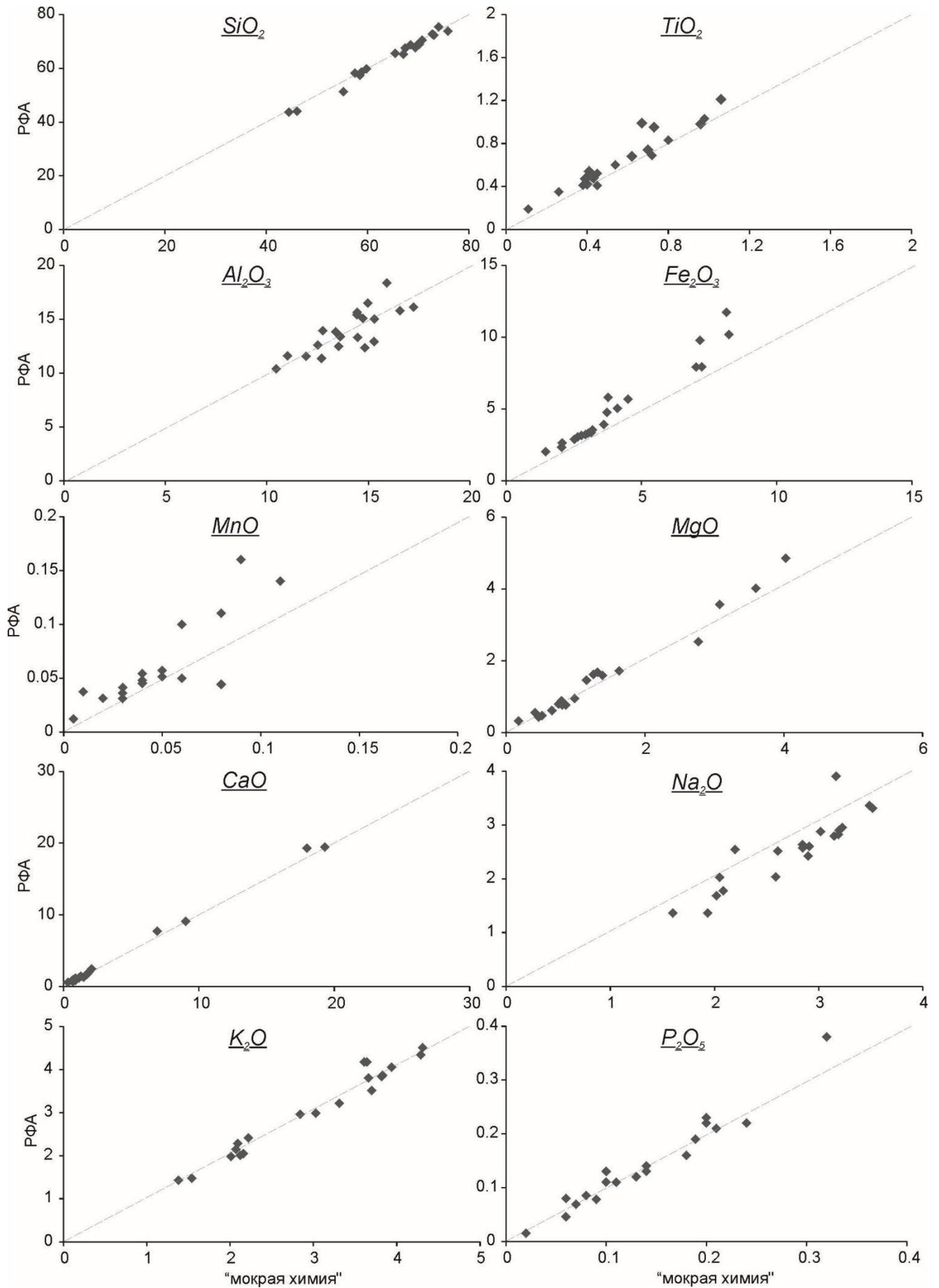


Рисунок 2.1. – Диаграмма сравнения содержаний петрогенных оксидов определенных методами РФА и «мокрой химии».

проводилось на ионообменных колонках, заполненных смолой Ln Spec по модифицированной методике [Pin, Zalduegui, 1997]. Измерения изотопных отношений неодима и самария осуществлялись на масс-спектрометре Finnigan MAT262 (оператор Е.И. Демонтерова). Результаты измерений приведены в приложении В. Для контроля качества работы прибора анализировался стандарт неодима JNd-1, значения которого составили $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.512100 \pm 0.000010$ (2σ , $n=10$).

2.4 Геохронологические методы

U-Pb датирование детритовых цирконов проведено на квадрупольном масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Q-ICP-MS Perkin Elmer NexION 300D с лазерной платформой NWR 213 (New Wave Research, USA). Прибор установлен в Центре коллективного пользования «Изотопно-геохимических исследований» ИГХ СО РАН (г. Иркутск). Выделение детритовых цирконов с последующей подготовкой их к U-Pb датированию проведены на базе ЦКП ИЗК СО РАН «Геодинамика и геохронология» (г. Иркутск). Предварительно получены BSE изображения детритовых цирконов, для выбора точек (участков) анализа, свободных от включений, вторичных изменений и механических повреждений зерен. U-Pb данные обработаны с помощью программы Glitter с последующей коррекцией с использованием макроса Common lead [Andersen, 2002]. Качество съемки контролировалось измерением стандартов цирконов MudTank, GJ-1, Plesovice, 91500, Temora. Расчет возраста осуществлялся относительно стандарта GJ-1. Для цирконов с возрастом более 1 млрд лет возраст рассчитывался по отношению $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$, а для более молодых — возраст рассчитывался по отношению $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$. Построение графиков возрастов (kernel density estimation) производилось в программе Density Plotter [Vermeesch, 2012]. Результаты U-Pb датирования детритовых цирконов приведены в приложении Г.

U-Pb датирование акцессорных цирконов из гранитоидов котовской свиты проведено на квадрупольном масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой 7500cs с 193 нм когерентным газовым лазером Ar-F и абляционной ячейкой Resonetics S155 в Университете Тасмании в Хобарте, Австралия. Выделение детритовых цирконов с последующей подготовкой их к U-Pb датированию проведены на базе ЦКП ИЗК СО РАН «Геодинамика и геохронология» (г. Иркутск). Качество съемки контролировалось измерением стандартов цирконов MudTank, NIST610, Plesovice, 91500, Temora. Расчет возраста осуществлялся относительно стандарта 91500. Для цирконов возраст рассчитывался по отношению $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$. Построение графиков возрастов производилось с использованием макроса Isoplot 4.15 [Ludwig, 2003]. Результаты U-Pb датирования акцессорных цирконов из гранитных валунов котовской свиты приведены в приложении Д.

До настоящего момента, для определения возраста юрских отложений Иркутского угольного бассейна использовался только палеонтологический метод. Нами впервые использован прямой метод датирования (U-Pb метод для акцессорных цирконов из пепловых прослоев Иркутского бассейна). Акцессорные цирконы получены из пепловых прослоев черемховской и кудинской свит (самой древней и самой молодой свит, соответственно), для которых петрографическими методами установлены соответствующие пепловые структуры, известен химический и минеральный составы. Проведено U-Pb датирование с помощью ионного зонда (SIMS) в Институте геологии и геофизики Китайской академии наук в г. Пекин. U-Pb датирование акцессорных цирконов проведено с помощью ионного зонда Cameca IMS 1280-HR. Выделение акцессорных цирконов с последующей подготовкой их к U-Pb датированию проведены на базе ЦКП ИЗК СО РАН «Геодинамика и геохронология» (г. Иркутск). Предварительно получены катодо-люминисцентные изображения цирконов, для выбора точек (участков) анализа, свободных от включений, вторичных изменений и механических повреждений зерен. U-Pb данные обработаны с коррекцией с использованием макроса Common lead [Andersen, 2002]. Построение графиков возрастов (kernel density estimation) производилось с использованием макроса Isoplot 4.15 [Ludwig, 2003]. Результаты U-Pb датирования акцессорных цирконов из пепловых прослоев Иркутского угольного бассейна приведены в приложении Е.

Глава 3

Стратиграфия Иркутского угольного бассейна

Отложения Иркутского угольного бассейна с угловым и стратиграфическим несогласием залегают на позднедокембрийском – палеозойском осадочном чехле и кратонном основании Сибирской платформы. По действующей стратиграфической шкале [Решения..., 1981] юрские отложения подразделяются на черемховскую (плинсбах – начало тоара), присаянскую (тоар-аален) и кудинскую (условно аален) свиты, а в Ангаро-Котинской межгорной зоне на – дабатскую, тальцинскую и котовскую. Суммарная мощность юрской толщи составляет в среднем около 500 м.

Ранее отложения Иркутского угольного бассейна датировали только по палеонтологическим остаткам [Юрские..., 1967; Решения..., 1981; Киричкова, Травина, 2000; Скобло и др., 2001; Фролов, Мащук, 2014; Акулов и др., 2015 и др.], эти исследования ограничены отсутствием радиоизотопных возрастов бассейна. В отложениях ранней (плинсбах) и средней юры (тоар-байос?) Иркутского бассейна в разное время были обнаружены вулканогенные и вулканогенно-осадочные прослои, по которым были обрывочные сведения (см. глава 1). Вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы в Иркутском бассейне представлены пепловыми туфами, туфоалевролитами и туфопесчаниками. Наибольшие мощности туфогенные породы имеют в отложениях средней юры, в верхах присаянской и кудинской свитах. В этой работе приведены данные ограничивающие время формирования Иркутского бассейна путем использования вторичной ионной масс-спектрометрии при исследовании акцессорных цирконов из вулканогенно-осадочных прослоев в Иркутском угольном бассейне (U-Pb методом).

Отложения свит и подсвит описаны ниже в соответствии с действующей стратиграфической шкалой, опробованные разрезы и результаты геохимических и изотопно-геохимических составов пород приведены только для пород юго-восточной части Иркутского бассейна (Рисунок 3.1). Исследования ограничены указанной областью, поскольку здесь представлены все стратиграфические горизонты Иркутского угольного бассейна, т.е. мы имеем полный юрский разрез этого бассейна. Рассматриваемая область (от побережья Байкала до пос. Залари), захватывает зоны Присаянского предгорного прогиба, Ангаро-Котинской межгорной впадины и платформенное крыло. Опробованы и исследованы 28 разрезов различных стратиграфических уровней юрских осадков. Местонахождение всех опробованных разрезов указано на Рисунок 3.1 и, с указанием координат, в приложении А.

представлены фациями предгорного аллювия (нижняя подсвета), состоящими в основном из конгломератов [Юрские..., 1967]. К концу накопления заларинских осадков контуры распространения конгломератов значительно сужаются. Аллювиально-деллювиальные фации захватывают центральную часть бассейна, которые к концу накопления осадков средней (угленосной) подсветы сменяются озерно-болотными фациями [Юрские..., 1967]. Пойменные же фации распространены в северной и северо-западных частях бассейна и чередуются с русловыми [Юрские..., 1967]. Для отложений верхней подсветы черемховской свиты в зоне погружения на юго-востоке бассейна характерны 2 ритма представленных аллювиальными фациями [Юрские..., 1967]. Нижние горизонты усть-балейской подсветы представлены, главным образом, фациями равнинного руслового аллювия и пойменного аллювия, вверх по разрезу наблюдают увеличение мощностей пойменного аллювия и появление фаций надпойменных болот [Юрские..., 1967]. Также иногда фиксируют фации прирусловых отмелей, которые обычно подстилают пойменные или болотные образования [Юрские..., 1967].

Пачка I (нижняя, заларинская подсвета). Заларинская подсвета черемховской свиты сложена разнородными песчаниками, гравелитами, конгломератами и маломощными прослоями алевролитов, аргиллитов и пропластками углей. Подсвета залегает в основании юрских отложений и распространена почти на всей площади бассейна (по данным геологической съемки и бурения), она отсутствует лишь на поднятиях и эрозионных выступах доюрского фундамента (Рисунок 3.2). Мощность подсветы от 100 – 130 до 30 м до полного выклинивания в платформенной части бассейна [Гутова, 1963]. По данным В.А. Панаева и В.В. Никитиной [1970] базальные (заларинские) конгломераты постепенно выклиниваются к Прибайкалью.

В районе ж/д станции Залари по правому борту р. Залари опробован стратотип заларинской подсветы [Юрские..., 1967]. В районе опробования обнажен выступ кембрийских пород мощностью не более 3 м. Разрез расположен на склоне кембрийского выступа фундамента, погружающегося на запад к Каранцайской впадине, в его пределах развиты песчано-конгломератовые отложения сменяющиеся на востоке и северо-востоке глинисто-брекчиевыми образованиями «трошковской фации» [Юрские..., 1967]. Брекчии на территории Иркутского угольного бассейна развиты незначительно, встречаются в районах Черемховского, Новометелкинского, Каранцайского, Азейского и других месторождениях. По составу брекчии делят на 2 типа: карбонатно-кремнистые и алевроито-глинистые [Тимофеев, 1969; Копорулин, 1966]. В разрезе (Рисунок 3.3) грубокластические отложения (мощностью ~ 5 м, максимальная мощность у с. Залари составляет 68.5 м [Юрские..., 1967]) сменяются насыщенными органическим веществом алевроаргиллитами (мощностью ~ 2 м).



Рисунок 3.2. – Схематичная карта распространения базальных (заларинских) конгломератов Иркутского угольного бассейна по Виниченко и др. [1963].

Песчаники от светло-желтых до почти белых с охристыми разводами по трещинам, неслоистые, рыхлые, по составу полевошпатово-кварцевые реже кварцевые, часто изменяются по крупности зерна – от мелко-среднезернистых до гравелистых, местами переходят в гравелиты. Цемент контактовый и контакто-поровый, по составу – глинистый, глинисто-карбонатный, редко железисто-глинистый. Алевролиты тёмно-серые до чёрных, по вещественному составу близки к мелкозернистым разновидностям песчаников. Конгломераты мелко- и среднегалечные с примесью гравийного и песчаного материала сложены хорошо окатанной галькой кварца, метаморфических (кристаллические сланцы) и осадочных (серые и темно-серые плотно сцементированные песчаники) пород и гранитоидами.

В районе с. Олонки в правом борту р. Ангара нами обнаружен контакт юрских и кембрийских пород (Рисунок 3.4). Юрские отложения представлены переслаиванием конгломератов и песчаников, в песчаниках имеются аргиллитовые прослои с органическими остатками. Песчаники полевошпатово-кварцевые реже полимиктовые рыхлые неслоистые бледно-желтые с охристыми разводами по трещинам, изменяются по крупности зерна – от мелко-среднезернистых до гравелистых, местами переходят в гравелиты. Цемент контактовый

и контактно-порový, по составу – глинистый, редко железисто-глинистый. Алевролиты тёмно-зелёно-серые, при наличии углистого вещества они становятся тёмно-серыми до чёрного, по вещественному составу близки к мелкозернистым разновидностям песчаников.

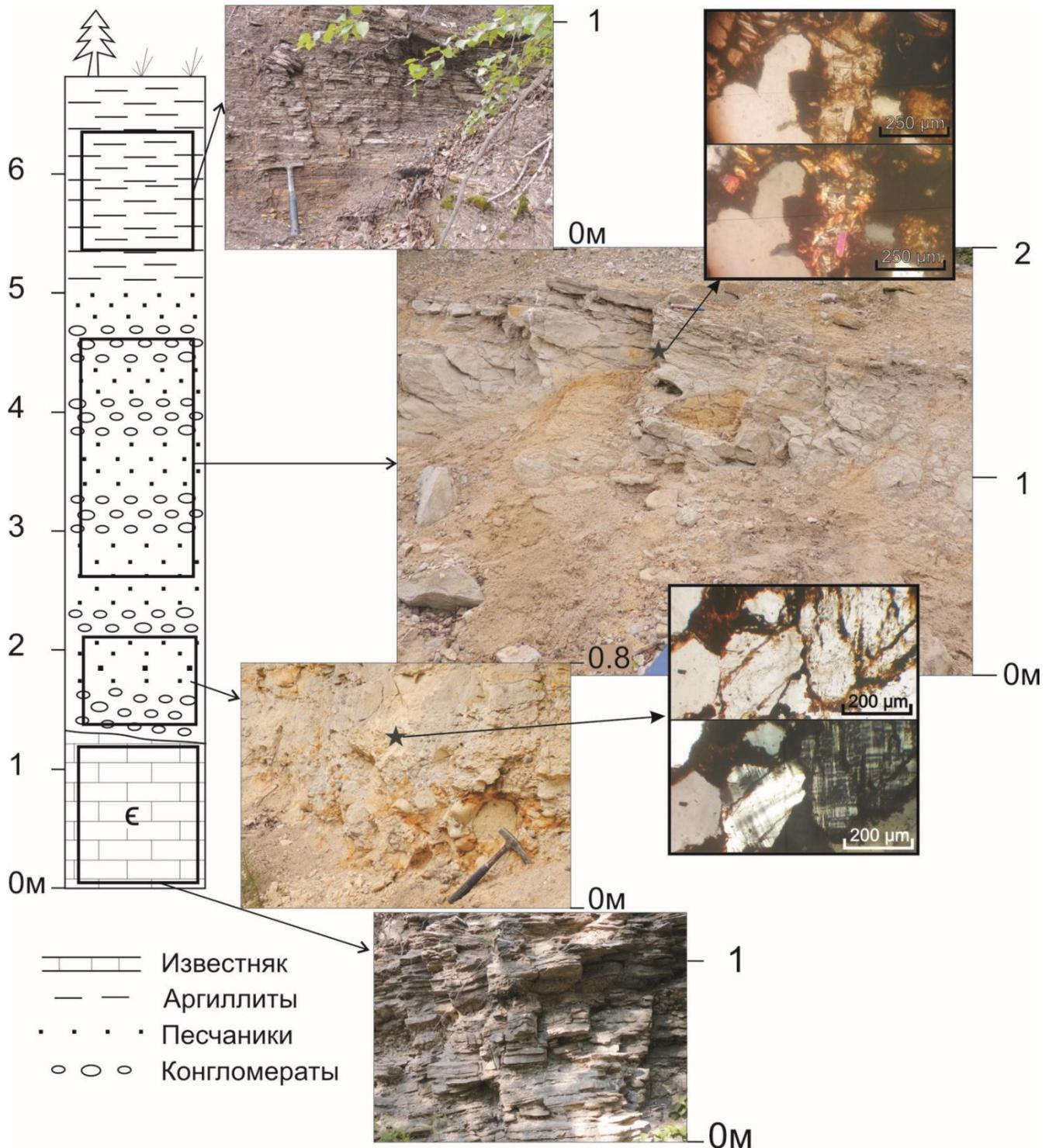


Рисунок 3.3. – Разрез стратотипа заларинской подсвиты [Юрские, 1967] в районе ж/д станции Залари.

Конгломераты, преимущественно мелко- и среднегалечные, однако встречаются и валунные гальки, галька хорошо окатанная по составу и размеру близка галькам из стратотипа

заларинской подсвиты (в районе пос. Залари), за исключением большого количества, порядка 60-70% галек эффузивов, представленных кварцевыми и кварц-содержащими порфирами с крупными выделениями полевого шпата и микрозернистой кварц-полевошпатовой основной массой. Здесь вскрыта только нижняя (конгломератовая) пачка заларинской подсвиты, однако ее мощность выше аналогичной пачки в районе пос. Залари.

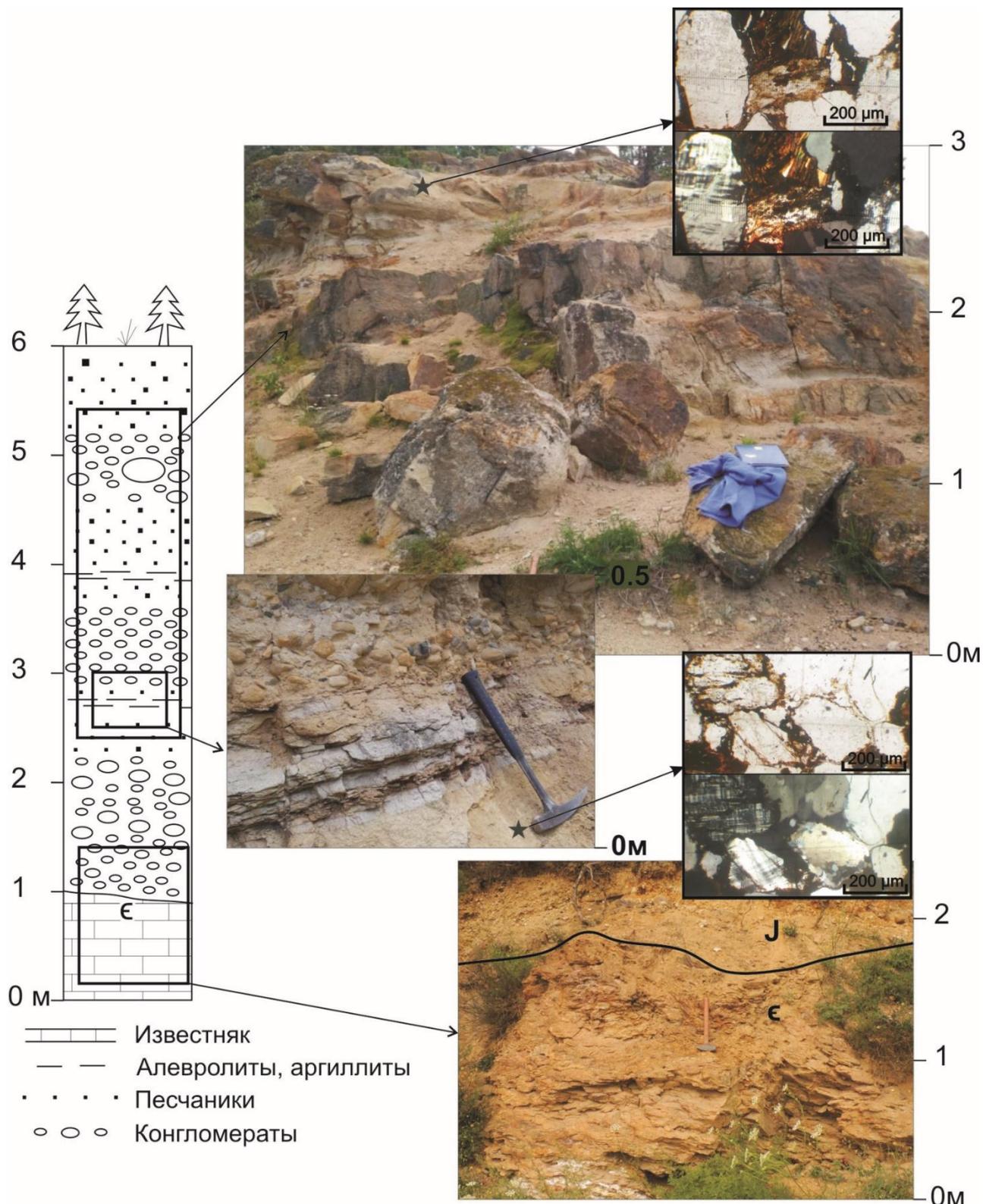


Рисунок 3.4. – Разрез заларинской подсвиты в районе дер. Олонки.

В придорожном карьере по трассе М-53 Иркутск – Красноярск на поверхность выходят отложения нижней (заларинской) и средней (угленосной) подсвиты. Разрез представлен песчаниками (нижней подсвиты) перекрытыми озерными тонкослоистыми отложениями средней подсвиты (Рисунок 3.5).

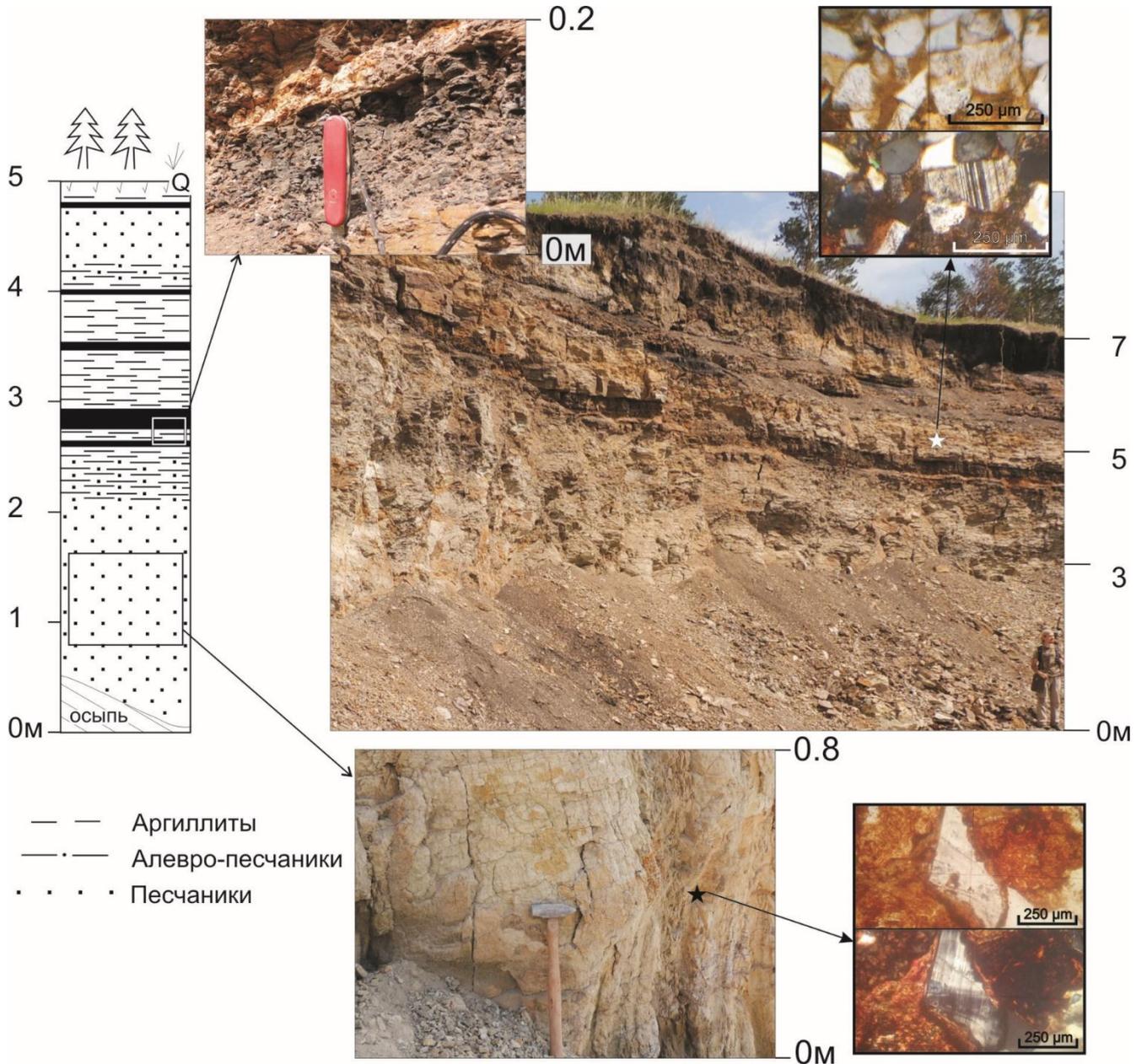


Рисунок 3.5. – Обнажение отложений черемховской свиты в придорожном карьере в районе пос. Кутулик.

В озерных отложениях прослеживаются 4 маломощных (от первых сантиметров до 0.3 м) угольных прослоя. Общая мощность вскрытого разреза составляет около 5 м, вся толща залегает горизонтально. Песчаники заларинской подсвиты полевошпатово-кварцевые серо-желтые, желтоватые, неслоистые либо косослоистые, массивные, изменяются по крупности зерна – от мелко-среднезернистых до гравелистых. Цемент контактовый, по составу –

глинистый, железисто-глинистый. Алевролиты тёмно-зелёно-серые, при наличии углистого вещества они становятся тёмно-серыми до чёрного, по вещественному составу близки к мелкозернистым разновидностям песчаников.

Средняя (угленосная) подсвета. Средняя (угленосная) подсвета ($J_1\check{c}t_2$) сложена преимущественно алевролитами, аргиллитами, заключающими пласты угля промышленной мощности, а также, в меньшей степени, песчаниками и гравелитами (в основании подсветы).

На участке Северный-1 Черемховского угольного месторождения опробован стратотип угленосной подсветы черемховской свиты, также опробовано Головинское месторождение (Рисунок 3.6). Вскрытые разрезы Черемховского и Головинского месторождений практически идентичны. Опробованные отложения представлены 2 пачками нижней, преимущественно, аргиллитовой, содержащей промышленные пласты угля, и верхней, преимущественно, песчаную (усть-балейская подсвета).

Нижняя, собственно, угленосная пачка представлена углями, аргиллитами, алевролитами, редко, алевро-песчаниками. Песчаники кварцево-полевошпатовые аркозовые светло-серые, серые, мелко-среднезернистые горизонтально-слоистые (Рисунок 3.6). Цемент контактовый и контактово-поровый, по составу – глинистый, железисто-глинистый. Алевролиты серые и тёмно-серые, при наличии углистого вещества они становятся чёрными, по вещественному составу близки к мелкозернистым разновидностям песчаников. Угли подразделяются на три группы: гумолитов, сапрогумолитов и сапропелитов. Основная масса углей относится к группе гумолитов. Сапрогумолиты и сапропелиты встречаются в виде маломощных слоев среди гумолитов. По составу угли являются кларенами и кларено-дюреновыми. Преобладают угли с высоким блеском: блестящие и полублестящие [Скобло и др., 2001; Угольная ..., 2012].

Верхняя (усть-балейская) подсвета представлена серо-желтыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами и углистыми прослоями, незначительной мощности (до 10 см). В нижней части усть-балейской подсветы наблюдается горизонтальная слоистость за счет частого чередования песчаников и алевро-песчаников с детритовым углистым веществом, выше по разрезу песчаники неслоистые, плитчатые. Песчаники полевошпатово-кварцевые реже полимиктовые, серо-желтые, желтоватые, косослоистые, иногда массивные неслоистые. Песчаники часто изменяются по крупности зерна, несортированные, в значительном количестве присутствуют угловатые обломки кварца и полевых шпатов. Цемент контактовый и контактово-поровый, по составу – железисто-глинистый, глинистый. Алевролиты тёмно-серые, по минеральному составу близки к мелкозернистым разновидностям песчаников.

В районе пос. Усть-Ордынский нами опробованы угленосные отложения угольного месторождения (Рисунок 3.7). Здесь также как и на Черемховском месторождении вскрыто две пачки: нижняя, угленосная, и верхняя, песчаная (усть-балейская подсвита).

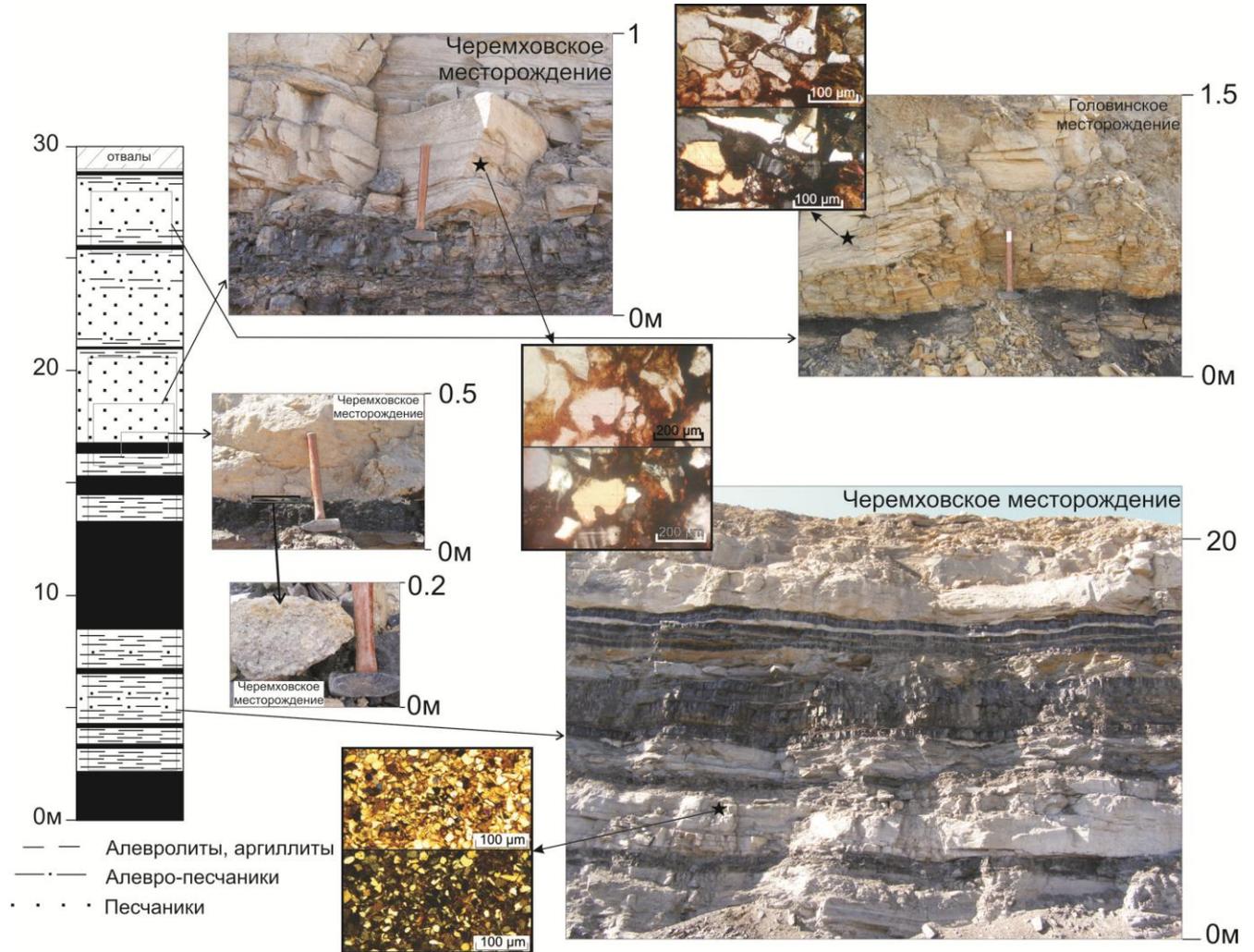


Рисунок 3.6. – Обнажение отложений черемховской свиты (угленосной и усть-балейской подсвиты) на Черемховском (стратотип) и Головинском угольных месторождениях.

Нижняя угленосная пачка представлена углями, аргиллитами, алевролитами, редко, алевро-песчаниками. Песчаники кварцево-полевошпатовые светло-серые, серые, мелко-среднезернистые горизонтально-слоистые. Цемент контактовый и контактово-порový, по составу – железисто-глинистый и железистый. Алевролиты серые и тёмно-серые, при наличии углистого вещества они становятся чёрными, по вещественному составу близки к мелкозернистым разновидностям песчаников. Верхняя (усть-балейская) подсвита представлена серо-желтыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами и углистыми прослоями. Песчаники полевошпатово-кварцевые реже полимиктовые, серо-желтые, желтоватые, косослоистые, иногда массивные неслоистые. Песчаники часто изменяются по крупности зерна несортированные, в значительном количестве присутствуют угловатые обломки кварца и

полевых шпатов. Цемент контактовый и контактово-поровый, по составу – железисто-глинистый и глинистый. Алевролиты тёмно-серые, с высоким содержанием углистого вещества, по вещественному составу близки к песчаникам.

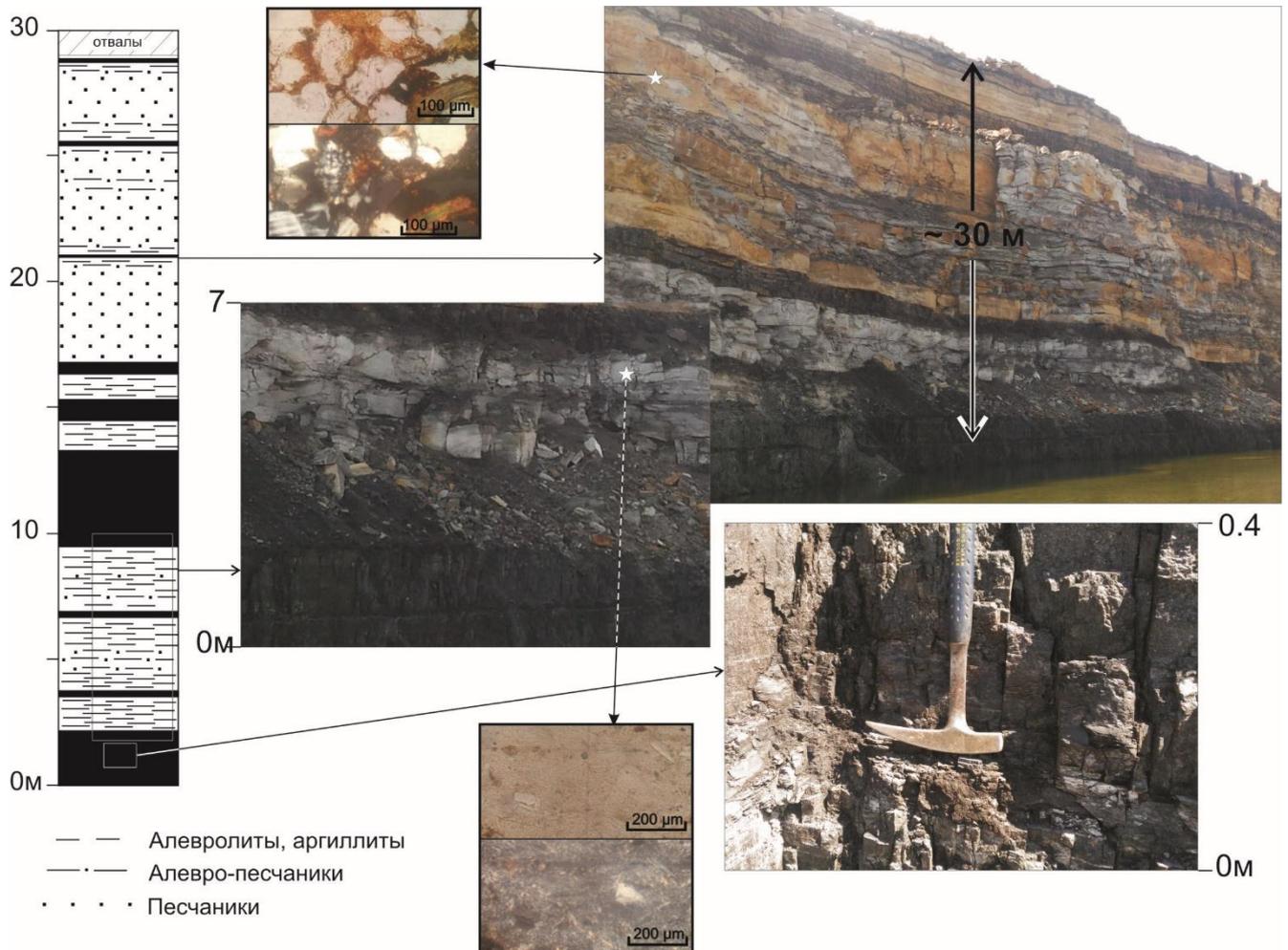


Рисунок 3.7. – Обнажение отложений черемховской свиты (угленосной и усть-балейской подсвиты) на угольном месторождении в районе пос. Усть-Ордынский.

Как отмечалось ранее, в Прибайкальской части угольные пласты постепенно опускаются к подошве свиты, а то и вовсе черемховская свита сразу начинается угольными пластами (на склонах Ишинской, Кукурутской и др. впадин) [Панаев, Никитина, 1970]. В Прибайкальском крыле Иркутского бассейна для, существенно, песчаной усть-балейской подсвиты характерны пласты гравелитов и крупнозернистых песчаников, благодаря которым граница между угленосной и усть-балейской подсвитами выражена достаточно резко [Скобло и др., 2001]. Однако учитывая прослои гравелитов и конгломератов в основании усть-балейской подсвиты на Черемховском и Головинском месторождениях (Рисунок 3.6), то и на основной части бассейна становится очевидным новый этап осадконакопления. Следует отметить, что отложения угленосной подсвиты во всех вскрытых разрезах достаточно однотипны. На основной части (исключая, Прибайкальское крыло) Иркутского бассейна черемховская свита

(включая только заларинскую и угленосную подсвиты) представлена седиментационным макроритмом, заканчивающимся промышленными угольными пластами [Скобло и др., 2001].

Верхняя (усть-балейская) подсвита. Верхняя (усть-балейская) подсвита ($J_1\text{ст}_3$) сложена полевошпатово-кварцевыми, реже полимиктовыми и кварцевыми песчаниками, алевролитами с маломощными прослоями аргиллитов, гравелитов и пропластками углей (слабая угленосность). По правому борту р. Ангара ниже с. Усть-Балей обнажены песчаники стратотипа усть-балейской подсвиты (Рисунок 3.8) [Скобло и др., 2001]. Отложения в разрезе представлены, преимущественно, серовато-желтыми кварц-полевошпатовыми и полевошпатово-кварцевыми разнозернистыми песчаниками. Песчаники массивные с цепочками галек, обугленным растительным детритом и крупными фрагментами древесины.

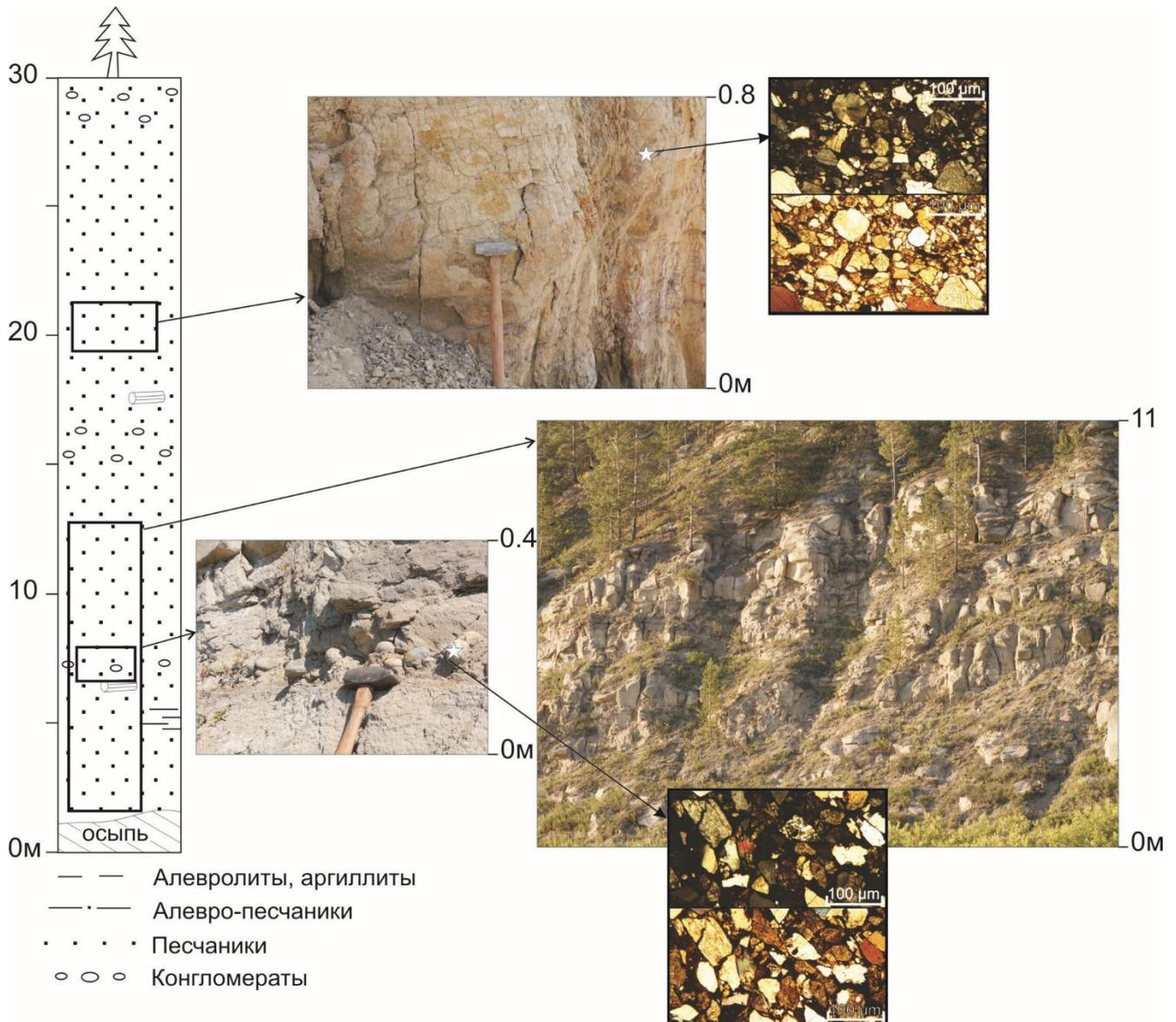


Рисунок 3.8. – Обнажение стратотипа усть-балейской подсвиты в районе с. Усть-Балей.

Песчаники полевошпатово-кварцевые реже полимиктовые серо-желтые, желтоватые иногда буроватые, неслоистые, массивные, иногда горизонтально-слоистые (за счет

чередования с алевро-песчаниками и алевролитами) либо косослоистые. Следует отметить, что в составе песчаников усть-балейской подсвиты в повышенных, по сравнению с нижележащими отложениями, появляется слюда (биотит, 5–12 %) Песчаники часто изменяются по крупности зерна – от мелко-среднезернистых до гравелитистых, местами переходят в гравелиты. Цемент контактовый и контактово-поровый, по составу – железисто-глинистый и глинистый. Алевролиты тёмно-зелёно-серые, при наличии углистого вещества они становятся тёмно-серыми до чёрного, по вещественному составу близки песчаникам. Отложения усть-балейской подсвиты ложатся на угленосную резку, с заметным перерывом в осадконакоплении (рисунки 3.6, 3.7), чаще это грубозернистые песчаники, хотя также можно отметить гравелиты и конгломератовые горизонты (мощностью от 0.15 до 0.5 м).

3.2 Присянская свита

Отложения присаянской свиты имеют большое площадное распространение в пределах южной части Иркутского угольного бассейна, мощность свиты изменяется от 55 до 100-200 м. Свита разделена на нижнюю (иданская – тоар, $J_1 ps_1$) и верхнюю (суховская – аален, $J_2 ps_2$) подсвиты. Нижняя (иданская) подсвита ($J_1 ps_1$) сложена песчаниками с линзовидными прослоями алевролитов, конгломератов, гравелитов, аргиллитов и пропластками углей. Верхняя (суховская) подсвита ($J_2 ps_2$) повсеместно встречается на территории г. Иркутска и сложена песчаниками с прослоями алевролитов, гравелитов, аргиллитов, пропластками углей и горизонтом вулканогенных вулканогенно-осадочных пород в кровле. Горизонт вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород (мощностью до 12,5 м) представлен пепловыми туфами, туфоалевролитами и туфопесчаниками [Объяснительная записка..., 1999]. В пределах исследуемой территории (в Прииркутской впадине) представлен полный разрез присаянской свиты. Отложения свиты согласно перекрываются осадками кудинской свиты. Ритмичность в отложениях присаянской свиты слабо выражена. Нижняя часть разреза присаянской свиты представлена фациями руслового аллювия, при чем в Прибайкальском крыле и на северо-востоке Прииркутской впадины фиксируют русловые потоки предгорного типа, а на юго-востоке – фации равнинного руслового аллювия, вверх по разрезу в Прииркутской впадине сменяющиеся пойменными фациями [Юрские..., 1967].

По правому берегу р. Ангара, в районе пос. Мельничная падь, опробовано береговое обнажение отложений присаянской свиты (Рисунок 3.9). В разрезе наблюдаются 2 пачки: нижняя (преимущественно, алевролитовая) и верхняя (преимущественно, песчаная). Песчаники полевошпатово-кварцевые, слюдисто-кварцево-полевошпатовые реже полимиктовые желтоватые буроватые, разномзернистые, массивные, слоистые и тонкослоистые разновидности (Рисунок 3.9). Цемент контактово-поровый глинистый и железисто-глинистый. Алевролиты

темно-зелено-серые, темно-зеленые по минеральному составу близки песчаникам, их текстура слоистая, структура пелитовая, редко алевропелитовая.

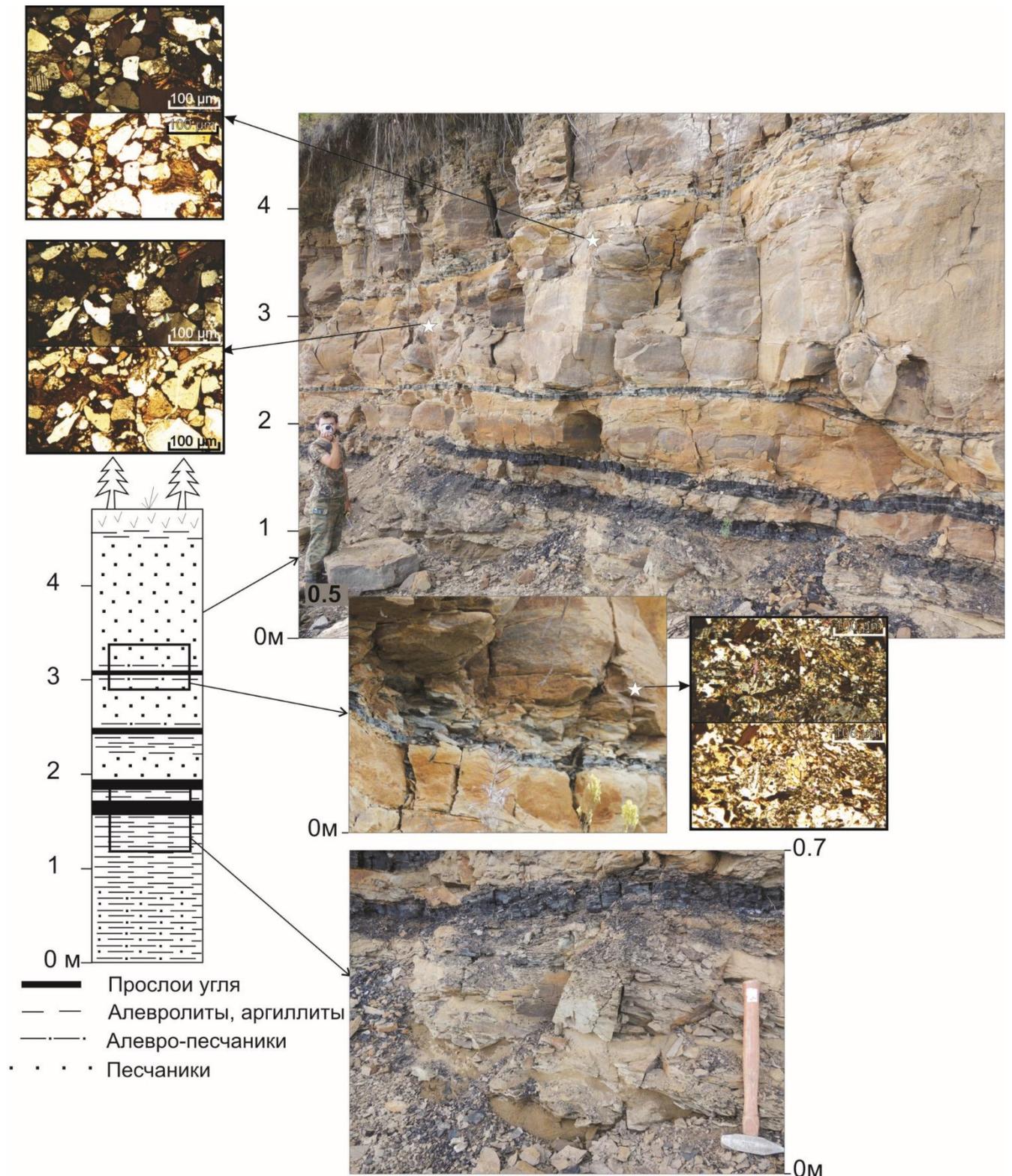


Рисунок 3.9. – Береговое обнажение отложений присаянской свиты в районе пос. Мельничная падь.

По трассе Иркутск – Усолье Сибирское (33 км по трассе Иркутск – Красноярск, в сторону Красноярска) опробован придорожный карьер, вскрывающий отложения присаянской

свиты (Рисунок 3.10). Вскрытый разрез представлен алевролитами и алевро-песчаниками с прослоем угля и углистым детритом. Толща наклонена на северо-запад.

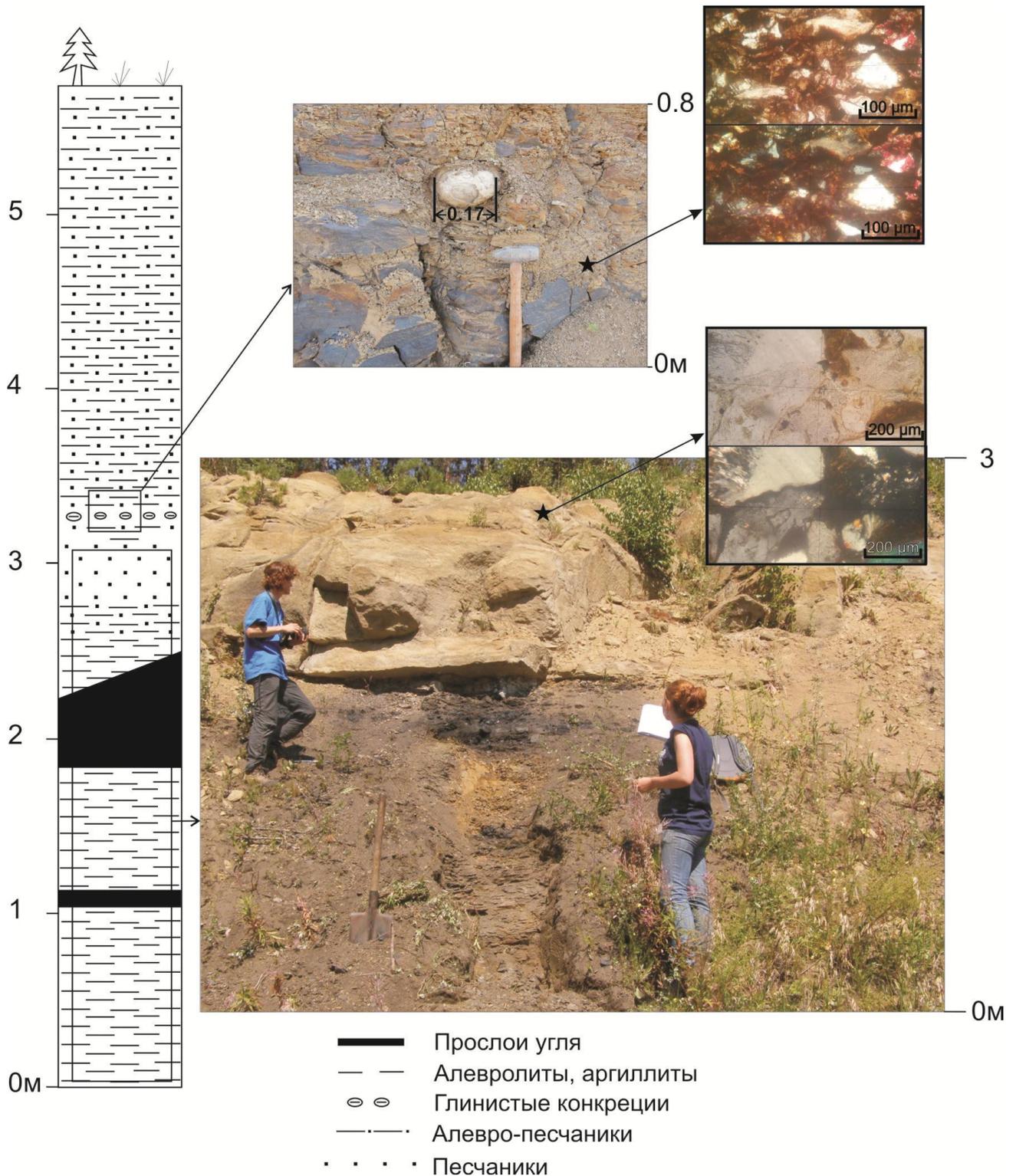


Рисунок 3.10. – Береговое обнажение отложений присаянской свиты в придорожном обнажении по трассе Иркутск - Красноярск.

Песчаники полевошпатово-кварцевые реже полимиктовые, слюдистые (биотит 5–12 %); желтоватые, горизонтально-слоистые (за счет чередования с алевро-песчаниками и алевролитами), иногда неслоистые массивные. Песчаники изменяются по крупности зерна – от

мелко-среднезернистых до крупнозернистых. Цемент контактовый и контактово-поровый, по составу – глинистый, глинисто-карбонатный, редко железисто-глинистый. Алевролиты тёмно-зелёно-серые, при наличии углистого вещества до чёрного, по вещественному составу близки к песчаникам. В алевро-песчаниках глинистые конкреции.

3.3 Кудинская свита

Отложения кудинской свиты (аален, J₂ kd) представлены песчаниками, алевролитами, аргиллитами, конгломератами, гравелитами и пепловыми туфами, туфоалевролитами, туфопесчаниками, с маломощными прослоями углей, мощность свиты варьирует от 20-40 до 70-100 м. Отложения свиты с угловым, и стратиграфическим несогласием перекрываются кайнозойскими осадками. Свита расчленена на две подсвиты: нижнюю и верхнюю. В фациальном отношении отложения кудинской свиты представлены грубообломочным аллювием с практически полным отсутствием верхней пойменной части, ритмичность проявляется за счет колебаний в содержании крупной гальки [Юрские..., 1967].

Стратотипический разрез кудинской свиты опробован по правобережью р. Куда в 2 км севернее дер. Жердовка (Рисунок 3.11), ранее описан в работах [Скобло и др., 2001]. Разрез представлен тремя конгломерато-песчаниковыми пачками в нижней и средней частях разреза и песчано-алевролитовой пачкой белесого цвета в верхней части разреза. Нижняя, преимущественно песчаная пачка имеет видимую мощность около 10 м. Она сложена желтовато-бежевыми выветрелыми песчаниками. Характерно наличие тонких прослоев (не более 10 см) аргиллитов и углей, линз светло-серых глин (возможно развивающимся по пеплам), а также «цепочек» хорошо окатанных галек среднего размера (5–8 см в диаметре).

В средней части разреза (общая мощность 20 м) число и мощность прослоев конгломератов увеличивается, а песчаников, соответственно, уменьшается. Прослой песчаников не выдержаны по простиранию, часто выклиниваются. В этой преимущественно конгломератовой пачке гальки более мелкие, в среднем 2-3 см в диаметре. Они хорошо окатаны, сцементированы песчаным цементом, аналогичным песчаным прослоям. В самой верхней части разреза выходит мощная толща белесых, карбонатизированных песчаников с видимой мощностью до 10 м. Слоистость этой толщи выражена слабо, прослой галек отсутствуют. Внутри пачки встречаются линзы алевролитов.

В правом борту р. Ушаковка в карьере вскрыта довольно мощная толща конгломератов кудинской свиты (Рисунок 3.12). Конгломераты мелко-среднегалечные, хорошо окатанные, гальки по составу сходные с гальками из конгломератов из стратотипического разреза в районе дер. Жердовка и представлены эффузивами средне-кислого состава и их туфами, а также кварцитами, гранитоидами и др. Цемент песчаный кварц-полевошпатовый, разнозернистый,

светло-желтого и буроватого цвета. Песчаники полевошпатово-кварцевые светло-желтые неяснослоистые с контактово-поровым глинисто-железистым цементом, а также белесые с глинистым цементом. Тяжелая фракция представлена цирконом, гранатом, реже магнетитом, рутилом, титанитом, апатитом, ильменитом, хромитом, турмалином, монацитом и эпидотом. Алевриты светло-серые, слоистые, по составу подобны песчаникам.

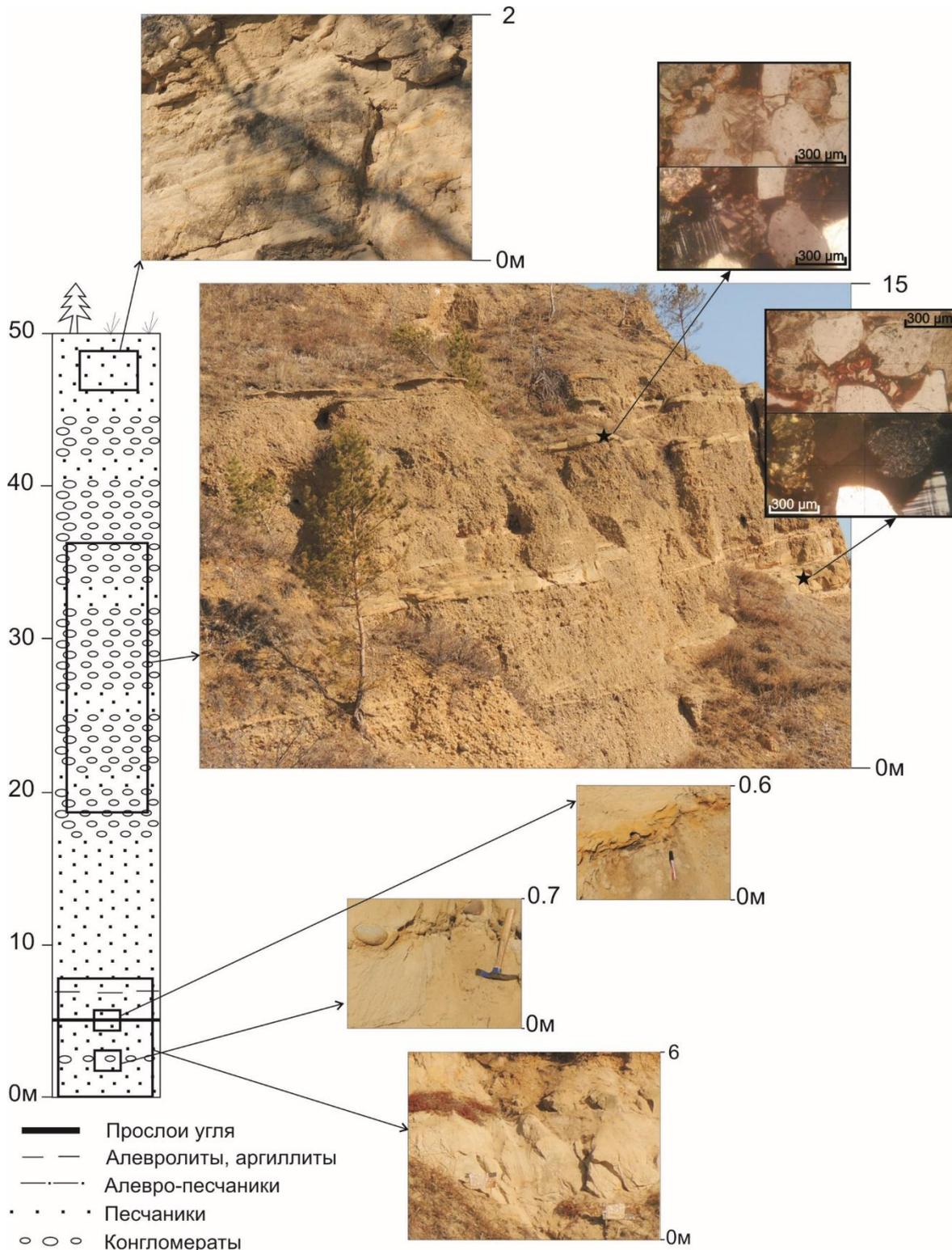


Рисунок 3.11. – Стратотипический разрез кудинской свиты в правом борту р. Куда, в районе дер. Жердовка.

Отложения кудинской свиты также были опробованы по левому борту р. Ангары, где они также представлены грубокластическими породами, преимущественно конгломератами с редкими песчаными прослоями, подобно разрезу в правом борту р. Ушаковка. Песчаники кудинской свиты наиболее интересны обнаруженными в их составе обломками горных пород, представленных преимущественно эффузивами кислого и среднего составов в довольно большом количестве (~ 3-7%). Также в песчаниках кудинской свиты снижается содержание кластогенных слюд (< 3-5%), по сравнению с присаянской свитой и усть-балейской подсвитой черемховской свиты.

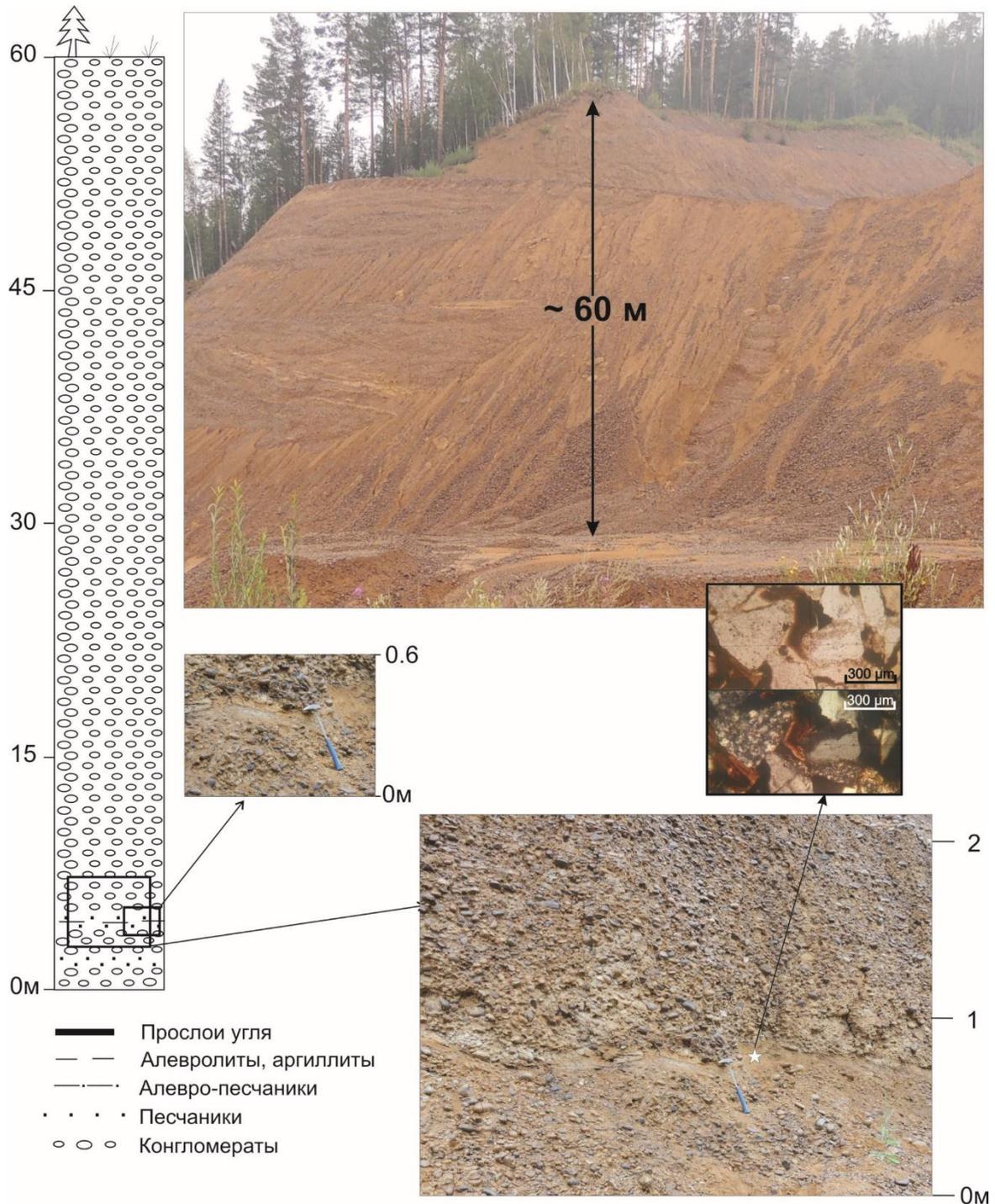


Рисунок 3.12. – Конгломератовый разрез кудинской свиты в правом борту р. Ушаковка.

3.4 Ангаро-Котинская межгорная зона

В пределах структурно-фациальной зоны Ангаро-Котинской межгорной впадины развит континентальный грубокластический комплекс юрских отложений. Ранее их слабая изученность не позволяла расчленить и установить их положение в общем разрезе юры Иркутского угольного бассейна. Однако, после появления данных профильного колонкового бурения впадины разработали стратиграфическую схему Ангаро-Котинской зоны и увязали с разрезами внутренних частей прогиба. А в совокупности с данными последних лет по грубообломочным отложениям кудинской свиты литология Ангаро-Котинской зоны теряет свою индивидуальность («экзотичность») и обособленность в юрском разрезе юга Сибирской платформы.

Дабатская свита. Отложения дабатской свиты и, по действующей стратиграфической шкале, делятся на 3 подсвиты. За стратотип свиты принят разрез скважины Л-3 в правом борту Ангары, в 3.4 км от истока (Рисунок 1.4) [Шурыгин, Анкудинова, 1981]. Верхнюю подсвиту дабатской свиты, как и ее аналог усть-балейскую подсвиту черемховской свиты, некоторые исследователи относят к тальцинской свите [Панаев, Никитина, 1971; Скобло и др., 2001].

Отложения дабатской свиты (по действующей стратиграфической шкале) вскрыты по серии скважин [Шурыгин, Анкудинова, 1981] и в единичных естественных обнажениях по берегу Байкала и береговым обнажениям р. Ангары. Обнажения, описанные ранее М.М. Тетяевым, В.П. Масловым, М.М. Лавровым, В.Н. Даниловичем и другими, следует относить к котовской и тальцинской свитам (т.е. к аналогам кудинской и верхам присаянской свиты) [Никитина, Панаев, 1970; Решения..., 1981].

Отложения свиты преимущественно грубообломочные и представлены конгломератами, гравелитами, песчаниками, реже алевролитами с маломощными пропластками углей. Основная часть свиты описана только по данным бурения [Никитина, Панаев, 1970; Шурыгин, Анкудинова, 1981]. По мнению Н.И. Акулова с соавторами [2015], дабатская свита обнажается на поверхности в придорожной выемке по трассе М55Л (г. Иркутск – пос. Листвянка) у пос. Большая Речка. Однако полученные геохимические и изотопно-геохимические данные, позволяют считать данный разрез аналогом присаянской свиты (см. глава 4). Это хорошо согласуется с палеоботаническими исследованиями А.О. Фролова. В разрезе у пос. Большая Речка впервые обнаружены папоротники *Coniopteris murrayana* (Brongn.) Brongn., *Raphaelia diamensis* Sew. и лептострбовые *Phoenicopsis* cf. *irkutensis* Dolud. et Rasskaz., которые имеют широкое распространение в присаянской свите [Фролов, 2013; Акулов и др., 2015].

Тальцинская свита. Отложения тальцинской свиты с размывом залегают на дабатской свите и по действующей стратиграфической шкале делятся на 2 подсвиты. За стратотип свиты

принят разрез скважины Л-1 в устье пади Никулиха, левый приток Ангары, (Рисунок 1.4) [Шурыгин, Анкудинова, 1981].

В Ангаро-Котинской межгорной зоне опробован аналог присаянской свиты (тальцинская свита) в придорожной выемке по трассе М55Л (Иркутск – Листвянка) у пос. Большая речка (Рисунок 3.13) в 700 м после моста через р. Большая речка по направлению к пос. Листвянка. Здесь вскрыты отложения, представленные двумя пачками тальцинской свиты: нижней и верхней. Видимая мощность разреза составляет около 5 м.

Нижняя пачка сложена сероцветными дресвяными конгломератами (мощность не более 2.5 м) с прослоем алевролитов (мощность до 1 м) и маломощными линзами песчаников (мощностью от первых сантиметров). Верхняя пачка представлена белесо-желтыми слюдистыми песчаниками, похожими на «халву» (мощность до 3 м). По направлению на юг (в сторону пос. Листвянка) в осыпях появляются хорошо окатанные гальки, что говорит о наличии слоя конгломератов в отложениях верхней пачки. Между двумя пачками прослеживается слой темно-коричневой, красноватой глины (мощность около 5–10 см), рассматриваемой нами в качестве коры выветривания. В делювии встречена глыба серого, массивного карбонатизированного, слюдистого песчаника.

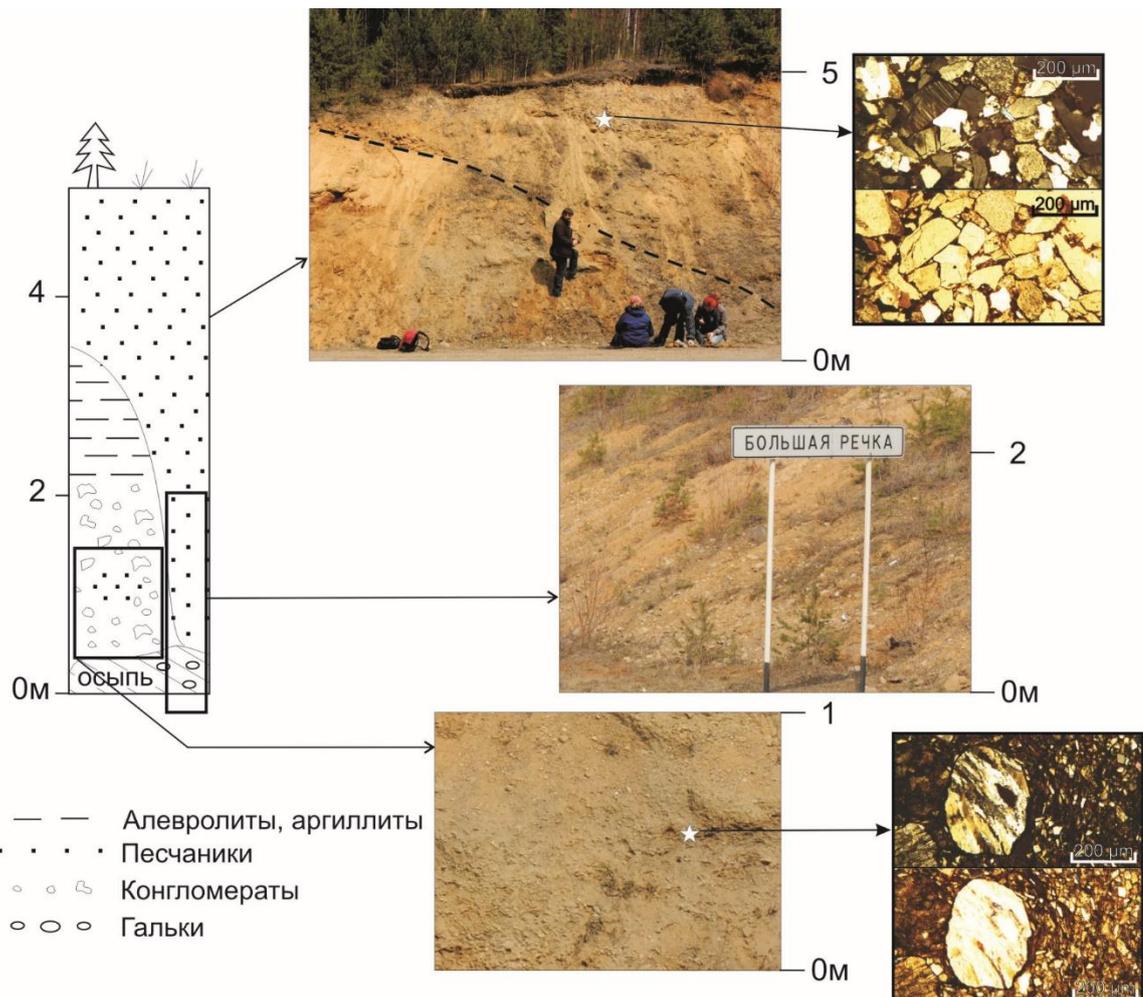


Рисунок 3.13. – Отложения тальцинской свиты в районе пос. Большая речка.

Конгломераты отмечены в отложениях тальцинской свиты как средне- крупногалечные с хорошо окатанными гальками вверх по разрезу, так и мелкогалечные, неокатанные – в низах. Галечный материал представлен преимущественно эффузивами и гранитоидами, реже кремнями, гнейсами, кварцем. Цемент представлен разномерным полимиктовым песчаником (от среднезернистого до гравелистого), также встречающемся в нижних конгломератах в виде линз.

Котовская свита. Отложения котовской свиты с размывом залегают на тальцинской свите и, по действующей стратиграфической шкале, делятся на 2 подсвиты. За стратотип свиты принят разрез естественного обнажения в устье пади р. Большие Коты, вскрывающий максимальную ее мощность (порядка 50-60 м), в 17 км к северо-востоку от истока Ангары [Шурыгин, Анкудинова, 1981].

Отложения котовской свиты опробованы в районе дер. Большие Коты, на водоразделе Большой и Малой Котинок (Рисунок 3.14). Разрез представлен мощной конгломератовой толщей (мощностью порядка 100-200 м) с редкими прослоями и линзами песчаника (до 0.5 м).

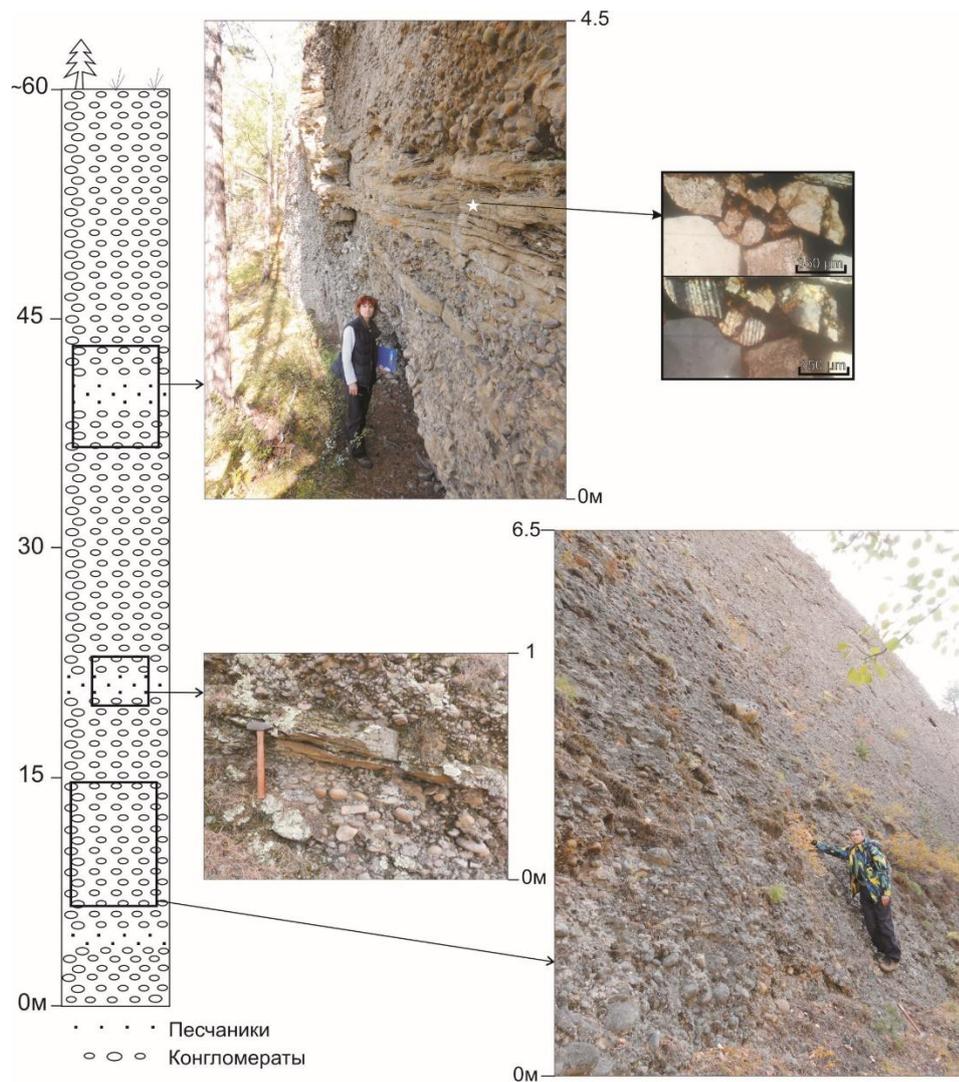


Рисунок 3.14. – Конгломератовый разрез котовской свиты на водоразделе рек Большая и Малая Котинка в районе дер. Большие Коты.

Конгломераты котовской свиты крупногалечные, отмечены валуны размерами до 1.0 – 1.5 м, хорошо окатанные. Гальки представлены преимущественно эффузивами среднего состава, и их туфами, а также встречаются гальки кварцитов, гранитоидов и других пород. Цемент песчаный кварц-полевошпатовый, разномзернистый, светло-желтого и буроватого цвета. Песчаники полевошпатово-кварцевые и кварцевые, желтоватые неяснослоистые с контактово-поровым глинисто-железистым цементом, а также белесые с глинистым цементом. Тяжелая фракция представлена цирконом, гранатом, реже магнетитом, рутилом, титанитом, апатитом, ильменитом, хромитом, турмалином, монацитом и эпидотом.

3.5 Уточнение стратиграфической схемы Иркутского угольного бассейна

Ранее возраст отложений Иркутского угольного бассейна устанавливали по биостратиграфическим данным (которые дают довольно широкий временной диапазон), причем если нижняя граница начала осадконакопления последними исследованиями устанавливается в плинсбахе, то верхняя остается плавающей от аалена до байоса (см. Рисунок 1.3). Датировали отложения в основном растительными остатками [Киричкова, Травина, 2000; Киричкова, Травина, 2002; Фролов, Мащук, 2014; Акулов и др., 2015], находки фауны редки, и относятся преимущественно к усть-балейской подсвите (пачка III черемховской свиты) [Юрские..., 1967; Скобло и др., 2001].

Для более точного установления времени начала и конца формирования Иркутского угольного бассейна исследованы образцы туфогенно-осадочных пород, опробованных в Прииркутской впадине. Первый отобран в отложениях кудинской свиты (верхи юрского разреза) на 19-м километре по тракту Иркутск-Качуг (J-14-13) и представлен окремненным туфопесчаником. Второй образец отобран в отложениях низов черемховской свиты в придорожном карьере в районе пос. Бухун (J-14-37) и представлен туфо-известняком нижней подсвиты черемховской свиты. Конкордантные значения U-Pb данные датирования аксессуарных цирконов из отложений Иркутского угольного бассейна приведены в приложении Е. Опробованные нами пепловые горизонты подходят для прямых методов датирования и показывают непосредственный возраст осадконакопления.

Начало осадконакопления в Иркутском угольном бассейне. Образец туфо-известняка, отобран в отложениях нижней подсвиты черемховской свиты в придорожном карьере в районе дер. Бухун (Рисунок 3.15). По данным геолого-съемочных работ в исследованном районе на поверхность выходят отложения черемховской свиты. По литологическим признакам опробованный вулканогенно-осадочный разрез можно отнести к «трошковской фации» нижней (заларинской) подсвиты, что соответствует началу осадконакопления в юре на юге сибирской платформы

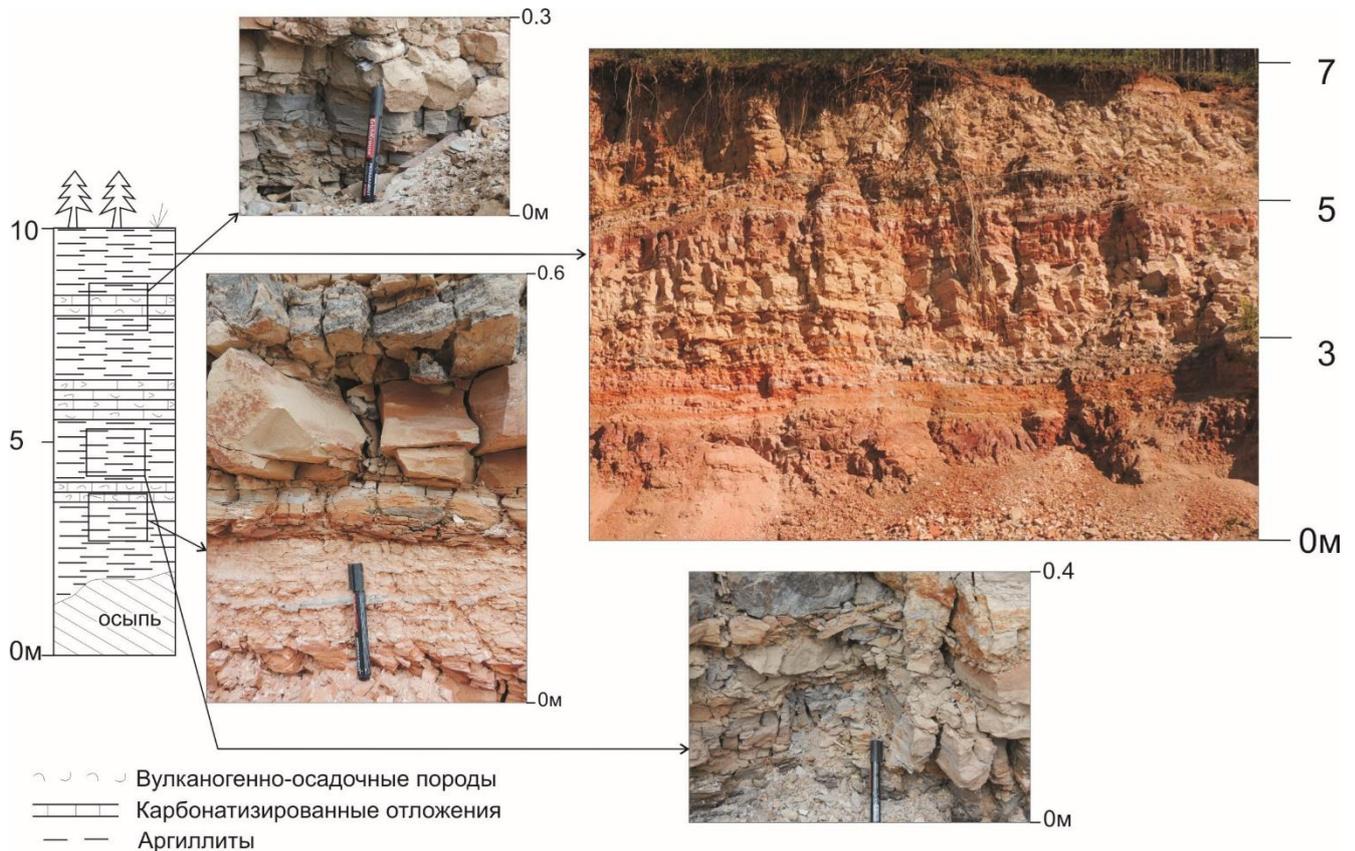


Рисунок 3.15. – Вулканогенно-осадочный разрез отложений нижней подсвиты черемховской свиты в районе дер. Бухун.

Вулканогенно-осадочный разрез в районе дер. Бухун представлен переслаивающимися отложениями аргиллитов, алевро-аргиллитов и карбонатизированными прослоями вулканических пеплов. Характер осадочных отложений опробованного разреза позволяет считать их отложениями «грошковой фации» нижней заларинской подсвиты, исключая возможность отнесения к остаточным рэт-лейасовым корам выветривания. Слои карбонатизированных средне-мелкозернистых туфо-алевролитов темно-серого цвета мощностью от 0.1 до 0.5 м. Цемент базальный, кальцитовый. Пирокластический материал представлен реликтами серповидных и рогульчатых пепловых обломков, предположительно, вулканического стекла (Рисунок 3.16). Остальная масса обломочных зерен представлена неокатанными или плохо окатанными кристаллами циркона, барита, ильменита, титанита, лейкоксена, рутила, кварца, апатита, плагиоклаза. При исследованиях минерального состава на растровом сканирующем электронном микроскопе MIRA 3LMU в аналитическом центре многоэлементных и изотопных исследований ИГМ СО РАН в цирконах отмечены включения вулканического стекла кислого состава (Рисунок 3.16).

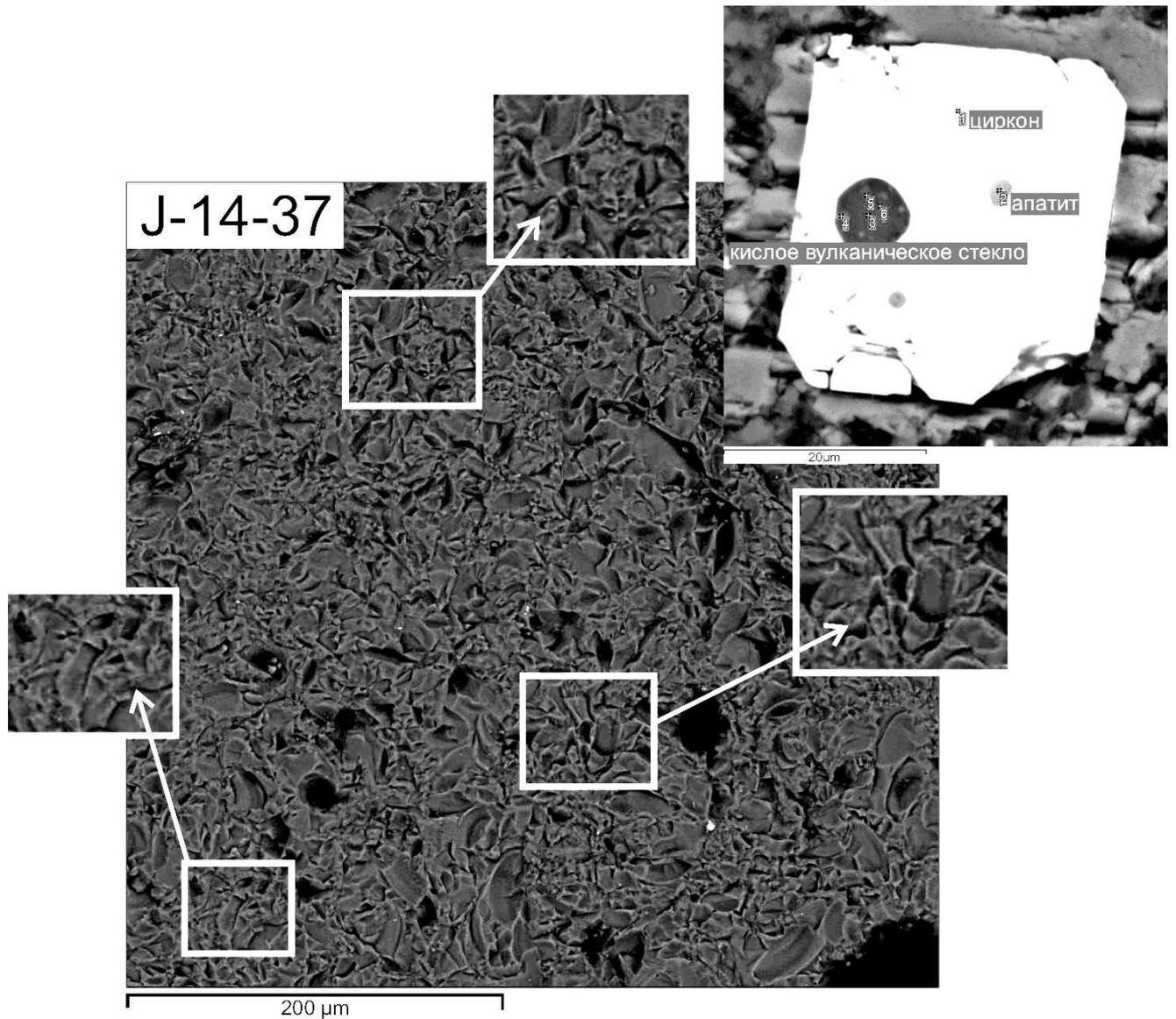


Рисунок 3.16. – Электронная фотография в обратно-рассеянных лучах туфоизвестняка из нижней подсвиты черемховской свиты.

Из туфоизвестняка датировано 19 зерен циркона, из которых 10 анализов характеризуются либо слишком высокими концентрациями первичного свинца, либо дискордантностью (более 10%). Оставшиеся 9 анализов условно можно разделить на 3 группы: 1) 504.4 ± 7.4 млн лет (одно наиболее древнее зерно), 2) 201.1 ± 3.8 млн лет и 3) 195.1 ± 2.8 млн лет (последняя наиболее широко представленная группа из 5 цирконов). Весьма вероятно, что самая молодая группа цирконов отражает возраст вулканического извержения и показывает время формирования черемховской свиты (Рисунок 3.17). Если это так, то ее осадконакопление происходило в синемюре, а не в плинсбахе, как считалось ранее [Решения..., 1981; Скобло и др., 2001 и ссылки в них].

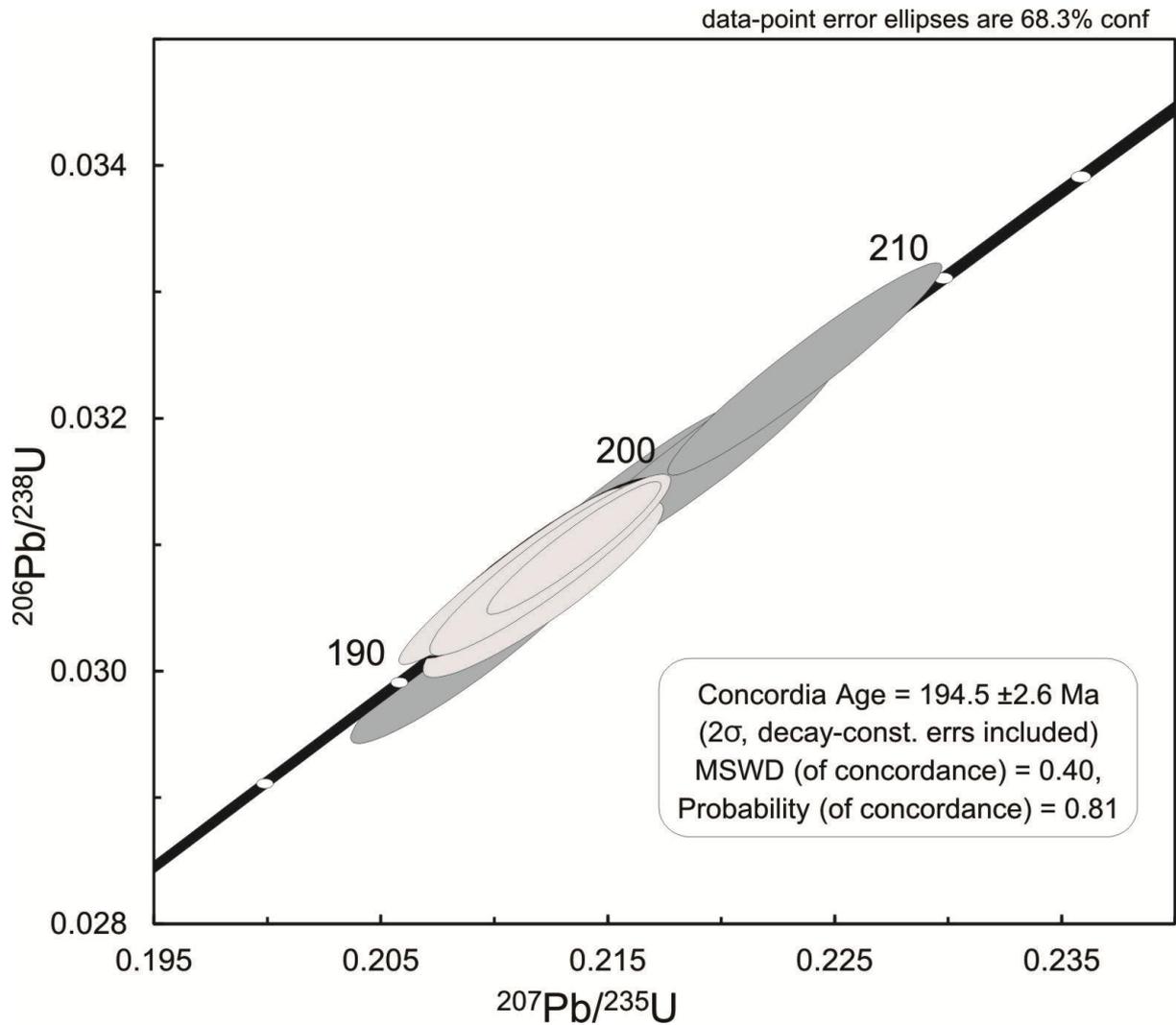


Рисунок 3.17. – Диаграмма с конкордией для туфоизестняка (J-14-37) нижней подсвиты черемховской свиты. Возраст рассчитан по 4 зернам циркона, показанным светло-серым цветом.

Завершение седиментации в Иркутском угольном бассейне. На 19 км трассы г. Иркутск – пос. Качуг перед мостом через р. Куда (со стороны г. Иркутск) в придорожной выемке обнажена песчаная пачка (мощностью около 2.5 м), перекрытая темно-коричневыми углистыми алевролитами (не более 0.5 м) и перемежающимися с туфопесчаниками и туфоалевролитами (мощностью порядка 1–1.5 м). Прослой опробованного нами окремненного туфопесчаника (J-14-13) ярко выражен в рельефе, ступенью высотой до 1.7 м. По имеющимся палинологическим данным эта толща датируется поздним ааленом и, соответственно, относят к кудинской свите [Скобло и др., 2001], хотя ранее этот разрез относился к присаянской свите [Решения..., 1981].

Слой окремненного мелкозернистого туфопесчаника (J-14-13), цветом от светло-серого до белого и мощностью 1.5-1.8 метров, имеет слоистую и пепловую текстуру, кристаллолитовитрокластическую структуру. Обломочный материал представлен: гранитоидами, эффузивными породами средне-основного состава, кварцитами, пепловыми обломками

вулканического стекла; кристаллами - кварца, калиевого полевого шпата, плагиоклаза, слюд (биотит, мусковит), эпидота, циркона, апатита, монацита, пироксена, ильменита, титанита, рутила и турмалина. Зерна неокатанные, либо плохо окатанные. Цемент представлен девитрифицированным вулканическим стеклом характерной пепловой структуры (Рисунок 3.18).



Рисунок 3.18. – Фотография шлифа туфопесчаника кудинской свиты.

Из кремнистого туфопесчаника датировано 21 зерно циркона, из которых 8 анализов характеризуются либо слишком высокими концентрациями первичного свинца, либо дискордантностью (более 10%). Оставшиеся 13 анализов дают большой разброс по возрастам. Условно (учитывая малое число анализов) можно выделить 7 возрастных групп: 1) 2660.1 ± 4.2 млн лет (одна датировка), 2) 503.2 ± 7.6 млн лет, 3) 418.8 ± 8.3 млн лет, 4) 333.9 ± 4.8 млн лет, 5) 245.0 ± 5.1 млн лет и 6) 180.8 ± 2.9 млн лет (единичная датировка для самого молодого циркона). Все датировки рассчитаны по $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ с коррекцией на ^{207}Pb , за исключением самой древней датировки, рассчитанной по $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (Рисунок 3.19). По-видимому, все датировки характеризуют детритовые цирконы, и ни одна из них не может быть использована в качестве возраста осадконакопления кудинской свиты. Самая молодая датировка имеет тоарский возраст

(ранняя юра), тогда как по биостратиграфическим данным кудинская свита относится к аалену и байосу? (средняя юра) [Решения..., 1981; Скобло и др., 2001; Фролов и др., 2015].

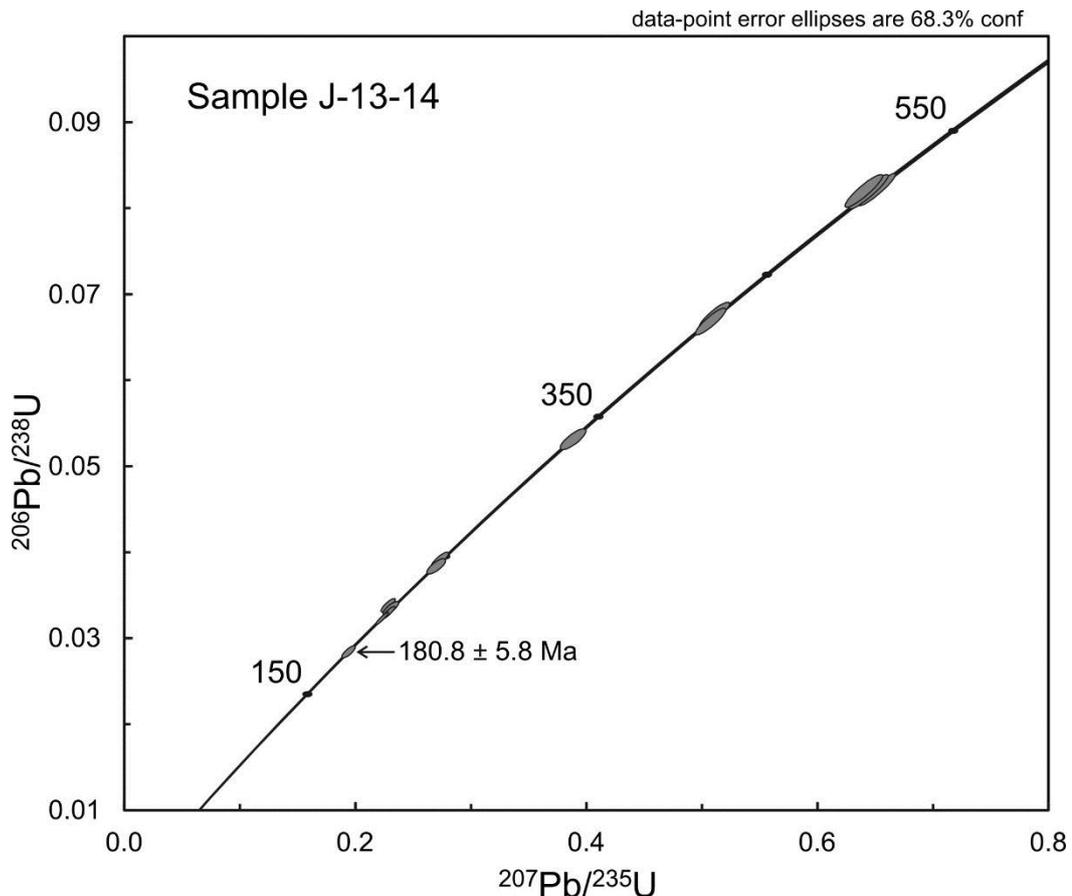


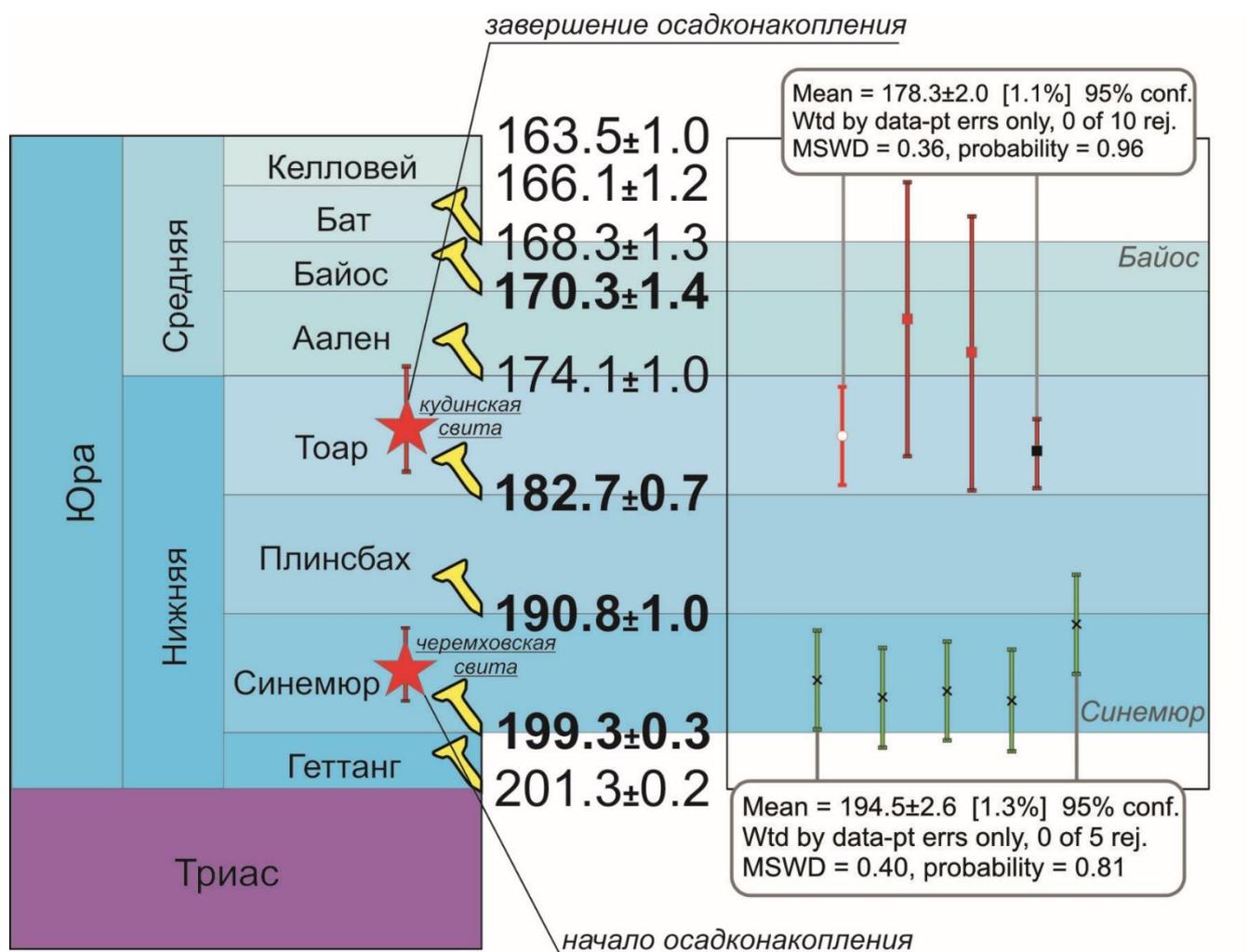
Рисунок 3.19. – Диаграмма с конкордией для туфопесчаника (J-14-13) кудинской свиты.

Новые границы отложений Иркутского угольного бассейна и их стратиграфический порядок. Ранее отложения Иркутского угольного бассейна датировали только по палеонтологическим остаткам [Юрские..., 1967; Решения..., 1981; Киричкова, Травина, 2000; Скобло и др., 2001; Фролов, Машук, 2014, Акулов и др., 2015 и др.], что не дает однозначного результата. Датировали отложения в основном растительными остатками [Киричкова, Травина, 2000; Киричкова, Травина, 2002; Фролов, Машук, 2014; Акулов и др., 2015], находки фауны редки, и относятся преимущественно к усть-балейской подсвите [Скобло и др., 2001].

Нижняя граница формирования Иркутского бассейна установлена разными исследователями в пределах плинсбах (Рисунок 1.3) и основана прежде всего на палеонтологических данных из отложений средней (угленосной) подсвиты черемховской свиты. Отложения нижней заларинской подсвиты преимущественно грубообломочные, в связи с чем нахождение в них палеонтологических останков затруднительно. Последние работы показывают возраст черемховской свиты как плинсбах [Скобло и др., 2001]. Даже альтернативные стратиграфические шкалы Н.И. Акулова с соавторами [2015] и А.И.

Киричковой с соавторами [2016], которые наиболее древней считают котовскую (называемую байкальской) свиту начало юрского осадконакопления на юге Сибирской платформы происходит в плинсбахе.

Данные датирования акцессорных цирконов из пеплов нижней подсвиты черемховской свиты позволяют говорить о возрасте наиболее древних отложений Иркутского угольного бассейна. Самая молодая группа цирконов из пеплового прослоя отражает возраст вулканического извержения и показывает возраст формирования черемховской свиты $\sim 194.5 \pm 2.6$ млн. лет, т.е. осадконакопление началось в синемюре (Рисунок 3.20).



- - U-Pb возрасты акцессорных цирконов из туфопесчаника кудинской свиты (SIMS);
- - U-Pb возрасты детритовых цирконов из верхов кудинской свиты (LA-ICP-MS);
- - U-Pb возрасты валуна из котовской свиты (LA-ICP-MS);
- x - U-Pb возрасты акцессорных цирконов из туфоизвестняка черемховской свиты (SIMS).

Рисунок 3.20. – Возрастные границы юрских отложений Иркутского угольного бассейна по данным датирования акцессорных цирконов из пепловых прослоев и детритовых цирконов из кудинской свиты.

Отложения верхней, кудинской свиты грубообломочные (преимущественно, конгломераты), что также затрудняло ее датирование палеонтологическими остатками. На сегодняшний день ее датируют как условно аален по растительным остаткам, обнаруженным в стратотипическом разрезе кудинской свиты (разрез в районе дер. Жердовка) *Coniopteris maakiana* (Heer) Pryn. emend. Kiritch. et Trav. [Фролов и др., 2015]. Согласно данным датирования детритовых цирконов из кудинской свиты и акцессорных цирконов из гранитных валунов котовской свиты самые молодые зерна с учетом ошибки согласуются с самым молодым акцессорным зерном из пеплового прослая кудинской свиты, в совокупности они дают возраст $\sim 178.3 \pm 2.0$ млн лет, который условно можно считать временем окончания осадконакопления на юге Сибирской платформы. Такой условный возраст с учетом ошибки (тоар-аален) согласуется с палеонтологическими данными.

Что касается промежуточных стратиграфических единиц Иркутского угольного бассейна, то, в целом, полученные данные показывают что действующая стратиграфическая шкала верна, с небольшими, но важными изменениями (Рисунок 3.21):

1) «Пачки» черемховской свиты являются выдержанными на всей площади Иркутского бассейна и согласно стратиграфическому кодексу [2006] могут считаться подсвитами, на что ранее указывали В.М. Скобло с соавторами [2001].

2) При формировании отложений верхней (усть-балейской) подсвиты черемховской свиты фиксируется появление грубообломочных отложений, которые указывают на новый седиментационный цикл, и данную подсвиту следует относить к вышележащей присаянской свите, как уже предлагалось предшествующими исследованиями [Панаев, 1968; Панаев, Никитина, 1970; Скобло и др., 2001]. Тогда присаянскую свиту следует выделять в составе трех подсвит – нижней (усть-балейской), средней (иданской) и верхней (суховской). То же касается и отложений верхней подсвиты дабатской свиты, соответственно.

3) Нет оснований считать конгломераты котовской свиты самыми древними осадками Иркутского бассейна, учитывая данные бурения 1970-ых годов, последние геолого-съёмочные работ [Объяснительная..., 1999] и наших новых данных по кудинской свите [Demonterova et al., 2017]. В свете расширения границ конгломератовой кудинской свиты последними геолого-съёмочными работами [Объяснительная..., 1999], литология Ангаро-Котинской зоны теряет свою «экзотичность» и обособленность в юрском разрезе Иркутского бассейна, и верно отражена в действующей шкале.

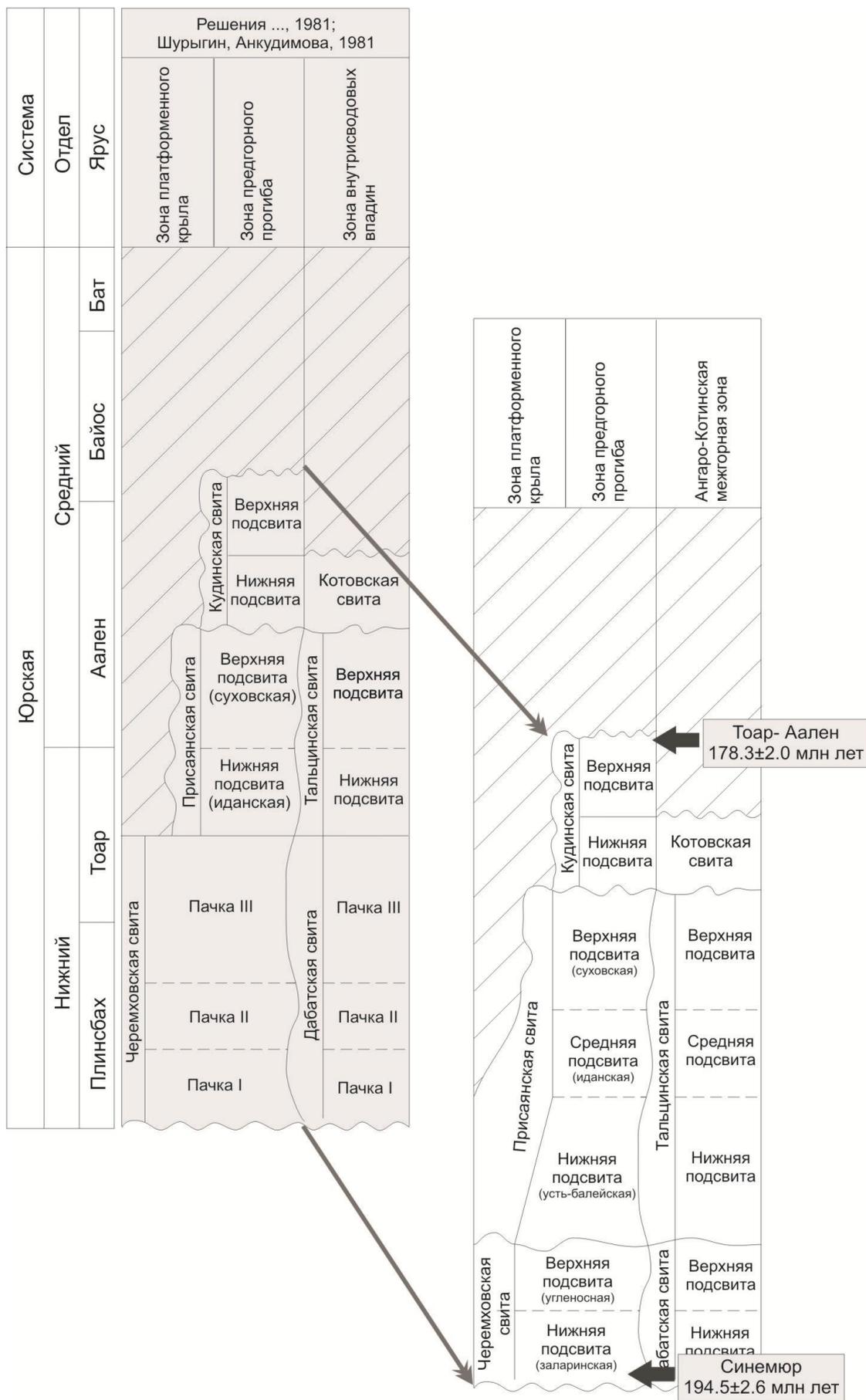


Рисунок 3.21. – Стратиграфическая схема Иркутского угольного бассейна в сравнении с действующей шкалой.

Глава 4

Геохимические особенности, источники сноса и корреляция отложений Иркутского угольного бассейна

Юрские отложения Иркутского бассейна выделяли в свиты и подсвиты и коррелировали по литологическому составу и угольным пластам, что при значительной фациальной изменчивости весьма затруднительно. Несмотря на длительную историю изучения юрских отложений Иркутского угольного бассейна [Юрские..., 1967; Тимофеев, 1970; Файнштейн, 1971; Плоскогорья и низменности..., 1971 и др.], ни геохимических, ни геохронологических исследований отложений Иркутского бассейна до этой работы не проводилось, тогда как в последнее десятилетие произошел скачок в развитии и доступности ряда геохронологических и геохимических методов, широко используемых в мировой практике при изучении осадочных толщ [Scott, Gauthier, 1996; Юдович, Кертис, 2000; Fedo et al., 2003; Маслов и др., 2005; Dickin, 2007; Юдович, Кертис, 2010; Safonova et al., 2010; Максимов, Сахно, 2011; Wang et al., 2011; Летникова и др., 2013; Sun et al., 2015 и др.].

Геохимические методы одинаково эффективны для обломочных пород различной зернистости, однако песчаники и глины в одной ассоциации следует изучать отдельно. В данной работе, для геохимической характеристики отложений Иркутского угольного бассейна, использованы только составы песчаников. На диаграммы вынесены химические составы кварц-полевошпатовых, полимиктовых и кварцевых песчаников и алевро-песчаников юрских отложений Иркутского угольного бассейна.

В приложении 2 приведены данные химических составов основных типов песчаников слагающих все стратиграфические уровни иркутского угольного бассейна, за исключением отложений дабатской свиты (по действующей стратиграфической шкале, аналога черемховской свиты). Геохимические особенности и закономерности седиментации юрских отложений представлены на графиках.

4.1 Геохимические особенности отложений основной части Иркутского бассейна

В первую очередь, геохимические данные вынесены на классификационную диаграмму Ф. Петтиджона. В основе разделения песчаников на разные группы на диаграмме Ф. Петтиджона [Pettijohn et al., 1972] использован подход, отражающий соотношение в породах кварца, полевых шпатов и глинистых минералов, чем дальше от источника сноса – тем больше должна быть выражена тенденция обогащения кварцем, в сравнении с другими минералами [Маслов, 2005]. Для юрских песчаников Иркутского угольного бассейна (Рисунок 4.1) характерны низкие (<1.0) значения величины $\log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ для всех свит (черемховской,

присаянской и кудинской), а значения $\log(\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O})$ повышаются (>0.5) при накоплении отложений верхней усть-балейской подсвиты черемховской свиты и вышележащих отложений присаянской и кудинской свит.

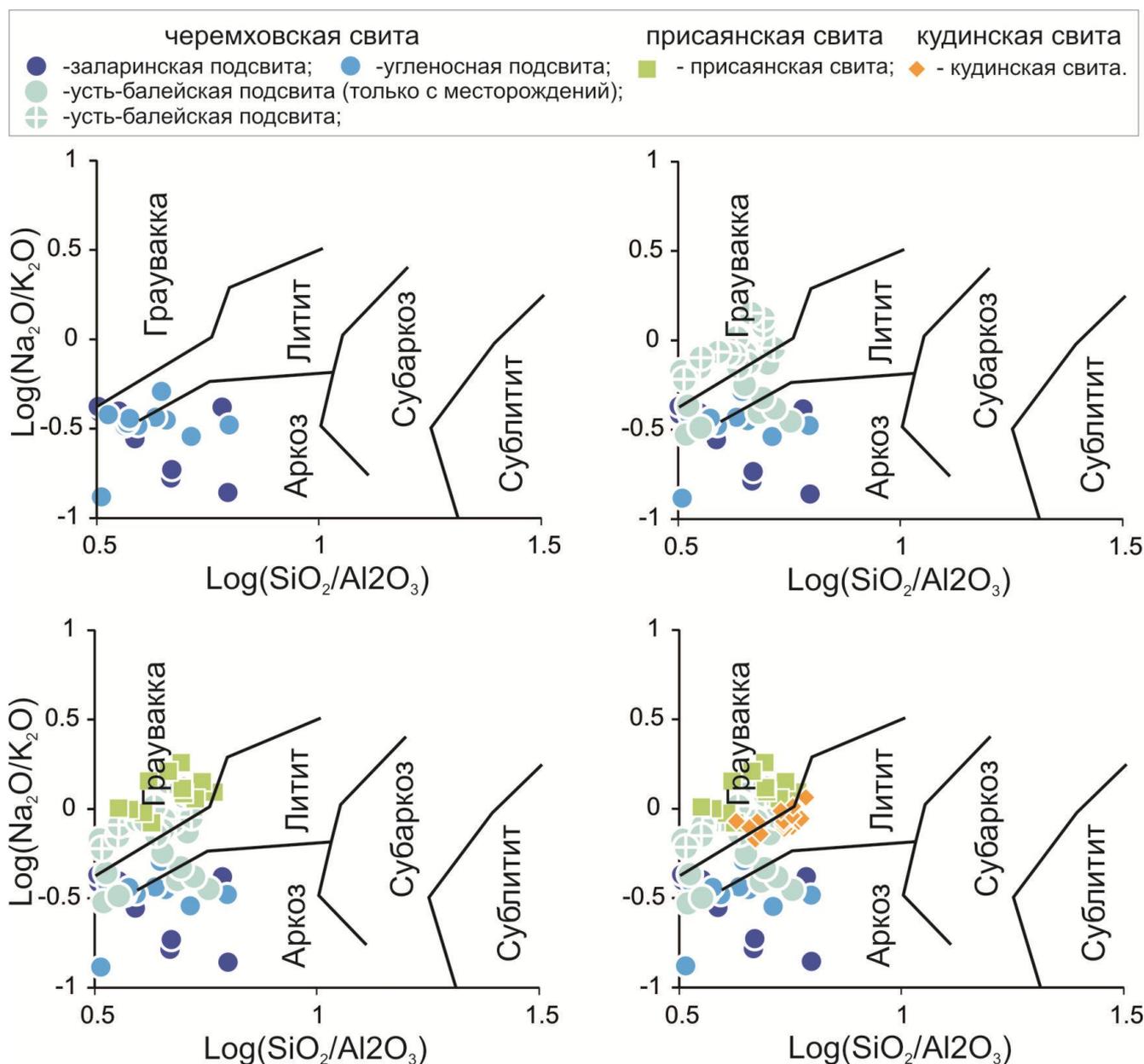


Рисунок 4.1. – Классификационная диаграмма $\log(\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}) - \log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ для песчаников Иркутского угольного бассейна [Pettijohn et al., 1972].

Распределение химических составов песчаников Иркутского бассейна в полях аркоз, граувакк и лититов характерно для незрелых песчаников. В поля аркоз и лититов преимущественно попадают отложения 2-ух нижних подсвит черемховской свиты (заларинской и угленосной), а отложения верхней, усть-балейской подсвиты смещаются в поле граувакк, вышележащие присаянская и кудинская свиты (а также их аналоги) также попадают в поле граувакк и частично в поле лититов.

Для оценки степени сортировки осадочных пород использована диаграмма отношений Th/Sc – Zr/Sc (Рисунок 4.2). Отношение Zr/Sc рассматривается в качестве индекса степени обогащения цирконом, концентрация Sc не должна изменяться в осадке в процессе сортировки, а отношение Th/Sc является индикатором магматической дифференциации [Тэйлор, МакЛеннан, 1988]. На рисунке 4.2 положение точек химических составов для отложений всех опробованных свит Иркутского угольного бассейна показывает отсутствие перемыва осадков, что позволяет рассматривать их в качестве осадков первого цикла и полностью согласуется с минералого-петрографическими данными.

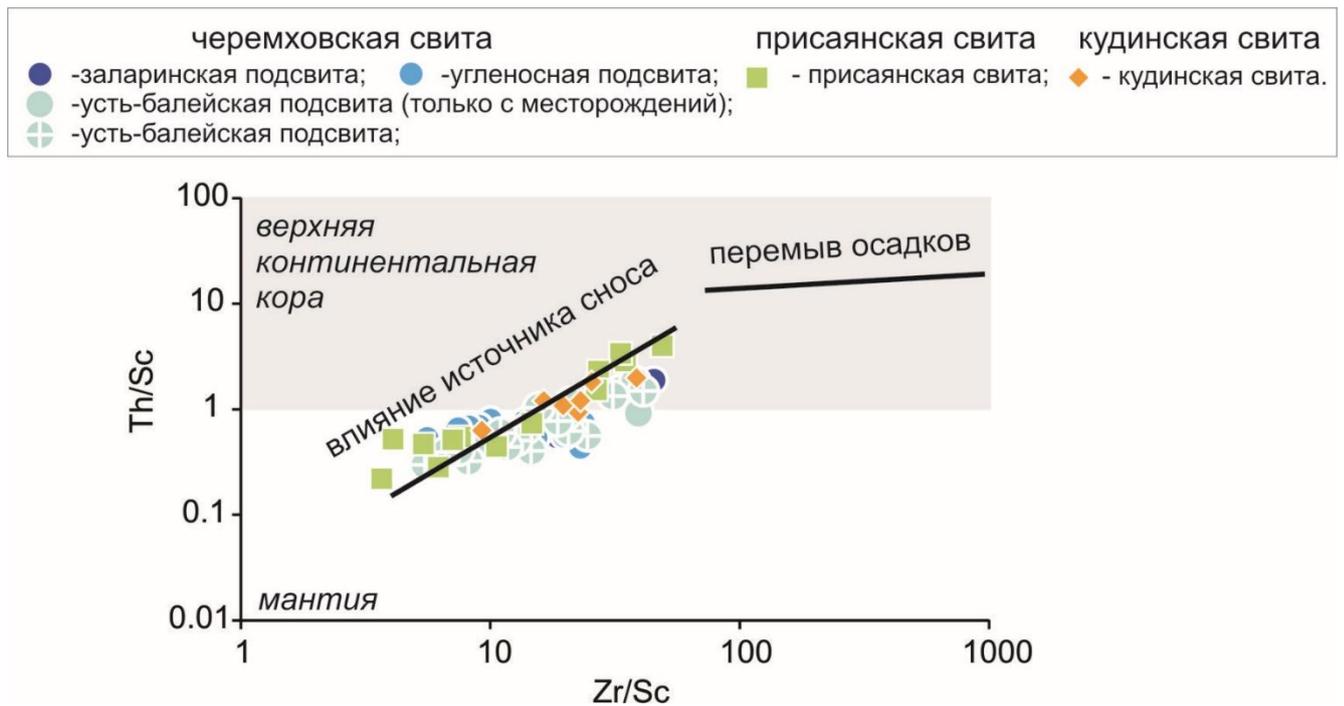


Рисунок 4.2. – Диаграмма отношений Th/Sc и Zr/Sc [McLennan et al. 1993] для отложений Иркутского угольного бассейна.

Индекс химического выветривания CIA (Chemical Index of Alteration) [Nessbit, Young, 1982; Visser, Young, 1990] широко используется как показатель климата в области размыва [Маслов, 2005]. Для отложений наиболее древних юрских пород Иркутского бассейна (нижняя и средняя подсвиты черемховской свиты) характерны повышенные значения CIA (67–92 ед.), а начиная со времени накопления верхней подсвиты значения CIA снижаются (45–69 ед.). Индекс изменения состава (ICV) выявляет степень зрелости поступившей в область седиментации тонкой алюмосиликокластики [Маслов, 2005]. Для пород Иркутского бассейна начиная с верхней подсвиты черемховской свиты характерны значения ICV более 1, это породы с высоким содержанием неглинистых силикатных минералов, а нижняя и средняя подсвиты

черемховской свиты со значениями ICV менее 1, более зрелые породы с большим количеством собственно глинистых минералов. Значения индексов CIA и ICV (в интервалах 45–69 и 0.8–2.2, соответственно) для пород Иркутского угольного бассейна, начиная со времени накоплений верхней подсвиты черемховской свиты свидетельствуют о поступлении и размыве в области седиментации материала, соответствующего составам разрушаемых пород (Рисунок 4.3). На диаграмме видно, что в целом для отложений бассейна характерны тренды выветривания пород среднего и средне-основного состава (Рисунок 4.3).

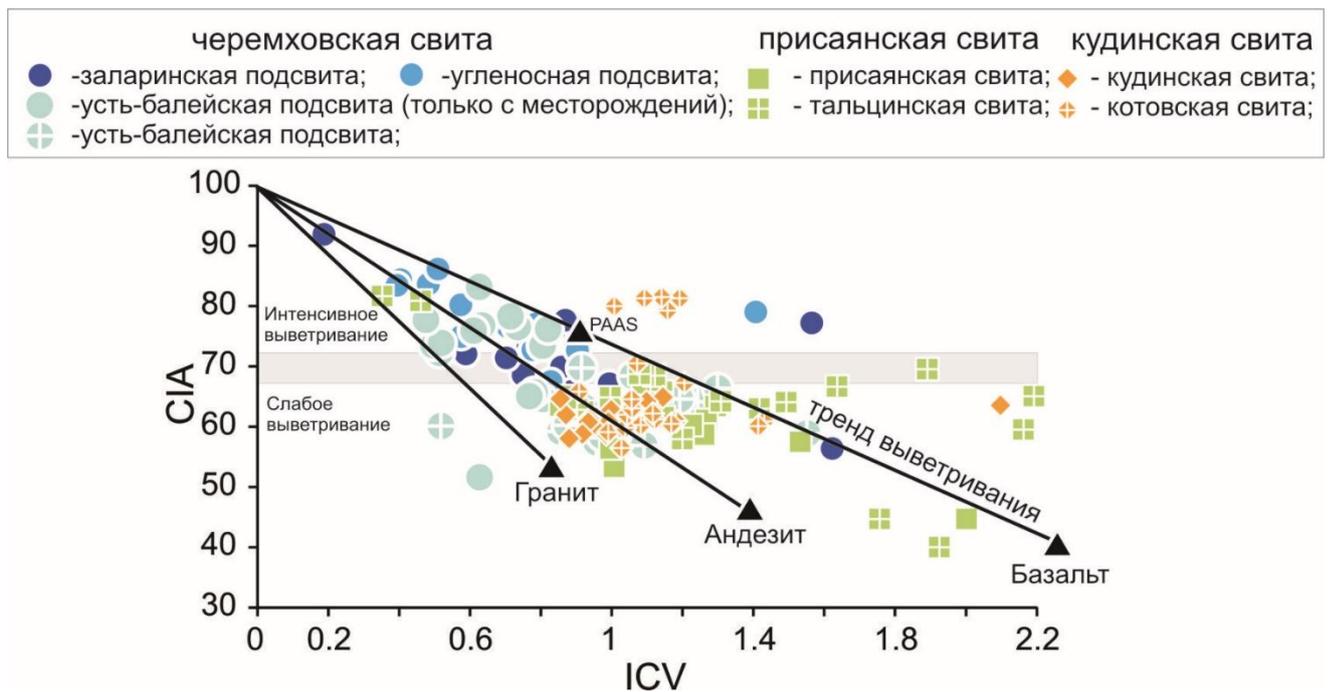


Рисунок 4.3. – Диаграмма в координатах индекса химического выветривания (CIA) и индекса изменения состава (ICV) для пород Иркутского угольного бассейна (тренды по данным [Lee, 2002]).

Для выявления в источниках сноса отложений Иркутского угольного бассейна пород основного и ультраосновного состава химические составы юрских песчаников и алевропесчаников вынесены на диаграмму отношений V/Ni и Ni/Co. На доминирование в источниках сноса мафит/ультрамафитовых комплексов указывают высокие отношения Ni/Co и низкие V/Ni [Wronkiewicz, Condie, 1987; Condie, 1993]. На диаграмме Ni/Co – V/Ni видно, что при накоплении верхов присаянской свиты значительный вклад принесли базитовые породы, однако при накоплении кудинской свиты значения Ni/Co и V/Ni возвращаются к обычным («черемховским») значениям (Рисунок 4.4).

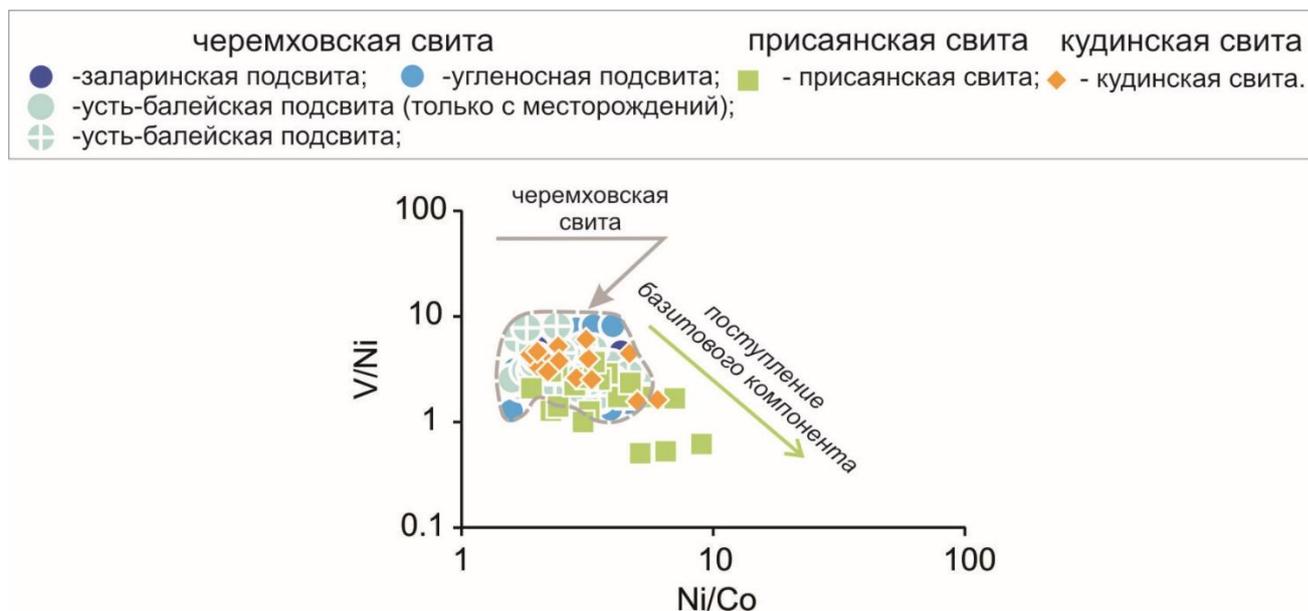


Рисунок 4.4. – Диаграмма отношений Ni/Co – V/Ni для выявления в источниках сноса мафит/ультрамафитовых комплексов.

Составы песчаников Иркутского угольного бассейна, вынесенные на диаграммы Тейлора-МакЛеннана [1988] и М. Бхатия [1983] для определения состава источников сноса представлены на рисунке 4.5 (а и б). На диаграмме Тейлора-МакЛеннана (Рисунок 4.5 а) видно, что при накоплении верхней (усть-балейской) подсвиты черемховской свиты сменился источник сноса, и точки ее составов лежат в поле распространения составов присаянской свиты, отложения кудинской свиты демонстрируют либо новый источник сноса, либо потерю одного из существовавших источников сноса (Рисунок 5.6). На диаграмме М. Бхатия картина, в целом, схожая (Рисунок 4.5 б).

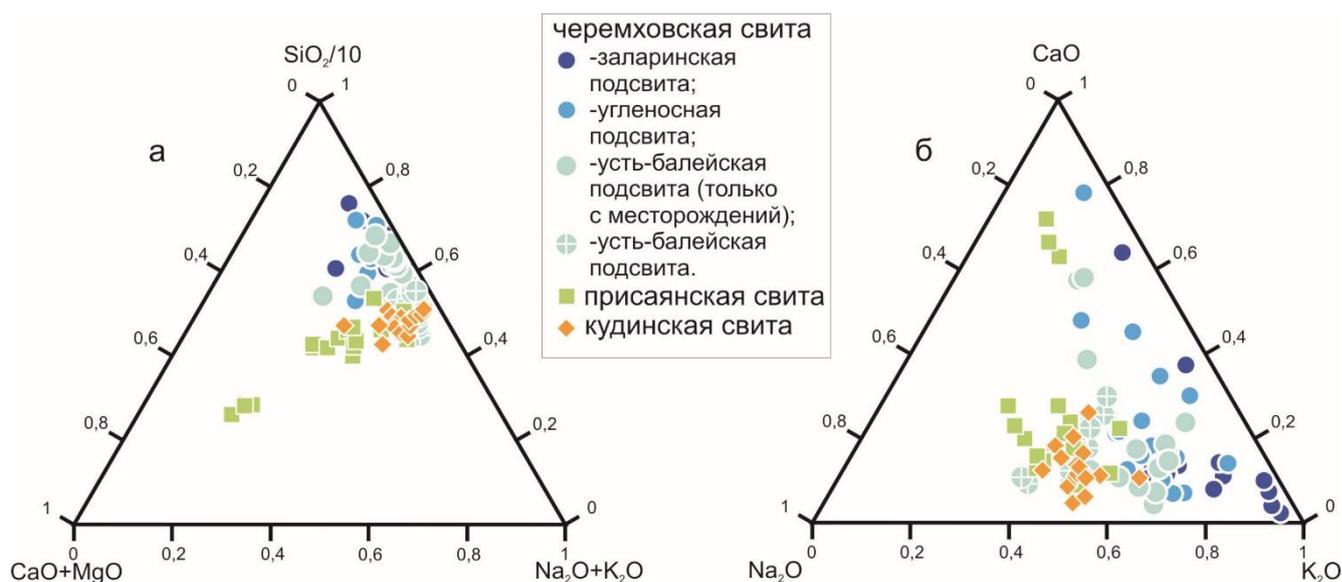


Рисунок 4.5. Диаграммы определения состава источников сноса по Тейлору-МакЛеннану [1988] (а) и Бхатия [1983] (б).

Таким образом, геохимические данные полученные для юрских отложений основной части Иркутского бассейна показывают: 1) юрские отложения Иркутского угольного бассейна следует относить к осадкам первого цикла; 2) при накоплении осадков присаянской свиты существовал источник базитового состава, на который указывают высокие отношения Ni/Co и значения индексов CIA и ICV, характерные только для середины юрского разреза; 3) при формировании отложений верхней (усть-балейской) подсвиты черемховской свиты фиксируется появление нового источника сноса и, соответственно, изменение состава, ее отложения следует считать началом нового седиментационного цикла и относить их к вышележащей присаянской свите, как уже предлагалось предшествующими исследованиями [Панаев, 1968; Скобло и др., 2001]. Следует отметить, что данные выводы полностью согласуются как с минералого-петрографическими данными предшествующих исследований [Юрские..., 1967; Тимофеев, 1971; Скобло и др., 2001] так и с данными приведенными в главе 2.

4.2 Корреляция основной части Иркутского бассейна с отложениями Ангаро-Котинской межгорной зоны

Использованы данные химического состава песчаников отложений тальцинской и котовской свит, аналогов присаянской и кудинской свит, соответственно. На классификационной диаграмме Петтиджона для отложений Ангаро-Котинской межгорной зоны также как и для основной части бассейна характерны низкие (<1.0) значения величины $\log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ и значения $\log(\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O})$ выше 0.5, попадают они при этом в поля лититов и граувакк (Рисунок 4.6). При чем отложения тальцинской и котовской свит полностью совпадают по составу со своими аналогами.

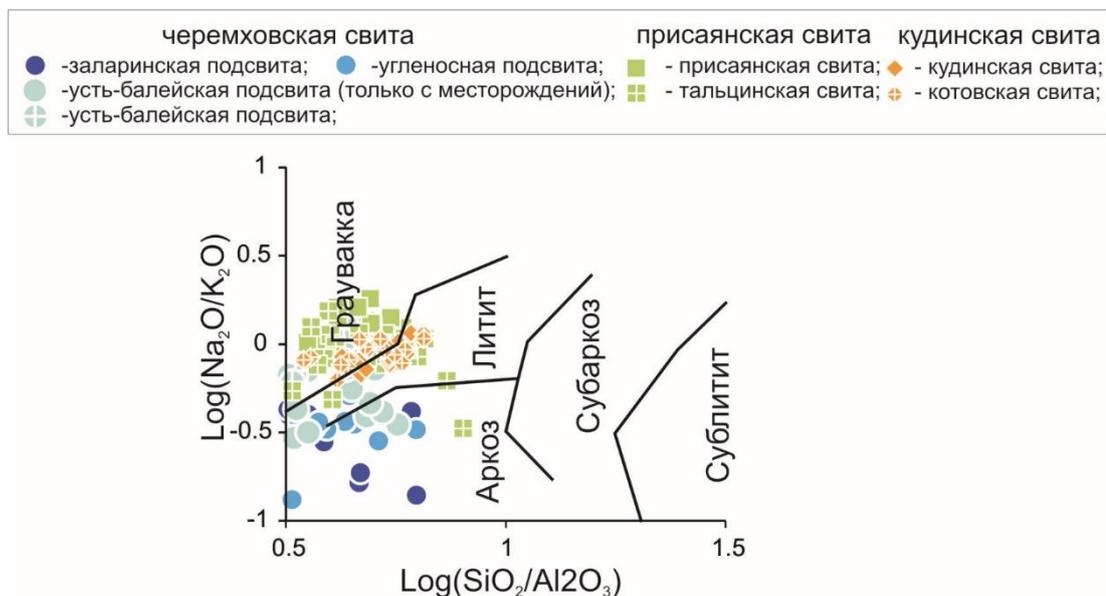


Рисунок 4.6. – Классификационная диаграмма $\log(\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}) - \log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ для песчаников Иркутского угольного бассейна [Pettijohn et al., 1972].

При вынесении данных составов тальцинской и котовской свит на диаграмму отношений $Zr/Sc - Th/Sc$ положение точек химических составов, так же как и для основной части бассейна, показывает отсутствие перебива осадков, что позволяет рассматривать их в качестве осадков первого цикла, также видна идентичность состав присаянской – тальцинской и котовской – кудинской свит (Рисунок 4.7).

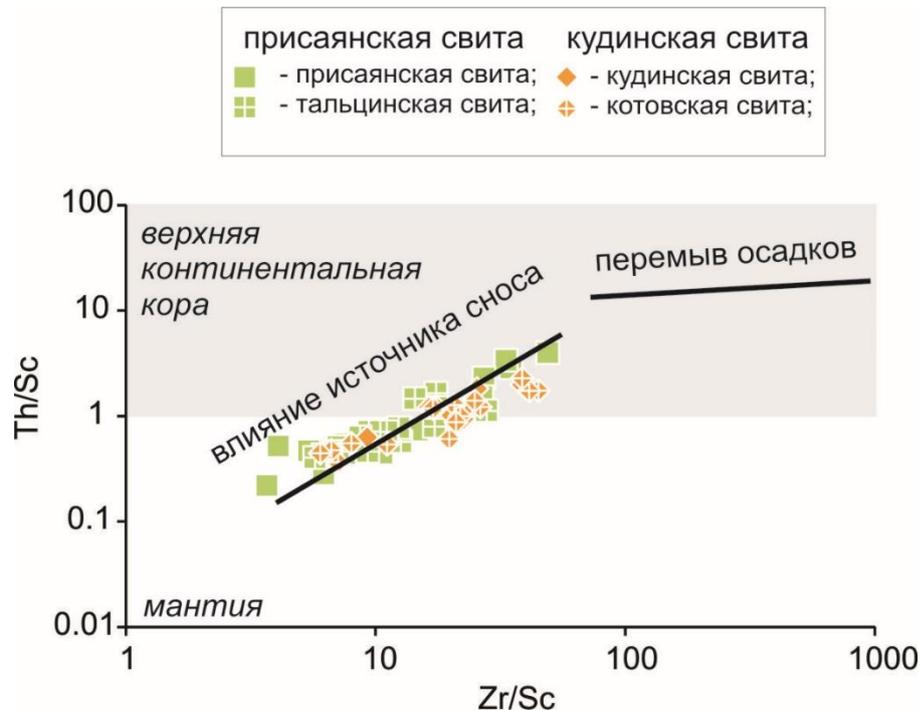


Рисунок 4.7. – Диаграмма отношений Th/Sc и Zr/Sc [McLennan et al. 1993] для отложений присаянской и кудинской свит, а также их аналогов в Ангаро-Котинской межгорной зоне.

Для выявления в источниках сноса тальцинской свиты пород ультраосновного состава также использована диаграмма отношений V/Ni и Ni/Co (Рисунок 4.8 а). На диаграмме видно, что при накоплении верхов как присаянской так и тальцинской свиты значительный вклад принесли базитовые породы, при накоплении кудинской и котовской свит значения Ni/Co и V/Ni возвращаются к обычным (черемховским) значениям. В целом значения индексов CIA и ICV (в интервалах 45–69 и 0.8–2.2, соответственно) для пород основной части Иркутского угольного бассейна сохраняются и для отложений Ангаро-Котинской зоны, за исключений нескольких точек, попадающих в поле более интенсивного выветривания (Рисунок 4.8 б). Тренды выветривания пород среднего и средне-основного состава действуют и для отложений Ангаро-Котинской зоны, при чем для присаянской и тальцинской свит (их верхов) действует преимущественно более основной снос, а для кудинской и котовской свит более средний по составу снос.

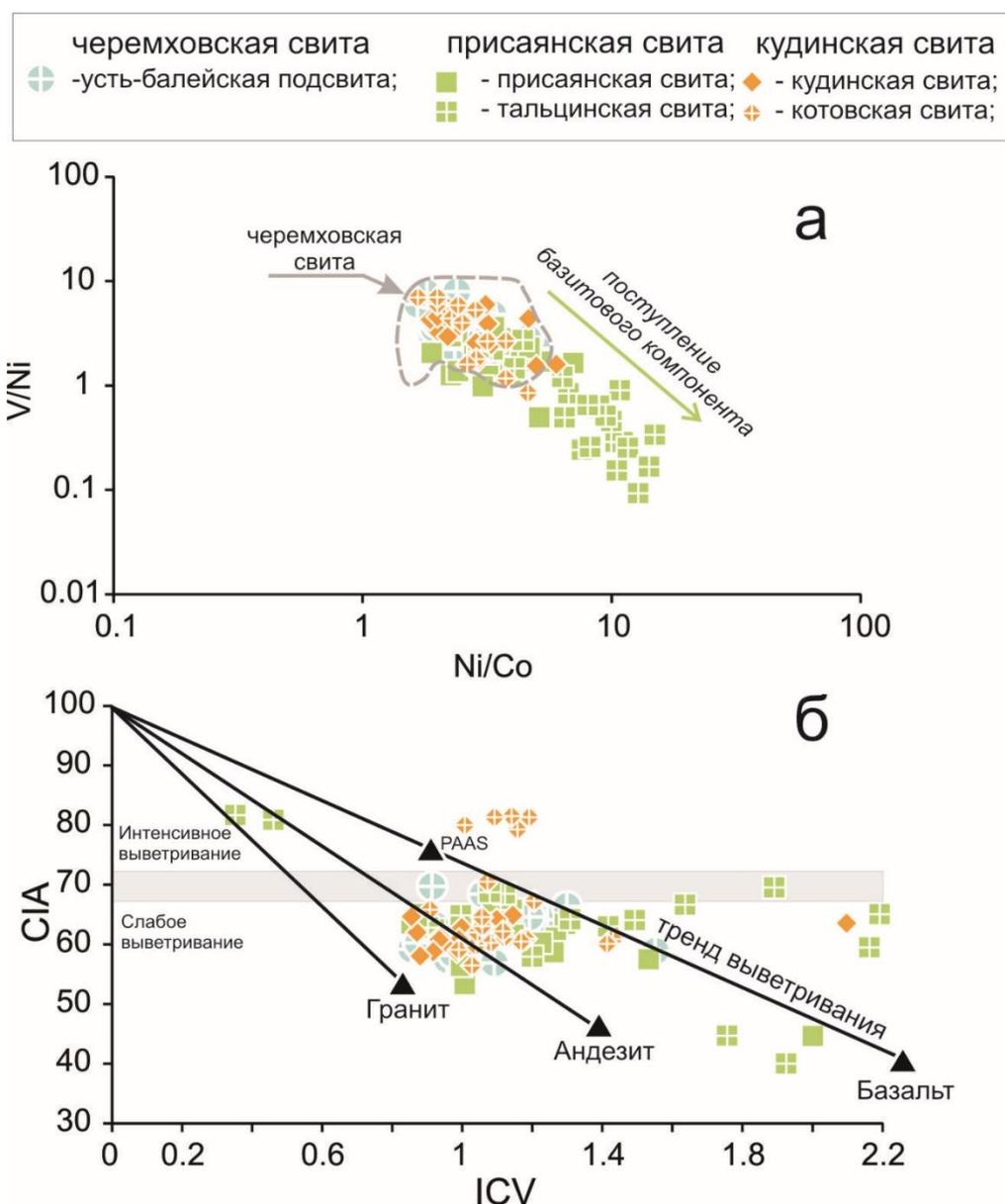


Рисунок 4.8. – Выявление в составе базитового источника сноса. а) диаграмма отношений Ni/Co – V/Ni для выявления в источниках сноса мафит/ультрамафитовых комплексов; б) диаграмма в координатах индекса химического выветривания (CIA) и индекса изменения состава (ICV) (тренды по данным [Lee, 2002]).

Таким образом, геохимические данные полученные для юрских отложений Ангаро-Котинской зоны показывают: 1) все отложения Иркутского угольного бассейна следует относить к осадкам первого цикла; 2) при формировании тальцинской свиты, также как и присаянской существовал источник сноса базитового состава; 3) литология Ангаро-Котинской зоны теряет свою «экзотичность» в юрском разрезе Иркутского бассейна, и верно отражена в действующей шкале. Причем ставится под вопрос целесообразность выделения дополнительной стратиграфической шкалы для достаточно локального участка Иркутского угольного бассейна, если все полученные данные показывают их, практически, полную идентичность (Рисунок 4.9).

Глава 5

Области питания отложений Иркутского угольного бассейна

По результатам предшествующих работ [Юрские..., 1967; Копорулин, 1966; Тимофеев, 1969; Плоскогорья ..., 1971; и др.] для Иркутского угольного бассейна можно выделить три основные области сноса (Рисунок 5.1): 1) местный, Сибирский кратон, включающий архейские и раннепротерозойские граниты и продукты их размыва, а также прилегающие Слюдянский и Ольхонский метаморфические террейны; 2) Восточный Саян, включающий гранитоиды и метаморфические породы Тувино-Монгольского микроконтинента и его чехла; 3) Забайкальская область, включающая палеозойские и мезозойские вулканоплутонические ассоциации, а также продукты их размыва.

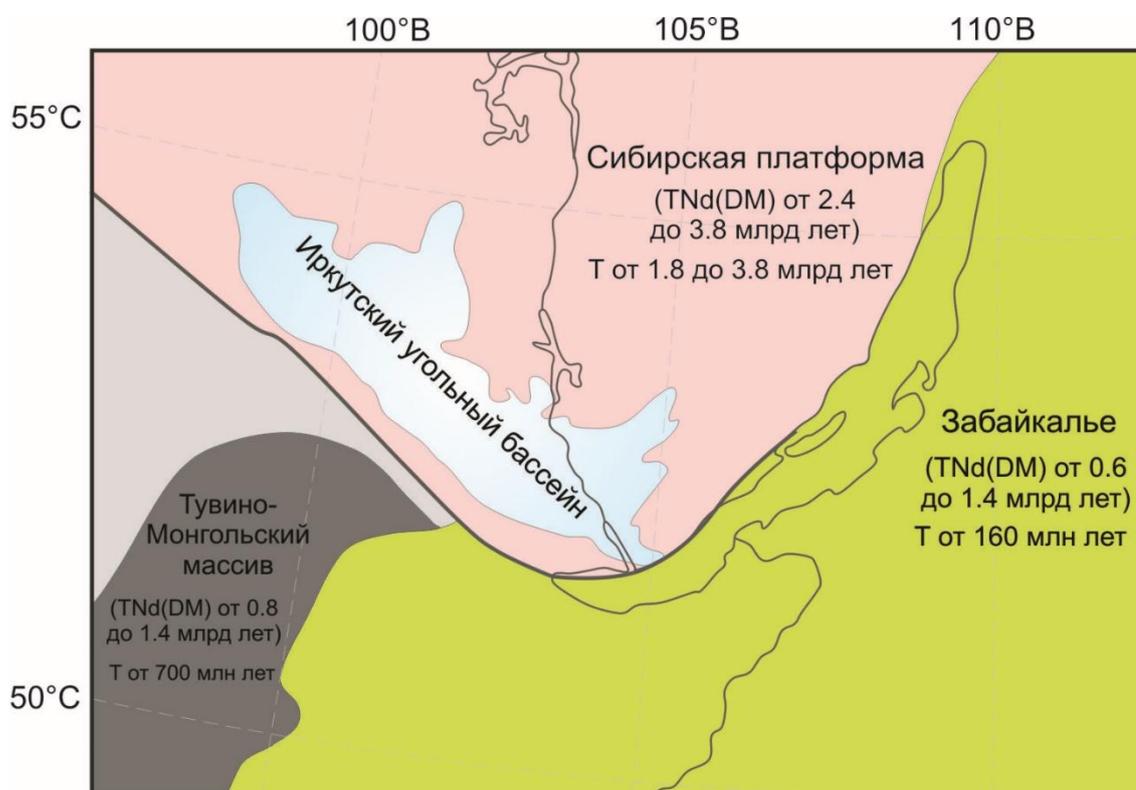


Рисунок 5.1. – Схема террейнов севера Центрально-Азиатского орогенного пояса (по [Гладкочуб и др., 2013], с упрощением).

Местный источник сноса. Структура Сибирской платформы включает два основных элемента: архейские террейны и сшивающие коллизионные зоны. По возрасту террейны можно разделить на 4 группы: 3.5; 3.3; 3.0 и 2.5 млрд лет [Розен, 2003], которые существовали независимо друг от друга. С того времени платформа испытывала многократные изменения, и около 1.8 млрд лет назад, в результате значительного магматического события, террейны объединились в единую структуру, известную как Сибирский кратон [Gladkochub et al., 2006]. Сибирская платформа включает кратонное основание и, преимущественно,

позднедокембрийский – палеозойский осадочный чехол. Пик U-Pb датировок по магматическим породам приходится на 1.8-1.9 млрд лет, хотя встречаются датировки вплоть до 3.4 млрд лет [Rojas-Agramonte et al., 2011]. Модельные возрасты TNd(DM) по магматическим породам попадают в интервал значений 2.5-3.8 млрд лет [Донская и др., 2005; Туркина и др., 2006; Туркина, 2010; Gladkochub et al., 2009]. Также к местному источнику сноса можно отнести прилежащие Слюдянский и Ольхонский террейны с возрастными метаморфизма 470-500 млн лет и модельными Sm-Nd возрастными от 1.7 до 2.9 млрд лет [Донская и др., 2005; Туркина и др., 2006; Туркина, 2010; Gladkochub et al., 2009; Kovach et al., 2013].

Восточный Саян. Тувино-Монгольский палеомикроконтинент является составным террейном, собранным из раннедокембрийской Гарганской глыбы, неопротерозойской энсиматической островной дуги [Кузьмичев, 2004], офиолитов с возрастом примерно 1 млрд лет [Khain et al., 2002], перекрытых чехлом. В единую структуру элементы объединились в венде [Кузьмичев, 2004]. В позднем кембрии – раннем ордовике Тувино-Монгольский массив отделялся от Сибирской платформы океаническим бассейном, а затем присоединился к континенту [Donskaya et al., 2013]. Продукты размыва Тувино-Монгольского массива могут быть идентифицированы по характерному для него пику возрастов цирконов с возрастом примерно 700 млн лет [Кузьмичев, Ларионов, 2004; Демонтерова и др., 2011] и модельными возрастными пород от 0.8 до 1.4 млрд лет [Коваленко, и др., 1996; Козаков и др., 2003; Овчинникова и др., 2009].

Забайкальская область. Забайкальские террейны присоединились к Сибирскому континенту в результате ордовикского этапа аккреционно-коллизийных событий в тектонической эволюции Центрально-Азиатского орогенного пояса. В позднем палеозое (девон – ранняя юра) территория современного Забайкалья развивалась в связи с субдукцией Монголо-Охотского океана под Сибирский континент с последующим закрытием океана. Материал, поступивший в юрские отложения из Забайкалья, может быть идентифицирован по пикам более молодых U-Pb возрастов детритовых цирконов с возрастными от 180 до 330 млн лет и модельными возрастными от 0.6 до 1.4 млрд лет [Коваленко, и др., 1996; Воронцов, Ярмолюк, 2004; Litvinovsky et al., 2002, 2011].

5.1 Источники пирокластического материала в отложениях Иркутского бассейна

С.И. Арбузовым с соавторами [2012] приведены данные минералого-геохимических исследований тонштейна (каолинитовый прослой) в промышленном угольном пласте Азейского угольного месторождения (район. г. Тулун). Опровергнута терригенная природа образования тонштейнов предложенная Л.А. Адмакиным и др. [1987], которые, однако, не исключали наличие в Иркутском угольном бассейне тонштейнов сформированных при участии

вулканогенного материала. Установлено: 1. тонштейны Азейского угольного месторождения существенно обогащены РЗЭ, Y, Zr, Hf, U, Th, Ta, Sn, Ga, Cu, Pb, Se и Te; 2. пирокластическая вулканогенная природа исходного вещества каолиновых прослоев; 3. Исходный вулканогенный материал имел кислый (липаритовый состав) [Арбузов и др., 2012]

Нами изучен минеральный состав вулканогенно-осадочных пород на растровом сканирующем электронном микроскопе MIRA 3LMU в аналитическом центре многоэлементных и изотопных исследований ИГМ СО РАН. В туфо-известняке (J-14-37) из черемховской свиты пирокластический материал представлен в виде реликтов серповидных и рогульчатых пепловых обломков вулканического стекла. Остальная масса представлена неокатанными или плохо окатанными кристаллами циркона, барита, ильменита, титанита, лейкоксена, рутила, кварца, апатита, плагиоклаза. В образце J-14-37 плагиоклазы преимущественно кислого состава (Рисунок 5.2).

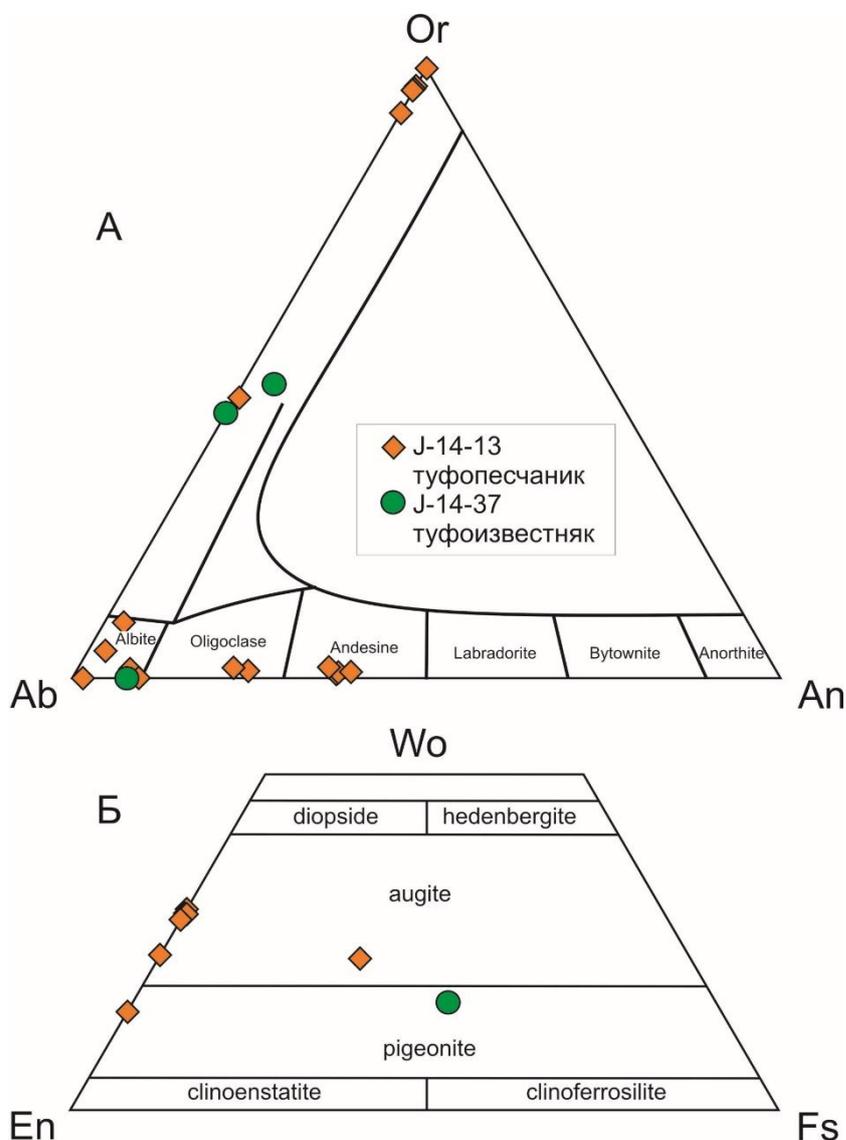


Рисунок 5.2. – Классификационные диаграммы Ab-Or-An (А) и Wo-En-Fs (Б) для туфогенных пород черемховской и кудинской свит.

В туфопесчанике (J-14-13) кудинской пирокластический материал представлен девитрифицированным вулканическим стеклом в виде черепков причудливой формы, а обломочный – гранитоидами, эффузивными породами средне-основного состава, кварцитами, кристаллами — кварца, калиевого полевого шпата, плагиоклаза, слюд (биотит, мусковит), эпидота, циркона, апатита, монацита, пироксена, ильменита, титанита, рутила и турмалина. Зерна неокатанные, либо плохо окатанные. Плагиоклазы в образце J-14-13 по составу разбросаны от среднего до кислого, пироксены в основном безмагниевые (Рисунок 5.2).

По имеющимся на настоящий момент данным можно говорить о том, что пирокластический материал в отложениях Иркутского угольного бассейна преимущественно имел кислый (риолитовый, дацитовый) состав с возможными переходами к более средним и основным разностям. Исходя из геодинамических условий развития региона в юрское время, можно предполагать Забайкальский вулканизм в качестве наиболее возможного источника пирокластики. Если считать источниками пирокластического материала именно Забайкалье, то он распространялся на максимальную дальность от 500 до 700 км. Подобные дальности характерны для мощных эксплозивных вулканов, обычно связанных с обстановками активных континентальных окраин.

5.2 Модельные Sm-Nd возрасты отложений Иркутского бассейна

Геохимические данные показывают, что в формировании юрских осадков участвовали различные комплексы пород, и фиксируют изменение состава источников сноса. Для более точного установления источников сноса отложений Иркутского угольного бассейна проведены Sm-Nd изотопно-геохимические исследования. Редкие элементы и изотопные системы чувствительны к наличию экзотических компонентов необходимых для установления тектонической истории, которые довольно сложно определить минералого-петрографическими методами [Hiscott, 1984; Nelson, DePaolo, 1988; Малышев, 2015]. Использование Sm-Nd метода позволяет определить средний возраст областей питания осадочных пород, произошедших при разрушении магматических пород, характеризующихся своими изотопными метками, которые можно выразить, например, через параметры $\epsilon_{Nd}(T)$ или модельного возраста.

Sm-Nd изотопно-геохимические данные получены для 22 образцов из отложений черемховской, присаянской и кудинской, свит, а также тальцинской и котовской свит в Ангаро-Котинской зоне, т.е. для всех стратиграфических уровней Иркутского угольного бассейна (Рисунок 5.3, приложение В). Модельные возрасты $T_{Nd}(DM)$ для осадочных пород используются как изотопно-геохимическая метка областей сноса [Фор, 1989; Dickin 2007]. Так, для рассматриваемых источников сноса Иркутского угольного бассейна характерны следующие изотопные характеристики: 1) для местного, (Сибирский кратон, включающий архейские и

раннепротерозойские граниты и продукты их размыва) с модельными возрастами от 2.4 до 3.8 млрд лет, а также прилегающие Слюдянский и Ольхонский террейны с модельными возрастами от 1.7 до 2.9 млрд лет [Донская и др., 2005; Туркина и др., 2006; Туркина, 2010; Gladkochub et al., 2009; Kovach et al., 2013]; 2) Восточный Саян, включающий гранитоиды и метаморфические породы Тувино-Монгольского палеомикроконтинента и его чехла с модельными возрастами от 0.8 до 1.4 млрд лет [Коваленко, и др., 1996; Козаков и др., 2003; Овчинникова и др., 2009]; и 3) Забайкальская область, включающая палеозойские и мезозойские вулканоплутонические ассоциации, а также продукты их размыва с модельными возрастами от 0.6 до 1.4 млрд лет [Коваленко, и др., 1996; Воронцов, Ярмолюк, 2004; Litvinovsky et al., 2002, 2011].

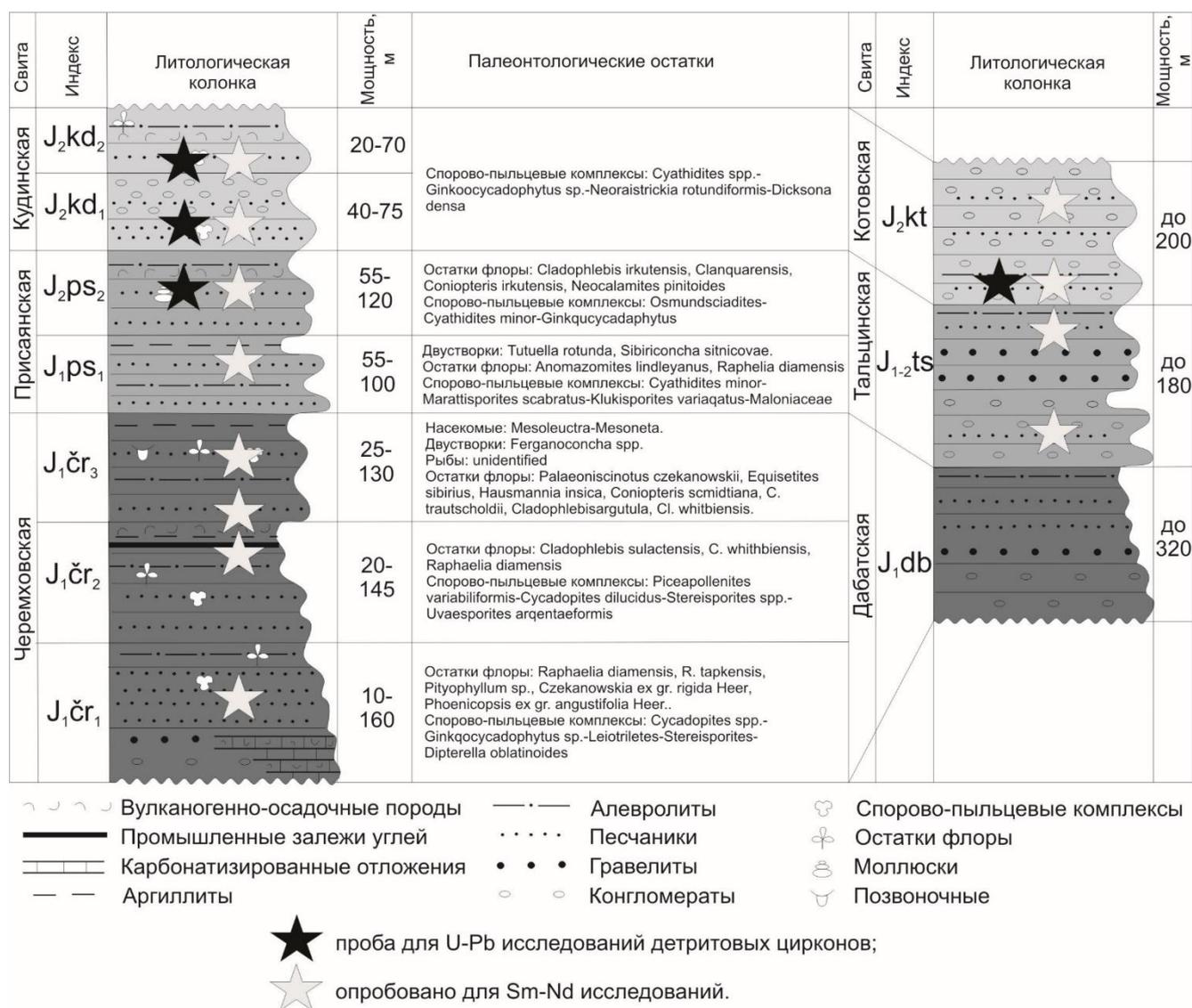


Рисунок 5.3. – Литологическая колонка юрских отложений Иркутского угольного бассейна согласно действующей стратиграфической шкале с указанием стратиграфических уровней опробованных для изотопных исследований [Решения..., 1981].

В приморском комплексе гранитов (источник Сибирская платформа) и породах слюдянского комплекса (Забайкалье) установлены низкие отрицательные средние значения $\epsilon\text{Nd}(T)$ (от -25.6 до 3.5). Породы Тувино-Монгольского микроконтинента (Восточный Саян)

характеризуются значениями $\epsilon\text{Nd}(T)$ от -2.5 до 4.5 , а в молодых кислых вулканитах Забайкалья $\epsilon\text{Nd}(T)$ смещается в сторону положительных значений (от -5.7 до 4.3).

В юрских отложениях Иркутского угольного бассейна для каждой из трех свит характерны различные вариации $\epsilon\text{Nd}(T)$ (Рисунок 5.4): для черемховской свиты слабо отрицательные (от -2.2 до -13.3 , с модельными возрастами $T_{\text{Nd}}(\text{DM})$ 1.1 – 1.8 млрд лет); для присаянской резко отрицательные (от -22 до -16 , с модельными возрастами $T_{\text{Nd}}(\text{DM})$ 1.9 – 2.3 млрд лет); для кудинской характерен переход в сторону положительных значений (-2.1 до 0.4 , с модельными возрастами $T_{\text{Nd}}(\text{DM})$ 0.8 – 1.7 млрд лет).

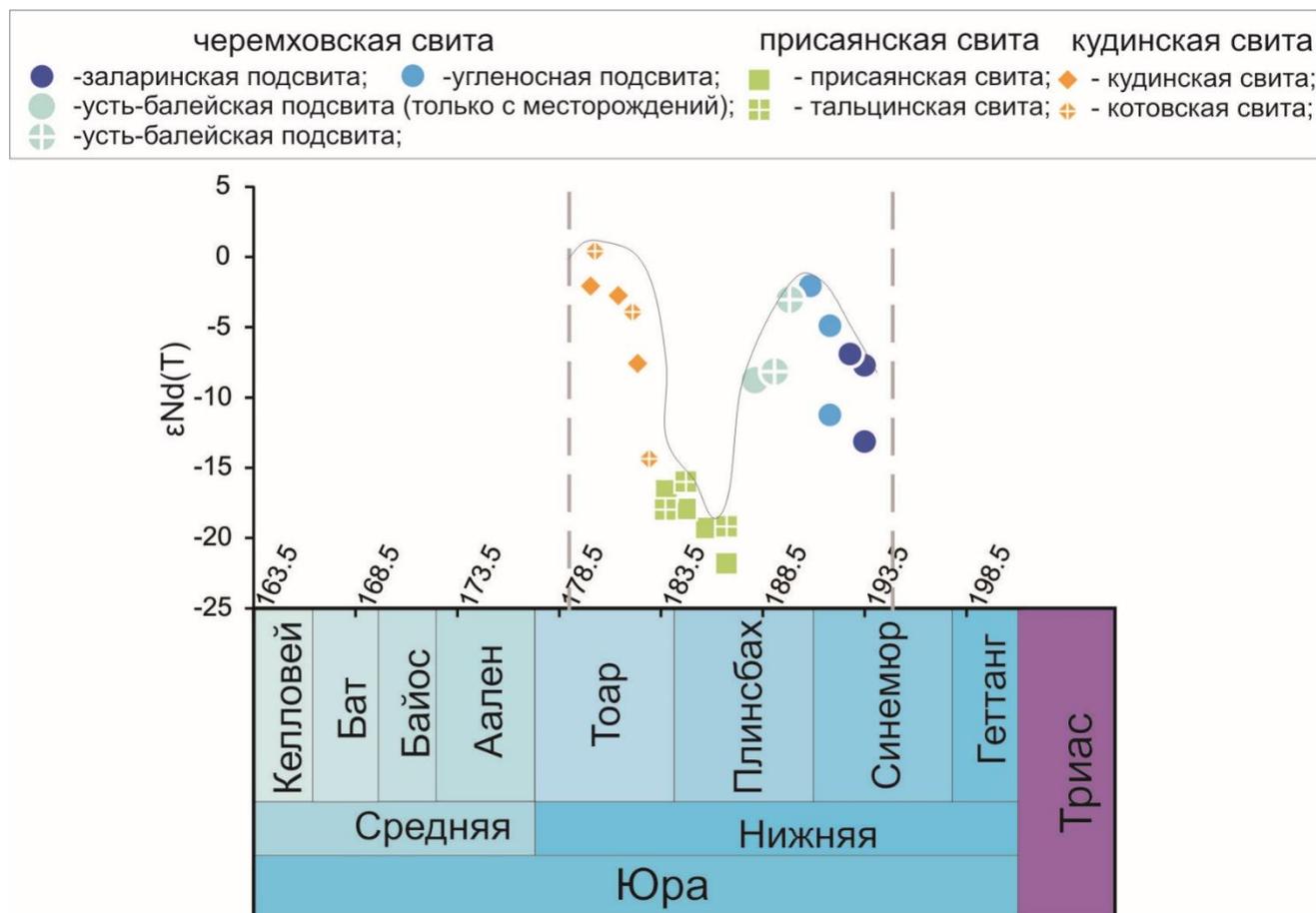


Рисунок 5.4. – Диаграмма соотношения условного стратиграфического возраста к $\epsilon\text{Nd}(T)$.

На рисунке 5.4 показан график соотношения $\epsilon\text{Nd}(T)$ ($T = 175$ млн лет) и Ni/Zr . Отложения всех трех подсвит черемховской свиты характеризуются невысокими значениями Ni/Zr , и слабо отрицательными значениями $\epsilon\text{Nd}(T)$ (от -2.2 до -13.3), а в присаянской и тальцинской свитах – повышенными Ni/Zr значениями и сильно отрицательными $\epsilon\text{Nd}(T)$ (от -22 до -16); что говорит о накоплении в «присаянское время» древних базитов (Рисунок 5.5 А), т.е. при накоплении осадков присаянской свиты размывались породы Сибирского кратона, с соответствующими значениями $\epsilon\text{Nd}(T)$. Отложения кудинской и котовской свит характеризуется более низкими Ni/Zr , в сравнении с присаянскими и $\epsilon\text{Nd}(T)$ стремящимся к

положительным значениям (–2.1 до 0.4). Такие изменения могут указывать на этап осадконакопления с чертами характерными размыва ювенильной коры Забайкалья (Рисунок 5.5 Б).

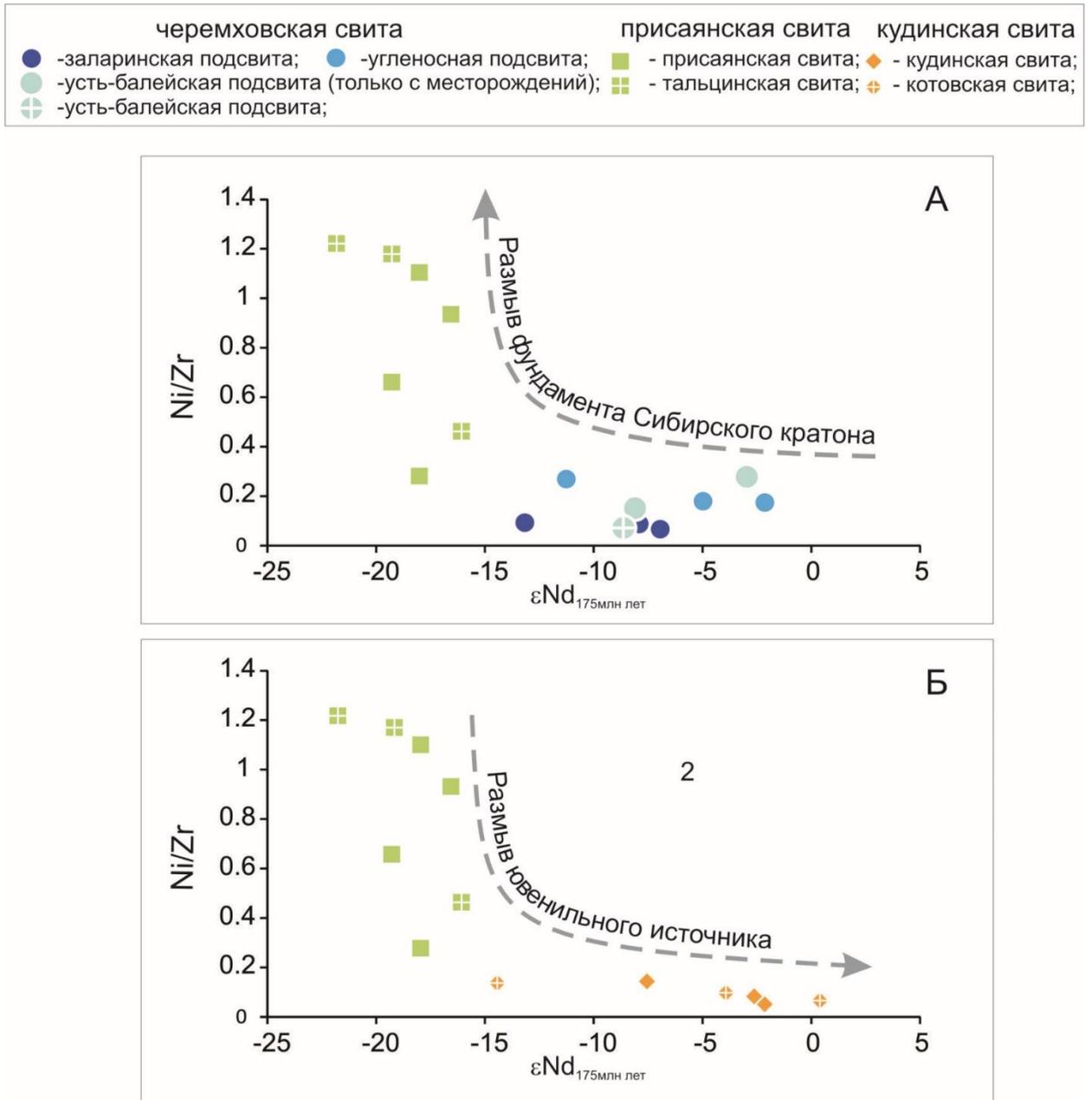


Рисунок 5.5. – Диаграмма соотношения индекса мафического вещества (Ni/Zr) к $\epsilon Nd(T)$.

Эти данные в комплексе с литологическими, петрографическими и геохимическими исследованиями показывают, что при накоплении черемховской свиты наибольшее влияние имел снос со стороны Восточного Саяна, затем при формировании отложений присаянской свиты доминантным стал местный (кратонный источник), а при накоплении кудинской свиты наибольший вклад внесли породы Забайкальского источника сноса.

5.3 Возрасты детритовых цирконов из отложений Иркутского бассейна

Для U-Pb исследований опробована верхняя часть юрских осадков, включающая верхнюю подсвиту присаянской свиты, кудинскую и котовскую свиты (всего 4 пробы), стратиграфические уровни опробованных отложений указаны на рисунке 5.3. Конкордантные значения U-Pb датирования детритовых цирконов из отложений Иркутского угольного бассейна приведены в приложении Г. На рисунке 5.6 представлены характерные возрастные пики трех рассматриваемых питающих провинций, например, материал, поступивший в юрские отложения из Забайкалья, может быть идентифицирован по пикам более молодых U-Pb возрастов детритовых цирконов (менее 600 млн лет) резко отличающихся от таковых для Сибирской платформы и Тувино-Монгольского массива.

Для U-Pb исследований детритовых цирконов из отложений присаянской свиты (верхняя подсвита) отобрана проба J-2012 в шурфе в г. Иркутск (район г. Академическая). Образец представлен кварц-полевошпатовым алевро-песчаником с железисто-глинистым цементом. Наиболее широко (70%) представлена популяция бесцветных либо светло-желтых цирконов, призматических, коротко-призматических и, реже, длинно-призматических, зерна слабо- и хорошо окатанные. Вторая большая популяция цирконов (25%) представлена темно-коричневыми кристаллами, коротко-призматическими и призматическими, зерна чаще всего хорошо окатаны. Кристаллы этой популяции часто мутные и трещиноватые. Остальные цирконы (5%) округлые розовые или марганцево-розовые зерна. Проанализировано 100 зерен всех типов, из которых 74 зерна дали конкордантные значения (здесь и далее, конкордантное значение определяется как $\pm 10\%$ между $^{238}\text{U} / ^{206}\text{Pb}$ и $^{235}\text{U} / ^{207}\text{Pb}$ или между $^{238}\text{U} / ^{206}\text{Pb}$ и $^{207}\text{Pb} / ^{206}\text{Pb}$ для образцов с возрастом $^{238}\text{U} / ^{206}\text{Pb}$ моложе или старше 1 млрд лет, соответственно). Эти 74 зерна используются для дальнейшей интерпретации [Vermeesch, 2012].

Для U-Pb исследований детритовых цирконов из отложений кудинской свиты (верхняя и нижняя подсвиты) отобраны 2 пробы J-14-2 (низ) и J-14-9 (верх) из стратотипического разреза в районе дер. Жердовка. Проба J-14-2 (низ) представлена кварц-полевошпатовым песчаником с железисто-глинистым цементом, проба J-14-9 (верх) представлена кварц-полевошпатовым песчаником с глинистым цементом. Цирконы из образца J-14-2 представлены преимущественно (70%) прозрачными неокрашенными призматическими или длинно-призматическими кристаллами (часто в виде обломков). Вторая большая популяция цирконов (20%) представлена темно-коричневыми или медово-желтыми кристаллами. Реже встречаются светло-желтые округлые зерна (10%). Цирконы из образца J-14-9 представлены прозрачными, от светло-желтых до бесцветных кристаллов, подавляющее большинство кристаллов длинно-призматические (70%), реже отмечены коротко-призматические (20%) и округлые зерна (10%). Всего было проанализировано 212 зерен всех типов, среди которых только 52 и 73 зерна из

образцов J-14-2 и J-14-9, соответственно, показали конкордантные значения и использованы для дальнейшей интерпретации.

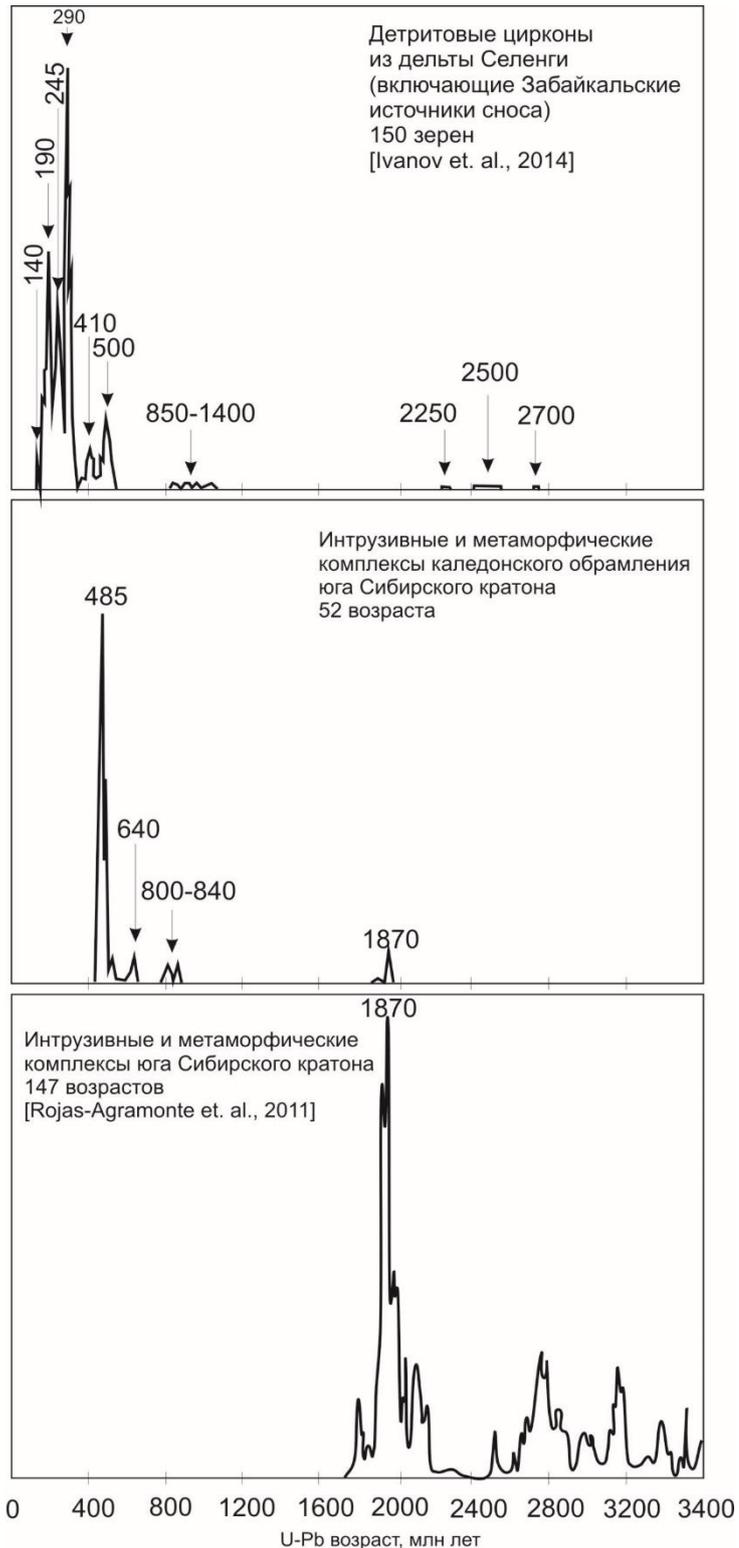


Рисунок 5.6. – Распределение возрастных пиков для основных источников сноса. Данные для метаморфических и магматических комплексов Сибирского кратона по [Бибикова и др. 1990; Котов и др., 1997; Salnikova et al., 1998; Донская и др. 2000; Бараш и др., 2006; Gladkochub et al., 2008; Владимиров и др., 2008, 2011; Скляров и др., 2009; Волкова и др., 2010; Федоровский и др. 2010; Гордиенко и др., 2012; Мехоношин и др., 2013; Макрыгина и др. 2014; Гладкочуб и др., 2010, 2013, 2014; Donskaya et al., 2013, 2017].

Для U-Pb исследований детритовых цирконов из отложений котовской свиты отобран образец J-15-160 на Чаячьем утесе, в 20 км от пос. Большие Коты. Образец J-15-160 представлен кварц-полевошпатовым песчаником с железисто-глинистым цементом. Цирконы представлены в основном бесцветными или светло-желтыми изометричными (70%) и редко коротко-призматическими кристаллами или округлыми зернами (5-10%). Вторая большая популяция представлена коричневыми и медово-желтыми коротко-призматическими кристаллами или изометричными и округлыми зернами (20-25%). Всего было проанализировано 65 зерен всех типов, среди которых только 25 дали конкордантные значения.

U-Pb возрасты детритовых цирконов из присаянской свиты (J-2012) показывают, что их исходные размываемые породы принадлежали Сибирскому кратону (47% возрастов с типичным кратоновым возрастом от ~ 1,85 до ~ 3,24 млрд лет [Rojas-Agramonte et al., 2011]) и каледонскими (раннепалеозойскими) комплексами южной границы Сибирского кратона (53% возрастов с типичными каледонскими возрастными пиками 470 и 500 млн лет [Kovach et al., 2013] (Рисунок 5.6 и 5.7).

Детритовые цирконы из низов кудинской свиты (J-14-2) представлены тремя группами с возрастными пиками 280 млн лет (40%), 480 млн лет (21%) и в интервале от 1.85 до 3.01 млрд лет (38%) (Рисунок 5.7). Таким образом, кроме кратонных и каледонских цирконов, низ кудинской свиты представлен преобладающим пиком цирконов с возрастом Ангара-Витимского батолита, который характеризуется значениями от 330 до 280 млн лет [Цыганков и др., 2007, 2010; Ярмолюк и др., 1997; Донская и др., 2013]. Детритовые цирконы верхов кудинской свиты (J-14-9), в дополнение к возрастным группам, описанным для низов кудинской свиты, показывают тоарский пик 185 млн лет (Рисунок 5.7), который всего на несколько миллионов лет старше предполагаемого аалеанского стратиграфического возраста верхов кудинской свиты. Наблюдаемые возрастные значения 185 млн лет, 280 млн лет, 450-490 млн лет и 2.27-2.76 млрд лет составляют соответственно 12%, 51%, 14% и 23% от общего распределения. И низы, и верхи кудинской свиты характеризуются возрастными пиками, преобладающими в детритовых цирконах дельты Селенги (Рисунок 5.10). Дренажная система реки Селенги охватывает значительную часть Забайкальского региона, представляющего интерес, и, таким образом, популяции детритовых цирконов являются прообразом эпох магматических и метаморфических комплексов Забайкальского региона.

Детритовые цирконы котовской свиты (J-15-160) представлены преимущественно двумя возрастными пиками 280 млн лет (62%) и 480 млн лет (30%), также характерных для низов кудинской свиты (Рисунок 5.8). Также были получены два типичных кратонных возраста, составляющие до 8% от общего распределения.

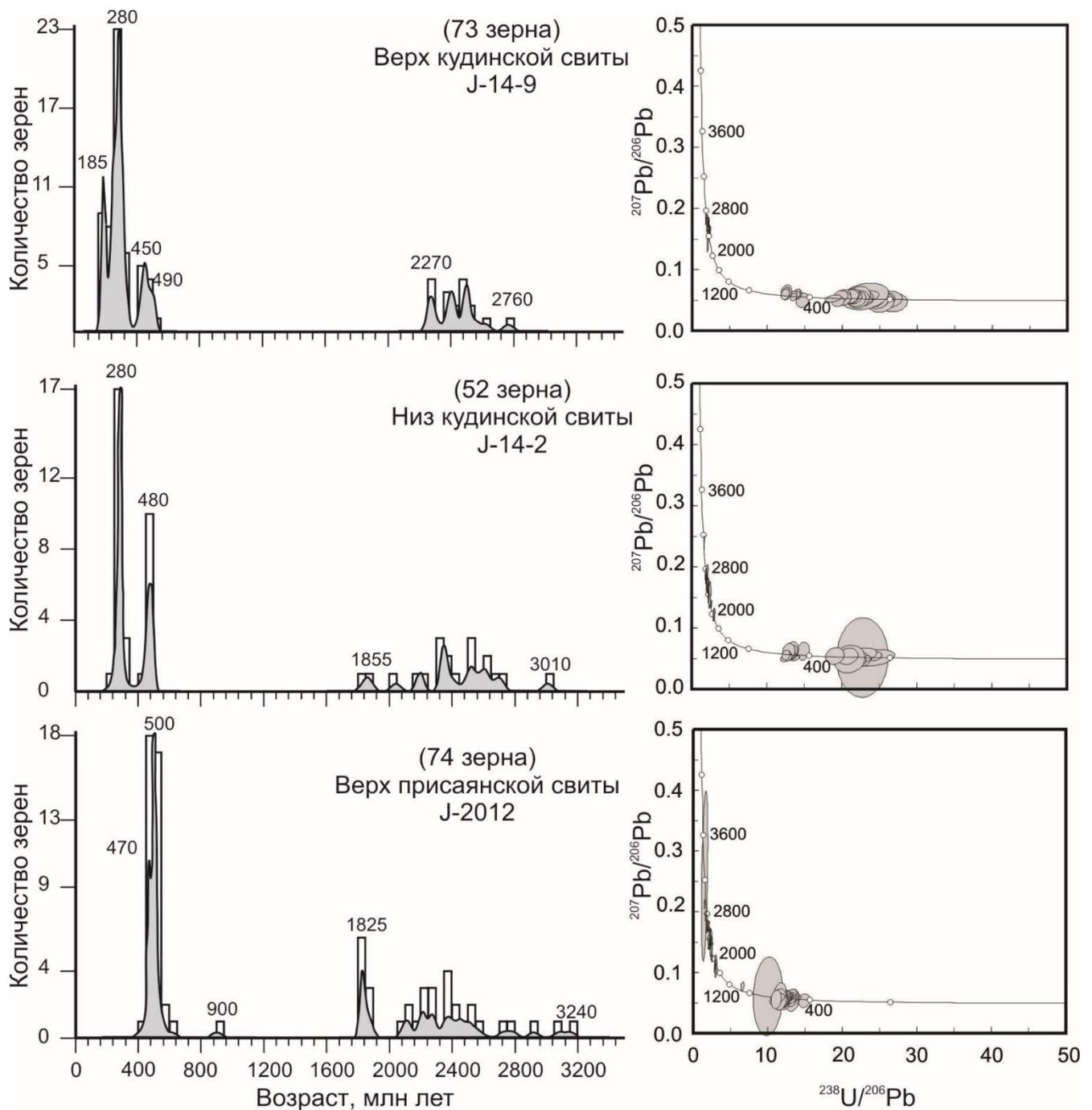


Рисунок 5.7. – График распределения U-Pb возрастов зерен детритовых цирконов из присаянской и кудинской свит. Диаграмма построена с использованием Density Plotter [Vermeesch, 2012]. Используемая ширина полосы составила 10 млн лет. Каждая диаграмма KDE дополняется диаграммой с конкордиями Tera-Wasserburg, построенная с использованием макросов Isoplot Excel [Ludwig, 2003]. Использованы только конкордантные зерна.

Источником самых древних цирконов (~ 1.85-3.24 млрд лет, рисунки 5.6 и 5.7) из отложений присаянской, кудинской и котовской свит является гранитоиды и метаморфические породы фундамента на южной окраине Сибирской платформы [Salnikova et al., 2007; Turkina и др., 2011, 2012; Rojas-Agramonte et al., 2011].

Среди проанализированных цирконов отсутствуют зерна возрастом ~ 600 и 1000 млн лет (рисунки 5.7 и 5.8), кроме одного зерна из присаянской свиты. Эта популяция характерна

для Тувино-Монгольского массива [Демонтерова и др., 2011; Кузьмичев и Ларионов, 2011; Иванов и др., 2014] т.е. во время накопления осадков кудинской свиты характерно полное отсутствие размыва данной области. Цирконы с возрастом 420–510 млн лет в образцах из Иркутского бассейна (рисунки 5.6 и 5.7) указывают на источник сноса в пределах каледонских террейнов прилегающих к Сибирской платформе, где развиты магматические и метаморфические породы таких возрастов [Парфенов и др., 2003; Котов и др., 1997; Salnikova et al., 1998; Донская и др., 2000; Gladkochub et al., 2008].

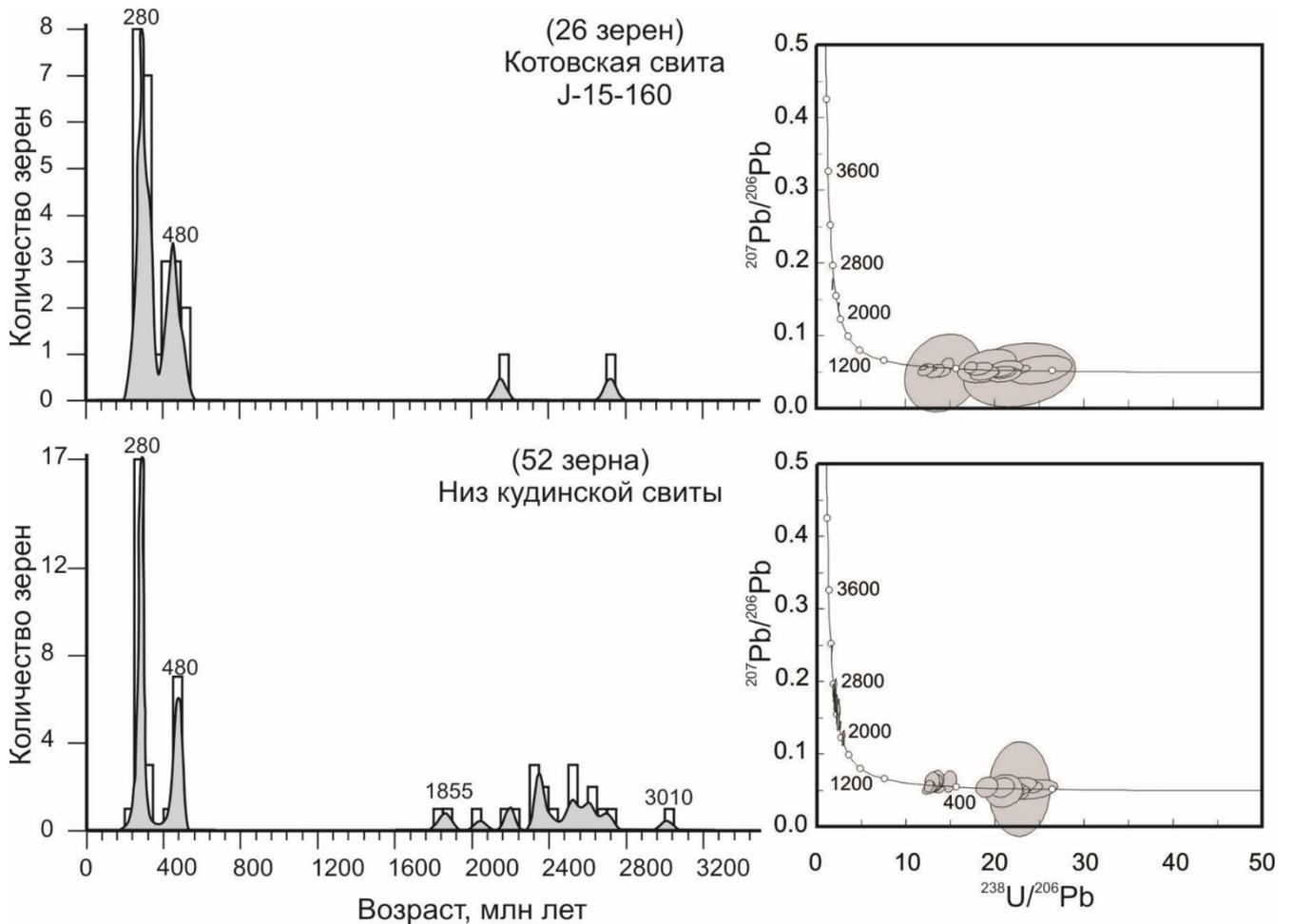


Рисунок 5.8 – График распределения U-Pb возрастов зерен детритовых цирконов из котовской и кудинской свит. Диаграмма построена с использованием Density Plotter [Vermeesch, 2012]. Используемая ширина полосы составляла 10 млн лет. Каждая диаграмма KDE дополняется диаграммой с конкордиями Tera-Wasserburg, построенная с использованием макросов Isoplot Excel [Ludwig, 2003]. Использованы только конкордантные зерна.

Позднепалеозойские цирконы с пиком 280 млн лет из образцов кудинской и котовской свит (рисунки 5.6 и 5.7) указывают на Ангаро-Витимский батолит в качестве источника сноса материала U-Pb возраст батолита составляет от 280 до 330 млн лет [Цыганков и др., 2007, 2010; Ярмолюк и др., 1997; Донская и др., 2013]. Появление триасовых цирконов в отложениях

кудинской и котовской свит объясняется материалом из гранитоидов Забайкалья, аналогичных возрастов [Ярмолюк и др., 2008; Litvinovsky et al., 2001; Донская и др., 2013].

Юрские цирконы встречаются только в отложениях верхов кудинской свиты (Рисунок 5.6), образующие пик 185 млн лет. Самый молодой циркон $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ возрастом 174 ± 8 млн лет является ааленским. Такие возрасты из рассматриваемых источников сноса возможны только в Забайкалье в непосредственной близости от Монголо-Охотской шовной зоны, но опубликованных данных практически нет [см. Донская и др., 2013]. Следует отметить, что возрастны пики юрских осадков Иркутского бассейна характерные для Забайкалья хорошо проявлены в современной дельте р. Селенга, дренаж которой охватывает данную область сноса (Рисунок 5.6) [Иванов и др., 2016].

Из котовской свиты U-Pb методом продатированы акцессорные цирконы из гранитоидных валунов в конгломератах из разреза на водоразделе Большой и Малой Котинок в районе дер. Большие Коты. Два гранитоида показали возрасты 309.8 ± 3.1 и 305.9 ± 2.4 млн лет (Рисунок 5.9), характерные для Ангаро-Витимского батолита с U-Pb возрастом от 280 до 330 млн лет [Цыганков и др., 2007, 2010; Ярмолюк и др., 1997; Донская и др., 2013]. Еще один гранитоид показал юрский возраст – 181.8 ± 2.0 млн лет (Рисунок 5.9), нетипичный для песчаников котовской свиты.

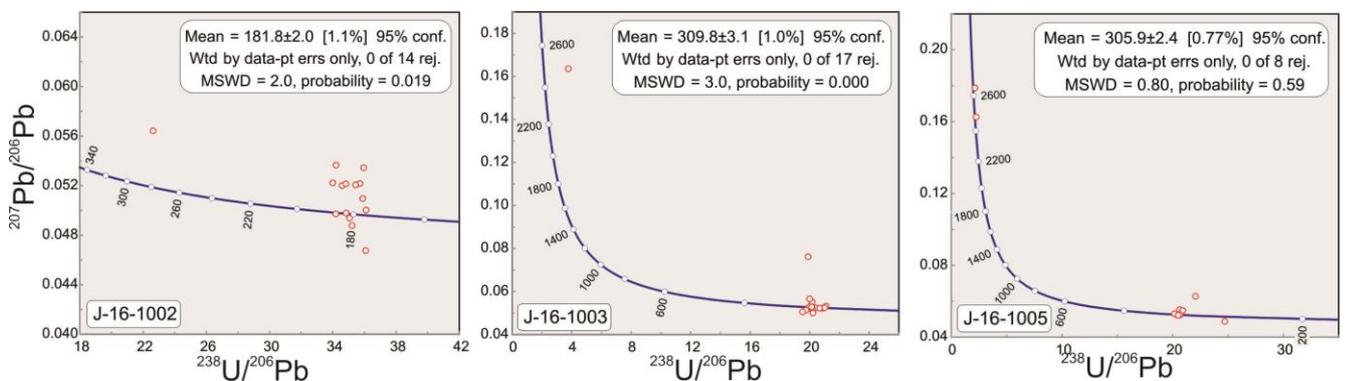


Рисунок 5.9. – Возрасты гранитоидов из котовской свиты по данным датирования U-Pb методом (Ла-ИСП-МС).

Совокупность литологических, минералого-петрографических, геохимических и изотопно-геохимических данных позволяет установить участие всех трех рассмотренных областей питания для отложений Иркутского угольного бассейна существовавших на разных этапах осадконакопления (Рисунок 5.10). При формировании черемховской свиты основную роль играли породы фундамента Тувино-Монгольского массива и его осадочного чехла, затем при накоплении присаянской свиты размывался фундамент и карбонатный осадочный чехол Сибирской платформы, а при накоплении кудинской свиты значительную роль играл размыв палеозойских и мезозойских комплексов Забайкалья.

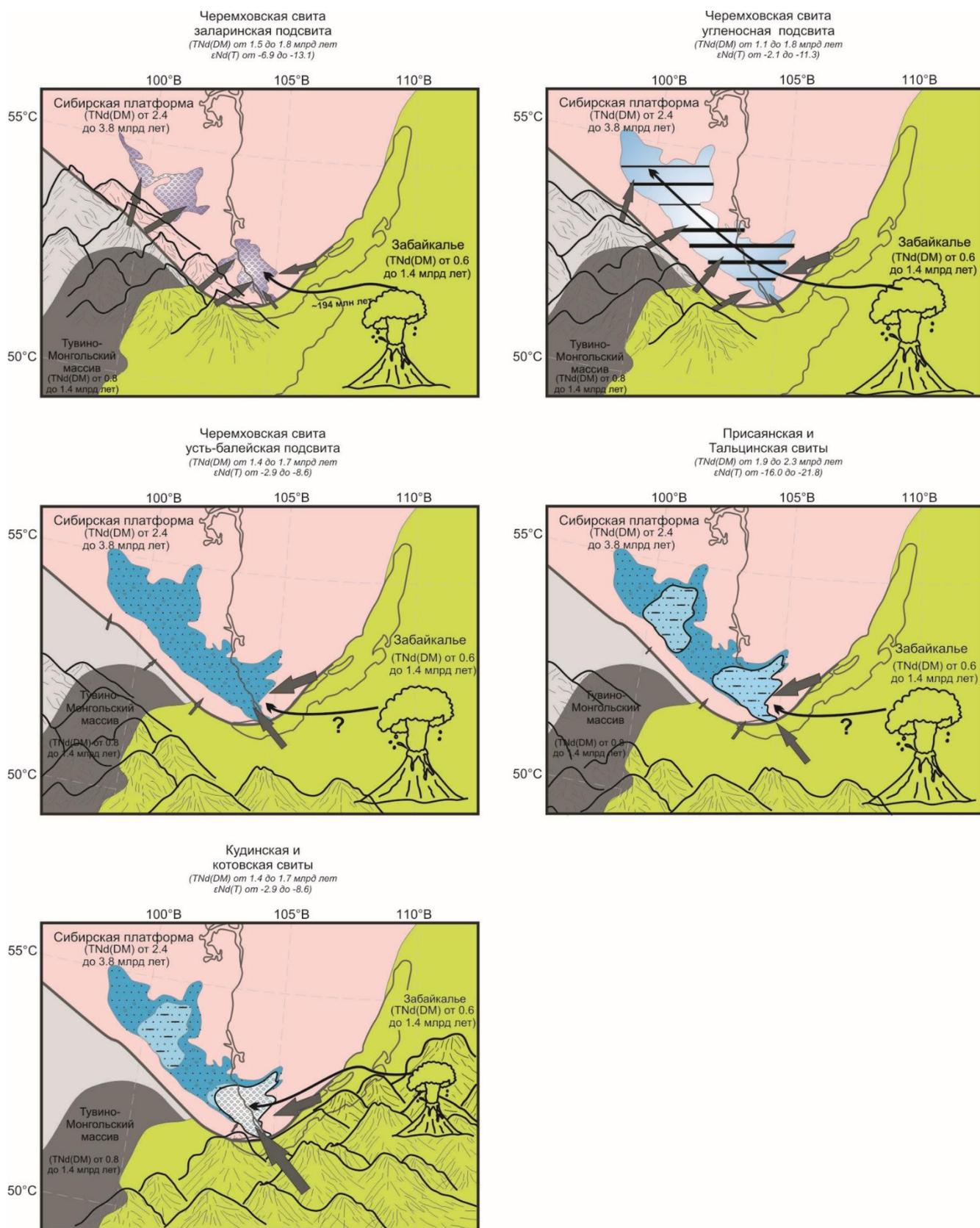


Рисунок 5.10. – Реконструкция источников сноса отложений Иркутского угольного бассейна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Начало седиментации в бассейне установленное U-Pb методом датирования акцессорных цирконов из пепловых прослоев нижней подсвиты черемховской свиты происходило в синемюре, а не плинсбахе, как считалось ранее [Решения..., 1981; Скобло и др., 2001; Фролов, 2013; Акулов и др., 2015]. В это время накапливались базальные заларинские конгломераты, песчаники, алевролиты с фациальными переходами в трошковские кремнисто-карбонатные и карбонатные брекчии и каолиновые глины. Размывалась территория современного Восточного Саяна, горные сооружения достаточно близко подступали к нынешним контурам бассейна, при этом в Забайкалье происходили довольно мощные вулканические извержения, в результате которых на территории Иркутского угольного бассейна сформировались пепловые прослои.

При формировании угленосных отложений черемховской свиты, которые следует относить к верхней подсвите черемховской свиты, взрывная вулканическая деятельность в Забайкалье сохраняла свою силу, что выражено в пепловых слоях в угольных пластах промышленной мощности (тонштейнах) на северо-восточной окраине бассейна. Основной питающей провинцией остается Восточный Саян. На протяжении всего времени накопления черемховской свиты речной сетью также размывается чехол Сибирской платформы и прилегающих к ней каледонских террейнов.

Накопление усть-балейских отложений нижней подсвиты присаянской свиты связано с появлением нового Забайкальского источника сноса, с сохранением сноса со стороны удаляющегося Восточного Саяна. Эта тенденция сохраняется при накоплении средней и верхней подсвит присаянской свиты, для которых характерен размыв фундамента Сибирской платформы и постепенное угасание источника со стороны Восточного Саяна. При завершении накопления отложений присаянской свиты возобновляется вулканическая деятельность в Забайкалье, которая сохраняется до конца формирования Иркутского бассейна. Причем для отложений присаянской свиты установлено существование источника базитового состава с изотопными характеристиками близкими к Сибирскому кратону. При формировании отложений кудинской свиты в бассейн совсем перестает поступать материал с Восточного Саяна, а главной питающей провинцией становится Забайкальский регион. В результате вулканической деятельности в Забайкалье в иркутском угольном бассейне отлагаются прослои пеплового материала. Согласно данным датирования самых молодых детритовых цирконов из кудинской свиты и возраст самого молодого акцессорного циркона из пеплового прослоя кудинской свиты, в совокупности, дают возраст $\sim 179.6 \pm 5.0$ млн лет (тоар-аален), с учетом ошибки такой возраст согласуется с палеонтологическими данными [Фролов и др., 2015], который условно можно считать временем окончания осадконакопления на юге Сибирской платформы.

В целом, полученные данные показывают близкую действующей стратиграфической шкале картину, с небольшими отступлениями (рисунок 3.21): 1) Как ранее указывали В.М. Скобло с соавторами [2001] «пачки» черемховской свиты являются выдержанными на всей площади Иркутского бассейна и согласно стратиграфическому кодексу [2006] могут считаться подсвитами. 2) При формировании верхней (усть-балейской) подсвиты черемховской свиты фиксируется появление грубообломочных отложений, которые указывают на новый седиментационный цикл, и данную подсвиту следует относить к вышележащей присаянской свите, как уже предлагалось предшествующими исследованиями [Панаев, 1968; Панаев, Никитина, 1970; Скобло и др., 2001]. Тогда присаянскую свиту следует выделять в составе трех подсвит – нижней (усть-балейской), средней (иданской) и верхней (суховской). То же касается и отложений верхней подсвиты дабатской свиты, соответственно. 3) С учетом данных бурения 1970-ых годов, последних геолого-съёмочных работ [Объяснительная..., 1999] и наших новых данных по отложениям кудинской свиты нет оснований считать конгломераты котовской свиты самыми древними юрскими осадками Иркутского бассейна. В свете расширения границ конгломератовой кудинской свиты, литология отложений Ангаро-Котинской зоны теряет свою «экзотичность» и обособленность в юрском разрезе Иркутского бассейна, и верно отражена в действующей шкале. Причем ставится под вопрос целесообразность выделения дополнительной стратиграфической шкалы для достаточно небольшого участка Иркутского бассейна, если все полученные данные показывают их, практически, полную идентичность (рисунок 4.9).

Список литературы

1. Адмакин Л.А. Тонштейны Иркутского бассейна / Адмакин Л.А., Портнов А.Г. // Литология и полезные ископаемые. – 1987. – № 3. – С. 88–98.
2. Акулов Н.И. Юрские отложения южной части Иркутского осадочного бассейна / Акулов Н.И., Фролов А.О., Машук И.М., Акулова В.В. // Стратиграфия. Геол. корреляция. – 2015. – Т. 23. № 4. – С. 1–24.
3. Анкудимова Л.А. Стратиграфическая схема юры Иркутского угленосного бассейна / Анкудимова Л.А., Шурыгин Б.Л. Кабанова Г.М. // Органический мир Восточной Сибири в фанерозое. – Новосибирск: Наука, Сиб. Отд-ие, 1982. – С. 30–42.
4. Арбузов С.И. Природа аномальных концентраций скандия в углях // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2013. – Т. 323. № 1. С. 56–64.
5. Арбузов С.И. Геохимия редких элементов в углях Сибири / Арбузов С.И., Ершов В.В. // – Томск: Изд. дом «Д–Принт», – 2007. – 468 с.
6. Арбузов С.И. Природа тонштейнов Азейского месторождения Иркутского угольного бассейна / Арбузов С.И., Волостнов А.В., Ильенок С.С., Рыбалко В.И. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2012. – Т. 321. № 1. С. 89–97.
7. Бараш И.Г. Возрастные соотношения метаморфизма Слюдянского гранулитового и Хамардабанского зонального метаморфических комплексов: результаты U–Pb геохронологического исследования / Бараш И.Г., Сальникова Е.Б., Резницкий Л.З., Котов Б.А., и др. // Докл. АН. 2006. – Т. 409. № 3. – С. 381–385.
8. Бибикова Е.В. U–Pb, Sm–Nd, Pb–Pb и K–Ar возраст метаморфических и магматических пород Приольхонья (Западное Прибайкалье) / Бибикова Е.В., Карпенко С.Ф., Сумин Л.В. и др. // Геология и геохронология докембрия Сибирской платформы и ее обрамления. Л.: Наука, – 1990. – С. 170–183.
9. Виниченко М.Н. Палеогеографические условия формирования и закономерности размещения мезозойских осадочных комплексов южной части Сибирской платформы и связанных с ними полезных ископаемых / Виниченко М.Н., Файнштейн Г.Х., Канаев В.А., и др. // Иркутский ТГФ. – 1968.
10. Виниченко М.Н. Стратиграфия трошковской свиты // Палеогеографические условия формирования месторождений полезных ископаемых на юге Сибирской платформы. – Иркутск: Вост.-Сиб. кн. Изд-во, – 1971. – С. 222–236.
11. Владимиров А.Г., U–Pb – датирование и Sm–Nd – изотопная систематика магматических пород Ольхонского региона (Западное Прибайкалье) / Владимиров А.Г., Хромых С.В., Мехоношин А.С., Волкова Н.И., и др. // Доклады академии наук, – 2008. – Т. 423. – №5. – С. 651–665.

12. Владимиров А.Г. Геодинамическая модель ранних каледонид Ольхонского региона (Западное Прибайкалье). / Владимиров А.Г., Волкова Н.И., Мехоношин А.С., Травин А.В., и др. // ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК, – 2011. – Т. 436. – №6. – С. 793–799.
13. Волкова Н.И. U–Pb изотопное датирование цирконов (SHRIMP–II) гранулитов Ольхонского региона западного Прибайкалья / Волкова Н.И., Владимиров А.Г., Травин А.В., Мехоношин А.С., и др. // Доклады академии наук, – Т. 432. №; 6. – С. 797–800.
14. Воронцов А.А. Северо–Монгольская–Забайкальская полихронная рифтовая система (этапы формирования, магматизм, источники расплавов, геодинамика) / Воронцов А.А., Ярмолюк В.В. // Литосфера, – 2004. – № 3. – С. 17–32.
15. Гладков А.С. Деформации юрских отложений южной окраины Иркутского амфитеатра / Гладков А.С., Черемных А.В., Лунина О.В. // Геология и геофизика, – 2000, – Т. 41. № 2. – С. 220–226.
16. Гладкочуб Д.П. Ольхонский метаморфический террейн Прибайкалья: раннепалеозойский композит фрагментов неопротерозойской активной окраины / Гладкочуб Д.П., Донская Т.В., Федоровский В.С., Мазукабзов А.М., и др. // Геология и геофизика, – 2010. – 51. – № 5. – С. 571–588.
17. Гладкочуб Д.П. Изотопное датирование гибридных пород из зон эндоконтакта как способ выяснения возраста внедрения базитов (южный фланг Сибирского кратона) / Гладкочуб Д.П., Донская Т.В., Вингейт М.Т.Д., Мазукабзов А.М., и др. // Геология и геофизика. – 2013, – Т. 54. – № 11. – С. 1714–1730.
18. Гладкочуб Д.П. Фрагмент раннепалеозойской (~ 500 млн лет) островной дуги в структуре Ольхонского террейна (Центрально–Азиатский складчатый пояс) / Гладкочуб Д.П., Донская Т.В., Федоровский В.С., Мазукабзов А.М., и др. // ДАН, – 2014, – Т. 457. – № 4. – С. 429–434.
19. Гладкочуб Д.П. Ранние этапы развития Палеоазиатского океана: данные по LA-ICP-MS датированию детритовых цирконов из позднедокембрийских толщ южного фланга Сибирского кратона / Гладкочуб Д.П., Станевич А.М., Мазукабзов А.М., Донская Т.В. и др. // Геология и геофизика, – 2013. – Т 54. – 10. – 521. – С. 1472–1490.
20. Гордиенко И.В. Возраст и условия формирования коллизионных гранитоидов Джидинской зоны Центрально–Азиатского складчатого пояса, юго–западное Забайкалье / Гордиенко И.В., Ковач В.П., Елбаев А.Л., Котов А.Б., и др. // Петрология. – 2012. – Т. 20. – № 1. – С. 45–65.
21. Гугова Л.Н. К стратиграфии юрских отложений Иркутского угленосного бассейна // В кн.: Юрские отлож. южн. и центр. Частей Сиб. платф., – Иркутск: ИЗК СО АН СССР, – 1963.

22. Данилович В.Н. Тектоника юго–восточной окраины Прибайкальской юры // Труды Восточно–Сибирского геологического управления, – Иркутск: ОГИЗ, – 1941, – Вып. 29, – 87 с.
23. Данилович В.Н. О локальных покровных структурах на юге Восточной Сибири // В кн.: Пробл. тект. М.: Геолтехиздат, – 1961.
24. Деев Ю.П. Стратиграфический разрез юрских отложений Иркутского угленосного бассейна // Тр. Межвед. совещ. по стратиграфии Сибири. – Л.: Гостоптехиздат, 1957, – С. 43–62.
25. Деев Ю.П. Юрские отложения южной окраины Иркутского амфитеатра // Геология СССР, – М. Госгеолтехиздат, – 1962, – Т. 17, ч. 1. – С. 257–278.
26. Демонтерова Е.И. История формирования Тувино–Монгольского массива по данным U–Pb–датирования методом LA–ICP–MS детритовых цирконов из песчаника дархатской серии (Западное Прихубсугулье, Северная Монголия) / Демонтерова Е.И., Иванов А.В., Резницкий Л.З., и др. // ДАН. – 2011. – Т. 441. – № 3. – С. 358–362.
27. Донская Т.В. Прибайкальский коллизионный метаморфический пояс / Донская Т.В., Скляр Е.В., Гладкочуб Д.П., Мазукабзов А.М. // ДАН, – 2000. – Т. 374. – № 1. – С. 79–83.
28. Донская Т.В. Петрогенезис раннепротерозойских постколлизионных гранитоидов юга Сибирского кратона / Донская Т.В., Гладкочуб Д.П., Ковач В.П., Мазукабзов А.М. // Петрология, – 2005. – Т. 13. – № 3. – С. 253–279.
29. Думитрашко Н.В. К вопросу об ангарских надвигах / Думитрашко Н.В., Гаврусевич Б.А. // Л., Изв. Гидрогеол. ин–та, – 1933. – № 55.
30. Кизияров Г.П. Первая находка вулканических туфов в юре Иркутского угленосного бассейна / Кизияров Г.П., Мешалкин С.М. // Геология и геофизика, – 1978. – №2.
31. Кизияров Г.П. Вулканогенные и вулканогенно–осадочные породы Прииркутской впадины / Кизияров Г.П., Мешалкин С.М., Лосева Л.П. // Геология и геофизика, – 1983. – №3. – С. 150–152.
32. Киричкова А.И. Фитостратиграфия юрских угленосных отложений Иркутского бассейна / Киричкова А.И., Травина Т.А. // Стратиграфия. Геол. Корреляция, – 2000. – Т. 8. – №6. – С. 89–102.
33. Киричкова А.И. Род *Phoenicopsis* (Систематика, история, распространение, значение для стратиграфии) / Киричкова А.И., Травина Т.А., Быстрицкая Л.И. // Биохронология и биостратиграфия фанерозоя нефтегазоносных бассейнов России, – СПб: ВНИГРИ, – 2002. – Вып. 3, – 205 с.
34. Киричкова А.И. О стратиграфии континентальной юры Иркутского амфитеатра / Киричкова А.И., Костина Е.И., Носова Н.В. // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2016. – Т.11. – №2. – С. 1–24.

35. Козаков И.К. Корообразующие процессы в геологическом развитии Тувино–Монгольского массива: Sm–Nd изотопные и геохимические данные по гранитоидам / Козаков И.К., Ковач В.П., Ярмолук В.В. и др. // Петрология. – 2003. – Т. 11. – №5. – С. 491–512.
36. Коваленко В.И. Источники фанерозойских гранитов Центральной Азии: Sm–Nd изотопные данные / Коваленко В.И., Ярмолук В.В., Ковач В.П. и др. // Геохимия. – 1996. – № 8. – С. 699–712.
37. Копорулин В.И. Вещественный состав, фации и условия формирования угленосной толщи Центр. Части Иркутского бассейна // М.:Наука, –1966. – 166 с.
38. Коровин М.К. Черемховский угленосный бассейн // Изв. Сиб. отд. Геол. ком–та. – Томск, – 1921, – Т. 2. – Вып. 4. – 48с.
39. Коровин М.К. Черемховский каменноугольный район // Изв. Сиб. отд. Геол. ком–та. – Томск, – 1922. – Т. 2, Вып. 4. – 64с.
40. Котов А.Б. О возрасте метаморфизма Слюдянского кристаллического комплекса (Южное Прибайкалье): результаты U–Pb геохронологических исследований гранитоидов / Котов А.Б., Сальникова Е.Б., Резницкий Л.З., Васильев Е.П., и др. // Петрология. – 1997. – Т. 5. – №4, – С. 380–393.
41. Кузьмичев А. Б. Тектоническая история Тувино–Монгольского массива: раннебайкальский, позднебайкальский и раннекаледонский этапы // М.: Пробел–2000, – 2004. – 192 с.
42. Кузьмичев А. Б. Неопротерозойские островные дуги Восточного Саяна: длительность магматической активности по результатам датирования вулканокластики по цирконам / А. Б. Кузьмичев, А. Н. Ларионов. // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54, . – № 1. – С45–57.
43. Летникова Е.Ф. Вендская пассивная континентальная окраина юга Сибирской платформы: геохимические, изотопные (Sr, Sm–Nd) свидетельства, данные U–Pb датирования LA–ICP–MS детритовых цирконов / Летникова Е.Ф., Кузнецов А.Б., Вишневская И.А. и др. // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54. – № 10. – С. 1507–1529.
44. Логвиненко Н.В. Методы определения осадочных пород / Логвиненко Н.В., Сергеева Э.И. // Л.: Недра, – 1986, – 240 с.
45. Макрыгина В.А. История кристаллизации палеозойских гранитоидов по цирконам (SHRIMP–II), Ольхонский регион, озеро Байкал / Макрыгина В.А., Толмачева Е.В., Лепехина Е.Н. // Геология и геофизика. – 2014. – Т. 55. – № 1. – С. 41–55.
46. Максимов С.О. Первые данные U–Pb–Shrimp–II–изотопного датирования по цирконам пепловых отложений из кайнозойских впадин юго–западного Приморья / Максимов С.О., Сахно В.Г. // Доклады академии наук. – 2011. – Т. 439. – № 2. – С. 226–232.

47. Малышев С.В. Реконструкция источников сноса и обстановок формирования каменноугольно–меловых обломочных пород северо–востока Сибири и юго–запада Канады по данным Sm–Nd изотопных и геохимических методов исследования // Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого–минералогических наук. – 2015. – 169 с.
48. Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных // Екатеринбург: Изд–во УГГУ. – 2005. – 289 с.
49. Маслов В.П. Материалы к геологии истока реки Ангары / Маслов В.П., Лавров М.М. // Труды Всесоюзного геолого–разведочного объединения НКТП СССР. – 1933. – Вып. 298. – 40 с.
50. Мехоношин А.С. Платинометалльная минерализация дунит–верлитовых массивов Гутаро–Удинского междуречья (Восточный Саян) / Мехоношин А.С., Толстых Н.Д., Подлипский М.Ю., Колотилина Т.Б., и др. // Геология рудных месторождений. – 2013. – № 3. – Т. 55. – С. 189–202.
51. Михеева Е.А. Смена источников сноса Иркутского угольного бассейна в течение ранней и средней юры по геохимическим и Sm–Nd изотопным данным / Михеева Е.А., Демонтерова Е.И., Фролов А.О., Аржанникова А.В., и др. // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2017. – Т. 25. – № 4. – С. 3–25.
52. Никитина В.В. Дабатская и байкальская фации юры Иркутского бассейна в свете новых данных / Никитина В.В., Панаев В.А. // Геология и полезные ископаемые юга Сибирской платформы. Л.: Недра. – 1970. – С. 58–68.
53. Объяснительная записка к Государственной геологической карте Российской Федерации масштаба 1 : 200000, Серия Ангарская, Лист N–48–XXXIII. // СПб.: ВСЕГЕИ, – 1999, – 206 с.
54. Овчинникова Г.В. Источники гранитоидов Туфино–Монгольского массива и его обрамления по данным изотопного состава свинца, неодима и кислорода / Овчинникова Г.В., Крылов Д.П., Козаков И.К., Ковач В.П., Сергеева Н.А. // Петрология. – 2009. – Т. 17. – № 6. – С. 613–622.
55. Оттен Ф.Ф. Иркутский угленосный бассейн / Оттен Ф.Ф., Деев Ю.П. // Минеральные ресурсы Восточной Сибири, – Иркутск, –1937. – Т. 1. – С. 51–147.
56. Панаев В.А. Тектоническое развитие юга Иркутского амфитеатра в мезозое // Канд. дисс. Иркутский гос. ун–т. – 1968.
57. Панаев В.А. Основные отличия и взаимосвязь в развитии Присаянского и Прибайкальского мезозойских прогибов / Панаев В.А., Никитина В.В. // Геология и полезные ископаемые юга Сибирской платформы. Л.: Недра. – 1970. – С. 68–75.
58. Плоскогорья и низменности Восточной Сибири. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока / Отв. ред. Флоренсов Н.А. // М.: Наука. – 1971. – 320 с.

59. Решение 6–го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003 г. / Ред. Ф.Г. Гурари. Новосибирск, СНИИГГиМС, 2004. – 114 с.
60. Решения III Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозою и кайнозою Средней Сибири // МСК СССР, Новосибирск, –1981, – 91 с.
61. Розен О. М. Сибирский кратон: тектоническое районирование, этапы эволюции // Геотектоника. – 2003. – № 3. – С. 3–21.
62. Сальникова Е.Б. Возрастные рубежи проявления высокотемпературного метаморфизма в кристаллических комплексах Иркутного блока Шарыжалгайского выступа фундамента Сибирской платформы: результаты U–Pb датирования единичных зерен циркона / Сальникова Е.Б., Котов А.Б., Левицкий В.И., Резницкий Л.З., и др. // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2007. – Т. 15. № 4. – С. 3–19.
63. Скляр Е.В. Карбонатиты в коллизионных обстановках и квазикарбонатиты раннепалеозойской Ольхонской коллизионной системы / Скляр Е.В., Федоровский В.С., Котов А.Б., Лавренчук А.В., и др. // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50. – № 12. – С. 1409–1427.
64. Скобло В.М. Континентальный верхний мезозой Прибайкалья и Забайкалья (стратиграфия, условия осадконакопления, корреляция) / Скобло В.М., Лямина Н.А., Руднев А.Ф., Лузина И.В. // Новосибирск: Изд–во СО РАН, –2001, – 332 с.
65. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система // Академическое издание Гео, – Новосибирск, – 2000 г., 480 с.
66. Стратиграфический кодекс России // Спб. : Изд–во ВСЕГЕИ, 2006, – 95 с.
67. Сулова М.Г. Вещественно–петрографический состав углей Иркутского бассейна / Сулова М.Г., Стрелюк Л.Е., Тетерина Л.С. // Геол. Методы поисков и разведки месторождений тверд. горюч. ископаемых. Отеч. произв. опыт: Экспресс информация. – 1988. – Вып. 4. – С. 1–7.
68. Тетяев М.М. Южная окраина Иркутского угленосного бассейна // Труды ЦНИГРИ, – 1934, – Вып. 2. – 73 с.
69. Тимофеев П.П. Юрская угленосная формация Южной Сибири и условия ее образования / Труды Геологического института АН СССР. Вып. 198 // М.: Наука, – 1970, – 208 с.
70. Туркина О.М. Источники и условия образования раннепротерозойских гранитоидов юго–западной окраины Сибирского кратона / Туркина О.М., Ножкин А.Д., Баянова Т.Б. // Петрология. – 2006. – Т. 14. – № 3. – С. 282–303.

71. Туркина О.М. Этапы формирования раннедокембрийской коры Шарыжалгайского выступа (юго–запад Сибирского кратона): синтез Sm–Nd и U–Pb изотопных данных // Петрология. – 2010. – Т. 18. – №2. – С. 168–187.
72. Туркина О.М. Формирование и мезоархейский метаморфизм гиперстеновых гнейсов в Иркутском гранулитогнейсовом блоке (Шарыжалгайский выступ Сибирского кратона) / Туркина О.М., Урманцева Л.Н., Бережная Н.Г., Скублов С.Г. // Геология и геофизика. – 2011. – Т. 52. – №1. – С. 122–137.
73. Тэйлор С.Р. Континентальная кора: ее состав и эволюция (Пер. с англ) / Тейлор С.Р., Мак–Леннан С.М. // М.: Мир, –1988. – 384 с.
74. Угольная база России. Том III. Угольные бассейны и месторождения Восточной Сибири (Красноярский край, Канско–Ачинский бассейн; Республика Хакасия, Минусинский бассейн; Республика Тыва, Улугхемский бассейн и др. месторождения; Иркутская область, Иркутский бассейн и угольные месторождения Предбайкалья) // М.: ООО “Геоинформ–центр”, – 2002, – 488 с.
75. Файнштейн Г.Х. Палеогеография юры Иркутского амфитеатра в связи с ее экзогенной рудоносностью // Материалы по геологии и полезным ископаемым Сибирской платформы. М.: Недра, –1971, – С. 55–68.
76. Федоровский, В.С. Сдвиговый тектогенез и щелочно–базитовый магматизм в коллизионной системе каледонид Западного Прибайкалья / Федоровский, В.С., Скляр, Е.В., Изох, А.Э., Котов, А.Б., и др. // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51. – №5. – Р. 682–700.
77. Фор Г. Основы изотопной геологии (Пер. с англ.) // М.: Мир, –1989. – 590 с.
78. Фролов А.О. Ранне– и среднеюрские растительные сообщества Иркутского угольного бассейна // Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого–минералогических наук, ИЗК СО РАН. – Иркутск. – 2013. – 259 с.
79. Фролов А.О. Полевой атлас юрской флоры Иркутского угленосного бассейна./ Фролов А.О., Машук И.М. // Иркутск: ИЗК СО РАН, 2014. 108 с.
80. Фролов А.О. Первые палеоботанические находки из кудинской и тальцин–ской свит (Иркутский угленосный бассейн) и их стратиграфическое значение / Фролов А.О., Машук И.М., Аржанникова А.В. // Строение литосферы и гео–динамика. Материалы XXVI Всероссийской молодежной конференции. Иркутск: Институт земной коры СО РАН. – 2015. – С. 204–205.
81. Штельмах С.И. Рентгенофлуоресцентное определение примесных элементов в карбонатных породах и флюоритовых рудах с использованием спектрометра S8 Tiger / Штельмах С.И., Черкашина Т.Ю., Пашкова Г.В. // Аналитика и контроль. – 2015. – Т. 19. – № 2. – С. 121–129.

82. Шурыгин Б.Л. О новых свитах Ангарской межгорной впадины / Шурыгин Б.Л., Анкудимова Л.А. // Геология и геофизика. – 1981. – № 7. – С. 50–55.
83. Юдович Я.Э. Основы литохимии / Юдович Я.Э., Кетрис М.П. // СПб.: Наука. – 2000. – 497 с.
84. Юдович Я.Э. Геохимические и минералогические индикаторы вулканогенных продуктов в осадочных толщах./ Юдович Я.Э., Кетрис М.П. // – Екатеринбург: УрО РАН. – 2010. – 412 с.
85. Юрские континентальные отложения юга Сибирской платформы / Отв. ред. Одинцов М.М. // М.: Наука, –1967, – 336 с.
86. Ярмолюк В.В. Источники внутриплитного магматизма западного Забайкалья в позднем мезозое–кайнозое (на основе геохимических и изотопно–геохимических данных) / Ярмолюк В.В., Иванов В.Г., Коваленко В.И. // Петрология. – 1998. – Т. 6, . – № 2. – С. 115–138.
87. Andersen T. Correction of common lead in U–Pb analyses that do not report ²⁰⁴Pb. – *Chemical Geology*. – 2002. – 192. – P. 59–79.
88. Bhatia M.R., Plate tectonics and geochemical composition of sandstones // *J. of Geol*, – 1983. – V. 91. – P.611–627.
89. Bhatia M.R. Trace element characteristics of grauwackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins / M.R. Bhatia, Crook K.A.W. // *Contrib. Mineral Petrol*. – 1986. – V. 92. – P. 181–193.
90. Bowring S.A. High–precision zircon U–Pb geochronology and the stratigraphic record: Progress and promise, in Olszewski (ed.) / Bowring S.A., Schoene B, Crowley J.L., Ramezani J, Condon D.J. // *Geochronology: Emerging Opportunities, Paleontological Society Short Course*. – 2006. – V. 12. – p. 25–45.
91. Condie K.C. Chemical composition and evolution of the upper continental crust: Contrasting results from surface samples and shales // *Chemical geology*. – 1993. – V. 104. – P. 1–37.
92. Demonterova E.I. Early to Middle Jurassic history of the southern Siberian continent (Transbaikalia) recorded in sediments of the Siberian Craton: Sm-Nd and U-Pb provenance study / Demonterova E.I., Ivanov A.V., Mikheeva E.A., Arzhannikova A.V., Frolov A.O., Arzannikov S.G., Bryanskiy N. V., Pavlova L. A. // *Bull. Soc. géol. France*. – 2017. – V. 188. – № 8. – DOI: 10.1051/bsgf/2017009
93. Dickin A.P. *Radiogenic Isotope Geology* // Cambridge University Press, – 492 p.
94. Donskaya T.V. Late Paleozoic–Mesozoic subduction–related magmatism at the southern margin of the Siberian continent and the 150 million–year history of the Mongol–Okhotsk Ocean / Donskaya T.V., Gladkochub D.P., Mazukabzov A.M. & Ivanov A.V. // *Journal of Asian Earth Sciences*. – 2013, – 62. – P. 79–97.

95. Donskaya T.V. Pre-collisional (> 0.5 Ga) complexes of the Olkhon terrane (southern Siberia) as an echo of events in the Central Asian orogenic belt / Donskaya T.V., Gladkochub D.P., Fedorovsky V.S., Sklyarov et al. // *Gondwana Research*. – 2017. – 42. – P. 243–263.
96. Fedo C.M. Detrital zircon analysis of the sedimentary record, Zircon. *Mineralogical Society of America* / Fedo C.M., Sircombe K.N., Rainbird R.H., Hanchar H.M., Hoskin P.W.O. // *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, – 2003. – vol. 53. – P. 277–303.
97. Gladkochub D.P. Siberian craton and its evolution in terms of Rodinia hypothesis / Gladkochub D.P., Pisarevsky S.A., Donskaya T.V., et al. // *Episodes*. – 2006. – V. 29, №3. – P. 169–174.
98. Gladkochub D.P. Petrology, geochronology, and tectonic implications of c. 500 Ma metamorphic and igneous rocks along the northern margin of the Central–Asian Orogen (Olkhon terrane, Lake Baikal, Siberia) / Gladkochub D.P., Donskaya T.V., Wingate M.T.D., Poller U., et al. // *Journal of the Geological Society*. – 2008. – 165. – P. 235–246.
99. Gladkochub D.P. Palaeoproterozoic to Eoarchaeon crustal growth in Southern Siberia: a Nd–isotope synthesis / Gladkochub D.P., Donskaya T.V., Reddy S.M., Poller U., et al. // *Geological Society of London*, – 2009. – Special volume 23. – P. 127–143.
100. Goldstein S.J. Nd and Sr isotopic systematics of river water suspended material: implications for crustal evolution / Goldstein S.J., Jacobsen S.B. // *Earth Planetary Science Letters*. – 1988. – 87(3), – P. 249–265.
101. Hiscott R. N. Ophiolitic source for Taconic–age flysch: Trace–element evidence // *Geological Society of America Bulletin*. – 1984. – V. 95. – P. 1261–1267.
102. Ivanov A.V. The Tuva–Mongolia Massif and the Siberian Craton – are they the same? A comment on ‘Age and provenance of the Ergunahe Group and the Wubinaobao Formation, northeastern Inner Mongolia, NE China: implications for tectonic setting of the Erguna Massif’ by Zhang et al. / Ivanov A.V., Demonterova E.I., Gladkocub D.P. & Donskaya T.V. // *International Geology Review*. – 2014. – 56. – P. 954–958.
103. Ivanov A.V. Catastrophic outburst and tsunami flooding of Lake Baikal: U–Pb detrital zircon provenance study of the Palaeo–Manzurka megaflood sediments / Ivanov A.V., Demonterova E.I., Reznitskii L.Z., Barash I.G., et al. // *International Geology Review*, – 2016, – 58 (14), – P. 1818–1830.
104. Jacobsen S.B. Sm–Nd evolution of chondrites and achondrites / Jacobsen S.B., Wasserburg G.J. // *Earth Planetary Sci. Lett.* – 1984. – V. 67. – P. 137–150.
105. Kovach V. Zircon ages and Hf isotopic constraints on sources of clastic metasediments of the Slyudyansky high–grade complex, southeastern Siberia: Implication or continental growth and evolution of the Central Asian Orogenic Belt / Kovach V., Salnikova E., Wang K.–L., JAHN B.–M., et al. // *Journal of Asian Earth Sciences*. – V. 62. – P. 18–36.

106. Lee Y.I. Provenance derived from the geochemistry of late Paleozoic–early Mesozoic mudrocks of the Pyeongann Supergroup, Korea // *Sedimentary Geology*. – 2002. – V. 149. – P. 219–235.
107. Litvinovsky B.A. Petrogenesis of syenite–granite suites from the Bryansky Complex (Transbaikalia, Russia): implications for the origin of A–type granitoid magmas / Litvinovsky B.A., Bor–ming Jahn, Zanzilevich A.N., et al. // *Chemical Geology*. – 2002. – V. 189. – P. 105–133.
108. Litvinovsky B.A. Origin and evolution of overlapping calc–alkaline and alkaline magmas: The Late Palaeozoic post–collisional igneous province of Transbaikalia (Russia) / Litvinovsky B.A., Tsygankov A.A., Jahn B.M., Katzir Y., Be'eri–Shlevin Y. // *Lithos*, – 2011. – V. 125. – P. 845–874.
109. Ludwig K.R. User's manual for Isoplot/Ex version 3.00, a geochronological toolkit for Microsoft Excel // Berkeley Geochronology Center Special Publications. – 4. – 72p.
110. McLennan S.M. Geochemical approach to sedimentation, provenance, and tectonics. Processes Controlling the Composition of Clastic Sediments / McLennan S.M., Hemming S., McDaniel D.K., Hanson G. // ed. by Johnson M.J., Basu A. Geological Society of America Special Paper. – 1993. – V. 284. – P. 21–40.
111. Nesbitt H.W. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites / Nesbitt H.W., Young G.M. // *Nature*. – 1982. – V. 299. – P. 715–717.
112. Nelson B.K. Comparison of isotopic and petrographic provenance indicators in sediments of Tertiary continental basins of New Mexico / Nelson B.K., DePaolo D.J. // *Journal of Sedimentary Petrology*. – 1988. – V. 58. – P. 348–357.
113. Parfenov L.M. A model for the formation of orogenic belts in Central and Northeast Asia / Parfenov L.M., Berzin N.A., Khanchuk A.I., Badrach G., et al. // *Russian Geology of the Pacific Ocean*. – 2003. – V. 22. – № 6. – P. 7–41.
114. Pettijohn F.J. Sand and Sandstones / Pettijohn F.J., Potter P.E. and Siever R. // New York: Springer–Verlag, – 1972. – 158 pp.
115. Pin C., Sequential separation of light rare–earth elements, thorium and uranium by miniaturized extraction chromatography: application to isotopic analyses of silicate rocks / Pin C., Zalduegui F.S. // *Analyt. Chim. Acta*, – 1997. – V. 339. – P. 79–89.
116. Rojas–Agramonte Y. Detrital and xenocrystic zircon ages from Neoproterozoic to Palaeozoic arc terranes of Mongolia: Significance for the origin of crustal fragments in the Central Asian Orogenic Belt / Rojas–Agramonte Y., Kröner A., Demoux A., Xia X. et al. // *Gondwana Research*, – 2011. – V. 19. – № 3. – P. 751–763.
117. Safonova, I.Yu. LA ICP MS U–Pb ages of detrital zircons from Russia largest rivers: implications for major granitoid events in Eurasia and global episodes of supercontinent formation /

- Safonova, I.Yu., Maruyama, S., Hirata, T., Kon, Y., Rino S. // *Journal of Geodynamics*. – 2010. – V. – 50. – № 3–4. – P. 134–153.
118. Sal'nikova E.B. U–Pb zircon dating of granulite metamorphism in the Sludyanskiy complex, eastern Siberia / Sal'nikova E.B., Sergeev S.A., Kotov A.B., Yakovleva S.Z., et al.// *Gondwana Research*, – 1997. – V1. – № 2. – P. 195–205.
119. Scott D.J. Comparison of TIMS (U–Pb) and laser ablation microprobe ICP–MS (Pb) techniques for age determination of detrital zircons from Paleoproterozoic metasedimentary rocks from northeastern Laurentia, Canada, with tectonic implications / Scott, D.J. and Gauthier, G. // *Chemical Geology*. – 1996. – V. 131. – P. 127–142.
120. SPECTRAplus. / Программное обеспечение для рентгеновских спектрометров. Версия 2.2.3.1. Карлсруэ // Bruker AXS GmbH. – 2010. – 495 с.
121. Sun C. New evidence for the presence of Changbaishan Millennium eruption ash in the Longgang volcanic field, Northeast China / Sun C., You H., He H., Zhang L., Gao J., Guo W., Chen S., Mao Q., Liu Q., Chu G., Liu J. // *Gondwana Research*. V. 28. – № 1. – 2015. –P. 52–60.
122. Taylor S.R. The continental crust: its composition and evolution / Taylor S.R, McLennan S.M. // Blackwell Scientific Publication. – Carlton,– 1987. – 312 pp.
123. Thompson C.K. Bentonite geochronology, marine geochemistry, and the Great Ordovician Biodiversification Event (GOBE) / Thompson C.K., Kah L.C., Astini R., Bowring S.A., Buchwaldt R. // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. – V. 321–322. – 2012. – P. 88–101.
124. Tonneijck F. Tephra stratification of volcanic ash soils in Northern Ecuador. / Tonneijck F., Hageman J.A., Sevink J., Verstraten J.M. // *Geoderma*.– 2008. – 144. – P. 231–247.
125. Turkina O.M. U–Pb (SHRIMP II), Lu–Hf isotope and trace element geochemistry of zircons from high–grade metamorphic rocks of the Irkut terrane, Sharyzhalgay Uplift: implications for the Neoproterozoic evolution of the Siberian Craton / Turkina O.M., Berezhnaya N.G., Lepekhina E.N. & Kapitonov I.N. // *Gondwana Research*. – 2012. – 21. – P. 801–817.
126. Vermeesch P. On the visualisation of detrital age distributions // *Chemical Geology*. – 2012. – 312–313. – 190–194
127. Visser J.N. Major element geochemistry and paleoclimatology of the Permo–Carboniferous glaciogene Dwyka Formation and post–glacial mudrocks in Southern Africa / Visser J.N.J., Young G.M. // *II Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* – 1990. – V. 81. – P. 49–57.
128. Wronkiewicz D.J. Geochemistry of Archean shales from the Witwatersrand Supergroup, South Africa: source–area weathering and provenance / Wronkiewicz D.J. and Condie K.C. // *Geochim. Cosmochim., – Acta* . – V. 51. – P. 2401–2416.

Список основных публикаций по теме диссертации

Список статей

1. Demonterova E.I., Ivanov A.V., **Mikheeva E.A.**, Arzhannikova A.V., Frolov A.O., Arzannikov S.G., Bryanskiy N. V., Pavlova L. A. Early to Middle Jurassic history of the southern Siberian continent (Transbaikalia) recorded in sediments of the Siberian Craton: Sm-Nd and U-Pb provenance study / Bull. Soc. géol. France, 2017, t. 188, № 8, DOI: 10.1051/bsgf/2017009
2. **Михеева Е.А.**, Демонтерова Е.И., Фролов А.О., Аржанникова А.В., Аржанников С.Г., Черкашина Т.Ю., Иванов А.В. Смена источников сноса Иркутского угольного бассейна в течение ранней и средней юры по геохимическим и Sm-Nd изотопным данным / Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2017, Т. 25, № 4, С. 3-25
3. Демонтерова Е.А. Иванов А.В., **Михеева Е.А.**, Аржанникова А.В., Фролов А.О., Аржанников С.Г., Брянский Н.В., Павлова Л.А., Резницкий Л.З, Зарубина О.В. Источники сноса и палеогеографические условия формирования юрских континентальных отложений на юге Сибирской платформы (по Sm-Nd И U-Pb данным) / ДАН. Принята в печать

Список докладов и тезисов

1. **Михеева Е.А.** Первые геохимические данные по юрским осадочным отложениям Иркутского угольного бассейна // Науки о Земле. Современное состояние: Материалы второй всероссийской молодежной научно-практической школы- конференции. Новосиб. гос. ун-т.; Ин-т нефтегазовой геологии и геофизики им А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирск: РИЦ НГУ. 2014, С. 77-79
2. **Михеева Е.А.**, Фролов А.О., Демонтерова Е.И. Модельные (Sm-Nd) возрасты отложений Иркутского угольного бассейна как индикаторы источников сноса // VII Сибирская научно-практическая конференция молодых ученых по наукам о Земле (с участием иностранных специалистов): Материалы конференции. Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск РИЦ НГУ, 2014, С. 150-151
3. **Михеева Е.А.** Вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы в отложениях Иркутского угольного бассейна // XXVI Всероссийская молодежная конференция: Материалы конференции. Институт земной коры СО РАН, 2015, С. 120 – 122.
4. Демонтерова Е.И., Иванов А.В., **Михеева Е.А.** и др. Юрские осадки на юге Сибирского кратона как отражение закрытия Монголо-Охотского океана // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): Материалы совещания. Вып. 13. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2015, С. 75 – 77.
5. **Михеева Е.А.**, Демонтерова Е.И., Иванов А.В. и др. Начало осадконакопления в

Иркутском угольном бассейне по данным U-Pb датирования цирконов из вулканогенно-осадочных пород // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): Материалы совещания. Вып. 13. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2015, С. 160 - 162

6. **Mikheeva E.A.** Correlation of the Kuda and Koty formations of the Irkutsk middle jurassic coal-bearing basin based on geochemical and U-Pb detrital zircon data / The 8th International Siberian Early Career GeoScientists Conference, Novosibirsk, 2016. P. 101 – 102.

7. **Михеева Е.А.**, Демонтерова Е.И., Иванов А.В., Фролов А.О. Корреляция отложений кудинской и котовской свит в Иркутском угольном бассейне по геохимическим данным / Материалы 2-ой Всероссийской школы студентов, аспирантов и молодых ученых по литологии. Екатеринбург, 2016, С. 165 – 166.

8. Демонтерова Е.И., Иванов А.В., **Михеева Е.А.** и др. Источники сноса и палеогеографические условия формирования юрских континентальных отложений на юге сибирской платформы (по Sm-Nd и U-Pb данным) // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту) материалы научного совещания, 2016, С. 75-76.

9. **Михеева Е.А.**, Демонтерова Е.И. Смена условий седиментации в ранней-средней юре на юге Сибирской платформы (Иркутский угольный бассейн) по геохимическим и изотопным Sm-Nd данным // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. VII Всероссийское совещание: Москва, 18-22 сентября 2017 г. Научные материалы. / В.А.Захаров, М.А.Рогов, Е.В.Щелетова (ред.). Москва: ГИН РАН, 2017. – С. 145–147.

Приложение А. Точное местоположение опробованных разрезов

Таблица А.1.

Номер на карте (в соответствии с рисуноком 3.1)	Географическая привязка	Координаты	Номера проб из разреза	Свита, подсвита
1	Придорожный карьер в районе дер. Бухун	52°53'41.10" С 104°10'49.03" В	J-14-37	Черемховская, нижняя
2	Разрез в районе ж/д станции Залари	53°34'09.14" С 102°32'37.74" В	J-14-73; J-14-74; J-14-76; J-14-76/1; J-14-77; J-14-82; J-14-83; J-14-84; J-14-87; J-14-89	Черемховская, нижняя
3	Разрез в правом борту Ангары в районе дер. Олонки	52°53'18.28" С 103°41'58.66" В	J-16-144; J-16-145	Кора выветривания по Кембрию
	Разрез в правом борту Ангары в районе дер. Олонки	52°54'07.21" С 103°41'35.85" В	J-16-146; J-16-147; J-16-148; J-16-149	Черемховская, нижняя
4	Придорожный карьер в районе пос. Кутулик	53°22'02.14" С 102°47'02.30" В	J-14-91; J-14-92; J-14-93; J-14-94; J-14-96; J-14-100; J-14-101	Черемховская, нижняя и средняя
5	Черемховское угольное месторождение (участок Северный-1)	53°15'15.27" С 102°57'09.06" В	J-16-8; J-16-9; J-16-10; J-16-11; J-16-12; J-16-13; J-16-14; J-16-15; J-16-16; J-16-17; J-16-18; J-16-19; J-16-21; J-16-22; J-16-23	Черемховская, средняя и верхняя
6	Головинское угольное месторождение	53°26'51.21" С 102°53'58.48" В	J-16-24; J-16-25; J-16-26; J-16-27;	Черемховская, средняя и верхняя
7	Ишинское угольное месторождение (в районе пос. Усть- Ордынский)	52°52'01.16" С 105°02'28.37" В	J-15-1; J-15-2; J-15-3; J-15-4; J-15-5; J-15-6	Черемховская, средняя и верхняя
8	Разрез в правом борту Ангары в районе дер. Усть-Балей	52°37'34.51" С 103°58'08.27" В	J-14-136; J-14-137; J-14-138; J-14-139; J-14-141; J-14-142; J-14-145; J-14-146;	Черемховская, верхняя

Продолжение таблицы А.1.

Номер на карте (в соответствии с рисуноком 3.1)	Географическая привязка	Координаты	Номера проб из разреза	Свита, подсвита
9	Разрез в правом борту Ангара в районе Толстого мыса	52°38'15.2" С 103°56'13.9" В	J-14-124; J-14-126; J-14-127; J-14-128; J-14-129; J-14-130; J-14-132; J-14-133; J-14-134; J-14-135	Черемховская, верхняя
10	Разрез в правом борту Ангара напротив г. Усолъе-Сибирское	52°40'44.70" С 103°49'23.83" В	J-16-139; J-16-140; J-16-141; J-16-142	Черемховская, верхняя
11	Придорожное обнажение в районе дер. Московщина	52°30'42.84" С 104°10'42.48" В	J-14-147	Присянская
12	Придорожное обнажение по трассе Иркутск – Красноярск (33 км от г. Иркутска)	52°24'57.5" С 103°52'17.3" В	J-14-115	Присянская
13	Придорожное обнажение по трассе Иркутск – Улан- Удэ в районе сворота в дер. Смоленщина	52°15'05.98" С 104°09'26.91" В	J-14-18; J-14-19; J-14-20	Присянская
14	Шурф в г. Иркутске (Гора «Академическая»)	52°14'16.78" С 104°16'28.52" В	J-2012	Присянская
15	Обнажение вдоль ж/д путей «Синюшина гора»	52°16'28.04" С 104°11'33.01" В	J-14-14; J-14-15; J-14-16; J-14-17	Присянская
16	Выработка в пос. Еловый (20 км от г. Иркутска)	52°13'08.8" С 104°30'26.7" В	J-15-9; J-15-11; J-15-13; J-15-17; J-15-19; J-15-58	Присянская, кудинская
17	Разрез в правом борту Ангара в районе дер. Куда	52°26'04.01" С 104°06'33.41" В	J-16-115; J-16-116; J-16-117; J-16-118; J-16-119; J-16-120; J-16-121; J-16-122	Присянская, кудинская
18	Обнажение в левом борту р. Ангара в районе пос. Мельничная падь	52°10'31.4" С 104°23'47.4" В	J-14-52; J-14-55	Присянская
19	Береговое обнажение по левому борту р. Ангара	51°59'05.61" С 104°39'02.66" В	J-15-27; J-15-28; J-15-29; J-15-30	Тальцинская, котовская

Окончание таблицы А.1.

Номер на карте (в соответствии с рисунком 3.1)	Географическая привязка	Координаты	Номера проб из разреза	Свита, подсвита
20	Обнажение в левом борту р. Ангара в Курминском заливе	52°05'45.45" С 104°28'40.61" В	J-15-56; J-15-57	Присаянская
21	Обнажение в правом борту р. Куда в районе дер. Жердовка	52°39'37.19" С 104°33'23.19" В	J-14-2; J-14-3; J-14-5; J-14-6; J-14-7; J-14-8; J-14-9; J-14-10	Кудинская
22	Придорожное обнажение по трассе Иркутск – Качуг, 19 км от Иркутска	52°39'37.19" С 104°33'23.19" В	J-14-1; J-14-12	Кудинская
23	Обнажение в пос. Хомутово	52°30'04.71" С 104°23'12.27" В	J-14-48; J-14-49	Кудинская
24	Придорожное обнажение по трассе Иркутск – Бол. Голоустное	52°17'03.7" С 104°39'56.0" В	J-14-1; J-14-68; J-14-69; J-14-70; J-14-71	Кудинская
25	Придорожное обнажение по трассе Иркутск – Листвянка, в районе муз. Тальцы	52°00'09.65" С 104°40'03.26" В	J-14-26; J-14-27	Тальцинская
26	Придорожное обнажение по трассе Иркутск – Листвянка, в районе пос. Бол. речка	51°56'51.64" С 104°45'25.85" В	J-14-21; J-14-22; J-14-22/1; J-14-23; J-14-24	Тальцинская
27	Серия обнажений в левом борту р. Ангара	51°54'58.92" С 104°46'28.74" В	J-15-31; J-15-33; J-15-35; J-15-38; J-15-39; J-15-41; J-15-42; J-15-44; J-15-46; J-15-48; J-15-49; J-15-50	Тальцинская, котовская
28	Серия обнажений от водораздела Большой и Малой Котинок, в районе дер. Большие Коты, до Чаячьего утеса в 20 км от пос. Большие Коты	51°54'38.1" С 105°04'36.4" В	J-14-151; J-14-152; J-14-153; J-14-154; J-14-155; J-14-156; J-14-157; J-14-160; J-14-161; J-14-163; J-14-164; J-14-165; J-14-166	Котовская

Приложение Б. Химические составы песчаников Иркутского угольного бассейна.
 Таблица Б.1. – Химические составы песчаников черемховской свиты

Заларинская подсвита								
	J-14-73	J-14-74	J-14-76	J-14-76/1	J-14-77	J-14-82	J-14-83	J-14-84
SiO ₂	78.02	79.83	78.25	78.95	57.19	61.87	64.68	59.70
TiO ₂	0.16	0.39	0.46	0.49	0.67	1.25	0.88	0.91
Al ₂ O ₃	8.73	9.94	10.87	9.74	22.21	21.75	18.24	14.10
Fe ₂ O ₃	4.20	1.79	2.36	2.76	0.69	5.28	8.38	17.68
MnO	0.00	0.00	0.01	0.02	<0.01	0.02	0.05	0.04
MgO	0.87	0.67	0.70	0.28	0.49	2.51	2.27	2.74
CaO	0.14	0.37	0.27	0.07	0.22	1.04	0.50	1.12
Na ₂ O	0.17	0.12	0.13	0.12	0.16	1.23	1.01	0.16
K ₂ O	3.42	3.36	3.39	3.18	1.20	3.88	2.57	1.74
P ₂ O ₅	0.02	0.01	0.01	0.03	<0.03	0.39	0.13	0.21
H ₂ O ⁻	0.72	0.89	0.86	0.46	1.57	0.21	0.15	0.20
ППП	4.30	2.93	3.13	3.55	14.82	0.31	0.80	0.84
Сумма	99.70	99.71	99.57	99.65	99.43	99.74	99.66	99.73
Sc	8.9	7.4	7.3	-	-	-	-	-
Ni	11	9.4	12	10	10	60	50	60
V	41	49	59	70	50	160	150	270
Cr	95	120	150	90	100	100	140	160
Co	<4	3.2	4.5	-	-	20	15	14
Ba	760	670	670	570	130	670	570	380
La	18	24	32	16	75	54	50	50
Ce	35	39	68	30	160	100	93	97
Nd	15	19	26	20	73	40	30	20
Nb	3.3	7.5	9.5	-	-	-	-	-
Zr	61	100	99	200	510	310	260	230
Sr	85	78	83	40	20	130	100	100
Rb	93	90	91	70	40	100	60	30
Th	4.4	5.1	5.6	5	40	10	10	7
U	2.6	5.3	10	6	10	4	4	4
Pb	16	12	13	20	20	36	10	20

Продолжение таблицы Б.1.

Заларинская подсвита							
	J-14-85	J-14-87	J-14-88	J-14-89	J-14-91	J-14-100	J-14-101
SiO ₂	63.55	63.08	75.21	63.10	69.79	75.12	63.57
TiO ₂	1.03	0.56	0.38	1.05	0.96	0.47	0.91
Al ₂ O ₃	19.82	13.58	12.39	19.76	14.95	11.99	16.48
Fe ₂ O ₃	7.43	12.01	5.44	5.84	4.06	3.54	4.75
MnO	0.05	0.23	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01
MgO	2.52	2.55	0.70	2.65	1.34	1.06	2.24
CaO	0.42	4.23	0.49	1.14	0.27	0.40	0.53
Na ₂ O	1.09	0.34	1.21	1.51	0.49	0.40	0.75
K ₂ O	2.75	2.07	2.94	3.64	2.68	2.89	2.70
P ₂ O ₅	0.13	0.35	0.11	0.53	0.07	0.04	0.10
H ₂ O ⁻	0.08	0.18	0.08	0.11	0.98	1.67	1.67
ППП	0.70	0.67	0.60	0.39	5.06	6.03	6.03
Сумма	99.57	99.85	99.57	99.75	99.73	99.74	99.74
Sc	-	-	-	-	13	-	-
Ni	60	40	20	50	19	20	40
V	190	95	100	160	70	71	140
Cr	180	100	86	100	110	91	100
Co	15	14	10	19	5.2	5.3	10
Ba	590	510	680	680	620	630	658
La	54	30	27	53	32	26	40
Ce	120	54	60	110	69	44	70
Nd	41	26	18	48	28	23	28
Nb	0	0	0	0	14	9	0
Zr	250	150	160	360	240	130	260
Sr	110	140	90	170	100	95	90
Rb	70	30	60	76	85	88	77
Th	10	5	5	10	7.1	5	9
U	5	3	-	4	2	<2	4
Pb	10	10	30	10	18	16	20

Продолжение таблицы Б.1.

Угленосная подсвета								
	J-14-92	J-14-93	J-14-94	J-14-96	J-15-1	J-15-2	J-15-3	J-16-15
SiO ₂	62.92	63.29	43.24	66.49	64.67	58.86	55.87	63.60
TiO ₂	0.95	0.93	0.05	0.88	0.15	1.20	1.91	0.96
Al ₂ O ₃	16.12	17.13	14.69	15.49	19.95	19.10	23.13	16.97
Fe ₂ O ₃	4.49	3.72	19.55	1.52	1.88	3.62	4.65	4.99
MnO	0.02	0.01	0.01	<0.01	0.01	0.06	0.04	0.04
MgO	1.76	1.88	2.37	0.88	1.45	1.59	1.67	1.59
CaO	0.39	0.40	0.27	0.70	0.81	2.79	0.44	0.40
Na ₂ O	0.77	0.78	0.16	0.84	0.22	0.75	0.52	0.95
K ₂ O	2.34	2.34	1.50	2.31	1.68	2.64	1.91	2.66
P ₂ O ₅	0.13	0.10	0.05	0.06	0.01	0.27	0.11	0.10
H ₂ O ⁻	1.49	1.42	6.15	1.54	9.76	9.65	9.21	0.12
ПППП	8.27	7.71	12.15	9.08	-	-	-	6.83
Сумма	99.64	99.71	100.18	99.79	100.59	100.53	99.46	99.21
Sc	-	-	-	-	<4	13	20	15
Ni	20	20	10	10	7.6	31	38	40
V	150	160	10	140	9.5	96	140	95
Cr	90	90	10	110	11	67	110	130
Co	7	5	10	-	4.8	19	14	12
Ba	530	500	95	450	140	720	610	500
La	40	40	13	60	29	42	42	45
Ce	90	70	25	120	53	69	77	81
Nd	40	20	-	50	24	36	28	43
Nb	-	-	0	0	21	13	16	13
Zr	340	330	200	340	150	190	150	230
Sr	170	140	40	90	42	150	76	95
Rb	-	-	20	75	91	76	70	83
Th	10	10	10	12	34	9.3	13	8
U	4	4	5	5	3	2.7	4.1	3.4
Pb	20	23	30	20	42	18	20	11

Продолжение таблицы Б.1.

Угленосная подсвита								
	J-16-16	J-16-17	J-16-18	J-16-19	J-16-21	J-16-22	J-16-24	J-16-27
SiO ₂	67.97	62.65	71.32	53.22	56.58	50.32	51.47	67.21
TiO ₂	0.78	0.90	0.75	1.07	1.01	1.01	1.22	0.51
Al ₂ O ₃	15.02	18.59	16.15	21.93	19.22	22.39	18.72	13.02
Fe ₂ O ₃	3.75	3.84	3.09	1.40	5.14	3.78	5.50	7.78
MnO	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.05	0.02
MgO	2.28	2.65	1.33	0.98	2.47	1.59	1.73	0.62
CaO	0.68	0.96	0.37	0.65	0.71	0.56	1.08	0.21
Na ₂ O	0.93	0.83	0.88	0.85	1.15	0.63	1.34	0.63
K ₂ O	2.64	2.20	1.73	1.59	2.70	2.12	2.59	2.20
P ₂ O ₅	0.07	0.07	0.08	0.02	0.12	0.09	0.38	0.05
H ₂ O ⁻	0.13	0.23	0.10	0.51	0.51	0.59	-	0.14
ППП	5.64	6.87	4.62	17.20	10.93	16.82	5.45	7.43
Сумма	99.91	99.82	100.44	99.44	100.57	99.92	89.53	98.82
Sc	11	12	12	16	19	18	15	7.2
Ni	47	50	26	35	49	51	37	24
V	61	75	67	110	140	130	89	56
Cr	130	120	110	140	110	110	86	93
Co	12	11	12	11	16	28	15	11
Ba	610	510	510	530	590	540	810	430
La	47	43	27	44	61	87	54	20
Ce	84	62	48	61	120	160	95	45
Nd	32	34	22	32	45	63	41	20
Nb	13	14	11	18	14	16	14	6.9
Zr	180	190	240	220	170	180	210	170
Sr	120	130	80	120	95	110	160	62
Rb	88	98	70	90	95	99	81	62
Th	8.9	9	6.6	12	13	14	8	5.3
U	2.9	2.7	<2	3.6	4.7	7.2	4.3	<2
Pb	13	14	12	19	17	17	18	11

Продолжение таблицы Б.1.

Усть-балейская подсвета									
	J-14-124	J-14-126	J-14-127	J-14-128	J-14-129	J-14-130	J-14-132	J-14-133	J-14-135
SiO ₂	61.84	58.96	65.19	56.96	68.36	66.80	53.12	67.28	54.76
TiO ₂	1.75	1.49	0.66	1.26	0.43	0.49	1.05	0.43	0.93
Al ₂ O ₃	15.09	16.64	15.11	17.42	13.15	15.79	14.92	13.72	17.45
Fe ₂ O ₃	11.49	4.32	5.26	5.31	7.00	3.80	13.99	6.93	7.74
MnO	0.08	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.05	0.05	0.07
MgO	2.53	2.16	1.64	2.31	1.21	0.89	2.46	1.50	2.64
CaO	1.11	1.69	1.79	1.58	0.84	0.85	1.41	0.52	1.43
Na ₂ O	2.12	2.34	2.58	1.73	2.88	3.01	2.15	2.88	1.55
K ₂ O	2.53	3.34	3.64	2.89	3.22	3.65	2.72	2.20	2.66
P ₂ O ₅	0.44	0.43	0.20	0.38	0.13	0.18	0.34	0.11	0.38
H ₂ O ⁻	0.89	2.43	1.78	3.80	1.07	1.36	1.77	0.79	2.69
ППП	4.57	5.83	3.92	6.07	3.24	3.13	5.72	3.39	7.28
Сумма	104.43	99.65	101.79	99.74	101.58	99.98	99.70	99.96	99.66
Sc	14	-	9.6	-	10	-	-	-	-
Ni	42	29	19	24	28	20	20	40	60
V	110	220	67	190	62	80	90	90	170
Cr	230	90	38	60	52	50	56	90	100
Co	15	16	9.8	10	12	10	-	8	13
Ba	910	1000	1100	880	960	1100	1000	750	680
La	55	60	40	60	25	30	56	20	50
Ce	81	110	66	110	51	50	110	50	96
Nd	40	50	31	40	23	20	25	10	35
Nb	20	-	12	-	7.9	-	-	-	-
Zr	550	650	200	400	120	220	750	150	270
Sr	220	310	260	230	290	290	300	260	260
Rb	71	-	100	-	92	-	40	-	-
Th	13	15	11	10	5.8	8	10	6	8
U	4.1	5	3.2	4	2.3	-	4	-	3
Pb	22	30	28	20	21	20	20	20	20

Продолжение таблицы Б.1.

Усть-балейская подсвета									
	J-14- 136	J-14- 139	J-14- 141	J-14- 146	J-14- 134	J-14- 137	J-14- 138	J-14- 142	J-14- 145
SiO ₂	65.72	67.15	55.24	69.65	68.41	66.31	66.29	63.86	70.42
TiO ₂	0.40	0.66	1.38	0.55	0.51	0.66	0.57	0.37	0.57
Al ₂ O ₃	14.51	14.19	19.51	15.18	14.85	17.01	15.50	12.91	15.65
Fe ₂ O ₃	6.58	5.44	5.93	2.40	5.51	3.90	5.35	9.58	3.28
MnO	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.05	0.05	0.03
MgO	1.55	1.00	1.80	0.87	1.38	0.92	0.98	1.49	0.50
CaO	0.68	0.96	1.76	0.83	0.64	0.98	1.01	0.81	0.81
Na ₂ O	2.70	2.26	1.47	3.08	3.08	3.26	2.54	2.89	3.07
K ₂ O	3.04	2.65	2.65	3.87	2.20	3.82	2.48	2.45	3.58
P ₂ O ₅	0.12	0.21	0.46	0.16	0.10	0.20	0.20	0.13	0.15
H ₂ O ⁻	0.89	1.56	3.67	0.46	0.84	0.87	1.17	1.32	0.59
ППП	3.35	3.54	5.83	2.52	3.23	2.74	2.97	4.10	1.95
Сумма	99.58	99.65	99.73	99.60	99.79	99.81	99.81	99.60	99.64
Sc	-	-	-	-	8.5	6.2	9.6	9.2	5
Ni	40	30	50	25	42	21	36	42	19
V	95	150	240	110	73	62	76	99	57
Cr	60	120	150	60	100	69	110	56	72
Co	10	10	15	10	12	11	15	13	10
Ba	830	690	590	840	780	1100	760	750	910
La	34	30	53	40	30	39	27	24	38
Ce	60	68	85	75	51	69	45	36	65
Nd	20	24	48	27	23	32	22	19	31
Nb	0	0	0	0	16	11	7.3	6.3	11
Zr	187	230	280	260	110	200	120	91	190
Sr	260	220	170	240	260	320	250	240	310
Rb	60	60	60	100	62	110	69	72	110
Th	5	7	9	8	5.7	8.5	5.3	4.8	9.2
U	-	3	4	2	<2	<2	2.8	2.5	<2
Pb	10	20	25	20	23	21	15	15	18

Продолжение таблицы Б.1.

Усть-балейская подсвета									
	J-15-4	J-15-5	J-15-6	J-16-8	J-16-9	J-16-10	J-16-11	J-16-12	J-16-13
SiO ₂	62.83	54.23	64.19	59.09	71.92	54.71	60.28	74.65	75.57
TiO ₂	0.80	1.23	0.63	0.89	0.60	1.21	1.06	0.59	0.25
Al ₂ O ₃	18.60	21.78	19.91	17.98	16.13	20.92	19.17	15.19	14.46
Fe ₂ O ₃	3.24	6.09	3.17	8.99	2.74	6.60	6.67	2.14	1.91
MnO	0.09	0.04	0.05	0.05	0.06	0.04	0.04	0.02	0.01
MgO	0.94	2.31	0.67	2.14	0.28	2.33	1.96	0.61	0.48
CaO	3.55	0.43	1.76	0.77	0.47	1.32	0.65	0.28	0.19
Na ₂ O	1.06	0.76	1.13	0.78	1.37	0.68	0.89	0.95	1.19
K ₂ O	1.54	2.11	1.65	2.57	2.42	3.54	2.86	2.01	2.80
P ₂ O ₅	0.10	0.13	0.09	0.05	0.07	0.39	0.10	0.05	0.04
H ₂ O ⁻	-	-	-	-	0.10	0.13	0.13	0.08	0.12
ППП	7.12	9.79	5.74	7.49	3.68	8.86	6.71	3.09	2.74
Сумма	99.87	98.90	98.99	100.8	99.84	100.73	100.52	99.66	99.76
Sc	16	25	15	18	12	24	20	4.5	5.9
Ni	25	61	25	53	23	70	57	23	19
V	110	210	100	87	65	140	110	58	40
Cr	120	140	94	91	79	110	120	110	65
Co	8.6	32	9.2	15	8.6	24	15	9.2	11
Ba	600	620	630	580	590	880	540	430	620
La	24	52	26	38	31	67	57	20	16
Ce	27	85	33	78	54	110	98	33	27
Nd	21	42	22	31	26	47	40	18	16
Nb	9.5	15	7.3	12	9.4	14	16	9	4.8
Zr	87	140	82	120	140	180	220	140	110
Sr	150	81	130	100	91	120	110	68	84
Rb	35	80	38	80	75	100	91	56	79
Th	4.3	13	4.4	7	5.2	9.7	12	5.9	4.5
U	<2	4.3	<2	2.4	<2	2.6	4	<2	<2
Pb	9.4	24	8.2	12	12	21	15	9.6	13

Окончание таблицы Б.1.

Усть-балейская подсвета				
	J-16-14	J-16-23	J-16-25	J-16-26
SiO ₂	45.04	72.31	70.96	70.91
TiO ₂	0.41	0.49	0.71	0.70
Al ₂ O ₃	10.98	15.01	14.04	16.25
Fe ₂ O ₃	1.87	3.57	4.12	4.35
MnO	0.20	0.04	0.05	0.03
MgO	0.46	1.09	0.65	0.79
CaO	15.82	0.27	0.68	0.66
Na ₂ O	0.54	0.96	2.02	2.38
K ₂ O	0.80	2.39	2.73	3.01
P ₂ O ₅	0.11	0.05	0.15	0.18
H ₂ O ⁻	0.51	0.13	0.20	-
ППП	10.93	3.99	3.72	1.28
Сумма	87.67	100.29	100.03	100.54
Sc	-	-	-	-
Ni	21	26	26	27
V	51	64	61	67
Cr	60	84	120	90
Co	13	11	9.9	17
Ba	300	540	680	780
La	15	20	35	39
Ce	34	34	69	69
Nd	25	19	30	32
Nb	8.2	7	12	11
Zr	110	130	230	180
Sr	370	79	150	160
Rb	36	73	78	96
Th	5.8	6	8.2	7.7
U	<2	<2	<2	<2
Pb	8.9	11	14	16

Таблица Б.2. – Химические составы песчаников присаянской свиты

	J-2012	J-14-14	J-14-15	J-14-16	J-14-17	J-14-52	J-14-55	J-14-62	J-14-65	J-14-67
SiO ₂	57.52	46.07	57.85	65.93	62.83	68.02	68.95	58.84	59.80	55.28
TiO ₂	1.06	0.70	0.54	0.60	0.85	0.97	0.45	0.41	0.92	0.67
Al ₂ O ₃	14.83	11.02	10.56	14.33	15.60	13.68	13.02	11.93	16.81	14.73
Fe ₂ O ₃	8.24	2.94	3.28	4.90	4.76	4.77	4.72	3.74	7.05	7.17
MnO	0.05	0.36	0.18	0.03	0.02	0.04	0.03	0.09	0.02	0.06
MgO	3.60	1.26	1.19	2.18	2.15	2.00	2.37	1.32	2.82	3.08
CaO	1.90	17.99	11.22	1.42	1.57	0.91	0.81	9.03	1.51	6.92
Na ₂ O	1.60	1.94	2.56	2.95	2.87	2.73	2.62	2.59	2.00	2.05
K ₂ O	2.09	1.38	1.82	1.83	3.04	2.20	2.30	2.01	1.98	2.07
P ₂ O ₅	0.24	0.21	0.08	0.21	0.42	0.12	0.08	0.10	0.17	0.06
H ₂ O ⁻	2.50	0.59	0.43	0.94	1.35	1.31	1.44	0.73	1.90	0.92
ППП	6.45	2.98	2.16	4.31	4.70	3.02	3.15	2.36	4.82	2.75
Сумма	100.08	87.44	91.87	99.63	100.15	99.77	99.94	93.15	99.80	95.76
Sc	26	16	-	-	-	-	-	10	-	-
Ni	130	47	28	48	53	90	180	38	70	87
V	160	120	62	150	150	150	110	78	160	120
Cr	220	100	50	100	83	210	150	94	150	140
Co	30	15	10	20	14	20	20	20	15	36
Ba	730	630	670	960	1350	730	730	750	730	900
La	44	42	42	29	39	40	17	48	38	61
Ce	75	68	77	62	66	80	40	66	77	88
Nd	34	46	-	28	38	27	15	39	30	50
Nb	9.3	9.4	4	8	9	0	0	5.5	0	10
Zr	140	170	130	210	210	330	100	75	190	59
Sr	150	350	230	220	330	160	190	260	260	330
Rb	80	45	30	40	60	44	50	48	50	71
Th	12	7	6	5	7	10	6	5.2	8	3.5
U	<2	<2	-	-	-	-	-	<2	-	<2
Pb	14	11	16	20	19	20	20	20	20	20

Продолжение таблицы Б.2.

	J-14-115	J-14-147	J-15-9	J-15-11	J-15-13	J-15-17	J-15-19	J-15-56	J-15-57
SiO ₂	72.83	67.12	70.22	61.89	62.23	76.97	65.01	60.26	61.35
TiO ₂	0.40	0.62	0.04	0.79	0.73	0.50	0.66	0.91	0.61
Al ₂ O ₃	12.51	15.90	13.08	16.86	17.90	11.19	15.66	16.12	13.27
Fe ₂ O ₃	4.12	2.53	5.31	6.66	3.55	1.44	5.98	6.13	6.39
MnO	0.03	-	0.05	0.06	0.36	0.02	0.05	0.06	0.07
MgO	0.99	0.86	1.11	1.91	1.59	0.33	1.61	4.28	2.39
CaO	0.69	0.68	1.03	1.12	1.68	0.83	1.50	2.04	5.95
Na ₂ O	2.61	3.20	3.20	2.43	2.52	2.44	1.80	1.73	2.17
K ₂ O	2.12	3.83	2.77	2.81	2.86	3.95	3.47	2.26	1.89
P ₂ O ₅	0.14	0.20	0.08	0.14	0.16	0.07	0.07	0.14	0.09
H ₂ O ⁻	0.60	1.27	-	-	-	-	-	-	-
ППП	2.44	3.43	2.97	5.52	5.73	1.25	5.24	6.57	6.70
Сумма	99.48	99.64	99.86	100.19	99.31	98.99	101.05	100.49	100.88
Sc	16	7	10	17	18	4	12	21	14
Ni	45	21	110	71	220	14	85	200	61
V	56	62	57	120	110	23	84	130	88
Cr	110	44	150	140	240	68	140	370	140
Co	14	9.3	17	17	43	2	28	25	15
Ba	740	1100	790	780	950	650	800	690	690
La	28	43	26	31	42	43	31	41	37
Ce	49	80	47	59	88	89	56	65	59
Nd	25	25	19	25	29	34	23	22	34
Nb	5.4	13	6.3	9.1	9.9	10	8.9	11	6.8
Zr	88	210	100	120	220	210	110	130	93
Sr	180	210	220	140	260	190	240	260	200
Rb	57	120	91	97	120	120	120	85	50
Th	5.2	12	5.9	8.8	11	17	7.5	8.9	5.8
U	<2	2.6	<2	<2	<2	3.1	<2	<2	<2
Pb	17	22	16	19	20	15	19	19	15

Таблица Б.3. – Химические составы песчаников тальцинской свиты

	J-14-21	J-14-22	J-14-22/1	J-14-23	J-14-24	J-14-26	J-14-27	J-15-27	J-15-28
SiO ₂	69.08	67.00	57.38	58.09	72.23	75.51	62.47	55.83	55.89
TiO ₂	0.47	0.37	0.95	0.63	0.29	0.27	0.44	1.11	0.88
Al ₂ O ₃	12.48	11.41	12.92	12.91	13.15	12.02	11.75	20.85	20.56
Fe ₂ O ₃	5.80	2.38	11.72	9.73	3.09	2.50	7.96	8.44	5.27
MnO	0.04	0.12	0.05	0.02	0.05	0.02	0.11	0.03	0.03
MgO	1.71	1.53	4.85	5.33	1.13	0.84	6.13	1.28	0.60
CaO	1.26	5.75	1.32	1.67	0.89	0.82	1.00	0.25	0.02
Na ₂ O	2.63	2.52	1.77	1.89	3.02	2.24	1.46	0.36	0.51
K ₂ O	2.96	2.34	2.41	1.93	3.00	2.66	1.90	3.58	3.41
P ₂ O ₅	0.09	0.07	0.16	0.19	0.06	0.06	0.09	0.07	0.06
H ₂ O ⁻	0.66	0.39	1.30	1.33	0.51	0.55	0.91	-	-
ППП	2.93	2.09	5.90	6.28	2.21	2.51	5.68	7.53	7.13
Сумма	100.11	95.96	100.73	100.00	99.64	100.00	99.89	99.34	94.36
Sc	9.9	-	19	-	-	-	-	18	16
Ni	51	216	220	350	57	94	730	29	30
V	65	195	140	179	69	79	245	100	82
Cr	120	435	410	415	78	198	1780	100	110
Co	13	20	25	37	9	14	49	13	6.8
Ba	850	670	680	660	890	1100	600	750	780
La	34	62	54	43	30	27	33	50	61
Ce	45	78	77	81	48	45	48	72	98
Nd	24	12	35	-	-	17	21	32	45
Nb	7.3	10	12	8	5	7	9	22	16
Zr	110	211	180	147	100	130	197	260	280
Sr	290	200	260	190	260	330	160	47	62
Rb	83	49	74	44	58	65	41	160	130
Th	6.9	9	12	8	6	7	7	26	26
U	<2	-	<2	3	-	-	-	7.3	5.7
Pb	16	19	17	19	21	23	21	36	36

Продолжение таблицы Б.3.

	J-15-29	J-15-30	J-15-31	J-15-33	J-15-35	J-15-38	J-15-39	J-15-42
SiO ₂	63.01	70.31	66.19	58.92	65.38	58.48	65.56	65.15
TiO ₂	0.34	0.32	0.60	0.76	0.68	0.87	0.46	0.67
Al ₂ O ₃	7.91	9.61	11.17	14.62	15.96	15.19	16.44	13.49
Fe ₂ O ₃	5.58	5.15	7.50	6.44	5.11	7.76	4.10	7.86
MnO	0.08	0.05	0.07	0.08	0.06	0.06	0.04	0.08
MgO	8.64	7.17	6.20	7.95	1.62	6.32	3.77	4.05
CaO	6.86	1.06	1.35	1.47	1.64	1.62	1.31	1.39
Na ₂ O	0.70	1.28	1.83	0.96	2.32	1.58	2.37	1.84
K ₂ O	2.11	2.08	1.96	1.98	2.39	1.91	2.10	2.18
P ₂ O ₅	0.04	0.01	0.07	0.02	0.15	0.09	0.08	0.12
H ₂ O ⁻	-	-	-	-	-	-	-	-
ППП	4.17	3.94	4.18	5.93	4.11	7.08	3.87	4.16
Сумма	99.44	100.97	101.12	99.14	99.42	100.96	100.10	100.98
Sc	7	9	11	14	15	16	9	11
Ni	640	260	380	440	200	780	260	310
V	60	63	64	110	91	120	75	89
Cr	1800	450	260	850	240	1000	400	400
Co	50	34	27	38	20	74	25	28
Ba	660	780	920	680	780	680	700	2000
La	30	24	39	32	39	39	28	35
Ce	41	39	64	56	73	67	47	67
Nd	<9	12	27	<9	28	9.5	17	21
Nb	7.3	9.8	4.2	7.8	12	9.9	5.5	9
Zr	83	250	63	130	130	150	71	190
Sr	170	260	250	310	290	310	320	630
Rb	53	58	54	64	71	72	62	72
Th	5.1	10	4.4	6.4	9.4	9.2	4.1	8.7
U	<2	<2	<2	<2	2.3	3.3	<2	<2
Pb	14	16	14	16	17	18	14	17

Окончание таблицы Б.3.

	J-15-44	J-15-46	J-15-47	J-15-48
SiO ₂	57.84	76.17	61.82	55.52
TiO ₂	0.87	0.27	0.88	1.23
Al ₂ O ₃	17.71	11.64	17.17	18.25
Fe ₂ O ₃	8.14	3.98	6.70	8.67
MnO	0.08	0.04	0.07	0.08
MgO	3.90	2.17	2.59	4.13
CaO	1.32	0.69	1.72	1.92
Na ₂ O	1.56	2.14	2.48	1.41
K ₂ O	2.87	2.01	1.98	2.36
P ₂ O ₅	0.14	0.02	0.17	0.22
H ₂ O ⁻	-	-	-	-
ППП	6.25	1.80	3.88	6.23
Сумма	100.69	100.93	99.46	100.02
Sc	17	5	15	24
Ni	220	180	50	76
V	110	46	110	160
Cr	240	1000	130	160
Co	34	22	15	26
Ba	1600	790	730	740
La	52	19	35	51
Ce	84	32	59	86
Nd	31	<9	28	37
Nb	12	4.1	9.5	13
Zr	160	93	190	170
Sr	500	210	290	240
Rb	100	50	55	79
Th	12	6.3	8.4	11
U	2.6	<2	<2	<2
Pb	22	14	13	18

Таблица Б.4. – Химические составы песчаников кудинской свиты

	J-14-1	J-14-2	J-14-3	J-14-5	J-14-6	J-14-7	J-14-8	J-14-9	J-14-10
SiO ₂	71.06	72.30	72.05	73.60	72.57	73.01	74.77	73.75	71.99
TiO ₂	0.34	0.35	0.37	0.46	0.38	0.33	0.51	0.49	0.48
Al ₂ O ₃	13.28	13.83	13.25	12.55	12.75	13.44	13.21	13.94	14.22
Fe ₂ O ₃	3.66	2.63	2.60	2.95	4.18	2.45	1.66	2.02	1.02
MnO	0.02	0.03	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01
MgO	0.51	0.61	0.72	0.37	0.22	0.35	0.25	0.31	0.45
CaO	1.04	1.01	0.94	0.99	0.44	0.81	0.63	0.58	0.81
Na ₂ O	2.85	2.57	2.84	2.88	2.97	3.07	3.25	2.82	2.17
K ₂ O	2.94	3.80	3.49	3.45	3.75	3.62	3.56	4.17	4.75
P ₂ O ₅	0.08	0.07	0.08	0.10	0.10	0.10	0.02	0.02	0.20
H ₂ O ⁻	0.76	1.02	1.17	0.63	0.55	0.65	0.37	0.48	1.07
ППП	3.15	2.44	2.75	2.04	2.23	2.06	1.54	1.58	2.72
Сумма	99.74	100.34	100.34	100.10	100.24	99.96	99.83	99.98	99.93
Sc	-	7	-	-	-	-	-	8	-
Ni	25	21	17	19	17	23	14	15	17
V	150	42	63	75	86	57	61	40	73
Cr	65	76	45	63	60	44	52	48	19
Co	8	15	7	9	7	7	3	8.5	9
Ba	735	820	730	780	808	760	800	800	560
La	29	28	30	28	28	24	30	25	44
Ce	58	35	55	73	63	52	66	42	86
Nd	-	22	-	-	-	-	-	28	-
Nb	9	8.2	8	14	10	8	9	10	11
Zr	210	110	169	360	250	190	240	180	235
Sr	200	250	230	240	190	200	180	250	170
Rb	64	120	80	98	90	80	80	140	130
Th	8	8	7	8	7	6	8	8.4	13
U	3	<2	-	3	3	-	-	<2	4
Pb	24	15	20	22	19	20	20	15	27

Окончание таблицы Б.4.

	J-14-11	J-14-12	J-14-48	J-14-49	J-14-68	J-14-69	J-14-70	J-14-71	J-15-58
SiO ₂	59.05	64.35	75.19	72.90	69.00	66.00	68.70	68.09	68.08
TiO ₂	0.47	0.61	0.26	0.30	0.41	0.80	0.52	0.56	0.68
Al ₂ O ₃	12.92	15.39	12.31	12.79	16.51	15.50	13.31	14.97	14.13
Fe ₂ O ₃	3.13	4.04	2.98	2.94	2.33	4.03	5.69	2.12	5.46
MnO	0.19	0.02	0.03	0.02	0.04	0.08	0.11	<0.01	0.04
MgO	1.14	1.49	0.81	0.92	0.60	0.84	0.87	0.49	1.49
CaO	7.81	1.43	0.81	1.31	0.94	1.63	1.12	1.21	1.59
Na ₂ O	2.52	2.52	3.06	3.02	2.60	2.96	2.87	2.69	1.88
K ₂ O	3.03	3.86	2.66	2.95	4.51	3.47	4.17	3.46	2.64
P ₂ O ₅	0.19	0.25	0.07	0.08	0.11	0.22	0.13	0.13	0.09
H ₂ O ⁻	0.94	1.64	0.32	0.46	1.13	1.07	1.00	1.79	-
ППП	3.14	4.34	1.60	2.47	2.04	3.13	2.25	4.15	4.55
Сумма	99.78	99.99	100.22	100.26	99.71	99.91	99.79	99.66	100.64
Sc	-	-	-	-	5	-	8	-	14
Ni	38	25	60	50	12	30	18	20	43
V	86	83	95	77	50	100	71	104	110
Cr	64	20	130	80	36	48	38	110	140
Co	11	13	10	10	8.3	15	9.7	<	15
Ba	890	740	710	700	740	700	840	610	680
La	28	53	27	22	30	40	36	67	33
Ce	50	110	50	36	55	80	55	80	48
Nd	-	-	20	10	30	30	27	60	28
Nb	6	10	0	0	7.2	0	11	0	8.5
Zr	135	200	160	100	130	330	190	320	130
Sr	250	150	210	200	180	210	270	190	240
Rb	60	90	58	68	150	90	130	90	100
Th	5	12	5	5	9.2	10	10	10	8.7
U	-	5	-	-	2.1	5	3.7	7	3.6
Pb	17	30	19	20	22	30	19	20	19

Таблица Б.5. – Химические составы песчаников котовской свиты

	J-14- 151	J-14- 152	J-14- 153	J-14- 154	J-14- 155	J-14- 156	J-14- 157	J-14- 160	J-14- 161
SiO ₂	73.31	75.38	68.84	67.67	67.87	70.42	70.97	58.17	59.74
TiO ₂	0.30	0.19	0.48	0.60	0.50	0.41	0.38	1.21	1.03
Al ₂ O ₃	13.11	11.34	14.77	15.41	14.58	13.37	13.40	16.13	16.12
Fe ₂ O ₃	2.36	3.05	3.13	3.16	3.22	3.54	3.24	6.89	7.93
MnO	0.04	0.05	0.04	0.05	0.03	0.05	0.05	0.09	0.14
MgO	0.47	0.46	0.58	0.78	0.65	0.76	0.55	1.37	1.58
CaO	0.67	0.84	1.73	2.48	2.24	1.74	1.83	1.79	1.45
Na ₂ O	3.54	2.42	3.63	2.79	3.56	2.95	3.05	3.53	3.90
K ₂ O	4.06	3.51	3.45	3.21	3.45	2.98	3.29	4.23	4.05
P ₂ O ₅	0.11	0.05	0.10	0.14	0.18	0.08	0.09	0.46	0.38
H ₂ O ⁻	0.38	0.39	0.52	0.41	0.43	0.41	0.49	2.59	0.47
ППП	1.37	1.65	2.60	2.62	2.94	2.35	0.93	4.87	3.68
Сумма	99.86	99.63	99.87	99.73	99.66	99.81	99.91	99.71	99.62
Sc	-	5	-	9	-	8	8	15	11
Ni	14	19	13	32	10	38	16	23	21
V	57	33	75	59	70	49	49	110	94
Cr	62	58	46	81	40	210	52	59	43
Co	-	8.6	6	13	6	11	4.7	9.9	12
Ba	730	1000	650	720	640	750	790	1000	830
La	60	24	30	44	30	39	30	46	44
Ce	120	39	60	87	70	79	50	80	73
Nd	45	21	25	38	30	28	24	38	35
Nb	-	4.8	-	16	-	14	14	14	13
Zr	230	83	410	360	290	160	170	290	240
Sr	240	290	272	390	270	280	300	2600	360
Rb	-	110	-	100	-	80	95	150	150
Th	9	5.7	10	15	10	9.7	7.7	8.9	9.9
U	-	<2	3	3.6	-	<2	2	2	2.2
Pb	25	20	20	21	20	19	18	21	21

Продолжение таблицы Б.5.

	J-14-163	J-14-164	J-14-165	J-14-166	J-15-31	J-15-41	J-15-46	J-15-49	J-15-50
SiO ₂	68.93	67.51	65.97	64.85	66.19	71.82	76.17	69.66	53.07
TiO ₂	0.83	0.69	0.72	0.65	0.60	0.38	0.27	0.60	1.25
Al ₂ O ₃	15.63	15.01	15.59	15.63	11.17	11.02	11.64	15.90	18.91
Fe ₂ O ₃	3.31	3.90	3.59	3.46	7.50	4.93	3.98	3.70	9.75
MnO	0.04	0.04	0.05	0.03	0.07	0.07	0.04	0.05	0.08
MgO	0.42	0.54	0.79	1.18	6.20	1.99	2.17	0.96	3.92
CaO	1.15	1.10	1.00	0.90	1.35	0.67	0.69	1.02	1.53
Na ₂ O	3.31	3.36	3.16	2.72	1.83	2.82	2.14	2.65	0.98
K ₂ O	3.83	4.34	4.19	4.36	1.96	2.49	2.01	3.62	2.49
P ₂ O ₅	0.19	0.23	0.22	0.26	0.07	0.06	0.02	0.12	0.18
H ₂ O ⁻	0.29	0.66	1.16	1.70	-	-	-	-	-
ППП	1.93	2.55	3.44	4.18	4.18	2.80	1.80	2.43	7.27
Сумма	99.68	99.68	99.88	99.92	101.12	99.04	100.93	100.71	99.43
Sc	7	9	-	-	11	5	5	6	21
Ni	17	17	17	17	380	60	180	23	99
V	46	59	100	90	64	51	46	48	160
Cr	72	47	50	25	260	200	1000	71	180
Co	10	6	7	6	27	13	22	7.8	36
Ba	820	860	740	730	920	800	790	820	780
La	40	37	30	40	39	22	19	37	46
Ce	76	70	90	80	64	41	32	74	82
Nd	34	30	30	35	27	17	<9	31	31
Nb	18	12	-	-	4.2	6.8	4.1	11	14
Zr	310	240	330	230	63	130	93	240	140
Sr	270	240	220	185	250	220	210	230	190
Rb	120	140	-	-	54	70	50	110	83
Th	12	11	10	12	4.4	7.2	6.3	14	9.8
U	2	3	4	4	<2	<2	<2	3.4	2.1
Pb	21	18	20	20	14	17	14	16	18

Окончание таблицы Б.5.

	J-15-51	J-15-52	J-15-53	J-15-54
SiO ₂	54.31	58.04	53.80	54.79
TiO ₂	1.23	1.01	1.68	1.19
Al ₂ O ₃	18.33	18.73	19.41	18.57
Fe ₂ O ₃	9.85	7.11	8.14	8.67
MnO	0.09	0.06	0.08	0.08
MgO	4.04	3.18	3.65	3.62
CaO	1.53	1.46	1.53	1.78
Na ₂ O	1.06	1.33	1.16	1.29
K ₂ O	2.33	2.33	2.37	2.53
P ₂ O ₅	0.19	0.10	0.21	0.23
H ₂ O ⁻	-	-	-	-
ППП	7.32	5.87	7.09	6.40
Сумма	100.28	99.22	99.11	99.15
Sc	25	17	20	24
Ni	93	94	94	100
V	160	110	170	160
Cr	170	190	170	170
Co	32	25	33	38
Ba	750	700	730	730
La	49	48	44	43
Ce	83	85	81	69
Nd	34	31	31	30
Nb	15	11	13	14
Zr	150	190	160	170
Sr	220	250	200	220
Rb	80	76	80	85
Th	11	9	11	8.7
U	3	3.3	3	2.7
Pb	19	18	18	16

Приложение В. Sm-Nd изотопные данные для юрских осадочных отложений Иркутского угольного бассейна

Таблица В.1.

№ обр.	Свита, подсвита	Sm, ppm	Nd, ppm	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ($\pm 2\sigma$)	$\epsilon\text{Nd}(T)$	TNd(DM) Млн лет
J-14-156	Котовская	4.46	24.8	0.0973	0.511798 \pm 13	-14	1768
J-14-160	Котовская	6.91	33.6	0.1109	0.512562 \pm 14	0.4	875
J-14-9	Кудинская	4.46	22.8	0.1180	0.512440 \pm 16	-2.1	1134
J-14-2	Кудинская	3.66	21.2	0.1047	0.512148 \pm 13	-7.4	1400
J-15-17	Кудинская	5.02	30.8	0.0880	0.512440 \pm 10	-1.4	864
J-14-70	Кудинская.	7.83	40.2	0.1053	0.512398 \pm 12	-2.6	1059
J-15-49	Кудинская	4.97	26.0	0.1033	0.512333 \pm 12	-3.9	1130
J-15-9	Присяянская.	3.27	16.4	0.1076	0.511616 \pm 10	-16	2023
J-14-14	Присяянская.	6.02	32.9	0.1106	0.511616 \pm 14	-18	2263
J-2012	Присяянская.	6.27	35.7	0.1061	0.511686 \pm 15	-16	2070
J-15-40	Тальцинская.	6.20	30.9	0.1084	0.511552 \pm 10	-19	1911
J-15-57	Присяянская.	4.78	23.5	0.1099	0.511551 \pm 13	-19	2269
J-14-21	Тальцинская.	3.35	20.5	0.0986	0.511705 \pm 14	-16	2305
J-14-22/1	Тальцинская.	3.55	22.4	0.0958	0.511390 \pm 12	-22	2341
J-14-124	Черемховская, Усть-балейская	8.83	42.7	0.1116	0.512097 \pm 05	-8.7	1812
J-15-4	Черемховская, Усть-балейская	3.06	12.2	0.1352	0.512416 \pm 15	-3.0	1428
J-16-9	Черемховская, Усть-балейская	5.16	22.3	0.1246	0.512139 \pm 05	-8.1	1729
J-16-17	Черемховская, угленосная	6.36	30.3	0.1134	0.511957 \pm 04	-11.4	1812
J-15-2	Черемховская, угленосная	5.60	28.8	0.1127	0.512427 \pm 13	-2.2	1164
J-16-24	Черемховская, угленосная	8.27	37.1	0.1203	0.512291 \pm 08	-5.1	1399
J-14-74	Черемховская, заларинская	2.62	13.4	0.1060	0.511853 \pm 06	-13.3	2081
J-14-91	Черемховская, заларинская	4.91	23.1	0.1147	0.512182 \pm 06	-7.1	1565
J-16-147	Черемховская, заларинская	0.95	4.60	0.1110	0.512138 \pm 15	-7.8	1629

Примечание. Для расчета TNd(DM) использовались следующие значения: $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} = 0.21365$ и $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.513151$ [Goldstein, Jacobsen, 1988]; $\epsilon\text{Nd}(T)$ рассчитан с учетом возраста пород 175 млн лет исходя из палинологических данных. Современные значения для хондрита: $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} = 0.1967$ и $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.512638$ [Jacobsen, Wasserburg, 1984].

Приложение Г. U-Pb данные датирования детритовых цирконов из песчаников Иркутского угольного бассейна

Таблица Г.1. – U-Pb данные датирования детритовых цирконов из присаянской свиты (проба J-2012)

Измеренные отношения													
	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1s	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1s	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1s	²⁰⁸ Pb/ ²³² Th	1s	²³⁸ U/ ²³² Th	1s	Glitter Err	Used rt	D
r1-44	0.05391	0.00747	0.49968	0.06791	0.06723	0.00237	0.0204	0.00212	3.56948	0.02316	0.05	0.05	14.7
3r-5-10	0.05794	0.00334	0.57571	0.02971	0.07233	0.00215	0.01619	0.00083	1.67404	0.01598	0.07	0.07	-15.5
r1-46	0.06127	0.00534	0.61675	0.05285	0.07301	0.00191	0.02421	0.0021	5.57489	0.03851	0.1	0.1	-31
r1-38	0.05684	0.01105	0.59026	0.11244	0.07531	0.0034	0.0218	0.00183	1.13623	0.01552	0.03	0.03	-3.7
r10-30	0.06367	0.00618	0.66093	0.06327	0.07528	0.00223	0.02614	0.00183	3.36978	0.02468	0.11	0.11	-37.3
r1-50	0.05108	0.00968	0.53186	0.09901	0.07552	0.00321	0.02486	0.00191	1.17295	0.01694	0.03	0.03	95.4
3r-5-11	0.05329	0.00399	0.55652	0.03759	0.07603	0.00278	0.01755	0.00114	1.81386	0.0226	0.06	0.06	39.4
r1-43	0.05165	0.00499	0.54068	0.05157	0.07593	0.002	0.02344	0.00092	0.56768	0.00485	0.09	0.09	77.5
r1-289	0.05856	0.00584	0.61468	0.06022	0.07613	0.00214	0.02367	0.00161	2.45164	0.01973	0.08	0.08	-14.7
r1-32	0.05943	0.00387	0.62661	0.04058	0.07647	0.00168	0.0224	0.00121	3.09639	0.01853	0.15	0.15	-19.2
r1-39	0.05937	0.00302	0.6254	0.03194	0.07641	0.00152	0.02243	0.00133	6.36926	0.0272	0.2	0.2	-19
r1-22	0.06054	0.00354	0.6402	0.03732	0.07669	0.00162	0.02676	0.00171	6.58638	0.03186	0.17	0.17	-24.4
r1-1	0.05915	0.00186	0.63031	0.02086	0.07728	0.00135	0.02367	0.00078	1.6764	0.00455	0.36	0.36	-16.8
r-1-18	0.06364	0.00399	0.69878	0.04356	0.07964	0.00176	0.02615	0.00143	3.56075	0.0218	0.16	0.16	-33.6
r1-35	0.05937	0.00566	0.65143	0.06114	0.07958	0.00217	0.02411	0.0013	1.48605	0.01323	0.09	0.09	-15.6
r1-8	0.05777	0.00423	0.63575	0.04603	0.07982	0.00187	0.02499	0.00097	0.79489	0.00541	0.13	0.13	-5.2
r10-22	0.0568	0.00552	0.62577	0.06012	0.07989	0.0023	0.02394	0.0009	0.61419	0.00508	0.11	0.11	2.5
r10-8	0.06115	0.00509	0.67451	0.05564	0.07999	0.00216	0.02486	0.00144	2.57557	0.01942	0.14	0.14	-23.9
r1-27	0.05951	0.0083	0.65792	0.08996	0.08019	0.00285	0.02577	0.00161	1.10985	0.01435	0.05	0.05	-15.7
r10-13	0.05601	0.00392	0.62451	0.04374	0.08085	0.00195	0.02318	0.00101	1.83893	0.01093	0.17	0.17	11.1
3r-5-9	0.05943	0.00504	0.66081	0.05004	0.08095	0.00346	0.02002	0.00232	4.03944	0.05334	0.06	0.06	-14.8
3r-5-6	0.05326	0.00323	0.59421	0.03257	0.08122	0.00248	0.01781	0.00109	2.353	0.01909	0.08	0.08	49.5
r10-18	0.05223	0.00837	0.58568	0.09249	0.08132	0.00306	0.02288	0.00143	0.99391	0.0123	0.06	0.06	73.4
r1-5a	0.05469	0.00691	0.6144	0.07621	0.08148	0.00268	0.0248	0.00135	0.89126	0.01055	0.06	0.06	27.4

Продолжение таблицы Г.1.

	Измеренные отношения												
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s	$^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$	1s	Glitter Err	Used rt	D
r10-23	0.05692	0.008	0.6392	0.08827	0.08144	0.00298	0.02483	0.00137	0.91965	0.01088	0.06	0.06	3.5
r-1-19	0.05709	0.00953	0.64259	0.10512	0.08164	0.0033	0.02256	0.00157	0.91667	0.01385	0.04	0.04	2.3
r10-26	0.06068	0.00434	0.68422	0.04881	0.08177	0.00202	0.02224	0.00094	1.4105	0.00888	0.17	0.17	-20.1
r10-27	0.05556	0.00809	0.63025	0.09019	0.08227	0.00306	0.02269	0.00143	1.07792	0.01287	0.06	0.06	17.9
r1-21	0.05476	0.00798	0.62246	0.0891	0.08244	0.00293	0.02561	0.00149	0.88464	0.01153	0.05	0.05	28
r10-19	0.05397	0.00672	0.61549	0.07541	0.0827	0.00277	0.02212	0.00164	2.00164	0.02027	0.08	0.08	40.1
r10-10	0.06492	0.00662	0.74108	0.0744	0.08277	0.00253	0.02169	0.00198	4.01991	0.03815	0.1	0.1	-34.9
r1-4	0.06041	0.00414	0.69835	0.04741	0.08384	0.0019	0.02535	0.00123	2.04466	0.01358	0.14	0.14	-16.7
r1-26	0.06114	0.00814	0.71218	0.09302	0.08448	0.0029	0.02188	0.00137	1.00062	0.01244	0.06	0.06	-19.6
r10-14	0.06273	0.00328	0.7322	0.03894	0.08465	0.00187	0.02464	0.00103	2.69098	0.01274	0.25	0.25	-26.1
r10-25	0.06623	0.01129	0.7831	0.13068	0.08574	0.00376	0.02272	0.00163	0.87099	0.01326	0.05	0.05	-36.3
r10-29	0.05624	0.01206	0.6687	0.14135	0.08622	0.00389	0.02228	0.00172	0.94973	0.01504	0.04	0.04	16.1
3r-5-5	0.05676	0.00663	0.69487	0.07229	0.08913	0.00534	0.01767	0.00625	12.6358	0.16124	0.06	0.06	14.3
r1-25	0.05607	0.01028	0.6938	0.12514	0.08975	0.00362	0.02553	0.00173	0.86745	0.01371	0.04	0.04	22.7
r10-7	0.0618	0.04345	0.84837	0.58737	0.09955	0.01302	0.03004	0.00851	1.60636	0.06267	0.01	0.01	-8.7
r10-31	0.07775	0.00444	1.61022	0.09243	0.15019	0.00358	0.04216	0.00212	2.84169	0.0214	0.22	0.22	-22.4
r1-20	0.1138	0.00281	5.11779	0.13792	0.32617	0.00574	0.09203	0.00291	0.88804	0.00491	0.45	0.45	-2.5
r1-45	0.10766	0.00992	4.84595	0.43418	0.32646	0.0113	0.09074	0.00501	0.82486	0.01935	0.12	0.12	4
r1-41	0.11621	0.00292	5.24507	0.14315	0.32737	0.0058	0.09259	0.00299	1.11597	0.00637	0.44	0.44	-4.4
r1-3a	0.11761	0.00559	5.31641	0.25148	0.32786	0.00745	0.09864	0.00398	1.12601	0.01393	0.23	0.23	-5.5
r1-24	0.12073	0.00548	5.48656	0.24841	0.3296	0.00737	0.09559	0.00421	1.64984	0.01438	0.24	0.24	-7.6
3r-5-4	0.11303	0.00513	5.12275	0.20271	0.32995	0.01082	0.07424	0.00309	1.12543	0.01557	0.22	0.22	-1
r-1-9	0.11146	0.00345	5.14588	0.16649	0.33484	0.00627	0.09602	0.00355	1.96575	0.01455	0.36	0.36	2.4
3r-5-13	0.10927	0.00201	5.04709	0.08706	0.33628	0.00491	0.07291	0.00199	2.69286	0.01574	0.34	0.34	4.9
3r-5-17	0.10494	0.00226	4.89301	0.09717	0.33947	0.00557	0.0727	0.0019	1.2338	0.01021	0.31	0.31	11.1
r-1-14	0.14473	0.00453	7.65984	0.2488	0.38387	0.00749	0.11411	0.00397	1.07362	0.00869	0.36	0.36	-9.8

Продолжение таблицы Г.1.

	Измеренные отношения												
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s	$^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$	1s	Glitter Err	Used rt	D
r1-2a	0.12437	0.00329	6.63947	0.18882	0.38718	0.00702	0.11157	0.004	2.23847	0.01214	0.42	0.42	5.2
r1-37	0.14453	0.00332	7.78888	0.19804	0.39087	0.0069	0.10954	0.00343	0.73426	0.0044	0.48	0.48	-8
r-1-13	0.1477	0.00571	8.26175	0.32255	0.4057	0.00876	0.11203	0.00351	0.18582	0.00222	0.29	0.29	-6.3
r1-7	0.14797	0.01374	8.34076	0.74597	0.40882	0.01616	0.11612	0.00673	0.6937	0.01893	0.13	0.13	-5.7
r-1-17	0.15897	0.00841	8.98539	0.46592	0.40995	0.01081	0.11613	0.00445	0.5091	0.00894	0.21	0.21	-11.1
r1-23	0.15262	0.00464	8.73422	0.27662	0.41507	0.00809	0.11477	0.00504	3.17144	0.03	0.37	0.37	-6.8
r1-30	0.15093	0.00307	8.78005	0.2046	0.42191	0.00725	0.1117	0.00465	8.14473	0.0422	0.53	0.53	-4.4
r-1-11	0.15355	0.00623	8.97089	0.36494	0.42373	0.00949	0.12099	0.0044	0.70375	0.00659	0.28	0.28	-5.4
3r-5-18	0.15127	0.00299	8.87007	0.16198	0.42689	0.00698	0.08677	0.00568	17.6844	0.15155	0.35	0.35	-3.8
r1-42	0.1534	0.00893	9.32657	0.53043	0.44096	0.01242	0.12998	0.00659	1.25225	0.02501	0.2	0.2	-1.5
r1-34	0.16696	0.00505	10.1614	0.32026	0.44142	0.00873	0.1162	0.00455	1.77968	0.01481	0.38	0.38	-8
r1-49	0.15197	0.00457	9.42248	0.2961	0.44971	0.00875	0.1163	0.00364	0.30329	0.00292	0.38	0.38	1.3
r-1-15	0.15502	0.01038	9.62141	0.62669	0.45016	0.01401	0.13329	0.007	1.03142	0.02364	0.18	0.18	-0.3
r10-11	0.1558	0.00249	9.89308	0.21663	0.46047	0.00858	0.11813	0.00317	3.05138	0.0092	0.7	0.7	1.6
3r-5-12	0.15052	0.00353	9.55271	0.20388	0.46203	0.00887	0.09693	0.00401	3.4435	0.0414	0.33	0.33	4.5
3r-5-14	0.14793	0.00436	9.55122	0.25248	0.47004	0.01118	0.09433	0.00265	0.51559	0.008	0.31	0.31	8
r-1-10	0.17712	0.00391	11.5957	0.28579	0.47484	0.00845	0.12669	0.00464	2.93603	0.01336	0.5	0.5	-5.6
r10-24	0.15449	0.00398	10.2315	0.29818	0.48026	0.00979	0.1212	0.00377	1.59376	0.01192	0.51	0.51	6.7
r1-28	0.1769	0.00523	11.9751	0.37028	0.49099	0.00973	0.14002	0.00477	0.82338	0.00868	0.39	0.39	-2.3
r10-16	0.17468	0.00355	12.6791	0.3159	0.52634	0.01024	0.13558	0.004	2.16274	0.01232	0.6	0.6	5.8
r10-12	0.18719	0.00381	13.9725	0.34832	0.54129	0.01058	0.13902	0.00388	1.31825	0.00788	0.6	0.6	3.2
3r-5-15	0.19501	0.00486	15.3503	0.34821	0.57307	0.0125	0.11721	0.00512	2.74937	0.04161	0.37	0.37	5.7
3r-5-7	0.21409	0.00471	18.0235	0.36622	0.61291	0.01207	0.13296	0.00564	3.64642	0.05135	0.4	0.4	5.8
r10-6	0.25937	0.09032	22.5777	7.34066	0.63123	0.11428	0.16734	0.03411	0.49213	0.02201	0.15	0.15	-3.4

Продолжение таблицы Г.1.

Возрасты без коррекции, млн лет								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
r1-44	367	294	411	46	419	14	408	42
3r-5-10	528	127	462	19	450	13	325	17
r1-46	649	189	488	33	454	11	484	41
r1-38	485	397	471	72	468	20	436	36
r10-30	731	209	515	39	468	13	522	36
r1-50	244	357	433	66	469	19	496	38
3r-5-11	341	170	449	25	472	17	352	23
r1-43	270	212	439	34	472	12	468	18
r1-289	551	208	487	38	473	13	473	32
r1-32	583	134	494	25	475	10	448	24
r1-39	581	110	493	20	475	9	448	26
r1-22	623	120	502	23	476	10	534	34
r1-1	573	65	496	13	480	8	473	15
r-1-18	730	126	538	26	494	11	522	28
r1-35	581	197	509	38	494	13	482	26
r1-8	521	153	500	29	495	11	499	19
r10-22	484	216	493	38	495	14	478	18
r10-8	645	180	523	34	496	13	496	28
r1-27	586	289	513	55	497	17	514	32
r10-13	453	155	493	27	501	12	463	20
3r-5-9	583	187	515	31	502	21	401	46
3r-5-6	340	138	474	21	503	15	357	22
r10-18	295	324	468	59	504	18	457	28
r1-5a	400	264	486	48	505	16	495	27

Продолжение таблицы Г.1.

Возрасты без коррекции, млн лет								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
r10-23	488	307	502	55	505	18	496	27
r-1-19	495	344	504	65	506	20	451	31
r10-26	628	154	529	29	507	12	445	19
r10-27	435	310	496	56	510	18	453	28
r1-21	402	303	491	56	511	17	511	29
r10-19	370	273	487	47	512	16	442	32
r10-10	772	218	563	43	513	15	434	39
r1-4	618	141	538	28	519	11	506	24
r1-26	644	274	546	55	523	17	437	27
r10-14	699	110	558	23	524	11	492	20
r10-25	814	375	587	74	530	22	454	32
r10-29	462	424	520	86	533	23	445	34
3r-5-5	482	262	536	43	550	32	354	124
r1-25	455	361	535	75	554	21	510	34
r10-7	667	1178	624	323	612	76	598	167
r10-31	1140	113	974	36	902	20	835	41
r1-20	1861	42	1839	23	1820	28	1779	54
r1-45	1760	170	1793	75	1821	55	1756	93
r1-41	1899	44	1860	23	1826	28	1790	55
r1-3a	1920	81	1872	40	1828	36	1901	73
r1-24	1967	77	1898	39	1836	36	1845	78
3r-5-4	1849	82	1840	34	1838	52	1447	58
r-1-9	1823	53	1844	28	1862	30	1853	65
3r-5-13	1787	33	1827	15	1869	24	1422	37
3r-5-17	1713	39	1801	17	1884	27	1418	36
r-1-14	2285	51	2192	29	2094	35	2184	72

Продолжение таблицы Г.1.

Возрасты без коррекции, млн лет								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
r1-2a	2020	45	2065	25	2110	33	2138	73
r1-37	2282	38	2207	23	2127	32	2101	62
r-1-13	2319	63	2260	35	2195	40	2146	64
r1-7	2323	151	2269	81	2210	74	2220	122
r-1-17	2445	85	2337	47	2215	49	2221	81
r1-23	2375	49	2311	29	2238	37	2196	91
r1-30	2356	33	2315	21	2269	33	2140	85
r-1-11	2386	66	2335	37	2277	43	2308	79
3r-5-18	2360	34	2325	17	2292	32	1682	106
r1-42	2384	98	2371	52	2355	56	2470	118
r1-34	2527	48	2450	29	2357	39	2222	82
r1-49	2368	50	2380	29	2394	39	2224	66
r-1-15	2402	108	2399	60	2396	62	2529	125
r10-11	2411	27	2425	20	2442	38	2257	57
3r-5-12	2352	40	2393	20	2449	39	1870	74
3r-5-14	2322	50	2392	24	2484	49	1822	49
r-1-10	2626	35	2572	23	2505	37	2411	83
r10-24	2396	43	2456	27	2528	43	2312	68
r1-28	2624	47	2602	29	2575	42	2649	85
r10-16	2603	33	2656	23	2726	43	2570	71
r10-12	2718	33	2748	24	2789	44	2631	69
3r-5-15	2785	41	2837	22	2920	51	2240	93
3r-5-7	2937	35	2991	20	3082	48	2523	101
r10-6	3243	748	3209	316	3154	452	3127	591

Продолжение таблицы Г.1.

Корректированные отношения									
	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	1s	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	1s	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1s	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{232}\text{Th}}$	1s	rr
r1-44	0.05391	0.00747	0.49968	0.06791	0.06723	0.00237	0.0204	0.00212	0.05
3r-5-10	0.05794	0.00334	0.57571	0.02971	0.07233	0.00215	0.01619	0.00083	0.07
r1-46	0.06127	0.00534	0.61675	0.05285	0.07301	0.00191	0.02421	0.0021	0.1
r1-38	0.05684	0.01105	0.59026	0.11244	0.07531	0.0034	0.0218	0.00183	0.03
r10-30	0.06367	0.00618	0.66093	0.06327	0.07528	0.00223	0.02614	0.00183	0.11
r1-50	0.05108	0.00968	0.53186	0.09901	0.07552	0.00321	0.02486	0.00191	0.03
3r-5-11	0.05329	0.00399	0.55652	0.03759	0.07603	0.00278	0.01755	0.00114	0.06
r1-43	0.05165	0.00499	0.54068	0.05157	0.07593	0.002	0.02344	0.00092	0.09
r1-289	0.05856	0.00584	0.61468	0.06022	0.07613	0.00214	0.02367	0.00161	0.08
r1-32	0.05943	0.00387	0.62661	0.04058	0.07647	0.00168	0.0224	0.00121	0.15
r1-39	0.05937	0.00302	0.6254	0.03194	0.07641	0.00152	0.02243	0.00133	0.2
r1-22	0.06054	0.00354	0.6402	0.03732	0.07669	0.00162	0.02676	0.00171	0.17
r1-1	0.05915	0.00186	0.63031	0.02086	0.07728	0.00135	0.02367	0.00078	0.36
r-1-18	0.06364	0.00399	0.69878	0.04356	0.07964	0.00176	0.02615	0.00143	0.16
r1-35	0.05937	0.00566	0.65143	0.06114	0.07958	0.00217	0.02411	0.0013	0.09
r1-8	0.05777	0.00423	0.63575	0.04603	0.07982	0.00187	0.02499	0.00097	0.13
r10-22	0.0568	0.00552	0.62577	0.06012	0.07989	0.0023	0.02394	0.0009	0.11
r10-8	0.06115	0.00509	0.67451	0.05564	0.07999	0.00216	0.02486	0.00144	0.14
r1-27	0.05951	0.0083	0.65792	0.08996	0.08019	0.00285	0.02577	0.00161	0.05
r10-13	0.05601	0.00392	0.62451	0.04374	0.08085	0.00195	0.02318	0.00101	0.17
3r-5-9	0.05943	0.00504	0.66081	0.05004	0.08095	0.00346	0.02002	0.00232	0.06
3r-5-6	0.05326	0.00323	0.59421	0.03257	0.08122	0.00248	0.01781	0.00109	0.08
r10-18	0.05223	0.00837	0.58568	0.09249	0.08132	0.00306	0.02288	0.00143	0.06
r1-5a	0.05469	0.00691	0.6144	0.07621	0.08148	0.00268	0.0248	0.00135	0.06

Продолжение таблицы Г.1.

Корректированные отношения									
	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	1s	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	1s	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1s	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{232}\text{Th}}$	1s	rr
r10-23	0.05692	0.008	0.6392	0.08827	0.08144	0.00298	0.02483	0.00137	0.06
r-1-19	0.05709	0.00953	0.64259	0.10512	0.08164	0.0033	0.02256	0.00157	0.04
r10-26	0.06068	0.00434	0.68422	0.04881	0.08177	0.00202	0.02224	0.00094	0.17
r10-27	0.05556	0.00809	0.63025	0.09019	0.08227	0.00306	0.02269	0.00143	0.06
r1-21	0.05476	0.00798	0.62246	0.0891	0.08244	0.00293	0.02561	0.00149	0.05
r10-19	0.05397	0.00672	0.61549	0.07541	0.0827	0.00277	0.02212	0.00164	0.08
r10-10	0.06492	0.00662	0.74108	0.0744	0.08277	0.00253	0.02169	0.00198	0.1
r1-4	0.06041	0.00414	0.69835	0.04741	0.08384	0.0019	0.02535	0.00123	0.14
r1-26	0.06114	0.00814	0.71218	0.09302	0.08448	0.0029	0.02188	0.00137	0.06
r10-14	0.06273	0.00328	0.7322	0.03894	0.08465	0.00187	0.02464	0.00103	0.25
r10-25	0.06623	0.01129	0.7831	0.13068	0.08574	0.00376	0.02272	0.00163	0.05
r10-29	0.05624	0.01206	0.6687	0.14135	0.08622	0.00389	0.02228	0.00172	0.04
3r-5-5	0.05676	0.00663	0.69487	0.07229	0.08913	0.00534	0.01767	0.00625	0.06
r1-25	0.05607	0.01028	0.6938	0.12514	0.08975	0.00362	0.02553	0.00173	0.04
r10-7	0.0618	0.04345	0.84837	0.58737	0.09955	0.01302	0.03004	0.00851	0.01
r10-31	0.07775	0.00444	1.61022	0.09243	0.15019	0.00358	0.04216	0.00212	0.22
r1-20	0.1138	0.00281	5.11779	0.13792	0.32617	0.00574	0.09203	0.00291	0.45
r1-45	0.10766	0.00992	4.84595	0.43418	0.32646	0.0113	0.09074	0.00501	0.12
r1-41	0.11621	0.00292	5.24507	0.14315	0.32737	0.0058	0.09259	0.00299	0.44
r1-3a	0.11761	0.00559	5.31641	0.25148	0.32786	0.00745	0.09864	0.00398	0.23
r1-24	0.12073	0.00548	5.48656	0.24841	0.3296	0.00737	0.09559	0.00421	0.24
3r-5-4	0.11303	0.00513	5.12275	0.20271	0.32995	0.01082	0.07424	0.00309	0.22
r-1-9	0.11146	0.00345	5.14588	0.16649	0.33484	0.00627	0.09602	0.00355	0.36
3r-5-13	0.10927	0.00201	5.04709	0.08706	0.33628	0.00491	0.07291	0.00199	0.34
3r-5-17	0.10494	0.00226	4.89301	0.09717	0.33947	0.00557	0.0727	0.0019	0.31
r-1-14	0.14473	0.00453	7.65984	0.2488	0.38387	0.00749	0.11411	0.00397	0.36

Продолжение таблицы Г.1.

Корректированные отношения									
	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	1s	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	1s	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1s	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{232}\text{Th}}$	1s	rr
r1-2a	0.12437	0.00329	6.63947	0.18882	0.38718	0.00702	0.11157	0.004	0.42
r1-37	0.14453	0.00332	7.78888	0.19804	0.39087	0.0069	0.10954	0.00343	0.48
r-1-13	0.1477	0.00571	8.26175	0.32255	0.4057	0.00876	0.11203	0.00351	0.29
r1-7	0.14797	0.01374	8.34076	0.74597	0.40882	0.01616	0.11612	0.00673	0.13
r-1-17	0.15897	0.00841	8.98539	0.46592	0.40995	0.01081	0.11613	0.00445	0.21
r1-23	0.15262	0.00464	8.73422	0.27662	0.41507	0.00809	0.11477	0.00504	0.37
r1-30	0.15093	0.00307	8.78005	0.2046	0.42191	0.00725	0.1117	0.00465	0.53
r-1-11	0.15355	0.00623	8.97089	0.36494	0.42373	0.00949	0.12099	0.0044	0.28
3r-5-18	0.15127	0.00299	8.87007	0.16198	0.42689	0.00698	0.08677	0.00568	0.35
r1-42	0.1534	0.00893	9.32657	0.53043	0.44096	0.01242	0.12998	0.00659	0.2
r1-34	0.16696	0.00505	10.1614	0.32026	0.44142	0.00873	0.1162	0.00455	0.38
r1-49	0.15197	0.00457	9.42248	0.2961	0.44971	0.00875	0.1163	0.00364	0.38
r-1-15	0.15502	0.01038	9.62141	0.62669	0.45016	0.01401	0.13329	0.007	0.18
r10-11	0.1558	0.00249	9.89308	0.21663	0.46047	0.00858	0.11813	0.00317	0.7
3r-5-12	0.15052	0.00353	9.55271	0.20388	0.46203	0.00887	0.09693	0.00401	0.33
3r-5-14	0.14793	0.00436	9.55122	0.25248	0.47004	0.01118	0.09433	0.00265	0.31
r-1-10	0.17712	0.00391	11.5957	0.28579	0.47484	0.00845	0.12669	0.00464	0.5
r10-24	0.15449	0.00398	10.2315	0.29818	0.48026	0.00979	0.1212	0.00377	0.51
r1-28	0.1769	0.00523	11.9751	0.37028	0.49099	0.00973	0.14002	0.00477	0.39
r10-16	0.17468	0.00355	12.6791	0.3159	0.52634	0.01024	0.13558	0.004	0.6
r10-12	0.18719	0.00381	13.9725	0.34832	0.54129	0.01058	0.13902	0.00388	0.6
3r-5-15	0.19501	0.00486	15.3503	0.34821	0.57307	0.0125	0.11721	0.00512	0.37
3r-5-7	0.21409	0.00471	18.0235	0.36622	0.61291	0.01207	0.13296	0.00564	0.4
r10-6	0.25937	0.09032	22.5777	7.34066	0.63123	0.11428	0.16734	0.03411	0.15

Продолжение таблицы Г.1.

Корректированные возрасты, млн лет								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
r1-44	367	294	411	46	419	14	408	42
3r-5-10	528	127	462	19	450	13	325	17
r1-46	649	189	488	33	454	11	484	41
r1-38	485	397	471	72	468	20	436	36
r10-30	731	209	515	39	468	13	522	36
r1-50	244	357	433	66	469	19	496	38
3r-5-11	341	170	449	25	472	17	352	23
r1-43	270	212	439	34	472	12	468	18
r1-289	551	208	487	38	473	13	473	32
r1-32	583	134	494	25	475	10	448	24
r1-39	581	110	493	20	475	9	448	26
r1-22	623	120	502	23	476	10	534	34
r1-1	573	65	496	13	480	8	473	15
r-1-18	730	126	538	26	494	11	522	28
r1-35	581	197	509	38	494	13	482	26
r1-8	521	153	500	29	495	11	499	19
r10-22	484	216	493	38	495	14	478	18
r10-8	645	180	523	34	496	13	496	28
r1-27	586	289	513	55	497	17	514	32
r10-13	453	155	493	27	501	12	463	20
3r-5-9	583	187	515	31	502	21	401	46
3r-5-6	340	138	474	21	503	15	357	22
r10-18	295	324	468	59	504	18	457	28
r1-5a	400	264	486	48	505	16	495	27

Продолжение таблицы Г.1.

Корректированные возрасты, млн лет								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
r10-23	488	307	502	55	505	18	496	27
r-1-19	495	344	504	65	506	20	451	31
r10-26	628	154	529	29	507	12	445	19
r10-27	435	310	496	56	510	18	453	28
r1-21	402	303	491	56	511	17	511	29
r10-19	370	273	487	47	512	16	442	32
r10-10	772	218	563	43	513	15	434	39
r1-4	618	141	538	28	519	11	506	24
r1-26	644	274	546	55	523	17	437	27
r10-14	699	110	558	23	524	11	492	20
r10-25	814	375	587	74	530	22	454	32
r10-29	462	424	520	86	533	23	445	34
3r-5-5	482	262	536	43	550	32	354	124
r1-25	455	361	535	75	554	21	510	34
r10-7	667	1178	624	323	612	76	598	167
r10-31	1140	113	974	36	902	20	835	41
r1-20	1861	42	1839	23	1820	28	1779	54
r1-45	1760	170	1793	75	1821	55	1756	93
r1-41	1899	44	1860	23	1826	28	1790	55
r1-3a	1920	81	1872	40	1828	36	1901	73
r1-24	1967	77	1898	39	1836	36	1845	78
3r-5-4	1849	82	1840	34	1838	52	1447	58
r-1-9	1823	53	1844	28	1862	30	1853	65
3r-5-13	1787	33	1827	15	1869	24	1422	37
3r-5-17	1713	39	1801	17	1884	27	1418	36
r-1-14	2285	51	2192	29	2094	35	2184	72

Продолжение таблицы Г.1.

Корректированные возрасты, млн лет								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
r1-2a	2020	45	2065	25	2110	33	2138	73
r1-37	2282	38	2207	23	2127	32	2101	62
r-1-13	2319	63	2260	35	2195	40	2146	64
r1-7	2323	151	2269	81	2210	74	2220	122
r-1-17	2445	85	2337	47	2215	49	2221	81
r1-23	2375	49	2311	29	2238	37	2196	91
r1-30	2356	33	2315	21	2269	33	2140	85
r-1-11	2386	66	2335	37	2277	43	2308	79
3r-5-18	2360	34	2325	17	2292	32	1682	106
r1-42	2384	98	2371	52	2355	56	2470	118
r1-34	2527	48	2450	29	2357	39	2222	82
r1-49	2368	50	2380	29	2394	39	2224	66
r-1-15	2402	108	2399	60	2396	62	2529	125
r10-11	2411	27	2425	20	2442	38	2257	57
3r-5-12	2352	40	2393	20	2449	39	1870	74
3r-5-14	2322	50	2392	24	2484	49	1822	49
r-1-10	2626	35	2572	23	2505	37	2411	83
r10-24	2396	43	2456	27	2528	43	2312	68
r1-28	2624	47	2602	29	2575	42	2649	85
r10-16	2603	33	2656	23	2726	43	2570	71
r10-12	2718	33	2748	24	2789	44	2631	69
3r-5-15	2785	41	2837	22	2920	51	2240	93
3r-5-7	2937	35	2991	20	3082	48	2523	101
r10-6	3243	748	3209	316	3154	452	3127	591

Продолжение таблицы Г.1.

	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	r_{TW}	D	err
r1-44	14.874	0.524	0.05391	0.00747	0.000026	-1.95	-0.25
3r-5-10	13.826	0.411	0.05794	0.00334	0.000097	2.60	0.13
r1-46	13.697	0.358	0.06127	0.00534	-0.000004	6.97	0.54
r1-38	13.278	0.599	0.05684	0.01105	0.000087	0.64	0.11
r10-30	13.284	0.394	0.06367	0.00618	-0.00002	9.13	0.79
r1-50	13.242	0.563	0.05108	0.00968	0.000055	-8.31	-1.42
3r-5-11	13.153	0.481	0.05329	0.00399	0.000118	-5.12	-0.33
r1-43	13.17	0.347	0.05165	0.00499	-0.00002	-7.52	-0.65
r1-289	13.135	0.369	0.05856	0.00584	0.000003	2.87	0.25
r1-32	13.077	0.287	0.05943	0.00387	-0.000033	3.85	0.22
r1-39	13.087	0.26	0.05937	0.00302	-0.000032	3.65	0.17
r1-22	13.04	0.275	0.06054	0.00354	-0.000031	5.18	0.27
r1-1	12.94	0.226	0.05915	0.00186	-0.000022	3.23	0.10
r-1-18	12.557	0.277	0.06364	0.00399	-0.000031	8.18	0.45
r1-35	12.566	0.343	0.05937	0.00566	-0.000009	2.95	0.25
r1-8	12.528	0.294	0.05777	0.00423	-0.000023	1.00	0.07
r10-22	12.517	0.36	0.0568	0.00552	-0.000031	-0.41	-0.04
r10-8	12.502	0.338	0.06115	0.00509	-0.000035	5.16	0.38
r1-27	12.47	0.443	0.05951	0.0083	0.000039	3.12	0.38
r10-13	12.369	0.298	0.05601	0.00392	-0.000051	-1.62	-0.10
3r-5-9	12.353	0.528	0.05943	0.00504	0.000169	2.52	0.18
3r-5-6	12.312	0.376	0.05326	0.00323	0.000099	-6.12	-0.32
r10-18	12.297	0.463	0.05223	0.00837	.	-7.69	-1.09
r1-5a	12.273	0.404	0.05469	0.00691	0.000018	-3.91	-0.43

Продолжение таблицы Г.1.

	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	t_{TW}	D	err
r10-23	12.279	0.449	0.05692	0.008	0.000013	-0.60	-0.07
r-1-19	12.249	0.495	0.05709	0.00953	0.000065	-0.40	-0.06
r10-26	12.229	0.302	0.06068	0.00434	-0.000047	4.16	0.26
r10-27	12.155	0.452	0.05556	0.00809	0.000014	-2.82	-0.36
r1-21	12.13	0.431	0.05476	0.00798	0.000028	-4.07	-0.52
r10-19	12.092	0.405	0.05397	0.00672	-0.000004	-5.13	-0.56
r10-10	12.082	0.369	0.06492	0.00662	-0.000013	8.88	0.78
r1-4	11.927	0.27	0.06041	0.00414	-0.000028	3.53	0.21
r1-26	11.837	0.406	0.06114	0.00814	0.000031	4.21	0.48
r10-14	11.813	0.261	0.06273	0.00328	-0.000051	6.09	0.29
r10-25	11.663	0.511	0.06623	0.01129	0.000074	9.71	1.40
r10-29	11.598	0.523	0.05624	0.01206	0.000034	-2.50	-0.46
3r-5-5	11.22	0.672	0.05676	0.00663	0.000247	-2.61	-0.25
r1-25	11.142	0.449	0.05607	0.01028	0.000051	-3.55	-0.56
r10-7	10.045	1.314	0.0618	0.04345	0.000538	1.92	1.12
r10-31	6.658	0.159	0.07775	0.00444	-0.000077	7.39	0.32
r1-20	3.066	0.054	0.1138	0.00281	-0.000035	2.20	0.06
r1-45	3.063	0.106	0.10766	0.00992	0.00025	-3.47	-0.38
r1-41	3.055	0.054	0.11621	0.00292	-0.000033	3.84	0.10
r1-3a	3.05	0.069	0.11761	0.00559	0.000002	4.79	0.23
r1-24	3.034	0.068	0.12073	0.00548	0.000008	6.66	0.30
3r-5-4	3.031	0.099	0.11303	0.00513	0.000824	0.59	0.03
r-1-9	2.987	0.056	0.11146	0.00345	-0.000058	-2.14	-0.07
3r-5-13	2.974	0.043	0.10927	0.00201	0.00028	-4.59	-0.10
3r-5-17	2.946	0.048	0.10494	0.00226	0.000322	-9.98	-0.26
r-1-14	2.605	0.051	0.14473	0.00453	0.000003	8.36	0.22

Окончание таблицы Г.1.

	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	t_{TW}	D	err
r1-2a	2.583	0.047	0.12437	0.00329	-0.000039	-4.46	-0.12
r1-37	2.558	0.045	0.14453	0.00332	0.000005	6.79	0.14
r-1-13	2.465	0.053	0.1477	0.00571	0.00005	5.35	0.17
r1-7	2.446	0.097	0.14797	0.01374	0.000765	4.86	0.36
r-1-17	2.439	0.064	0.15897	0.00841	0.000296	9.41	0.38
r1-23	2.409	0.047	0.15262	0.00464	0.000024	5.77	0.14
r1-30	2.37	0.041	0.15093	0.00307	0.000027	3.69	0.06
r-1-11	2.36	0.053	0.15355	0.00623	0.000111	4.57	0.15
3r-5-18	2.343	0.038	0.15127	0.00299	0.000592	2.88	0.05
r1-42	2.268	0.064	0.1534	0.00893	0.000356	1.22	0.06
r1-34	2.265	0.045	0.16696	0.00505	0.000063	6.73	0.15
r1-49	2.224	0.043	0.15197	0.00457	0.00002	-1.10	-0.03
r-1-15	2.221	0.069	0.15502	0.01038	0.000465	0.25	0.01
r10-11	2.172	0.04	0.1558	0.00249	0.000044	-1.29	-0.02
3r-5-12	2.164	0.042	0.15052	0.00353	0.000783	-4.12	-0.08
3r-5-14	2.127	0.051	0.14793	0.00436	0.001011	-6.98	-0.18
r-1-10	2.106	0.037	0.17712	0.00391	0.000067	4.61	0.08
r10-24	2.082	0.042	0.15449	0.00398	-0.000052	-5.51	-0.12
r1-28	2.037	0.04	0.1769	0.00523	0.000098	1.87	0.04
r10-16	1.9	0.037	0.17468	0.00355	0.000015	-4.73	-0.08
r10-12	1.847	0.036	0.18719	0.00381	0.000033	-2.61	-0.04
3r-5-15	1.745	0.038	0.19501	0.00486	0.001454	-4.85	-0.09
3r-5-7	1.632	0.032	0.21409	0.00471	0.001495	-4.94	-0.08
r10-6	1.584	0.287	0.25937	0.09032	0.015656	2.74	0.74

Таблица Г.2. – U-Pb возраста детритовых цирконов низа кудинской свиты (проба J-14-2)

Измеренные отношения													
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s	$^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$	1s	Glitter Err	Used rt	D
r4-14	0.05256	0.00436	0.2729	0.02248	0.03765	0.00097	0.0111	0.00038	0.60281	0.00286	0.13	0.13	-23.5
3r-1-9	0.05201	0.00918	0.29359	0.04787	0.0411	0.00292	0.00959	0.00108	1.33212	0.02633	0.02	0.02	-9.7
r5-21	0.05447	0.00475	0.30868	0.02666	0.04109	0.0011	0.01215	0.00071	2.70637	0.01454	0.12	0.12	-34.2
r5-20	0.0556	0.00516	0.33025	0.03029	0.04307	0.0012	0.01341	0.00097	3.79592	0.02193	0.11	0.11	-38.5
r4-33	0.05501	0.00473	0.32967	0.02813	0.04346	0.00115	0.01269	0.00055	1.25019	0.00667	0.13	0.13	-34.2
r5-16	0.05425	0.00721	0.32694	0.04269	0.0437	0.00152	0.01229	0.00113	2.94823	0.02395	0.07	0.07	-28.3
r5-17	0.04721	0.0063	0.28725	0.03777	0.04413	0.00147	0.0137	0.00069	0.97616	0.00744	0.07	0.07	373
r5-19	0.15544	0.02108	1.08738	0.13941	0.05073	0.00261	0.01596	0.00062	0.15435	0.00222	0.05	0.05	-88.8
3r-1-10	0.05617	0.00808	0.3433	0.04499	0.04449	0.0028	0.01199	0.00095	1.01214	0.01874	0.03	0.03	-39.9
3r-1-4	0.04966	0.00498	0.30509	0.02799	0.04473	0.00196	0.01129	0.00061	0.8914	0.01126	0.03	0.03	58.2
3r-1-13	0.0546	0.00368	0.33799	0.02049	0.04507	0.00147	0.01058	0.00048	1.07818	0.00992	0.05	0.05	-29.1
r5-18	0.0469	0.007	0.29323	0.04319	0.04533	0.00158	0.0131	0.00066	0.77721	0.00647	0.06	0.06	560
r5-22	0.05316	0.0055	0.33513	0.03421	0.04572	0.00134	0.01369	0.00063	1.0609	0.0062	0.1	0.1	-14.4
r5-11	0.058	0.00513	0.36676	0.03212	0.04585	0.00125	0.01514	0.00083	2.39824	0.0136	0.12	0.12	-46.5
r5-12	0.05081	0.00484	0.32349	0.0305	0.04617	0.00128	0.01442	0.00067	1.39908	0.00697	0.11	0.11	25.9
r5-5	0.05436	0.00712	0.35144	0.04522	0.04688	0.00164	0.0123	0.00068	0.88707	0.00754	0.07	0.07	-24
r5-15	0.04797	0.00538	0.30999	0.03437	0.04686	0.0014	0.01254	0.00057	0.85582	0.00578	0.09	0.09	206.6
3r-1-6	0.05054	0.00301	0.32881	0.01771	0.04736	0.00137	0.00421	0.00287	35.71971	0.29128	0.06	0.06	36
r4-25	0.04949	0.01526	0.3257	0.09853	0.04772	0.00314	0.01106	0.00191	1.9115	0.02485	0.02	0.02	77.4
r4-27	0.05408	0.00915	0.35953	0.05959	0.04821	0.00206	0.01276	0.00089	0.89227	0.00936	0.05	0.05	-19.4
r4-29	0.05512	0.00952	0.39906	0.06751	0.0525	0.00224	0.01625	0.00122	1.26403	0.00967	0.04	0.04	-21.4
r5-21	0.07804	0.00874	0.73994	0.08083	0.06876	0.00243	0.02605	0.00175	1.92035	0.02006	0.08	0.08	-64.7
3r-1-3	0.05175	0.00306	0.51519	0.02759	0.07248	0.00213	0.01404	0.00082	2.04169	0.02058	0.07	0.07	66.1
r4-34	0.06152	0.00591	0.6298	0.0597	0.07423	0.00218	0.02034	0.0014	2.6395	0.02149	0.11	0.11	-30.9
r5-22	0.06343	0.00968	0.6492	0.09673	0.07422	0.0031	0.02277	0.00205	2.03098	0.02008	0.05	0.05	-37.4
r4-24	0.06164	0.00701	0.63487	0.07088	0.07469	0.00246	0.01986	0.00164	2.66584	0.01969	0.08	0.08	-30.9

Продолжение таблицы Г.2.

Измеренные отношения													
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s	$^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$	1s	Glitter Err	Used rt	D
3r-1-8	0.05508	0.00446	0.57829	0.04232	0.07644	0.00298	0.01642	0.0014	2.55178	0.03626	0.06	0.06	14.4
r5-14	0.06124	0.00983	0.65275	0.10274	0.07729	0.00314	0.02457	0.00157	0.98952	0.01304	0.05	0.05	-26.9
r4-23	0.05541	0.00482	0.60037	0.05184	0.07857	0.00208	0.02256	0.00144	3.28407	0.02339	0.13	0.13	14.3
3r-1-18	0.05176	0.00447	0.56145	0.04399	0.07897	0.0032	0.01451	0.00119	1.78303	0.02684	0.05	0.05	80.6
r4-32	0.05691	0.00175	0.62422	0.02105	0.07954	0.00154	0.02481	0.00092	7.25446	0.01767	0.43	0.43	1.1
r4-4	0.05595	0.00523	0.61415	0.05677	0.07959	0.00225	0.02274	0.00127	1.91301	0.01181	0.12	0.12	10
r5-3	0.12247	0.00642	5.60289	0.2941	0.33175	0.00853	0.09348	0.00346	0.89492	0.01155	0.25	0.25	-8.4
r5-16	0.12182	0.00551	5.66846	0.26072	0.33742	0.00805	0.09537	0.00335	1.01799	0.01098	0.29	0.29	-6.3
3r-1-12	0.14083	0.00325	7.21667	0.15031	0.37308	0.00686	0.07939	0.00247	1.6758	0.01768	0.31	0.31	-10.4
r4-11	0.15445	0.00647	8.62352	0.36829	0.40488	0.00982	0.10785	0.00428	1.40876	0.01372	0.32	0.32	-10
r4-2	0.18119	0.01188	10.57848	0.67346	0.42337	0.01406	0.16722	0.00898	1.58795	0.02345	0.2	0.2	-17.2
r4-31	0.16668	0.00574	10.02125	0.36276	0.43598	0.00985	0.11696	0.00563	3.64141	0.03883	0.39	0.39	-9
3r-1-19	0.15124	0.00522	9.10903	0.27712	0.43849	0.01206	0.0871	0.00641	4.55827	0.09256	0.29	0.29	-1.2
3r-1-14	0.15024	0.00284	9.07156	0.1598	0.43958	0.00691	0.089	0.00278	3.06953	0.0265	0.36	0.36	-0.4
r4-26	0.17537	0.00336	10.70238	0.25736	0.44255	0.0085	0.11922	0.00361	3.30072	0.01598	0.63	0.63	-11.3
r4-16	0.15661	0.00501	9.63312	0.32957	0.44604	0.0097	0.11794	0.00327	0.43246	0.00412	0.42	0.42	-2
r4-22	0.16531	0.00261	10.4163	0.22662	0.45692	0.00851	0.11618	0.00304	2.1049	0.00623	0.7	0.7	-4
r4-17	0.17141	0.00739	11.2175	0.49061	0.47456	0.01201	0.11412	0.00489	1.3798	0.01275	0.31	0.31	-3.2
r5-24	0.19095	0.00776	12.59593	0.52127	0.47835	0.012	0.1249	0.00608	2.20338	0.03173	0.33	0.33	-10.1
r4-10	0.17903	0.0059	11.90939	0.41599	0.48239	0.01084	0.13334	0.00563	2.66174	0.02894	0.41	0.41	-4.8
r4-19	0.18297	0.00454	12.40533	0.35051	0.49166	0.01006	0.13013	0.00397	1.4326	0.01097	0.52	0.52	-4.6
r4-1	0.16961	0.00316	11.64456	0.27612	0.49786	0.00951	0.12536	0.0038	3.55486	0.01681	0.64	0.64	2.4
r4-9	0.18194	0.00379	12.57535	0.31785	0.50122	0.00982	0.13281	0.00411	2.62068	0.01552	0.59	0.59	-2.3
r4-5	0.18574	0.00741	13.20402	0.53894	0.51551	0.01278	0.12918	0.00545	1.49632	0.01774	0.34	0.34	-1.1
r5-10	0.1881	0.00428	13.55973	0.36194	0.52276	0.01049	0.13871	0.00486	3.38954	0.02427	0.56	0.56	-0.6
r4-30	0.23994	0.00529	19.68038	0.51277	0.5948	0.01208	0.14375	0.00477	2.22599	0.01807	0.57	0.57	-4.4

Продолжение таблицы Г.2.

Возрасты без коррекции, млн лет								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
r4-14	310	188	245	18	238	6	223	8
3r-1-9	286	345	261	38	260	18	193	22
r5-21	391	198	273	21	260	7	244	14
r5-20	436	209	290	23	272	7	269	19
r4-33	413	198	289	21	274	7	255	11
r5-16	381	292	287	33	276	9	247	23
r5-17	60	265	256	30	278	9	275	14
r5-19	2407	243	747	68	319	16	320	12
3r-1-10	459	302	300	34	281	17	241	19
3r-1-4	179	210	270	22	282	12	227	12
3r-1-13	396	145	296	16	284	9	213	10
r5-18	44	286	261	34	286	10	263	13
r5-22	336	239	293	26	288	8	275	13
r5-11	530	201	317	24	289	8	304	17
r5-12	232	219	285	23	291	8	289	13
r5-5	386	291	306	34	295	10	247	14
r5-15	98	226	274	27	295	9	252	11
3r-1-6	220	130	289	14	298	8	85	58
r4-25	171	534	286	75	301	19	222	38
r4-27	374	360	312	45	304	13	256	18
r4-29	417	369	341	49	330	14	326	24
r5-21	1148	234	562	47	429	15	520	34
3r-1-3	274	129	422	18	451	13	282	16
r4-34	657	215	496	37	462	13	407	28
r5-22	723	340	508	60	462	19	455	41
r4-24	662	255	499	44	464	15	397	33

Продолжение таблицы Г.2.

Возрасты без коррекции, млн лет								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
3r-1-8	415	174	463	27	475	18	329	28
r5-14	648	356	510	63	480	19	491	31
r4-23	429	200	477	33	488	12	451	28
3r-1-18	275	186	452	29	490	19	291	24
r4-32	488	70	492	13	493	9	495	18
r4-4	450	211	486	36	494	13	454	25
r5-3	1993	96	1917	45	1847	41	1806	64
r5-16	1983	83	1927	40	1874	39	1841	62
3r-1-12	2237	38	2139	19	2044	32	1544	46
r4-11	2396	71	2299	39	2191	45	2070	78
r4-2	2664	110	2487	59	2276	64	3125	156
r4-31	2525	60	2437	33	2333	44	2236	102
3r-1-19	2360	56	2349	28	2344	54	1688	119
3r-1-14	2349	31	2345	16	2349	31	1723	52
r4-26	2610	33	2498	22	2362	38	2277	65
r4-16	2419	54	2400	31	2378	43	2253	59
r4-22	2511	27	2473	20	2426	38	2222	55
r4-17	2571	72	2541	41	2504	53	2184	89
r5-24	2750	67	2650	39	2520	52	2379	109
r4-10	2644	55	2597	33	2538	47	2530	100
r4-19	2680	42	2636	27	2578	43	2473	71
r4-1	2554	31	2576	22	2605	41	2387	68
r4-9	2671	34	2648	24	2619	42	2520	73
r4-5	2705	66	2694	39	2680	54	2456	98
r5-10	2726	39	2719	25	2711	44	2625	86
r4-30	3120	36	3076	25	3009	49	2715	84

Продолжение таблицы Г.2.

Корректированные отношения											
	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	1s	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	1s	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1s	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{232}\text{Th}}$	1s	rr	$\frac{^{238}\text{U}}{^{232}\text{Th}}$	1s
r4-14	0.05256	0.00436	0.2729	0.02248	0.03765	0.00097	0.0111	0.00038	0.13	0.6	0.01
3r-1-9	0.05201	0.00918	0.29359	0.04787	0.0411	0.00292	0.00959	0.00108	0.02	1.33	0.03
r5-21	0.05447	0.00475	0.30868	0.02666	0.04109	0.0011	0.01215	0.00071	0.12	2.71	0.01
r5-20	0.0556	0.00516	0.33025	0.03029	0.04307	0.0012	0.01341	0.00097	0.11	3.8	0.02
r4-33	0.05501	0.00473	0.32967	0.02813	0.04346	0.00115	0.01269	0.00055	0.13	1.25	0.01
r5-16	0.05425	0.00721	0.32694	0.04269	0.0437	0.00152	0.01229	0.00113	0.07	2.95	0.02
r5-17	0.04721	0.0063	0.28725	0.03777	0.04413	0.00147	0.0137	0.00069	0.07	0.98	0.01
r5-19	0.05224	0.03276	0.31728	0.26333	0.04405	0.00434	0.01383	0.0008	0.84	0.15	0.01
3r-1-10	0.05617	0.00808	0.3433	0.04499	0.04449	0.0028	0.01199	0.00095	0.03	1.01	0.02
3r-1-4	0.04966	0.00498	0.30509	0.02799	0.04473	0.00196	0.01129	0.00061	0.03	0.89	0.01
3r-1-13	0.0546	0.00368	0.33799	0.02049	0.04507	0.00147	0.01058	0.00048	0.05	1.08	0.01
r5-18	0.0469	0.007	0.29323	0.04319	0.04533	0.00158	0.0131	0.00066	0.06	0.78	0.01
r5-22	0.05316	0.0055	0.33513	0.03421	0.04572	0.00134	0.01369	0.00063	0.1	1.06	0.01
r5-11	0.058	0.00513	0.36676	0.03212	0.04585	0.00125	0.01514	0.00083	0.12	2.4	0.01
r5-12	0.05081	0.00484	0.32349	0.0305	0.04617	0.00128	0.01442	0.00067	0.11	1.4	0.01
r5-5	0.05436	0.00712	0.35144	0.04522	0.04688	0.00164	0.0123	0.00068	0.07	0.89	0.01
r5-15	0.04797	0.00538	0.30999	0.03437	0.04686	0.0014	0.01254	0.00057	0.09	0.86	0.01
3r-1-6	0.05054	0.00301	0.32881	0.01771	0.04736	0.00137	0.00421	0.00287	0.06	35.72	0.29
r4-25	0.04949	0.01526	0.3257	0.09853	0.04772	0.00314	0.01106	0.00191	0.02	1.91	0.02
r4-27	0.05408	0.00915	0.35953	0.05959	0.04821	0.00206	0.01276	0.00089	0.05	0.89	0.01
r4-29	0.05512	0.00952	0.39906	0.06751	0.0525	0.00224	0.01625	0.00122	0.04	1.26	0.01
r5-21	0.0629	0.00934	0.58469	0.09007	0.06741	0.00244	0.02071	0.00085	0.28	1.92	0.02
3r-1-3	0.05175	0.00306	0.51519	0.02759	0.07248	0.00213	0.01404	0.00082	0.07	2.04	0.02
r4-34	0.06152	0.00591	0.6298	0.0597	0.07423	0.00218	0.02034	0.0014	0.11	2.64	0.02
r5-22	0.06343	0.00968	0.6492	0.09673	0.07422	0.0031	0.02277	0.00205	0.05	2.03	0.02
r4-24	0.06164	0.00701	0.63487	0.07088	0.07469	0.00246	0.01986	0.00164	0.08	2.67	0.02

Продолжение таблицы Г.2.

Корректированные отношения											
	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	1s	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	1s	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1s	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{232}\text{Th}}$	1s	rr	$\frac{^{238}\text{U}}{^{232}\text{Th}}$	1s
3r-1-8	0.05508	0.00446	0.57829	0.04232	0.07644	0.00298	0.01642	0.0014	0.06	2.55	0.04
r5-14	0.06124	0.00983	0.65275	0.10274	0.07729	0.00314	0.02457	0.00157	0.05	0.99	0.01
r4-23	0.05541	0.00482	0.60037	0.05184	0.07857	0.00208	0.02256	0.00144	0.13	3.28	0.02
3r-1-18	0.05176	0.00447	0.56145	0.04399	0.07897	0.0032	0.01451	0.00119	0.05	1.78	0.03
r4-32	0.05691	0.00175	0.62422	0.02105	0.07954	0.00154	0.02481	0.00092	0.43	7.25	0.02
r4-4	0.05595	0.00523	0.61415	0.05677	0.07959	0.00225	0.02274	0.00127	0.12	1.91	0.01
r5-3	0.12247	0.00642	5.60289	0.2941	0.33175	0.00853	0.09348	0.00346	0.25	0.89	0.01
r5-16	0.12182	0.00551	5.66846	0.26072	0.33742	0.00805	0.09537	0.00335	0.29	1.02	0.01
3r-1-12	0.14083	0.00325	7.21667	0.15031	0.37308	0.00686	0.07939	0.00247	0.31	1.68	0.02
r4-11	0.15445	0.00647	8.62352	0.36829	0.40488	0.00982	0.10785	0.00428	0.32	1.41	0.01
r4-2	0.15502	0.01238	8.70084	0.76341	0.40708	0.01489	0.11377	0.00426	0.43	1.59	0.02
r4-31	0.16668	0.00574	10.02125	0.36276	0.43598	0.00985	0.11696	0.00563	0.39	3.64	0.04
3r-1-19	0.15124	0.00522	9.10903	0.27712	0.43849	0.01206	0.0871	0.00641	0.29	4.56	0.09
3r-1-14	0.15024	0.00284	9.07156	0.1598	0.43958	0.00691	0.089	0.00278	0.36	3.07	0.03
r4-26	0.17537	0.00336	10.70238	0.25736	0.44255	0.0085	0.11922	0.00361	0.63	3.3	0.02
r4-16	0.15661	0.00501	9.63312	0.32957	0.44604	0.0097	0.11794	0.00327	0.42	0.43	0.01
r4-22	0.16531	0.00261	10.4163	0.22662	0.45692	0.00851	0.11618	0.00304	0.7	2.1	0.01
r4-17	0.17141	0.00739	11.2175	0.49061	0.47456	0.01201	0.11412	0.00489	0.31	1.38	0.01
r5-24	0.19095	0.00776	12.59593	0.52127	0.47835	0.012	0.1249	0.00608	0.33	2.2	0.03
r4-10	0.17903	0.0059	11.90939	0.41599	0.48239	0.01084	0.13334	0.00563	0.41	2.66	0.03
r4-19	0.18297	0.00454	12.40533	0.35051	0.49166	0.01006	0.13013	0.00397	0.52	1.43	0.01
r4-1	0.16961	0.00316	11.64456	0.27612	0.49786	0.00951	0.12536	0.0038	0.64	3.55	0.02
r4-9	0.18194	0.00379	12.57535	0.31785	0.50122	0.00982	0.13281	0.00411	0.59	2.62	0.02
r4-5	0.18574	0.00741	13.20402	0.53894	0.51551	0.01278	0.12918	0.00545	0.34	1.5	0.02
r5-10	0.1881	0.00428	13.55973	0.36194	0.52276	0.01049	0.13871	0.00486	0.56	3.39	0.02
r4-30	0.23994	0.00529	19.68038	0.51277	0.5948	0.01208	0.14375	0.00477	0.57	2.23	0.02

Продолжение таблицы Г.2.

Корректированные возрасты, млн лет								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
r4-14	310	188	245	18	238	6	223	8
3r-1-9	286	345	261	38	260	18	193	22
r5-21	391	198	273	21	260	7	244	14
r5-20	436	209	290	23	272	7	269	19
r4-33	413	198	289	21	274	7	255	11
r5-16	381	292	287	33	276	9	247	23
r5-17	60	265	256	30	278	9	275	14
r5-19	296	1025	280	203	278	27	278	16
3r-1-10	459	302	300	34	281	17	241	19
3r-1-4	179	210	270	22	282	12	227	12
3r-1-13	396	145	296	16	284	9	213	10
r5-18	44	286	261	34	286	10	263	13
r5-22	336	239	293	26	288	8	275	13
r5-11	530	201	317	24	289	8	304	17
r5-12	232	219	285	23	291	8	289	13
r5-5	386	291	306	34	295	10	247	14
r5-15	98	226	274	27	295	9	252	11
3r-1-6	220	130	289	14	298	8	85	58
r4-25	171	534	286	75	301	19	222	38
r4-27	374	360	312	45	304	13	256	18
r4-29	417	369	341	49	330	14	326	24
r5-21	705	332	467	58	421	15	414	17
3r-1-3	274	129	422	18	451	13	282	16
r4-34	657	215	496	37	462	13	407	28
r5-22	723	340	508	60	462	19	455	41
r4-24	662	255	499	44	464	15	397	33

Продолжение таблицы Г.2.

Корректированные возрасты, млн лет								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
3r-1-8	415	174	463	27	475	18	329	28
r5-14	648	356	510	63	480	19	491	31
r4-23	429	200	477	33	488	12	451	28
3r-1-18	275	186	452	29	490	19	291	24
r4-32	488	70	492	13	493	9	495	18
r4-4	450	211	486	36	494	13	454	25
r5-3	1993	96	1917	45	1847	41	1806	64
r5-16	1983	83	1927	40	1874	39	1841	62
3r-1-12	2237	38	2139	19	2044	32	1544	46
r4-11	2396	71	2299	39	2191	45	2070	78
r4-2	2402	138	2307	80	2202	68	2178	77
r4-31	2525	60	2437	33	2333	44	2236	102
3r-1-19	2360	56	2349	28	2344	54	1688	119
3r-1-14	2349	31	2345	16	2349	31	1723	52
r4-26	2610	33	2498	22	2362	38	2277	65
r4-16	2419	54	2400	31	2378	43	2253	59
r4-22	2511	27	2473	20	2426	38	2222	55
r4-17	2571	72	2541	41	2504	53	2184	89
r5-24	2750	67	2650	39	2520	52	2379	109
r4-10	2644	55	2597	33	2538	47	2530	100
r4-19	2680	42	2636	27	2578	43	2473	71
r4-1	2554	31	2576	22	2605	41	2387	68
r4-9	2671	34	2648	24	2619	42	2520	73
r4-5	2705	66	2694	39	2680	54	2456	98
r5-10	2726	39	2719	25	2711	44	2625	86
r4-30	3120	36	3076	25	3009	49	2715	84

Продолжение таблицы Г.2.

	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	r_{TW}	D	err
r4-14	26.56	0.684	0.05256	0.00436	-0.000019	2.86	0.24
3r-1-9	24.331	1.729	0.05201	0.00918	0.000135	0.38	0.06
r5-21	24.337	0.652	0.05447	0.00475	-0.000017	4.76	0.42
r5-20	23.218	0.647	0.0556	0.00516	-0.000015	6.21	0.56
r4-33	23.01	0.609	0.05501	0.00473	-0.000022	5.19	0.43
r5-16	22.883	0.796	0.05425	0.00721	0.000006	3.83	0.50
r5-17	22.66	0.755	0.04721	0.0063	-0.000004	-8.59	-1.13
r5-19	22.703	2.238	0.05224	0.03276	-0.013201	0.71	0.58
3r-1-10	22.477	1.415	0.05617	0.00808	0.000139	6.33	0.83
3r-1-4	22.356	0.98	0.04966	0.00498	0.000082	-4.44	-0.41
3r-1-13	22.188	0.724	0.0546	0.00368	0.000066	4.05	0.25
r5-18	22.06	0.769	0.0469	0.007	-0.000007	-9.58	-1.39
r5-22	21.872	0.641	0.05316	0.0055	-0.000012	1.71	0.17
r5-11	21.81	0.595	0.058	0.00513	-0.00002	8.83	0.76
r5-12	21.659	0.6	0.05081	0.00484	-0.000019	-2.11	-0.19
r5-5	21.331	0.746	0.05436	0.00712	0.000005	3.59	0.45
r5-15	21.34	0.638	0.04797	0.00538	-0.000018	-7.66	-0.85
3r-1-6	21.115	0.611	0.05054	0.00301	0.000055	-3.11	-0.17
r4-25	20.956	1.379	0.04949	0.01526	0.000092	-5.24	-1.54
r4-27	20.743	0.886	0.05408	0.00915	0.000032	2.56	0.42
r4-29	19.048	0.813	0.05512	0.00952	0.000041	3.23	0.52
r5-21	14.834	0.537	0.0629	0.00934	-0.000617	9.85	1.39
3r-1-3	13.797	0.405	0.05175	0.00306	0.000083	-6.87	-0.34
r4-34	13.472	0.396	0.06152	0.00591	-0.000021	6.85	0.58
r5-22	13.473	0.563	0.06343	0.00968	0.000065	9.06	1.22
r4-24	13.389	0.441	0.06164	0.00701	0.000006	7.01	0.71

Окончание таблицы Г.2.

	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	r_{TW}	D	err
3r-1-8	13.082	0.51	0.05508	0.00446	0.000132	-2.59	-0.18
r5-14	12.938	0.526	0.06124	0.00983	0.000044	5.88	0.83
r4-23	12.728	0.337	0.05541	0.00482	-0.000043	-2.31	-0.18
3r-1-18	12.663	0.513	0.05176	0.00447	0.000134	-8.41	-0.62
r4-32	12.572	0.243	0.05691	0.00175	-0.000028	-0.20	-0.01
r4-4	12.564	0.355	0.05595	0.00523	-0.00003	-1.65	-0.14
r5-3	3.014	0.078	0.12247	0.00642	-0.000033	7.33	0.41
r5-16	2.964	0.071	0.12182	0.00551	-0.00008	5.50	0.26
3r-1-12	2.68	0.049	0.14083	0.00325	0.000579	8.63	0.18
r4-11	2.47	0.06	0.15445	0.00647	0.000024	8.56	0.30
r4-2	2.457	0.09	0.15502	0.01238	-0.00342	8.33	0.55
r4-31	2.294	0.052	0.16668	0.00574	0.000006	7.60	0.21
3r-1-19	2.281	0.063	0.15124	0.00522	0.00117	0.68	0.02
3r-1-14	2.275	0.036	0.15024	0.00284	0.000567	0.00	0.00
r4-26	2.26	0.043	0.17537	0.00336	0.000023	9.50	0.15
r4-16	2.242	0.049	0.15661	0.00501	-0.000047	1.69	0.05
r4-22	2.189	0.041	0.16531	0.00261	0.000054	3.39	0.05
r4-17	2.107	0.053	0.17141	0.00739	0.000129	2.61	0.09
r5-24	2.091	0.052	0.19095	0.00776	0.000218	8.36	0.24
r4-10	2.073	0.047	0.17903	0.0059	0.000032	4.01	0.10
r4-19	2.034	0.042	0.18297	0.00454	0.000015	3.81	0.07
r4-1	2.009	0.038	0.16961	0.00316	0.000021	-2.00	-0.03
r4-9	1.995	0.039	0.18194	0.00379	0.000019	1.95	0.03
r4-5	1.94	0.048	0.18574	0.00741	0.000183	0.92	0.03
r5-10	1.913	0.038	0.1881	0.00428	0.000026	0.55	0.01
r4-30	1.681	0.034	0.23994	0.00529	0.00017	3.56	0.05

Таблица Г.3. – U-Pb возраста детритовых цирконов верха кудинской свиты (проба J-14-9)

Измеренные отношения													
	$^{207}\text{Pb}/$ ^{206}Pb	1s	$^{207}\text{Pb}/$ ^{235}U	1s	$^{206}\text{Pb}/$ ^{238}U	1s	$^{208}\text{Pb}/$ ^{232}Th	1s	$^{238}\text{U}/$ ^{232}Th	1s	Glitter Err	Used rt	D
r2-56	0.08037	0.01056	0.31526	0.04014	0.02845	0.00111	0.01103	0.00072	1.1439	0.0101	0.05	0.05	-86.2
r2-56-2	0.05452	0.01156	0.20794	0.04319	0.02766	0.00132	0.00935	0.00086	1.38839	0.01509	0.02	0.02	-55.9
r2-39	0.05495	0.00362	0.21934	0.01436	0.02895	0.00063	0.00959	0.00048	2.8978	0.01035	0.15	0.15	-55.9
r3-29	0.05168	0.01263	0.20677	0.04947	0.02901	0.00163	0.009	0.00095	1.41625	0.01129	0.03	0.03	-32.5
3r-2-12	0.05222	0.00764	0.20897	0.02809	0.02913	0.00175	0.0067	0.00087	2.03169	0.0295	0.02	0.02	-38
3r-2-24	0.0496	0.0091	0.19793	0.0338	0.02905	0.00203	0.00632	0.0007	1.09853	0.01857	0.02	0.02	4.4
3r-2-16	0.05012	0.00261	0.20222	0.00951	0.02937	0.00076	0.00763	0.00042	3.13582	0.01786	0.07	0.07	-7.4
3r-2-20	0.05173	0.00449	0.21621	0.01694	0.03043	0.00123	0.00761	0.00045	1.27481	0.01237	0.04	0.04	-30
r2-59	0.04826	0.01159	0.2039	0.04827	0.03064	0.00142	0.0088	0.00082	1.2228	0.01383	0.02	0.02	74.8
r2-48	0.05443	0.01578	0.25302	0.0719	0.03371	0.00209	0.01206	0.00102	0.72137	0.00686	0.02	0.02	-45.8
3r-2-14	0.05493	0.00854	0.26509	0.0373	0.03513	0.00243	0.00833	0.00083	1.23309	0.02215	0.02	0.02	-46.6
r2-4	0.04877	0.00925	0.24374	0.04531	0.03625	0.00156	0.00996	0.00094	1.38769	0.01515	0.03	0.03	69
r2-44	0.04755	0.00635	0.24323	0.03198	0.0371	0.00117	0.01107	0.00072	1.5613	0.01206	0.05	0.05	209
r2-18	0.04655	0.01011	0.23884	0.05112	0.03721	0.0016	0.01161	0.00097	1.30573	0.01416	0.03	0.03	813.7
r2-26	0.05165	0.00916	0.27104	0.04709	0.03806	0.00157	0.01148	0.00092	1.32351	0.0117	0.03	0.03	-11
r2-45	0.05121	0.00743	0.27512	0.03916	0.03897	0.00138	0.01141	0.0007	0.95069	0.00848	0.05	0.05	-1.6
r2-23	0.05033	0.00349	0.27068	0.01867	0.03901	0.00085	0.01284	0.00057	1.88517	0.00815	0.14	0.14	17.6
r2-2	0.04704	0.01095	0.25902	0.05938	0.03994	0.00187	0.01293	0.00102	1.00065	0.01276	0.03	0.03	400.3
r2-32	0.05006	0.00721	0.27715	0.0392	0.04015	0.0014	0.01318	0.00085	1.27291	0.01143	0.05	0.05	28.9
r2-38	0.05109	0.00918	0.28578	0.05047	0.04057	0.00162	0.01174	0.0008	0.92078	0.00982	0.04	0.04	4.8
r2-21	0.05015	0.00688	0.28512	0.03841	0.04124	0.00139	0.01209	0.00068	0.88521	0.00771	0.05	0.05	29.6
r3-7	0.05432	0.00693	0.31047	0.03899	0.04145	0.00138	0.01209	0.00051	0.53953	0.00404	0.07	0.07	-32.5
r2-30	0.06441	0.00503	0.375	0.02887	0.04223	0.00104	0.01417	0.00057	0.82281	0.00462	0.11	0.11	-66
r2-12	0.05079	0.00575	0.29893	0.03329	0.04268	0.00124	0.01332	0.00064	0.88034	0.00645	0.07	0.07	16.8
3r-2-11	0.05665	0.01475	0.3383	0.08305	0.04347	0.00396	0.00894	0.00122	1.01538	0.02405	0.02	0.02	-43.7
3r-2-4	0.0564	0.0071	0.33881	0.03866	0.04373	0.00247	0.01088	0.00052	0.38557	0.00596	0.03	0.03	-42.2
r3-25	0.05274	0.00796	0.31845	0.04727	0.04378	0.00162	0.01237	0.00071	0.91069	0.00817	0.06	0.06	-13.3

Продолжение таблицы Г.3.

Измеренные отношения													
	$^{207}\text{Pb}/$ ^{206}Pb	1s	$^{207}\text{Pb}/$ ^{235}U	1s	$^{206}\text{Pb}/$ ^{238}U	1s	$^{208}\text{Pb}/$ ^{232}Th	1s	$^{238}\text{U}/$ ^{232}Th	1s	Glitter Err	Used rt	D
r3-25	0.05274	0.00796	0.31845	0.04727	0.04378	0.00162	0.01237	0.00071	0.91069	0.00817	0.06	0.06	-13.3
r2-57	0.05705	0.00605	0.34573	0.03607	0.04396	0.00124	0.01335	0.00068	1.11394	0.00795	0.07	0.07	-44.8
r2-34	0.05014	0.00253	0.30474	0.01552	0.04408	0.00085	0.01358	0.00051	1.63553	0.00537	0.21	0.21	38.8
3r-2-6	0.04916	0.00512	0.29984	0.02868	0.04441	0.00196	0.01037	0.00054	0.72728	0.00939	0.03	0.03	81.2
r2-36	0.05471	0.00812	0.34013	0.04948	0.04509	0.00164	0.01286	0.00089	1.17009	0.01172	0.04	0.04	-29.6
r2-20	0.05675	0.01086	0.35372	0.06606	0.04521	0.00216	0.01618	0.00122	0.94428	0.01311	0.03	0.03	-41.8
r3-2	0.05178	0.00942	0.323	0.05759	0.04523	0.00198	0.01482	0.00102	1.0498	0.00937	0.04	0.04	3.5
r2-11	0.0481	0.00421	0.30068	0.02605	0.04534	0.00109	0.01348	0.00057	0.94502	0.00536	0.1	0.1	178.2
r2-40	0.05254	0.00819	0.33133	0.05063	0.04574	0.00172	0.01512	0.00103	1.25623	0.01177	0.04	0.04	-6.8
r2-17	0.05466	0.00691	0.35078	0.04354	0.04654	0.0015	0.01531	0.00093	1.33647	0.0117	0.06	0.06	-27
r2-1	0.05858	0.0073	0.38065	0.0464	0.04713	0.00158	0.01301	0.00086	1.23442	0.01166	0.06	0.06	-47.2
r3-26	0.05355	0.00492	0.34869	0.03172	0.04722	0.00128	0.01374	0.00056	0.9174	0.00531	0.12	0.12	-15.9
r2-42	0.05164	0.00463	0.33718	0.02981	0.04736	0.00121	0.01395	0.00078	1.91417	0.01228	0.1	0.1	10.9
r3-19	0.05657	0.00725	0.37012	0.04657	0.04744	0.00163	0.01322	0.0007	0.87922	0.00741	0.07	0.07	-37.9
r3-27	0.05007	0.00394	0.33921	0.02659	0.04913	0.00122	0.01481	0.00052	0.79158	0.00397	0.15	0.15	57.3
r2-29	0.05822	0.00642	0.39842	0.04311	0.04964	0.00149	0.01445	0.00079	1.11196	0.00926	0.07	0.07	-43
r3-3	0.05279	0.0075	0.36314	0.05072	0.04988	0.00181	0.01371	0.00077	0.89548	0.0081	0.06	0.06	-1.9
r3-4	0.05712	0.00647	0.39908	0.04446	0.05067	0.00161	0.01362	0.00086	1.63224	0.00812	0.08	0.08	-36.7
r2-45	0.04847	0.00561	0.34463	0.0393	0.05157	0.00148	0.01498	0.00067	0.68154	0.00536	0.07	0.07	169.3
3r-2-23	0.05299	0.00427	0.38765	0.0281	0.05326	0.00206	0.01392	0.00087	1.73438	0.01834	0.05	0.05	1.5
3r-2-19	0.05499	0.00366	0.50644	0.03025	0.06705	0.00223	0.01474	0.00063	0.84351	0.00835	0.06	0.06	1.3
r2-19	0.05053	0.00836	0.4758	0.0773	0.06829	0.00265	0.0198	0.0018	1.92767	0.02535	0.04	0.04	97.2
r2-37	0.0598	0.00493	0.58711	0.0478	0.07121	0.00177	0.02062	0.00151	4.08721	0.02996	0.11	0.11	-26.5
r2-49	0.06151	0.0046	0.6054	0.04475	0.07138	0.0017	0.02052	0.00117	2.53824	0.01744	0.12	0.12	-33.5
r2-22	0.05864	0.00427	0.58331	0.042	0.07214	0.0017	0.02214	0.00107	1.74822	0.01163	0.13	0.13	-19.6
r2-3	0.0598	0.00322	0.61133	0.03295	0.07415	0.00151	0.02154	0.00141	7.24735	0.03551	0.19	0.19	-23.5
r2-10	0.05608	0.00396	0.57401	0.0402	0.07424	0.00169	0.025	0.00139	3.28102	0.01914	0.14	0.14	1.4

Продолжение таблицы Г.3.

Измеренные отношения													
	$^{207}\text{Pb}/$ ^{206}Pb	1s	$^{207}\text{Pb}/$ ^{235}U	1s	$^{206}\text{Pb}/$ ^{238}U	1s	$^{208}\text{Pb}/$ ^{232}Th	1s	$^{238}\text{U}/$ ^{232}Th	1s	Glitter Err	Used rt	D
r3-22	0.0633	0.00823	0.69426	0.08852	0.07953	0.00285	0.02399	0.00138	1.05978	0.01201	0.07	0.07	-32.5
r3-18	0.06512	0.00382	0.72063	0.04252	0.08024	0.00186	0.02491	0.00115	2.85972	0.01518	0.21	0.21	-37.4
r3-12	0.06044	0.00579	0.67432	0.06372	0.0809	0.00235	0.02193	0.00204	4.89293	0.04098	0.11	0.11	-19.8
r2-41	0.16372	0.00406	9.44207	0.25365	0.41828	0.00764	0.11394	0.00373	0.96287	0.00728	0.45	0.45	-11.5
r3-24	0.16323	0.00287	9.46497	0.21731	0.42048	0.00794	0.10886	0.00388	10.33363	0.03921	0.66	0.66	-10.8
r2-8	0.15908	0.00386	9.28743	0.24599	0.42343	0.00767	0.10753	0.0041	2.84286	0.02008	0.46	0.46	-8.2
r2-52	0.1573	0.00267	9.23277	0.1913	0.4257	0.00707	0.11646	0.00377	3.71327	0.01307	0.61	0.61	-6.9
r2-5	0.18516	0.00604	11.57875	0.38756	0.45354	0.00942	0.15467	0.00563	1.17789	0.01356	0.35	0.35	-12.8
r3-8	0.16443	0.0047	10.15978	0.31837	0.44805	0.00945	0.11339	0.0054	5.29569	0.04495	0.46	0.46	-5.5
3r-2-5	0.17708	0.00438	10.93028	0.24194	0.44938	0.00933	0.09551	0.00291	1.08517	0.01524	0.34	0.34	-11
3r-2-3	0.15994	0.00396	9.96277	0.22188	0.45349	0.00924	0.09853	0.00409	2.95227	0.04096	0.33	0.33	-2.5
r3-31	0.1782	0.00332	11.15268	0.2639	0.45384	0.00868	0.111	0.00353	4.33512	0.02017	0.64	0.64	-10.2
3r-2-21	0.16113	0.00302	10.26597	0.17964	0.46385	0.00734	0.09364	0.00302	3.31319	0.02913	0.37	0.37	-0.9
r3-1	0.16312	0.00573	10.6079	0.3909	0.47159	0.01073	0.12284	0.00566	3.0117	0.02682	0.38	0.38	0.1
r3-11	0.14464	0.00803	9.43593	0.52091	0.47306	0.0133	0.1362	0.00753	2.18131	0.01943	0.24	0.24	11.3
r3-21	0.15839	0.00304	10.33107	0.24931	0.47298	0.00906	0.11925	0.00332	1.80132	0.00849	0.63	0.63	2.9
r2-54	0.17916	0.00409	11.80465	0.29834	0.47788	0.0086	0.13067	0.00442	1.52401	0.01102	0.49	0.49	-5.8
r3-14	0.18246	0.00352	12.19126	0.29414	0.48453	0.00934	0.13365	0.00379	2.03144	0.01049	0.63	0.63	-5.8
r3-9	0.17373	0.00651	11.99702	0.4659	0.50077	0.01187	0.12967	0.00442	0.90563	0.01145	0.36	0.36	1.1
r3-32	0.18479	0.00569	13.62903	0.4511	0.53482	0.01181	0.13986	0.00472	1.30182	0.01383	0.43	0.43	3

Продолжение таблицы Г.3.

Возрасты без коррекции, млн лет								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
r2-56	1206	282	278	31	181	7	222	14
r2-56-2	393	428	192	36	176	8	188	17
r2-39	410	152	201	12	184	4	193	10
r3-29	271	425	191	42	184	10	181	19
3r-2-12	295	302	193	24	185	11	135	17
3r-2-24	176	332	183	29	185	13	127	14
3r-2-16	201	114	187	8	187	5	154	8
3r-2-20	273	194	199	14	193	8	153	9
r2-59	112	425	188	41	195	9	177	16
r2-48	389	557	229	58	214	13	242	20
3r-2-14	409	323	239	30	223	15	168	17
r2-4	137	351	221	37	230	10	200	19
r2-44	77	264	221	26	235	7	223	14
r2-18	26	360	217	42	236	10	233	19
r2-26	270	356	244	38	241	10	231	18
r2-45	250	307	247	31	246	9	229	14
r2-23	210	159	243	15	247	5	258	11
r2-2	51	363	234	48	252	12	260	20
r2-32	198	297	248	31	254	9	265	17
r2-38	245	352	255	40	256	10	236	16
r2-21	202	285	255	30	261	9	243	14
r3-7	384	295	275	30	262	9	243	10
r2-30	755	171	323	21	267	6	284	11
r2-12	231	249	266	26	269	8	267	13
3r-2-11	478	487	296	63	274	24	180	24
3r-2-4	468	269	296	29	276	15	219	10

Продолжение таблицы Г.3.

Возрасты без коррекции, млн лет								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
r3-25	318	310	281	36	276	10	248	14
r2-57	494	248	302	27	277	8	268	14
r2-34	201	117	270	12	278	5	273	10
3r-2-6	155	216	266	22	280	12	209	11
r2-36	400	329	297	37	284	10	258	18
r2-20	482	405	308	50	285	13	324	24
r3-2	276	363	284	44	285	12	297	20
r2-11	104	192	267	20	286	7	271	11
r2-40	309	328	291	39	288	11	303	21
r2-17	398	286	305	33	293	9	307	19
r2-1	552	274	328	34	297	10	261	17
r3-26	352	209	304	24	297	8	276	11
r2-42	270	203	295	23	298	7	280	16
r3-19	475	293	320	35	299	10	265	14
r3-27	198	175	297	20	309	7	297	10
r2-29	538	253	341	31	312	9	290	16
r3-3	320	319	315	38	314	11	275	15
r3-4	496	265	341	32	319	10	273	17
r2-45	122	253	301	30	324	9	301	13
3r-2-23	328	182	333	21	335	13	279	17
3r-2-19	412	150	416	20	418	13	296	13
r2-19	219	330	395	53	426	16	396	36
r2-37	596	186	469	31	443	11	413	30
r2-49	657	170	481	28	444	10	411	23
r2-22	554	164	467	27	449	10	443	21
r2-3	596	116	484	21	461	9	431	28
r2-10	456	162	461	26	462	10	499	27

Продолжение таблицы Г.3.

Возрасты без коррекции, млн лет								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
r3-22	718	290	535	53	493	17	479	27
r3-18	778	125	551	25	498	11	497	23
r3-12	619	221	523	39	501	14	438	40
r2-41	2494	42	2382	25	2253	35	2181	68
r3-24	2489	29	2384	21	2263	36	2089	71
r2-8	2446	42	2367	24	2276	35	2064	75
r2-52	2427	30	2361	19	2286	32	2227	68
r2-5	2700	55	2571	31	2411	42	2907	99
r3-8	2502	50	2449	29	2387	42	2171	98
3r-2-5	2626	39	2517	21	2392	41	1844	54
3r-2-3	2455	40	2431	21	2411	41	1899	75
r3-31	2636	31	2536	22	2412	38	2128	64
3r-2-21	2468	32	2459	16	2457	32	1809	56
r3-1	2488	62	2489	34	2491	47	2342	102
r3-11	2284	101	2381	51	2497	58	2581	134
r3-21	2439	32	2465	22	2497	40	2277	60
r2-54	2645	40	2589	24	2518	38	2482	79
r3-14	2675	33	2619	23	2547	41	2535	68
r3-9	2594	66	2604	36	2617	51	2464	79
r3-32	2696	51	2724	31	2762	50	2646	84

Продолжение таблицы Г.3.

Корректированные отношения								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
r2-56	0.05219	0.00881	0.19735	0.03693	0.02743	0.00125	0.00861	0.0006
r2-56-2	0.05452	0.01156	0.20794	0.04319	0.02766	0.00132	0.00935	0.00086
r2-39	0.05495	0.00362	0.21934	0.01436	0.02895	0.00063	0.00959	0.00048
r3-29	0.05168	0.01263	0.20677	0.04947	0.02901	0.00163	0.009	0.00095
3r-2-12	0.05222	0.00764	0.20897	0.02809	0.02913	0.00175	0.0067	0.00087
3r-2-24	0.0496	0.0091	0.19793	0.0338	0.02905	0.00203	0.00632	0.0007
3r-2-16	0.05012	0.00261	0.20222	0.00951	0.02937	0.00076	0.00763	0.00042
3r-2-20	0.05173	0.00449	0.21621	0.01694	0.03043	0.00123	0.00761	0.00045
r2-59	0.04826	0.01159	0.2039	0.04827	0.03064	0.00142	0.0088	0.00082
r2-48	0.05443	0.01578	0.25302	0.0719	0.03371	0.00209	0.01206	0.00102
3r-2-14	0.05493	0.00854	0.26509	0.0373	0.03513	0.00243	0.00833	0.00083
r2-4	0.04877	0.00925	0.24374	0.04531	0.03625	0.00156	0.00996	0.00094
r2-44	0.04755	0.00635	0.24323	0.03198	0.0371	0.00117	0.01107	0.00072
r2-18	0.04655	0.01011	0.23884	0.05112	0.03721	0.0016	0.01161	0.00097
r2-26	0.05165	0.00916	0.27104	0.04709	0.03806	0.00157	0.01148	0.00092
r2-45	0.05121	0.00743	0.27512	0.03916	0.03897	0.00138	0.01141	0.0007
r2-23	0.05033	0.00349	0.27068	0.01867	0.03901	0.00085	0.01284	0.00057
r2-2	0.04704	0.01095	0.25902	0.05938	0.03994	0.00187	0.01293	0.00102
r2-32	0.05006	0.00721	0.27715	0.0392	0.04015	0.0014	0.01318	0.00085
r2-38	0.05109	0.00918	0.28578	0.05047	0.04057	0.00162	0.01174	0.0008
r2-21	0.05015	0.00688	0.28512	0.03841	0.04124	0.00139	0.01209	0.00068
r3-7	0.05432	0.00693	0.31047	0.03899	0.04145	0.00138	0.01209	0.00051
r2-30	0.05221	0.00596	0.29929	0.03953	0.04157	0.00118	0.01305	0.00038
r2-12	0.05079	0.00575	0.29893	0.03329	0.04268	0.00124	0.01332	0.00064
3r-2-11	0.05665	0.01475	0.3383	0.08305	0.04347	0.00396	0.00894	0.00122
3r-2-4	0.0564	0.0071	0.33881	0.03866	0.04373	0.00247	0.01088	0.00052

Продолжение таблицы Г.3.

Корректированные отношения								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
r3-25	0.05274	0.00796	0.31845	0.04727	0.04378	0.00162	0.01237	0.00071
r2-57	0.05705	0.00605	0.34573	0.03607	0.04396	0.00124	0.01335	0.00068
r2-34	0.05014	0.00253	0.30474	0.01552	0.04408	0.00085	0.01358	0.00051
3r-2-6	0.04916	0.00512	0.29984	0.02868	0.04441	0.00196	0.01037	0.00054
r2-36	0.05471	0.00812	0.34013	0.04948	0.04509	0.00164	0.01286	0.00089
r2-20	0.05675	0.01086	0.35372	0.06606	0.04521	0.00216	0.01618	0.00122
r3-2	0.05178	0.00942	0.323	0.05759	0.04523	0.00198	0.01482	0.00102
r2-11	0.0481	0.00421	0.30068	0.02605	0.04534	0.00109	0.01348	0.00057
r2-40	0.05254	0.00819	0.33133	0.05063	0.04574	0.00172	0.01512	0.00103
r2-17	0.05466	0.00691	0.35078	0.04354	0.04654	0.0015	0.01531	0.00093
r2-1	0.05858	0.0073	0.38065	0.0464	0.04713	0.00158	0.01301	0.00086
r3-26	0.05355	0.00492	0.34869	0.03172	0.04722	0.00128	0.01374	0.00056
r2-42	0.05164	0.00463	0.33718	0.02981	0.04736	0.00121	0.01395	0.00078
r3-19	0.05657	0.00725	0.37012	0.04657	0.04744	0.00163	0.01322	0.0007
r3-27	0.05007	0.00394	0.33921	0.02659	0.04913	0.00122	0.01481	0.00052
r2-29	0.05822	0.00642	0.39842	0.04311	0.04964	0.00149	0.01445	0.00079
r3-3	0.05279	0.0075	0.36314	0.05072	0.04988	0.00181	0.01371	0.00077
r3-4	0.05712	0.00647	0.39908	0.04446	0.05067	0.00161	0.01362	0.00086
r2-45	0.04847	0.00561	0.34463	0.0393	0.05157	0.00148	0.01498	0.00067
3r-2-23	0.05299	0.00427	0.38765	0.0281	0.05326	0.00206	0.01392	0.00087
3r-2-19	0.05499	0.00366	0.50644	0.03025	0.06705	0.00223	0.01474	0.00063
r2-19	0.05053	0.00836	0.4758	0.0773	0.06829	0.00265	0.0198	0.0018
r2-37	0.0598	0.00493	0.58711	0.0478	0.07121	0.00177	0.02062	0.00151
r2-49	0.06151	0.0046	0.6054	0.04475	0.07138	0.0017	0.02052	0.00117
r2-22	0.05864	0.00427	0.58331	0.042	0.07214	0.0017	0.02214	0.00107
r2-3	0.0598	0.00322	0.61133	0.03295	0.07415	0.00151	0.02154	0.00141
r2-10	0.05608	0.00396	0.57401	0.0402	0.07424	0.00169	0.025	0.00139

Продолжение таблицы Г.3.

Корректированные отношения								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
r3-22	0.0633	0.00823	0.69426	0.08852	0.07953	0.00285	0.02399	0.00138
r3-18	0.06512	0.00382	0.72063	0.04252	0.08024	0.00186	0.02491	0.00115
r3-12	0.06044	0.00579	0.67432	0.06372	0.0809	0.00235	0.02193	0.00204
r2-41	0.16372	0.00406	9.44207	0.25365	0.41828	0.00764	0.11394	0.00373
r3-24	0.16323	0.00287	9.46497	0.21731	0.42048	0.00794	0.10886	0.00388
r2-8	0.15908	0.00386	9.28743	0.24599	0.42343	0.00767	0.10753	0.0041
r2-52	0.1573	0.00267	9.23277	0.1913	0.4257	0.00707	0.11646	0.00377
r2-5	0.16547	0.00694	10.04374	0.53504	0.44022	0.01055	0.12226	0.00292
r3-8	0.16443	0.0047	10.15978	0.31837	0.44805	0.00945	0.11339	0.0054
3r-2-5	0.17708	0.00438	10.93028	0.24194	0.44938	0.00933	0.09551	0.00291
3r-2-3	0.15994	0.00396	9.96277	0.22188	0.45349	0.00924	0.09853	0.00409
r3-31	0.1782	0.00332	11.15268	0.2639	0.45384	0.00868	0.111	0.00353
3r-2-21	0.16113	0.00302	10.26597	0.17964	0.46385	0.00734	0.09364	0.00302
r3-1	0.16312	0.00573	10.6079	0.3909	0.47159	0.01073	0.12284	0.00566
r3-11	0.14363	0.00773	9.35403	0.55053	0.47235	0.01417	0.133	0.00411
r3-21	0.15839	0.00304	10.33107	0.24931	0.47298	0.00906	0.11925	0.00332
r2-54	0.17916	0.00409	11.80465	0.29834	0.47788	0.0086	0.13067	0.00442
r3-14	0.18246	0.00352	12.19126	0.29414	0.48453	0.00934	0.13365	0.00379
r3-9	0.17373	0.00651	11.99702	0.4659	0.50077	0.01187	0.12967	0.00442
r3-32	0.18479	0.00569	13.62903	0.4511	0.53482	0.01181	0.13986	0.00472

Продолжение таблицы Г.3.

Корректированные возрасты, млн лет								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
r2-56	294	351	183	31	174	8	173	12
r2-56-2	393	428	192	36	176	8	188	17
r2-39	410	152	201	12	184	4	193	10
r3-29	271	425	191	42	184	10	181	19
3r-2-12	295	302	193	24	185	11	135	17
3r-2-24	176	332	183	29	185	13	127	14
3r-2-16	201	114	187	8	187	5	154	8
3r-2-20	273	194	199	14	193	8	153	9
r2-59	112	425	188	41	195	9	177	16
r2-48	389	557	229	58	214	13	242	20
3r-2-14	409	323	239	30	223	15	168	17
r2-4	137	351	221	37	230	10	200	19
r2-44	77	264	221	26	235	7	223	14
r2-18	26	360	217	42	236	10	233	19
r2-26	270	356	244	38	241	10	231	18
r2-45	250	307	247	31	246	9	229	14
r2-23	210	159	243	15	247	5	258	11
r2-2	51	363	234	48	252	12	260	20
r2-32	198	297	248	31	254	9	265	17
r2-38	245	352	255	40	256	10	236	16
r2-21	202	285	255	30	261	9	243	14
r3-7	384	295	275	30	262	9	243	10
r2-30	295	257	266	31	263	7	262	8
r2-12	231	249	266	26	269	8	267	13
3r-2-11	478	487	296	63	274	24	180	24
3r-2-4	468	269	296	29	276	15	219	10

Продолжение таблицы Г.3.

Корректированные возрасты, млн лет								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
r3-25	318	310	281	36	276	10	248	14
r2-57	494	248	302	27	277	8	268	14
r2-34	201	117	270	12	278	5	273	10
3r-2-6	155	216	266	22	280	12	209	11
r2-36	400	329	297	37	284	10	258	18
r2-20	482	405	308	50	285	13	324	24
r3-2	276	363	284	44	285	12	297	20
r2-11	104	192	267	20	286	7	271	11
r2-40	309	328	291	39	288	11	303	21
r2-17	398	286	305	33	293	9	307	19
r2-1	552	274	328	34	297	10	261	17
r3-26	352	209	304	24	297	8	276	11
r2-42	270	203	295	23	298	7	280	16
r3-19	475	293	320	35	299	10	265	14
r3-27	198	175	297	20	309	7	297	10
r2-29	538	253	341	31	312	9	290	16
r3-3	320	319	315	38	314	11	275	15
r3-4	496	265	341	32	319	10	273	17
r2-45	122	253	301	30	324	9	301	13
3r-2-23	328	182	333	21	335	13	279	17
3r-2-19	412	150	416	20	418	13	296	13
r2-19	219	330	395	53	426	16	396	36
r2-37	596	186	469	31	443	11	413	30
r2-49	657	170	481	28	444	10	411	23
r2-22	554	164	467	27	449	10	443	21
r2-3	596	116	484	21	461	9	431	28
r2-10	456	162	461	26	462	10	499	27

Продолжение таблицы Г.3.

Корректированные возрасты, млн лет								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
r3-22	718	290	535	53	493	17	479	27
r3-18	778	125	551	25	498	11	497	23
r3-12	619	221	523	39	501	14	438	40
r2-41	2494	42	2382	25	2253	35	2181	68
r3-24	2489	29	2384	21	2263	36	2089	71
r2-8	2446	42	2367	24	2276	35	2064	75
r2-52	2427	30	2361	19	2286	32	2227	68
r2-5	2512	72	2439	49	2352	47	2331	53
r3-8	2502	50	2449	29	2387	42	2171	98
3r-2-5	2626	39	2517	21	2392	41	1844	54
3r-2-3	2455	40	2431	21	2411	41	1899	75
r3-31	2636	31	2536	22	2412	38	2128	64
3r-2-21	2468	32	2459	16	2457	32	1809	56
r3-1	2488	62	2489	34	2491	47	2342	102
r3-11	2271	98	2373	54	2494	62	2524	73
r3-21	2439	32	2465	22	2497	40	2277	60
r2-54	2645	40	2589	24	2518	38	2482	79
r3-14	2675	33	2619	23	2547	41	2535	68
r3-9	2594	66	2604	36	2617	51	2464	79
r3-32	2696	51	2724	31	2762	50	2646	84

Продолжение таблицы Г.3.

	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	r_{TW}	D	err
r2-56	36.461	1.663	0.05219	0.00881	-0.000427	4.92	0.94
r2-56-2	36.153	1.725	0.05452	0.01156	0.00004	8.33	1.77
r2-39	34.542	0.752	0.05495	0.00362	-0.000012	8.46	0.58
r3-29	34.471	1.937	0.05168	0.01263	0.000046	3.66	0.91
3r-2-12	34.329	2.062	0.05222	0.00764	0.000084	4.15	0.59
3r-2-24	34.423	2.405	0.0496	0.0091	0.000091	-1.09	-0.20
3r-2-16	34.048	0.881	0.05012	0.00261	0.000029	0.00	0.00
3r-2-20	32.862	1.328	0.05173	0.00449	0.000055	3.02	0.25
r2-59	32.637	1.513	0.04826	0.01159	0.000027	-3.72	-0.91
r2-48	29.665	1.839	0.05443	0.01578	0.000077	6.55	1.88
3r-2-14	28.466	1.969	0.05493	0.00854	0.000122	6.69	0.97
r2-4	27.586	1.187	0.04877	0.00925	0.000037	-4.07	-0.76
r2-44	26.954	0.85	0.04755	0.00635	0.000003	-6.33	-0.83
r2-18	26.874	1.156	0.04655	0.01011	0.000025	-8.76	-1.89
r2-26	26.274	1.084	0.05165	0.00916	0.000037	1.23	0.22
r2-45	25.661	0.909	0.05121	0.00743	0.000018	0.40	0.06
r2-23	25.634	0.559	0.05033	0.00349	-0.000018	-1.65	-0.11
r2-2	25.038	1.172	0.04704	0.01095	0.000033	-7.69	-1.76
r2-32	24.907	0.868	0.05006	0.00721	0.000014	-2.42	-0.34
r2-38	24.649	0.984	0.05109	0.00918	0.000026	-0.39	-0.07
r2-21	24.248	0.817	0.05015	0.00688	0.000013	-2.35	-0.31
r3-7	24.125	0.803	0.05432	0.00693	-0.000002	4.73	0.58
r2-30	24.054	0.681	0.05221	0.00596	-0.000807	1.13	0.15
r2-12	23.43	0.681	0.05079	0.00575	0.000002	-1.13	-0.12
3r-2-11	23.004	2.096	0.05665	0.01475	0.000196	7.43	1.81
3r-2-4	22.868	1.292	0.0564	0.0071	0.000123	6.76	0.77

Продолжение таблицы Г.3.

	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	r_{TW}	D	err
r3-25	22.841	0.845	0.05274	0.00796	0.000007	1.78	0.26
r2-57	22.748	0.642	0.05705	0.00605	-0.000001	8.28	0.84
r2-34	22.686	0.437	0.05014	0.00253	-0.000021	-2.96	-0.15
3r-2-6	22.517	0.994	0.04916	0.00512	0.000083	-5.26	-0.50
r2-36	22.178	0.807	0.05471	0.00812	0.000028	4.38	0.62
r2-20	22.119	1.057	0.05675	0.01086	0.000066	7.47	1.38
r3-2	22.109	0.968	0.05178	0.00942	0.000036	-0.35	-0.06
r2-11	22.056	0.53	0.0481	0.00421	-0.000017	-7.12	-0.60
r2-40	21.863	0.822	0.05254	0.00819	0.000003	1.03	0.16
r2-17	21.487	0.693	0.05466	0.00691	0.000011	3.93	0.48
r2-1	21.218	0.711	0.05858	0.0073	0.000025	9.45	1.12
r3-26	21.177	0.574	0.05355	0.00492	-0.00002	2.30	0.21
r2-42	21.115	0.539	0.05164	0.00463	-0.000009	-1.02	-0.09
r3-19	21.079	0.724	0.05657	0.00725	0.000008	6.56	0.81
r3-27	20.354	0.505	0.05007	0.00394	-0.000028	-4.04	-0.31
r2-29	20.145	0.605	0.05822	0.00642	0.000009	8.50	0.88
r3-3	20.048	0.727	0.05279	0.0075	0.000006	0.32	0.04
r3-4	19.736	0.627	0.05712	0.00647	-0.000002	6.45	0.69
r2-45	19.391	0.557	0.04847	0.00561	-0.000003	-7.64	-0.85
3r-2-23	18.776	0.726	0.05299	0.00427	0.000092	-0.60	-0.04
3r-2-19	14.914	0.496	0.05499	0.00366	0.000098	-0.48	-0.03
r2-19	14.643	0.568	0.05053	0.00836	0.000036	-7.85	-1.18
r2-37	14.043	0.349	0.0598	0.00493	-0.00002	5.54	0.42
r2-49	14.01	0.334	0.06151	0.0046	-0.000021	7.69	0.51
r2-22	13.862	0.327	0.05864	0.00427	-0.00002	3.85	0.25
r2-3	13.486	0.275	0.0598	0.00322	-0.000031	4.75	0.24
r2-10	13.47	0.307	0.05608	0.00396	-0.000028	-0.22	-0.01

Окончание таблицы Г.3.

	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	r_{TW}	D	err
r3-22	12.574	0.451	0.0633	0.00823	0.000021	7.85	0.89
r3-18	12.463	0.289	0.06512	0.00382	-0.000045	9.62	0.50
r3-12	12.361	0.359	0.06044	0.00579	-0.000021	4.21	0.36
r2-41	2.391	0.044	0.16372	0.00406	0.000037	9.66	0.20
r3-24	2.378	0.045	0.16323	0.00287	0.000026	9.08	0.14
r2-8	2.362	0.043	0.15908	0.00386	0.000022	6.95	0.14
r2-52	2.349	0.039	0.1573	0.00267	0.000063	5.81	0.09
r2-5	2.272	0.054	0.16547	0.00694	-0.003851	6.37	0.21
r3-8	2.232	0.047	0.16443	0.0047	-0.000028	4.60	0.11
3r-2-5	2.225	0.046	0.17708	0.00438	0.00102	8.91	0.17
3r-2-3	2.205	0.045	0.15994	0.00396	0.000898	1.79	0.04
r3-31	2.203	0.042	0.1782	0.00332	0.000033	8.50	0.13
3r-2-21	2.156	0.034	0.16113	0.00302	0.000647	0.45	0.01
r3-1	2.12	0.048	0.16312	0.00573	-0.000006	-0.12	0.00
r3-11	2.117	0.064	0.14363	0.00773	-0.001226	-9.82	-0.49
r3-21	2.114	0.04	0.15839	0.00304	0.000004	-2.38	-0.04
r2-54	2.093	0.038	0.17916	0.00409	0.000066	4.80	0.09
r3-14	2.064	0.04	0.18246	0.00352	0.000035	4.79	0.08
r3-9	1.997	0.047	0.17373	0.00651	0.000006	-0.89	-0.03
r3-32	1.87	0.041	0.18479	0.00569	0.000052	-2.45	-0.06

Таблица Г.4. – U-Pb возраста детритовых цирконов котовской свиты (проба J-14-160)

Измеренные отношения													
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s	$^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$	1s	Glitter Err	Used rt	D
3r-6-51	0.05427	0.01356	0.29866	0.06911	0.04007	0.00393	0.00903	0.00159	1.42177	0.03202	0.02	0.02	-34.7
3r-6-53	0.04705	0.02988	0.28385	0.17338	0.04392	0.00794	0.00672	0.00324	1.58835	0.05464	0.01	0.01	442.7
3r-6-38	0.05405	0.00437	0.32781	0.02394	0.04416	0.00168	0.01082	0.00063	1.41642	0.01404	0.04	0.04	-26.2
3r-6-23	0.0518	0.0037	0.33114	0.02144	0.04655	0.00157	0.0106	0.00049	0.9792	0.00914	0.05	0.05	5.8
3r-6-27	0.05762	0.00535	0.36862	0.0306	0.04657	0.00209	0.01071	0.00063	0.94266	0.01154	0.04	0.04	-44.3
3k-1-61	0.05454	0.0081	0.35453	0.04832	0.04732	0.00296	0.01257	0.00133	1.70766	0.02799	0.03	0.03	-25.1
3r-6-24	0.04701	0.00679	0.30677	0.04114	0.04751	0.00273	0.01099	0.00088	1.03174	0.01632	0.03	0.03	511.1
3r-6-8	0.04919	0.00451	0.32157	0.02673	0.0476	0.002	0.01155	0.00064	1.02321	0.00973	0.04	0.04	92.5
3r-6-17	0.05147	0.00518	0.34189	0.03112	0.04836	0.00224	0.01127	0.00076	1.14521	0.0148	0.04	0.04	16.2
3r-6-28	0.04859	0.00323	0.34081	0.02052	0.05106	0.00163	0.0118	0.0004	0.50953	0.00485	0.06	0.06	153.5
3r-6-10	0.05908	0.01542	0.4259	0.10111	0.05249	0.00601	0.0092	0.00229	1.51753	0.03742	0.02	0.02	-43.5
3r-6-33	0.04913	0.00647	0.35888	0.04338	0.05318	0.00299	0.01239	0.00121	1.70768	0.02929	0.03	0.03	119.1
3r-6-29	0.05324	0.00445	0.39468	0.02991	0.05397	0.0021	0.01225	0.00071	1.22017	0.01366	0.05	0.05	-0.4
3r-6-19	0.05511	0.00599	0.41288	0.04083	0.05454	0.00266	0.01029	0.00088	1.3797	0.01989	0.04	0.04	-18.6
r2-6-3	0.05685	0.0052	0.45384	0.04102	0.05789	0.00162	0.01856	0.00133	3.93283	0.02651	0.12	0.12	-26
r2-6-7	0.06062	0.00598	0.56901	0.05527	0.06807	0.00203	0.02254	0.00147	2.58141	0.021	0.1	0.1	-33.2
3r-6-45	0.04981	0.0363	0.48086	0.33871	0.07028	0.01396	0.01531	0.00884	2.49793	0.10181	0.02	0.02	139
3r-6-16	0.05042	0.00446	0.48897	0.03935	0.0706	0.00288	0.01559	0.00125	2.0365	0.02797	0.05	0.05	108
3r-6-7	0.05757	0.00264	0.59006	0.02431	0.07461	0.00184	0.01906	0.00105	3.70587	0.02157	0.1	0.1	-10.3
3r-6-1	0.05205	0.00616	0.53423	0.0579	0.07472	0.00389	0.01662	0.00157	1.56282	0.02825	0.04	0.04	63.2
3r-6-39	0.05481	0.00155	0.5686	0.01477	0.07553	0.00128	0.01725	0.00069	4.72212	0.02066	0.18	0.18	16.2
3r-6-3	0.05383	0.00547	0.60338	0.0553	0.0816	0.00396	0.01541	0.00382	9.96082	0.13027	0.05	0.05	40
3r-6-35	0.05686	0.0024	0.647	0.02466	0.08285	0.0019	0.01961	0.00071	1.40287	0.01054	0.11	0.11	5.4
3r-6-21	0.14104	0.00327	7.68397	0.16105	0.39663	0.00736	0.08501	0.00342	3.57555	0.03731	0.32	0.32	-4.9
3r-6-28	0.17191	0.00444	12.4037	0.28985	0.5253	0.01147	0.12039	0.00368	1.02358	0.01523	0.35	0.35	6.5

Продолжение таблицы Г.4.

Возрасты без коррекции, млн лет								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
3r-6-51	382	498	265	54	253	24	182	32
3r-6-53	52	1018	254	137	277	49	135	65
3r-6-38	373	193	288	18	279	10	218	13
3r-6-23	277	161	290	16	293	10	213	10
3r-6-27	515	207	319	23	293	13	215	13
3k-1-61	393	338	308	36	298	18	252	27
3r-6-24	50	259	272	32	299	17	221	18
3r-6-8	157	203	283	21	300	12	232	13
3r-6-17	262	226	299	24	304	14	227	15
3r-6-28	128	146	298	16	321	10	237	8
3r-6-10	570	508	360	72	330	37	185	46
3r-6-33	154	271	311	32	334	18	249	24
3r-6-29	339	189	338	22	339	13	246	14
3r-6-19	417	245	351	29	342	16	207	18
r2-6-3	486	206	380	29	363	10	372	26
r2-6-7	626	219	457	36	425	12	451	29
3r-6-45	186	1158	399	232	438	84	307	176
3r-6-16	214	197	404	27	440	17	313	25
3r-6-7	513	101	471	16	464	11	382	21
3r-6-1	288	261	435	38	465	23	333	31
3r-6-39	404	67	457	10	469	8	346	14
3r-6-3	364	228	479	35	506	24	309	76
3r-6-35	486	93	507	15	513	11	393	14
3r-6-21	2240	40	2195	19	2154	34	1649	64
3r-6-28	2576	43	2635	22	2722	48	2298	66

Продолжение таблицы Г.4.

Корректированные отношения											
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{P}$ b	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{T}$ h	1s	rr	$^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$	1s
3r-6-51	0.05427	0.01356	0.29866	0.06911	0.04007	0.00393	0.00903	0.00159	0.02	1.42	0.03
3r-6-53	0.04705	0.02988	0.28385	0.17338	0.04392	0.00794	0.00672	0.00324	0.01	1.59	0.05
3r-6-38	0.05405	0.00437	0.32781	0.02394	0.04416	0.00168	0.01082	0.00063	0.04	1.42	0.01
3r-6-23	0.0518	0.0037	0.33114	0.02144	0.04655	0.00157	0.0106	0.00049	0.05	0.98	0.01
3r-6-27	0.05762	0.00535	0.36862	0.0306	0.04657	0.00209	0.01071	0.00063	0.04	0.94	0.01
3k-1-61	0.05454	0.0081	0.35453	0.04832	0.04732	0.00296	0.01257	0.00133	0.03	1.71	0.03
3r-6-24	0.04701	0.00679	0.30677	0.04114	0.04751	0.00273	0.01099	0.00088	0.03	1.03	0.02
3r-6-8	0.04919	0.00451	0.32157	0.02673	0.0476	0.002	0.01155	0.00064	0.04	1.02	0.01
3r-6-17	0.05147	0.00518	0.34189	0.03112	0.04836	0.00224	0.01127	0.00076	0.04	1.15	0.01
3r-6-28	0.04859	0.00323	0.34081	0.02052	0.05106	0.00163	0.0118	0.0004	0.06	0.51	0.01
3r-6-10	0.05908	0.01542	0.4259	0.10111	0.05249	0.00601	0.0092	0.00229	0.02	1.52	0.04
3r-6-33	0.04913	0.00647	0.35888	0.04338	0.05318	0.00299	0.01239	0.00121	0.03	1.71	0.03
3r-6-29	0.05324	0.00445	0.39468	0.02991	0.05397	0.0021	0.01225	0.00071	0.05	1.22	0.01
3r-6-19	0.05511	0.00599	0.41288	0.04083	0.05454	0.00266	0.01029	0.00088	0.04	1.38	0.02
r2-6-3	0.05685	0.0052	0.45384	0.04102	0.05789	0.00162	0.01856	0.00133	0.12	3.93	0.03
r2-6-7	0.06062	0.00598	0.56901	0.05527	0.06807	0.00203	0.02254	0.00147	0.1	2.58	0.02
3r-6-45	0.04981	0.0363	0.48086	0.33871	0.07028	0.01396	0.01531	0.00884	0.02	2.5	0.1
3r-6-16	0.05042	0.00446	0.48897	0.03935	0.0706	0.00288	0.01559	0.00125	0.05	2.04	0.03
3r-6-7	0.05757	0.00264	0.59006	0.02431	0.07461	0.00184	0.01906	0.00105	0.1	3.71	0.02
3r-6-1	0.05205	0.00616	0.53423	0.0579	0.07472	0.00389	0.01662	0.00157	0.04	1.56	0.03
3r-6-39	0.05481	0.00155	0.5686	0.01477	0.07553	0.00128	0.01725	0.00069	0.18	4.72	0.02
3r-6-3	0.05383	0.00547	0.60338	0.0553	0.0816	0.00396	0.01541	0.00382	0.05	9.96	0.13
3r-6-35	0.05686	0.0024	0.647	0.02466	0.08285	0.0019	0.01961	0.00071	0.11	1.4	0.01
3r-6-21	0.14104	0.00327	7.68397	0.16105	0.39663	0.00736	0.08501	0.00342	0.32	3.58	0.04
3r-6-28	0.17191	0.00444	12.4037	0.28985	0.5253	0.01147	0.12039	0.00368	0.35	1.02	0.02

Продолжение таблицы Г.4.

Корректированные возрасты, млн лет								
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s
3r-6-51	382	498	265	54	253	24	182	32
3r-6-53	52	1018	254	137	277	49	135	65
3r-6-38	373	193	288	18	279	10	218	13
3r-6-23	277	161	290	16	293	10	213	10
3r-6-27	515	207	319	23	293	13	215	13
3k-1-61	393	338	308	36	298	18	252	27
3r-6-24	50	259	272	32	299	17	221	18
3r-6-8	157	203	283	21	300	12	232	13
3r-6-17	262	226	299	24	304	14	227	15
3r-6-28	128	146	298	16	321	10	237	8
3r-6-10	570	508	360	72	330	37	185	46
3r-6-33	154	271	311	32	334	18	249	24
3r-6-29	339	189	338	22	339	13	246	14
3r-6-19	417	245	351	29	342	16	207	18
r2-6-3	486	206	380	29	363	10	372	26
r2-6-7	626	219	457	36	425	12	451	29
3r-6-45	186	1158	399	232	438	84	307	176
3r-6-16	214	197	404	27	440	17	313	25
3r-6-7	513	101	471	16	464	11	382	21
3r-6-1	288	261	435	38	465	23	333	31
3r-6-39	404	67	457	10	469	8	346	14
3r-6-3	364	228	479	35	506	24	309	76
3r-6-35	486	93	507	15	513	11	393	14
3r-6-21	2240	40	2195	19	2154	34	1649	64
3r-6-28	2576	43	2635	22	2722	48	2298	66

Окончание таблицы Г.4.

	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	r_{TW}	D	err
3r-6-51	24.956	2.448	0.05427	0.01356	0.000194	4.53	1.06
3r-6-53	22.769	4.116	0.04705	0.02988	0.000326	-9.06	-5.48
3r-6-38	22.645	0.861	0.05405	0.00437	0.000076	3.13	0.23
3r-6-23	21.482	0.725	0.0518	0.0037	0.000066	-1.03	-0.07
3r-6-27	21.473	0.964	0.05762	0.00535	0.000105	8.15	0.68
3k-1-61	21.133	1.322	0.05454	0.0081	0.000142	3.25	0.44
3r-6-24	21.048	1.209	0.04701	0.00679	0.000109	-9.93	-1.33
3r-6-8	21.008	0.883	0.04919	0.00451	0.000084	-6.01	-0.51
3r-6-17	20.678	0.958	0.05147	0.00518	0.000099	-1.67	-0.15
3r-6-28	19.585	0.625	0.04859	0.00323	0.000063	-7.72	-0.48
3r-6-10	19.051	2.181	0.05908	0.01542	0.000317	8.33	1.93
3r-6-33	18.804	1.057	0.04913	0.00647	0.000125	-7.40	-0.87
3r-6-29	18.529	0.721	0.05324	0.00445	0.000092	-0.30	-0.02
3r-6-19	18.335	0.894	0.05511	0.00599	0.000125	2.56	0.24
r2-6-3	17.274	0.483	0.05685	0.0052	-0.000019	4.47	0.39
r2-6-7	14.691	0.438	0.06062	0.00598	-0.000011	7.00	0.63
3r-6-45	14.229	2.826	0.04981	0.0363	0.000555	-9.77	-6.37
3r-6-16	14.164	0.578	0.05042	0.00446	0.000118	-8.91	-0.68
3r-6-7	13.403	0.331	0.05757	0.00264	0.000076	1.49	0.06
3r-6-1	13.383	0.697	0.05205	0.00616	0.000167	-6.90	-0.69
3r-6-39	13.24	0.224	0.05481	0.00155	0.00004	-2.63	-0.07
3r-6-3	12.255	0.595	0.05383	0.00547	0.000176	-5.64	-0.48
3r-6-35	12.07	0.277	0.05686	0.0024	0.000074	-1.18	-0.04
3r-6-21	2.521	0.047	0.14104	0.00327	0.000619	3.84	0.08
3r-6-28	1.904	0.042	0.17191	0.00444	0.001184	-5.67	-0.12

Приложение Д. U-Pb данные датирования акцессорных цирконов из гранитных валунов котовской свиты

Таблица Д.1. – U-Pb данные для пробы J-16-1002

	Измеренные отношения				common Pb at age of zirc	Возрасты без коррекции					
	$^{238}\text{U}/$ ^{206}Pb	1 s	$^{207}\text{Pb}/$ ^{206}Pb	1 s		$^{206}\text{Pb}/$ ^{238}U	1 s	$^{208}\text{Pb}/$ ^{232}Th	1 s	$^{207}\text{Pb}/$ ^{206}Pb	1 s
97	34.19	0.37	0.0497	0.0009	0.848	186	2	186	3	182	42
98	22.64	0.39	0.0564	0.0025	0.854	279	5	274	9	469	96
99	34.59	0.44	0.0520	0.0012	0.848	184	2	187	3	286	54
100	34.82	0.40	0.0521	0.0012	0.848	183	2	183	3	292	53
101	34.20	0.41	0.0537	0.0016	0.848	186	2	172	4	356	66
102	35.22	0.45	0.0488	0.0018	0.847	180	2	188	4	137	85
103	36.07	0.78	0.0467	0.0030	0.847	176	4	186	10	36	152
104	35.95	0.78	0.0534	0.0031	0.847	177	4	185	7	348	133
105	35.88	0.57	0.0510	0.0023	0.847	177	3	173	5	239	103
106	35.71	0.55	0.0522	0.0018	0.847	178	3	174	4	293	79
107	34.84	0.37	0.0498	0.0011	0.848	182	2	176	3	185	51
115	36.10	0.62	0.0500	0.0019	0.847	176	3	172	5	196	86
116	35.06	0.69	0.0494	0.0030	0.847	181	4	168	6	166	142
117	34.00	0.38	0.0522	0.0014	0.848	187	2	190	3	295	63
118	35.44	0.73	0.0521	0.0028	0.847	179	4	167	5	288	121

Окончание таблицы Д.1.

	Pb ²⁰⁴ (ppm)	Pb ²⁰⁶ (ppm)	Pb ²⁰⁷ (ppm)	Pb ²⁰⁸ (ppm)	Th ²³² (ppm)	U ²³⁸ (ppm)	Ti ⁴⁹ (ppm)	Fe ⁵⁶ (ppm)	Hf ¹⁷⁸ (ppm)
97	0.00	13	1	7	761	475	10	0	9432
98	0.00	4	0	1	77	85	16	2	8692
99	0.01	18	1	9	1025	688	6	9	10124
100	0.00	10	1	5	526	361	9	0	9280
101	0.00	14	1	5	553	485	14	6	8602
102	0.00	5	0	1	152	190	9	0	8492
103	0.00	1	0	0	35	51	14	1	7420
104	0.00	3	0	1	111	103	11	5	8044
105	0.00	3	0	1	140	127	11	0	8431
106	0.00	4	0	2	222	156	8	0	8669
107	0.01	13	1	4	439	474	9	0	9699
115	0.00	6	0	2	240	229	9	2	10151
116	0.01	2	0	1	78	74	11	0	8350
117	0.00	22	1	9	933	746	10	5	9288
118	0.00	2	0	1	100	76	13	0	7795

Таблица Д.2. – U-Pb данные для пробы J-16-1003

	Измеренные отношения				common Pb at age of zirc	Возрасты без коррекции					
	$^{238}\text{U}/$ ^{206}Pb	1 s	$^{207}\text{Pb}/$ ^{206}Pb	1 s		$^{206}\text{Pb}/$ ^{238}U	1 s	$^{208}\text{Pb}/$ ^{232}Th	1 s	$^{207}\text{Pb}/$ ^{206}Pb	1 s
88	3.77	0.03	0.1636	0.0010	0.955	1518	14	1435	22	2493	10
85	19.90	0.32	0.0762	0.0030	0.857	316	5	374	11	1101	78
79	20.89	0.20	0.0523	0.0009	0.856	301	3	305	6	296	39
80	20.14	0.18	0.0518	0.0009	0.856	312	3	320	5	278	39
81	20.23	0.20	0.0525	0.0008	0.856	311	3	309	6	308	35
82	20.16	0.42	0.0552	0.0031	0.856	312	7	308	14	420	126
83	21.11	0.27	0.0532	0.0012	0.855	298	4	317	8	339	51
84	20.00	0.21	0.0566	0.0012	0.857	314	3	324	6	476	47
86	20.23	0.18	0.0526	0.0008	0.856	311	3	312	5	313	34
87	21.00	0.24	0.0525	0.0011	0.856	300	3	301	6	308	47
89	19.98	0.18	0.0529	0.0009	0.857	315	3	328	6	326	37
90	20.39	0.30	0.0525	0.0014	0.856	309	4	334	9	306	61
91	20.19	0.21	0.0518	0.0010	0.856	312	3	320	5	276	44
92	20.67	0.25	0.0523	0.0012	0.856	305	4	315	6	298	54
93	19.76	0.25	0.0514	0.0018	0.857	318	4	325	10	259	79
94	20.15	0.29	0.0529	0.0020	0.856	312	5	301	11	323	86
95	19.53	0.26	0.0506	0.0013	0.857	322	4	342	8	221	59
96	20.22	0.23	0.0501	0.0014	0.856	311	4	306	6	198	64

Окончание таблицы Д.1.

	Pb ²⁰⁴ (ppm)	Pb ²⁰⁶ (ppm)	Pb ²⁰⁷ (ppm)	Pb ²⁰⁸ (ppm)	Th ²³² (ppm)	U ²³⁸ (ppm)	Ti ⁴⁹ (ppm)	Fe ⁵⁶ (ppm)	Hf ¹⁷⁸ (ppm)
88	0.00	169	28	23	326	668	13	126	11054
85	0.05	23	2	6	354	510	10	506	10025
79	0.01	23	1	4	258	488	3	10	9695
80	0.02	25	1	9	621	512	14	13	6717
81	0.01	24	1	5	321	501	3	8	10826
82	0.00	2	0	0	24	36	17	1	6671
83	0.01	10	1	1	86	218	3	14	9357
84	0.01	19	1	4	280	392	10	25	10835
86	0.00	28	1	5	331	596	9	23	10721
87	0.00	10	1	4	251	227	12	2	6900
89	0.01	20	1	4	263	403	3	14	11563
90	0.00	25	1	3	207	493	3	9	11445
91	0.00	16	1	7	430	325	5	5	7005
92	0.00	35	2	9	588	704	7	79	9977
93	0.00	5	0	1	53	92	3	0	10446
94	0.00	4	0	1	46	92	4	2	10800
95	0.00	9	0	3	176	175	4	5	10040
96	0.01	9	0	3	203	190	8	0	9019

Таблица Д.3. – U-Pb данные для пробы J-16-1005

	Измеренные отношения				common Pb at age of zirc	Возрасты без коррекции					
	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	1 s	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1 s		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 s	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1 s	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1 s
119	2.14	0.02	0.1787	0.0016	1.053	2475	28	2353	42	2641	15
126	2.25	0.02	0.1626	0.0013	1.042	2371	24	2403	36	2483	13
122	24.71	0.37	0.0488	0.0018	0.853	256	4	260	6	139	86
123	20.68	0.19	0.0526	0.0010	0.856	304	3	303	5	311	42
125	20.44	0.29	0.0523	0.0015	0.856	308	4	311	9	297	65
127	22.06	0.24	0.0628	0.0009	0.855	286	3	281	5	701	31
128	20.63	0.21	0.0553	0.0007	0.856	305	3	313	5	425	29
129	20.91	0.34	0.0548	0.0021	0.856	301	5	298	9	404	85
130	20.17	0.23	0.0530	0.0012	0.856	312	3	312	7	330	52
131	20.52	0.40	0.0524	0.0016	0.856	307	6	313	8	303	69
132	20.68	0.21	0.0525	0.0009	0.856	304	3	314	6	307	40
133	20.49	0.18	0.0522	0.0010	0.856	307	3	312	5	294	42
	Pb^{204} (ppm)	Pb^{206} (ppm)	Pb^{207} (ppm)	Pb^{208} (ppm)	Th^{232} (ppm)	U^{238} (ppm)	Ti^{49} (ppm)	Fe^{56} (ppm)	Hf^{178} (ppm)		
119	0.00	45	8	7	57	95	4	11	12509		
126	0.00	28	4	8	63	64	7	19	11839		
122	0.01	4	0	1	105	107	19	0	10155		
123	0.01	20	1	6	406	430	7	4	8961		
125	0.00	6	0	1	74	117	9	4	9107		
127	0.02	28	2	6	480	631	20	168	11482		
128	0.01	29	2	12	803	635	8	81	9674		
129	0.00	6	0	1	94	129	8	37	8499		
130	0.00	10	1	2	140	205	7	5	8388		
131	0.01	14	1	3	225	281	11	16	9331		
132	0.00	20	1	5	324	418	5	20	11445		
133	0.00	18	1	5	327	388	5	6	9756		

Приложение Е. U-Pb данные датирования акцессорных цирконов из пепловых прослоев черемховской и котовской свит

Таблица Е.1. – U-Pb данные для пробы J-14-37 из черемховской свиты

	Измеренные отношения				Возрасты без коррекции					
	²³⁸ U/ ²⁰⁶ Pb	1s	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1s	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1s	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1s	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1s
3	10.3597	1.56399	0.14609	7.04285	360.012	584.699	496.542	131.312	526.651	9.42415
4	28.5039	1.63788	0.13442	7.52942	445.038	55.4394	504.916	11.8165	518.23	7.52552
5	27.8933	1.52675	0.10475	1.99835	440.341	19.0485	492.303	6.79082	503.544	7.29904
6	32.9399	1.55226	0.08157	1.23793	461.258	31.8648	461.4	7.86681	461.429	6.84273
1	24.6195	2.80274	0.29266	9.52915	3431.81	140.666	985.339	64.6541	256.663	7.05615
2	27.6065	1.63984	0.18541	7.38936	2701.89	117.052	665.549	37.6413	229.381	3.6964
7	28.9753	1.51327	0.07548	0.87997	1710	36.3205	423.688	8.74906	227.063	3.40725
8	13.3177	1.53533	0.06541	0.68728	64.6386	57.0626	199.456	5.2088	211.035	3.13926
9	31.0205	1.50632	0.06347	7.02421	198.347	11.4469	204.94	3.3133	205.514	3.4648
10	12.188	1.50587	0.06334	0.45734	202.361	13.9474	201.002	3.40259	200.886	3.48661
11	11.874	1.5131	0.06051	1.59836	154.848	282.709	197.297	24.0881	200.865	3.02187
12	32.6249	1.50328	0.05019	0.6806	188.45	11.0319	197.962	3.12533	198.761	3.26655
13	32.4476	1.51355	0.04986	0.6445	24.5734	670.8	185.089	60.4346	197.899	4.00839
14	32.4964	1.50067	0.05015	0.42865	192.678	13.9644	195.588	2.94354	195.829	2.96756
15	32.4211	1.53816	0.04995	0.6031	188.3	14.9305	195.108	2.92431	195.671	2.91774
16	33.1866	1.53767	0.05027	0.58378	181.11	10.672	194.194	2.77783	195.273	2.88711
17	31.5925	1.76232	0.05016	0.60343	203.808	15.7181	195.326	2.93639	194.624	2.88267
18	31.9355	1.6685	0.04986	0.47566	207.315	13.4828	192.579	2.88932	191.379	2.90018
19	30.8699	1.71248	0.05007	0.49451	159.113	103.311	183.112	8.0978	184.977	2.82232

Продолжение таблицы Е.1.

	Корректированные отношения (Pbc corr.)								
	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	r	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s	Disc. %	Disc. % 2s lim.
3	0.63072	31.3645	0.08513	1.86218	0.05937	no data	no data	48.2122	
4	0.19996	34.6758	0.03118	2.05609	0.05929	no data	no data	716.269	
5	0.51781	2.51483	0.03585	1.52675	0.6071	0.00364	15.0828	-88.198	-76.526
6	0.19762	4.81384	0.02911	1.54743	0.32145	no data	no data	16.4894	
1	1.63903	9.93278	0.04062	2.80274	0.28217	0.01944	17.9794	-94.222	-54.819
2	0.92604	7.56912	0.03622	1.63984	0.21665	0.01172	17.2252	-93.043	-59.22
7	0.21706	2.86902	0.03328	1.51167	0.52689	7.3E-05	147.343	230.227	
8	0.57524	2.11341	0.0742	1.53584	0.72671	0.00727	17.5722	0.03838	
9	0.21447	13.2755	0.03165	1.52763	0.11507	0.00155	50.9332	30.1835	
10	0.62392	1.7349	0.08124	1.50603	0.86808	0.008	15.1637	14.9221	3.60933
11	0.64422	2.95298	0.08371	1.51043	0.51149	0.00423	16.081	17.1174	
12	0.21211	1.65017	0.03065	1.50328	0.91098	0.00159	14.9695	-4.5745	
13	0.21185	1.64506	0.03082	1.51355	0.92006	0.00243	14.9858	3.97424	
14	0.21077	1.56943	0.03076	1.50067	0.95619	0.00094	14.9611	7.93938	
15	0.21243	1.65217	0.03084	1.53816	0.93099	0.00231	14.9799	1.66017	
16	0.20884	1.64476	0.03013	1.53767	0.93489	0.00126	15.0668	-7.8017	
17	0.21891	1.86277	0.03165	1.76232	0.94608	0.00237	15.0773	-0.7405	
18	0.21527	1.73498	0.03131	1.6685	0.96168	0.00284	15.5143	5.5565	
19	0.22365	1.78245	0.03239	1.71248	0.96075	0.00232	15.0454	3.67127	

Примечание. Для расчета возраста начала осадконакопления в Иркутском угольном бассейне использовались значения выделенные в таблице жирным шрифтом.

Таблица Е.2. – U-Pb данные для пробы J-14-13 из кудинской свиты

	Измеренные отношения				Возрасты без коррекции					
	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s
7	2.13019	1.62862	0.18346	0.2365	2660.07	4.21019	2576.99	15.5333	2472.69	33.5352
8	12.1619	1.50176	0.05758	0.58456	513.925	12.7906	510.213	6.48365	509.385	7.35952
10	12.185	1.52127	0.05667	0.69489	478.761	15.2849	503.089	6.65683	508.455	7.44206
9	12.2008	1.61123	0.05714	0.61956	496.931	13.5925	505.847	6.90077	507.82	7.87297
11	12.4394	1.53825	0.05993	1.251	420.26	38.9806	482.368	9.03364	495.537	7.33605
12	14.8003	1.52117	0.05494	0.79608	409.673	17.7088	419.657	5.91889	421.476	6.20924
13	14.9526	1.53541	0.05516	0.77372	418.652	17.1872	417.522	5.90292	417.318	6.20752
2	16.718	1.50087	0.12298	7.61297	101.662	614.385	311.149	88.5698	339.795	5.79563
14	18.8075	1.51794	0.05312	1.10499	333.766	24.8571	333.932	5.35713	333.956	4.94206
5	19.6565	1.60512	0.07063	3.65362	315.976	167.503	313.118	21.5925	312.734	4.94784
1	21.0322	1.50108	0.13947	3.62206	2220.68	61.4536	659.363	19.1951	299.438	4.39351
15	25.5176	1.51241	0.0517	0.90578	230.375	22.4459	245.886	3.94145	247.514	3.67335
16	26.0138	1.51385	0.05224	0.9709	248.016	28.8873	243.32	4.27842	242.833	3.60812
3	24.3296	1.52659	0.11441	2.21523	67.7064	197.75	222.995	18.0989	237.979	3.52879
17	29.4384	1.51345	0.05158	0.77159	151.278	22.4977	209.461	3.40449	214.669	3.19585
18	29.7758	1.50116	0.05122	1.04001	197.727	27.0835	211.403	3.64529	212.632	3.14061
19	30.3098	1.50555	0.05041	0.76641	213.867	17.657	209.628	3.20485	209.251	3.10055
6	30.2445	1.51552	0.05754	0.92452	121.508	69.0272	200.532	6.11893	207.313	3.08425
20	30.9081	1.50336	0.0502	0.54319	204.383	12.5556	205.194	2.97416	205.264	3.03796
4	31.1457	1.50592	0.11207	3.99574	233.748	328.221	191.47	28.0268	188.058	2.80207
21	35.1608	1.61115	0.04969	1.19631	180.524	27.6449	180.764	3.32834	180.782	2.87286

Продолжение таблицы Е.2.

Корректированные отношения (Pbc corr.)									
	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s	r	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1s	Disc. %	Disc. % 2 s
7	11.6537	1.64843	0.46752	1.62868	0.98802	0.04745	15.2783	-8.4733	-5.3279
8	0.65282	1.61152	0.08222	1.50176	0.93189	0.00416	14.9633	-0.9187	
10	0.64126	1.67246	0.08207	1.52127	0.9096	0.00369	14.9889	6.45027	
9	0.64573	1.72624	0.08196	1.61123	0.93337	0.00513	14.9776	2.27868	
11	0.60811	2.34226	0.0799	1.53718	0.65628	0.00382	15.4641	18.6108	
12	0.5118	1.71688	0.06757	1.52117	0.88601	0.00251	15.0021	2.97622	
13	0.50862	1.71933	0.06688	1.53541	0.89302	0.00324	14.981	-0.3291	
2	0.35857	31.6488	0.05412	1.75018	0.0553	no data	no data	240.508	
14	0.3894	1.87753	0.05317	1.51794	0.80848	0.00285	14.9959	0.05827	
5	0.36121	7.92919	0.04971	1.62019	0.20433	0.00069	38.8622	-1.0512	
1	0.91434	3.92079	0.04755	1.50108	0.38285	0.00256	15.7978	-88.439	-70.263
15	0.274	1.80137	0.03914	1.51234	0.83955	0.0007	15.028	7.5834	
16	0.27078	1.97328	0.03839	1.51358	0.76704	0.00113	15.1388	-2.1295	
3	0.2456	8.95999	0.03761	1.50994	0.16852	no data	no data	256.179	
17	0.22911	1.79575	0.03386	1.51328	0.8427	0.00091	15.0546	42.6062	8.17167
18	0.23146	1.90664	0.03353	1.50114	0.78732	0.00142	15.0697	7.66357	
19	0.22931	1.6894	0.03299	1.50555	0.89117	0.01167	14.99	-2.1935	
6	0.21835	3.35247	0.03268	1.51142	0.45084	0.00145	18.1723	71.7606	
20	0.22395	1.59848	0.03235	1.50336	0.94049	0.00143	14.9809	0.43816	
4	0.20752	15.8415	0.0296	1.51151	0.09541	no data	no data	-19.833	
21	0.19486	2.00673	0.02844	1.61115	0.80288	0.00045	15.0139	0.14515	

Примечание. Для расчета условного времени формирования кудинской свиты использовалось значение выделенное в таблице жирным шрифтом.