

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ГЕОЛОГИИ И ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ПО ПРОГРАММЕ БАКАЛАВРИАТА

СОЛОДОВА СВЕТЛАНА АНДРЕЕВНА

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ОСНОВАНИЯ НИЖНЕГО РИФЕЯ В
ПРЕДЕЛАХ ЮЖНОГО УРАЛА И ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Выполнил:

Студент(ка) 4 курса очной формы обучения

Направление подготовки: 05.03.01. «Геология»

Направленность (профиль) «Геология»

Руководитель

к.г.-м.н., доцент

Н.Н. Ларионов

УФА – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 История геологического исследования	6
2 Физико-географическая характеристика	8
3 Геологическое строение	9
3.1 Стратиграфия	9
3.2 Магматизм	21
3.3 Тектоника	26
4 Полезные ископаемые	32
4.1 Рудные районы Южного Урала	32
4.2 Перспективы нефтегазоносности Волго-Уральской области.....	33
5 Литолого-петрографические особенности обломочных пород нижнего рифея и условия их формирования	35
6 Акцессорные минералы обломочных пород	43
7 Морфологические особенности цирконовой кластики.....	49
8 Корреляция разрезов бурзянской и кырпинской серии	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ.....	58
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	64
СПИСОК ТЕРМИНОВ	65

ВВЕДЕНИЕ

Отложения верхнего докембрия (риффея и венда) Южного Урала (ЮУ) и Волго-Уральской области (ВУО) представляют особый интерес для изучения, так как с этими образованиями в Уральском регионе связаны многочисленные месторождения магнезита, сидерита, полиметаллов и других полезных ископаемых. Перспективы нефтегазоносности докембрийских отложений ВУО подтверждены на различных стратиграфических уровнях. Исследование древних толщ необходимо и для познания развития Земли в ее древнейшие этапы.

Объект исследования: стратотипические и опорные разрезы базальных свит нижнего риффея ЮУ и ВУО.

Предмет исследования: отложения основания нижнего риффея ЮУ и ВУО.

Актуальность дипломной работы обусловлена тем, что Башкирский мегантиклинорий (БМА) является страторегионом для эталонных разрезов риффея в Общей шкале докембрия России, а также принят во многих зарубежных странах. Изучение древних отложений имеет не только научную, но и практическую значимость, как отмечено выше, с этими отложениями связаны многочисленные месторождения полезных ископаемых. Изучение базальных толщ нижнего риффея (последовательности напластования отложений, их вещественного состава и условий образования) сделает более надежной корреляцию разрезов ЮУ и ВУО, что позволит уточнить направление поисковых работ в рассматриваемых регионах.

Дипломная работа написана по материалам производственной геологической практики в Лаборатории геотектоники и региональной геологии Института геологии УФИЦ РАН в период с 3 июня по 13 июля 2019 г.

Целью дипломной работы является изучение литолого-петрографического и минералогического состава обломочных пород базальной части нижнего риффея в стратотипических разрезах ЮУ и ВУО, выделение литолого-петрографических и минералогических признаков, которые используются при решении геологических задач (расчленение и корреляция неполных и разобщенных разрезов, происхождение источников сноса обломочного материала, условий формирования отложений).

Задачи дипломной работы:

1. Изучить литологические и минералогические комплексы обломочных пород нижнего риффея в разных структурно-фациальных зонах ЮУ и ВУО;

2. Дать их литолого-петрографическое и минералогическое описание, на этой основе выделить основные литолого-минералогические признаки корреляции геологических разрезов, провести реконструкцию условий образования отложений и характер источников сноса в питающей провинции;
3. Провести корреляцию отложений нижнего рифея ЮУ и ВУО;
4. Установить потенциально рудоносные и нефтегазоносные стратиграфические уровни.

Для решения поставленных задач использовались литолого-петрографические, минералогические и геохимические (литохимические) методы исследования пород.

Литолого-петрографический метод основывался на изучении коллекции петрографических шлифов из коллекции Института Геологии Уфимского исследовательского центра РАН. В ходе чего была выбрана группа наиболее типичных шлифов (21 шт), характеризующих 3 свиты (айскую, большеинзерскую и норкинскую). По петрографическим описаниям были определены основные порообразующие компоненты (кварц, полевой шпат, обломки пород) и их количественное соотношение в каждом шлифе. Полученные данные были использованы для построения типизационных треугольных QFL-диаграмм, где Q – кварц, F – полевой шпат, L – обломки пород. Применены диаграммы Шутова, Dickinson and Valloni, Yerino and Maynard.

При литохимическом исследовании результаты силикатных анализов, предоставленных в Институте Геологии УФИЦ РАН, были использованы для построения диаграмм, диагностирующих тектонические обстановки в период формирования осадков айской, большеинзерской, норкинской, ротковской и минаевской свит.

Минералогический метод (метод тяжелых фракций, искусственных шлихов) основан на выделении акцессорных минералов из раздробленных пород. Этот метод позволяет изучить особенности состава и морфологии акцессорных минералов, как наиболее информативных для уточнения источников сноса, питающих провинций и их удаленность.

При написании дипломной работы использованы материалы, полученные при прохождении производственной практики: полевые маршрутные исследования вулканогенно-осадочных образований айской свиты в Тараташском антиклинории ЮУ; ознакомление с разрезами норкинской, ротковской и минаевской свит нижнего рифея ВУО по керну скважин из коллекции В.И. Козлова и Н.Д. Сергеевой (ИГ УФИЦ РАН). Автором проведено описание 30 петрографических шлифов и 50 минералогических

проб-протолок (искусственных шлихов), дополнительно использованы фондовые материалы из архивов, данные опубликованных работ и интернет-ресурсов.

Основные положения выпускной квалификационной работы докладывались на XXII научной конференции «Чтения памяти П.Н. Чирвинского» (Пермь, 2020 г.), IX Российской молодёжной научно-практической Школе с международным участием (Москва, 2019 г.), XXV международной молодёжной научной школе «Металлогения древних и современных океанов – 2019. Четверть века достижений в изучении субмаринных месторождений» (Миасс, 2019 г.) и XXIII Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых имени академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» (Томск, 2019 г.).

По материалам работы опубликовано 10 научных работ, в том числе 1 статья, входящая в РИНЦ, 9 тезисов докладов на международных, всероссийских и региональных конференциях.

В общей сложности мной обработано 4 отчета (см. список литературы).

Работа общим объемом 64 страницы состоит из введения, 8 глав, заключения, списка литературы, содержит 4 таблицы, 21 рисунок.

Автор выражает глубокую признательность за помощь в процессе выполнения дипломной работы научному руководителю – доценту кафедры геологии и полезных ископаемых, кандидату геолого-минералогических наук Н.Н. Ларионову и ведущему научному сотруднику ИГ УФИЦ РАН, кандидату геолого-минералогических наук Н.Д. Сергеевой.

1 История геологического исследования

Впервые рифей был выделен Н.С. Шатским в 1945 г. Он предложил в качестве стратотипов отложения западного склона Южного Урала. Последующими исследователями было уточнено, что страторегионом рифея является весь Башкирский мегантиклинорий.

В изучении древних свит и создании стратиграфической схемы рифея и венда на Южном Урале в 30-40-е годы прошлого столетия значительный вклад внесли О.П. Горяинова, М.И. Гарань, А.И. Иванов, А.И. Олли, Э.А. Фалькова, К.А. Львов. Их исследования послужили основой для построения существующих в настоящее время стратиграфических схем. В них впервые в пределах Башкирского мегантиклинория в разрезе древних свит были выделены (снизу): айская, саткинская, бакальская, зигальгинская, зигазино-комаровская, авзянская, зильмердакская, катавская, инзерская, миньярская и ашинская свиты.

В 60-70-х годах эта схема была уточнена и детализирована Ю.Р. Беккером, Б.М. Келлером, А.В. Клочихиным, В.И. Козловым, В.И. Ленных, В.И. Петровым, Р.С. Казаковым, А.Ф. Ротару, Н.Ф. Решетниковым, П.Н. Швецовым и др. Исследователи начали применять радиологические, биостратиграфические методы, благодаря чему рифей был подразделен на нижний, средний и верхний.

В познании тектонического строения и особенностей магматизма Южного Урала большой вклад внесли А.А. Алексеев, М.И. Гарань, М.А. Камалетдинов, А.И. Олли, Н.П. Херасков, Н.С. Шатский, Д.С. Штейнберг и др.

В конце 60 – 80-х годов значительный вклад был внесен коллективом геологов ПГО «Башкиргеология» при проведении геологосъемочных и тематических работ (Г.Н. Богатырева, Р.А. Казаков, А.В. Клочихин, Н.Н. Ларионов, А.Ф. Ротарь, В.А. Филлипов и др.).

Возраст рифей–вендских отложений определялся с помощью изотопно-геохронологических методов А.А. Краснобаевым, А.И. Тугариновым, М.А. Гаррис, И.М. Гороховым и др., палеонтологических – работы И.Н. Крылова, В.А. Комара, М.Е. Раабен, Ф.Я. Власова (строматолиты), З.А. Журавлевой (микрофитолиты), Т.В. Янкаускаса, В.Н. Сергеева, А.Ф. Вейса и Е.В. Козловой (микрофоссилии).

Исследованием литологии рифейских отложений занимался В.Н. Подковыров и А.В. Маслов, геохимии – А.В. Сачава и Э.З. Гареев, процессов седиментогенеза и рудообразования – Л.В. Анфимов и

М.Т. Крупенин, минералогии – Т.Т. Орлова, А.П. Казак, Н.Д. Сергеева, палеомагнетизма – Н.Ф. Данукалов, С.В. Шипунов, П.Н. Михайлов и Н.В. Лубнина.

Изучение Восточно-Европейской платформы связано прежде всего с именами А.Д. Архангельского, Н.С. Шатского, С. Бубнова и Г. Штилле.

В 1887 году А.П. Карпинский впервые высказал предположение о том, что отложения докембрия, изученные на территории Прибалтики, распространяются под осадочным чехлом на всей территории Восточно-Европейской платформы, вплоть до Урала¹.

А.Д. Архангельский впервые изучил геофизические данные (простираение гравитационных и магнитных аномалий), на основе которых было установлено, что полосы аномалий формируют закономерно построенную систему.

Непосредственно в пределах Волго-Уральской области обширный материал был получен в годы Великой Отечественной войны во время поисковых работ на углеводороды.

Наиболее полные разрезы рифея и венда приурочены к западной части Башкортостана, что было доказано бурением скважин в 60-70 годах².

С 1971 по 1991 годы по единой Государственной программе СССР в Волго-Уральской области были пробурены параметрические скважины 20007 Сулинская, 203 и 204 Бедряжские, 1 Морозовская, 203 Мензелино-Актанышская, 128 Таткандызская, 1 Сарапульская, 133 Азино-Пальниковская и др.

Результаты изучения верхнепротерозойских отложений Волго-Уральской области описаны в монографиях К.Р. Тимергазина, И.Е. Постниковой, С.Г. Морозова, Н.С. Лагутенковой и И.К. Чепиковой, В.И. Козлова, Н.Д. Сергеевой, Т.В. Белоконь, Л.Д. Ожигановой.

Важным этапом в истории изучения является создание Стратиграфической схемы рифейских и вендских отложений. На Всероссийском совещании «Стратиграфия, палеонтология и перспективы нефтегазоносности рифея и венда восточной части Восточно-Европейской платформы» в г. Уфа схема была принята в 1999 г., а утверждена бюро МСК России в 2000 г.³.

¹ Гафаров Р.А. Сравнительная тектоника фундамента и типы магнитных полей древних платформ (Восточно-Европейской, Сибирской и Северо-Американской). М.: Наука, 1976 г. – 279 с.

² Тимергазин К.Р. Додевонские образования западной Башкирии и перспективы их нефтегазоносности. Уфа: Изд-во Горно-геол. ин-та БФАН СССР, 1959. – 331 с.

³ Стратиграфическая схема рифейских и вендских отложений Волго-Уральской области. Объяснительная записка. Уфа, 2000, 81 стр. и схема на 2-х листах // Е.М. Аксенов, В.И. Козлов, науч. ред. М.А. Семихатов, С.М. Шик

2 Физико-географическая характеристика

Исследуемая территория находится на стыке двух орографических областей – Русской равнины и Уральского горного сооружения.

Русская равнина включает приподнятые денудационные области (Уфимское плато и Общий Сырт) и денудационный рельеф Предуралья – Белебеевско-Стерлибашевскую возвышенность, Камско-Бельское, Присакмарское и Юрюзано-Айское понижения.

Уральский кряж подразделяется здесь на приподнятые горные массивы, остаточные горы Западного и Восточного склонов, пенеплен Южного Урала и косоприподнятый пенеплен Зилаирского плато.

Гидрографическая сеть района очень хорошо развита. Можно выделить крупные речные системы Волги, Урала, Оби, Камы. Речной сток формируется за счет снеговых и дождевых осадков, а также подземных вод.

Климат района в пределах платформы умеренный, а ближе к складчатой области – континентальный, со значительными различиями между Предуральем и Уралом. Наиболее холодным месяцем года является январь (абсолютный минимум температуры – 50°C), самым теплым – июль (абсолютный максимум + 40°C).

В течение 7 месяцев наблюдаются положительные среднесуточные температуры. С первой (второй) декады ноября по первую (вторую) декаду апреля держится устойчивый снежный покров, его наибольшая мощность отмечается в предгорной и горной частях территории (до 1,43 м при средних значениях 0,5-0,8 м). Максимальное количество атмосферных осадков выпадает на Урале и в высоком Предуралье (до 700-900 мм в год). На остальной площади их годовое количество в основном составляет 400–600 мм, на крайнем юго-востоке – 300-400 мм.

3 Геологическое строение

Изучаемые отложения рифея охватывают довольно длительный временной промежуток (более миллиарда лет) и распространены в границах двух крупных тектонических структур – Восточно-Европейской платформы, на восточной окраине которой, в Волго-Уральской области, установлены в Камско-Бельском, Серноводско-Абдулинском и Рязано-Саратовском авлакогенах, и Урало-Монгольской складчатой области, где в пределах Южного Урала выделены в Башкирском мегантиклинории.

3.1 Стратиграфия

Рифейские отложения отличаются четкой цикличностью в осадконакоплении, что позволило выделить мегаритмы, отвечающие эратемам (сериям): бурзянской (бурзяний), юрматинской (юрматиний) и каратауской (каратавий), соответственно нижнего, среднего и верхнего рифея; выше залегает ашинская серия венда. В сопоставлении с международной шкалой нижний и средний рифей примерно соответствуют мезопротерозою (примерно на 100 млн. лет опускаясь в верхнюю систему палеопротерозоя), а верхний рифей и венд отвечают неопротерозою.

Нижний рифей Южного Урала – бурзянская серия – включает следующие свиты (снизу): айскую, саткинскую и бакальскую (Тараташский антиклинорий) и их возрастные аналоги: большеинзерскую, суранскую, юшинскую свиты (Ямантауский антиклинорий) (рис. 3.2).

В Волго-Уральской области отложения нижнего рифея кырпинской серии включают сарапульскую (в составе сигаевской и костинской свит), прикамскую (в составе норкинской, ротковской и минаевской свит) и орьбашскую (в составе калтасинской и кабаковской свит). Корреляция отложений нижнего рифея ВУО и ЮУ показана в таблице (табл. 3.1).

Южный Урал

Стратотипом нижнего рифея являются разрезы бурзянской серии западного крыла и в осевой части Башкирского мегантиклинория, где слагают крылья Тараташского и осевую часть Ямантауского антиклинориев.

Тараташский антиклинорий

Отложения бурзянской серии распространены в районе городов Куса, Бакал, Сатка, Магнитка, где они слагают крылья Тараташской антиклинали, Липовскую антиклиналь и северную часть Кисеганской синклинали, обнажены по долинам рек Ай, Куса, Навыш, Аршинка, Юважелга, Большая Сатка, Бакал и

др., а также по горам Большой и Малый Миасс, Липовые, Ефремовские, Кисеганские, Чудинка, Поперечная и др., в карьерах городов Бакал и Сатка. В составе серии выделены айская, саткинская и бакальская свиты.

Таблица 3.1 – Сопоставление Стратиграфических схем нижнего рифея Волго-Уральской области и Южного Урала⁴

Волго-Уральская область			Башкирский мегантиклинорий						
Серия	Подсерия	Свита	Свита	Серия	Возраст, млн. лет	Эрагема	Энотема		
КЫРПИНСКАЯ	ПРИКАМСКАЯ	Кабаковская	Бакальская (Юшинская)	БУРЗЯНСКАЯ	1400	НИЖНИЙ (БУРЗЯНИЙ)	РИФЕЙ		
		Калтасинская	Саткинская (Суранская)						
		Минаевская	Айская (Большеинзерская)						
		Ротковская							
		Норкинская							
		Костинская						1800	
		Сигаевская							
	?								
AR-PR ₁			AR-PR ₁						

Тараташский комплекс (ARtr)

Тараташский комплекс (ARtr) выделен и описан М.И. Гаранем в 1938 г. Породы выходят на поверхность в ядре Тараташской антиклинали. Отложения комплекса метаморфизованы в условиях гранулитовой фации и представлены амфибол-пироксен-плагиоклазовыми, магнетит-гиперстеновыми кристаллосланцами, очковыми гнейсами и плагиогнейсами различного состава, иногда графитсодержащими, амфиболитами, магнетитовыми или биотитовыми

⁴ Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Краснобаев А.А. Пограничные стратоны рифея и венда на Южном Урале. Дополнения и изменения в региональную стратиграфическую схему // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Матер. и докл. 10 Межрег.науч.-практ. конф. Уфа, 13–15 мая, 2014 – Уфа: ДизайнПресс, 2014. – С. 77-87.

железистыми кварцитами, основными и кислыми гранулитами, а также мигматитами, содержащими гиперстен.

Суммарная мощность отложений оценивается в 4000-4800 м (по геофизическим данным). Возраст формирования комплекса определили по прорывающим породам одноименного интрузивного комплекса, а также возрастом гранулитового метаморфизма, близкого к 2600 млн лет⁵.

Нижняя граница таксона неизвестна, верхняя устанавливается структурным несогласием с конгломератами перекрывающей айской свиты нижнего рифея, включающими гальку «тараташских» гранитов.

Нижний рифей (RF₁)

Айская свита (RF₁ai)

Впервые свита выделена М.И. Гаранем в 1939 году. Он расчленил ее на пять подсвит (снизу-вверх): навышская, липовская, чудинская, кисеганская и сунгурская.

Позднее В.И. Козлов предложил следующее деление на подсвиты: нижняя (навышская – RF₁ai₁), которая объединила навышскую и липовскую, средняя (чудинская – RF₁ai₂) и верхняя (кисеганская – RF₁ai₃), которая включила кисеганскую и сунгурскую⁶. Расчленение отражено в Стратиграфических схемах докембрия Урала и принято в данной работе⁷.

Отложения айской свиты распространены на севере Башкирского мегантиклинория в пределах Тараташского антиклинория, слагая крылья Тараташской антиклинали и Липовскую антиклиналь⁸.

Нижняя (RF₁ai₁) подсвита в нижней части сложена полимиктовыми конгломерато-брекчиями (рис. 3.1), гравелитами, песчаниками с редкой галькой. Верхняя часть состоит из пестроцветных полимиктовых, кварцевых, полевошпат-кварцевых, субаркозовых и аркозовых песчаников и алевролитов, а также гравелитов и конгломератов, переслаивающихся между собой и с покровами трахибазальтов. Мощность подсвиты колеблется от 150 до 400 м.

Средняя (RF₁ai₂) подсвита сложена обычно серыми разномасштабными аркозовыми и полевошпат-кварцевыми песчаниками. Это толстоплитчатые или массивные, средне- и крупнозернистые песчаники, содержащие рассеянные гравийные зерна и в отдельных прослоях – гальку.

⁵ Краснобаев А.А., Чередниченко Н.В. Цирконовый архей Урала // Доклады РАН. – 2005. – Т. 400, № 4. – С. 510-514.

⁶ Козлов В.И., Краснобаев А.А., Ларионов Н.Н., Маслов А.В., Сергеева Н.Д., Бибикова Е.В., Генина Л.А., Ронкин Ю.Л. Нижний рифей Южного Урала. М.: Наука, 1989. – 208 с.

⁷ Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). МСК. – Екатеринбург, 1993.

⁸ Козлов В.И., Сергеева Н.Д., Михайлов П.Н., Генина Л.А., Козлова О.В., Басырова И.А., Ратов А.А., Байбикова Д.Р., Зайцева Л.И. Нижний рифей западного склона Южного Урала и смежных районов востока Русской плиты (стратиграфический аспект). Отчет по теме НИР за 2009-2011 гг. Уфа, 2012.

Обнажение конгломератов нижней подсвиты айской свиты (г. Куса)



Они характеризуются средней и плохой окатанностью и сортировкой обломочного материала и его неравномерной сгуженностью. Мощность средней подсвиты, около 500-600 м.

Верхняя (RF_{1ai_3}) подсвита представлена сланцами углеродисто-глинистыми, алевритистыми и темно-серыми полевошпат-кварцевыми алевролитами и песчаниками. Последние отмечаются в маломощных (от 1 до 2-3 см) прослоях. С подстилающей чудинской подсвитой кисеганская связана постепенным переходом через пачку переслаивания алевролитов и углеродисто-глинистых сланцев мощностью около 20 м. Нижняя граница проведена условно по подошве первой сравнительно мощной пачки черных углеродисто-глинистых сланцев. Мощность подсвиты достигает 400-600 м.

Мощность всей айской свиты в Тараташском антиклинории изменяется от 1700 до 2500 м. Нижняя граница айской свиты совпадает с подошвой бурзянской серии. Айская свита залегает с размывом и угловым несогласием, а местами и с корой выветривания в основании, на подстилающих архей-

раннепротерозойских метаморфических образованиях тараташского комплекса. Свиту согласно перекрывают карбонатные отложения саткинской свиты.

Саткинская свита (RF_{1st})

Впервые свита была выделена Горяиновой О.П. в 1931 г. Широко распространена в районе городов Сатка, Куса и Бакал. М.И. Гарань расчленил саткинскую свиту по литологическому составу и последовательности напластования на ниже– и верхнекусинскую, половинкинскую, ниже– и верхнесаткинскую подсвиты, связанные постепенными переходами.

Состав свиты представлен доломитами и известняками, в которых присутствуют строматолиты, с прослоями и пачками глинистых и углеродисто-глинистых сланцев⁹.

Мощность саткинской свиты достигает 2400 м. С перекрывающей бакальской свитой связана постепенным переходом. Контакт проводится по резкому нарастанию мощности углисто-глинистых сланцев, находящихся в тонком чередовании с алевролитами.

Описываемое подразделение вмещает месторождения железорудной сидеритовой и магнезитовой апокарбонатной формаций

Бакальская свита (RF_{1bk})

Впервые свита была выделена коллективом геологов и прослеживается в южном периклинальном замыкании Тараташского антиклинория¹⁰. Наиболее полные разрезы свиты вскрыты в карьерах г. Бакала. Свиту слагают углеродисто–глинистые сланцы, доломиты и в меньшей степени известняки, в подчиненном количестве наблюдаются прослои кварцевых алевролитов и песчаников.

По особенностям литологического состава и порядку напластования бакальскую свиту расчленяют на две связанные постепенным переходом подсвиты: нижнюю (макаровскую) и верхнюю (малобакальскую) подсвиты.

Верхнюю (малобакальскую) подсвиту подразделяют на десять толщ, нечетные из них (березовская, шуйдинская, гаевская, шиханская, верхнебакальская) по составу карбонатные, а четные (иркусканская, надшуйдинская, надгаевская, надшиханская, буландихинская) — преимущественно терригенные, местами в алевропелитах здесь обнаружены микрофитоциты нижнего рифея¹¹.

⁹ Стратотип рифея. Стратиграфия. Геохронология. – М.: Наука, 1983. 183 с. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 377).

¹⁰ Горяинова О.П., Дорофеев Н.В., Наливкин Б.В., Наливкин Д.В., Петров А.М., Рябинин В.Н., Фалькова Э.А., Стратиграфия древних «немых» толщ Западного склона Южного Урала // Изв. ВГРО. 1931. Т. 52. Вып. 70. С. 75-88.

¹¹ Козлов В.И., Пучков В.Н., Сергеева Н.Д. Новая схема расчленения разреза параметрической скважины 1 Кулгунинская (Южный Урал). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2011. – 60 с.

Верхняя (малобакальская) подсвита бакальской свиты содержит крупнейшие месторождения сидеритов и связанных с ними (в зоне гипергенеза) бурых железняков. Описываемое подразделение вмещает объекты железорудной сидеритовой и магнезитовой апокарбонатной формаций.

Мощность всей бакальской свиты достигает 1200-1400 м. Перекрывается стратон кварцевыми разнозернистыми песчаниками зигальгинской свиты (RF_{2zg}); соотношения несогласные с размывом.

Ямантауский антиклинорий

В восточной зоне Башкирского мегантиклинория раннерифейские отложения широко распространены в сводовой части Ямантауского антиклинория, в бассейне рек Большой и Малый Инзер, Большой Нугуш. В составе их А.И. Иванов выделил свиты: большеинзерскую, суранскую и юшинскую, которые являются соответственно возрастными аналогами айской, саткинской и бакальской свит¹²

Большеинзерская свита (RF_{1bi})

Впервые свиту установил А.И. Иванов в сводовой части Ямантауского антиклинория. Обнажены отложения неравномерно: наиболее полные разрезы расположены по рекам Большой Инзер, Бзяк и Кургашля в районе д. Исмакаево, на горах Заливская, Карасмаяк, Рыбаковы и др.

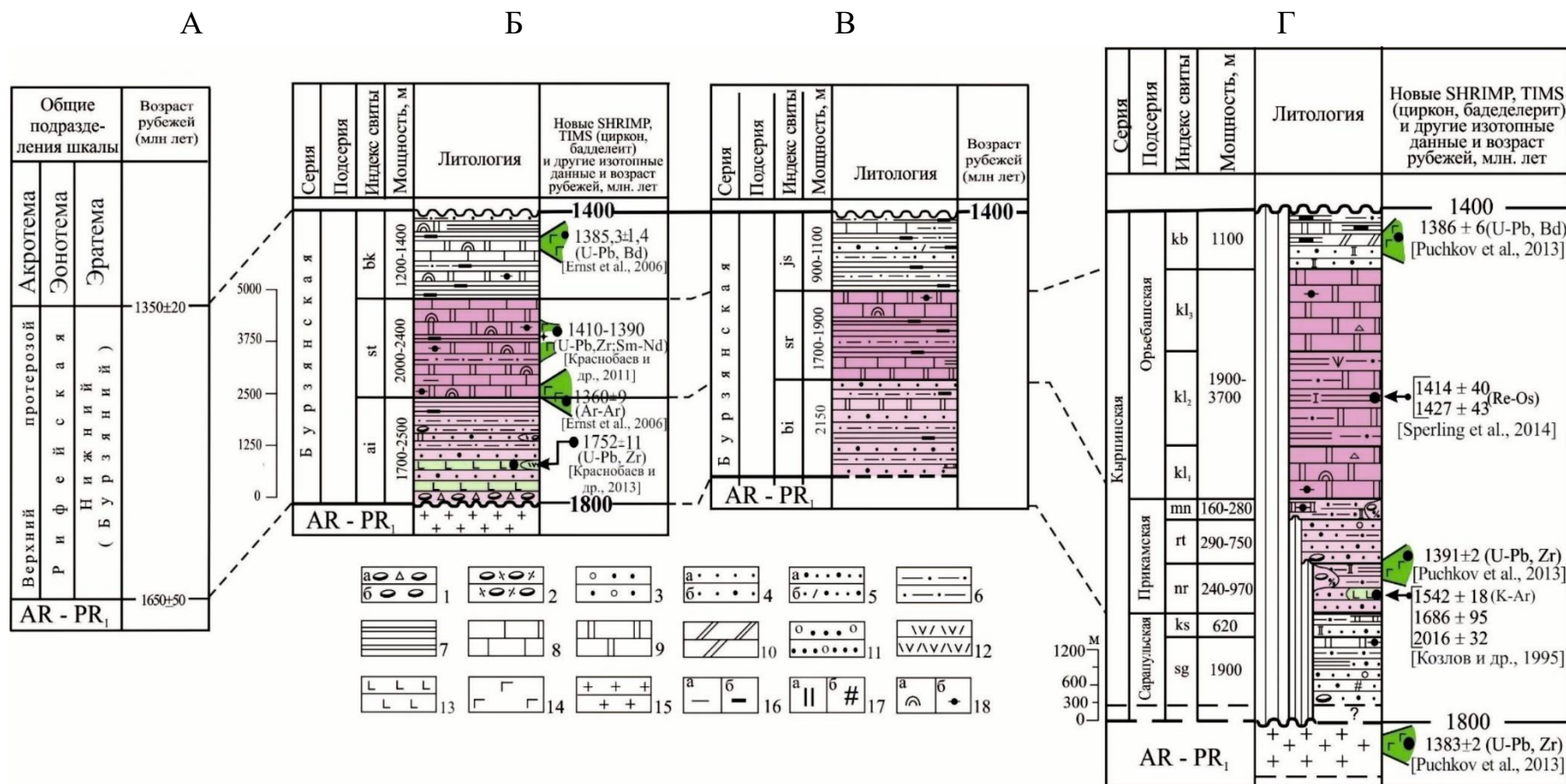
Большеинзерскую свиту по особенностям литологического состава и характеру переслаивания пород подразделяют на три подсвиты (толщи): нижнюю, среднюю и верхнюю, связанные между собой постепенными переходами¹³.

Нижняя подсвита (RF_{1bi1}) сложена преимущественно серыми и светло-серыми, средне- и мелкозернистыми кварцевыми песчаниками и алевропесчаниками, чередующимися с алевролитами близкого к песчаникам состава, известняками, доломитами и углеродисто-глинистыми сланцами; весьма редко отмечаются прослой грубозернистых песчаников полевошпат-кварцевого состава, содержащих тонкие «лепешки» серых глинистых сланцев. Нижняя граница подсвиты не вскрыта эрозией, вскрытая мощность около 220 м.

¹² Иванов А.И. Обоснование сводного стратиграфического разреза древних свит Западного склона Южного Урала // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1949. Т. 24. Вып. 5. С. 31-42.

¹³ Козлов В.И., Краснобаев А.А., Ларионов Н.Н., Маслов А.В., Сергеева Н.Д., Бибилова Е.В., Генина Л.А., Ронкин Ю.Л. Нижний рифей Южного Урала. М.: Наука, 1989. – 208 с.

Сводная стратиграфическая колонка нижнерифейских образований Общих подразделений Стратиграфической шкалы верхнего докембрия России (А), Тараташского антиклинория БМА (Б), Ямантауского антиклинория БМА (В) и Волго-Уральской области (Г)¹⁴



¹⁴ Сергеева Н.Д., Пучков В.Н., Ратов А.А., Козлова О.В. Стратиграфическая корреляция отложений рифея Волго-Уральской области и Южного Урала и их пространственное взаимоотношение в зоне сопряжения платформенных и складчатых структур по сейсмическим материалам // Геологический вестник. – 2018. - №2. С. 79-95.

Условные обозначения: 1 – конгломерато-брекчии (а), конгломераты (б); 2 – тиллиты и тиллоиды; 3 – гравелиты; 4-5 – песчаники: 4 – кварцевые (а) и полевошпат-кварцевые (б), 5 – аркозовые (а) и полимиктовые (б); 6 – алевролиты; 7 – аргиллиты; 8 – доломиты; 9 – мергели; 11 – гравийные кварцито-песчаники; 12 – риолиты и риодациты; 13 – метабазалты; 14 – метабазальтовые порфириды; 15 – породы кристаллического фундамента; 16–18 – характеристика породы: 16 – глинистость (а) и углеродистость (б), 17 – доломитизация (а) и ангидритизация (б); 18 – палеонтологические остатки: строматолиты (а) и микрофитолиты (б).

Средняя подсвита (RF_{1bi_2}) сложена неравномерно-зернистыми песчаниками, углеродисто-глинистыми сланцами и существенно кварцевыми алевролитами; единичные пласты представлены доломитами и известняками, крайне редко – гравелитами и мелкогалечниковыми конгломератами. Мощность средней подсвиты составляет 1150 м.

Верхняя подсвита (RF_{1bi_3}) представляет собой переслаивание субаркозовых и полевошпат-кварцевых песчаников и алевропесчаников, доломитов и известняков с подчиненными прослоями песчаников и алевролитов кварцевых с полевым шпатом и углеродисто-глинистых сланцев. По составу и внешнему облику терригенные и карбонатные породы верхней подсвиты близки к соответствующим разностям в нижней и средней подсвитах большеинзерской свиты.

Мощность верхней подсвиты 780 м, а большеинзерской свиты – около 2150 м. Нижняя граница большеинзерской свиты не вскрыта эрозией, а с перекрывающей суранской свитой связана постепенным переходом¹⁵.

Терригенные породы большеинзерской свиты вмещают оруденение золото-кварцевой малосульфидной формации и являются благоприятной средой для локализации объектов золоторудной черносланцевой формации.

Суранская свита (RF_{1sr})

Впервые свиту выделил А.И. Иванов. Для нее характерна слабая обнаженность, но она слагает большую часть зоны Ямантауского антиклинория в районе хребтов Малый Ямантау, Караташ, Юша, Юрматау. Верхняя и нижняя части разреза представлены карбонатными породами, в средняя – сланцами, алевролитами и песчаниками. По литологическому составу разделена на пять подсвит: миньякскую, бердагуловскую, ангастакскую, сердаукскую и лапыштинскую, которые связаны между собой постепенными переходами.

¹⁵ Козлов В.И., Краснобаев А.А., Ларионов Н.Н., Маслов А.В., Сергеева Н.Д., Бибилова Е.В., Генина Л.А., Ронкин Ю.Л. Нижний рифей Южного Урала. М.: Наука, 1989. – 208 с.

С подстилающей большеинзерской свитой связана постепенным переходом, а с перекрывающей юшинской – нечетким, через постепенное нарастание мощности углисто-глинистых сланцев. Мощность суранской свиты – 1000-2800 м.

Суранская свита является хорошей средой для формирования поздних (кайнозойских) кор выветривания с бурожелезняковой минерализацией, а также вмещает флюоритовую минерализацию¹⁶.

Юшинская свита (RF_{js})

Впервые свиту выделил А.И. Иванов в крыльях Ямантауского и Юрматауского антиклинориев. Юшинская свита крайне недостаточно обнажена. Как правило, разрозненные выходы приурочены к полосе преимущественного развития устойчивых к выветриванию песчаников, а там, где в разрезе преобладают сланцы, обнажения практически отсутствуют. Преимущественно отложения свиты представлены глинистыми и углеродисто-глинистыми сланцами, песчаниками и алевролитами кварцевыми и полевошпат-кварцевыми; единичны маломощные прослои доломитов и известняков. По литологическому составу юшинскую свиту расчленяют на вязовскую, багарыштинскую и сухинскую подсвиты, которые связаны между собой постепенным переходами.

С подстилающей суранской свитой юшинская связана постепенным переходом. Верхняя граница свиты проведена по подошве машакской свиты (RF_{2ms}), залегающей на ней с перерывом и угловым несогласием. Общая мощность юшинской свиты – 900-1100 м.

Волго-Уральская область

Волго-Уральская область является юго-восточной окраиной Восточно-Европейской платформы. В геологическом строении Волго-Уральская область сложена кайнозойскими, мезозойскими и палеозойскими осадками, на глубинах от 1,2 до 2,5 и редко 3,0-3,7 км скважинами вскрыты различно измененные верхнепротерозойские осадочные комплексы, а местами и архей-раннепротерозойские образования кристаллического фундамента.

Имеющиеся геолого-геофизические материалы свидетельствуют, что в современной структуре на востоке ВЕП рифейские отложения приурочены к авлакогенам (палеорифтам), а вендские – к синеклизам (впадинам).

В Стратиграфической схеме рифейских и вендских отложений Волго-Уральской области за стратотип нижнего рифея были приняты терригенно-

¹⁶ Ларионов Н.Н., Бергазов И.Р., Грановская Н.В., Нигматуллина А.М. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Издание второе. Серия Южно-Уральская. Лист N-40-XXII – Тукан. Объяснительная записка. – М.: МФ ВСЕГЕИ, 2015.

карбонатные отложения кырпинской серии¹⁷. Которая включает в себя (снизу-вверх) сарапульскую, петнурскую, норкинскую, ротковскую, минаевскую, калтасинскую, надеждинскую и кабаковскую свиты (см. рис. 3.2).

Возрастным аналогами айской и большеинзерской свит являются норкинская, ротковская и минаевская свиты (см. табл. 3.1).

Сарапульская подсерия

Впервые выделена В.И. Козловым со стратотипом в скважине 1 Сарапульская (Удмуртская республика) в интервале глубин 2980-5500 м и расчленена на сигаевскую и костинскую свиты¹⁸.

Сигаевская свита (RF_{1sg})

Впервые отложения были выделены в скважине 1 Сарапульской (близ с. Сигаево). Свита сложена неравномерным чередованием песчаников и алевролитов аркозового, субаркозового и полевошпат-кварцевого состава, выделяются прослой и линзы доломитов, аргиллитов и доломитовых мергелей. По особенностям литологического состава свита расчленена на нижнюю и верхнюю толщи. Нижняя граница свиты совпадает с подошвой серии и не вскрыта бурением. Вскрытая мощность свиты составляет 1900 м.

Костинская свита (RF_{1ks})

Стратотип свиты выделен в скважине 1 Сарапульская и назван по д. Костино (Удмуртская республика). Свита представляет чередование аркозовых и полевошпат-кварцевых песчаников и алевролитов, доломитов и аргиллитов, местами углеродистых, а также доломитовых мергелей; отмечаются прослой кремнисто-доломитовых пород. Мощность костинской свиты в скважине 1 Сарапульская составляет 620 м.

Прикамская подсерия

Прикамская подсерия также выделена на основе данных бурения глубоких скважин. Наиболее полно отложения вскрыты скважиной 203 Мензелино-Актанышской.

Норкинская свита (RF_{1nr})

Норкинская свита (RF_{1nr}) впервые выделена С.Г. Морозовым и названа по дер. Норкино Краснокамского района Республики Башкортостан¹⁹.

¹⁷ Стратиграфическая схема рифейских и вендских отложений Волго-Уральской области. Объяснительная записка. Уфа, 2000, 81 стр. и схема на 2-х листах // Е.М. Аксенов, В.И. Козлов, науч. ред. М.А. Семихатов, С.М. Шик

¹⁸ Козлов В.И., Сергеева Н.Д. Нижний рифей северных районов Волго-Уральской области // Геология и нефтегазоносность северных районов Урало-Поволжья. Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения проф. П.А. Софроницкого / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2010. С. 45-49.

¹⁹ Морозов С.Г., Андреев Ю.В., Кабиров Б.З. Новые данные по геологии и нефтегазоносности рифейско-вендских отложений Башкирии // Глубинные исследования докембрия востока Русской плиты..., 1981 г. С. 156-168.

Стратотипом свиты является разрез скважины 7000 Арланская. Здесь отложения представлены полевошпат-кварцевыми и аркозовыми алевролитами, часто содержащими примесь песчаного и гравийного материала, с прослоями песчаников того же состава и подчиненными прослоями доломитов, аргиллитов и доломитовых мергелей. Мощность свиты варьирует от 240 до 970 м.

Ротковская свита (RF_{1rt})

Впервые свиту выделила Л.Д. Ожиганова в ранге подсвиты со стратотипом в скважине 7000 Арланская. Название свита приобрела по пос. Ротково Краснокамского района Республики Башкортостан²⁰. Стратотипический разрез свиты представлен преимущественно красноцветными разномелкозернистыми полевошпат-кварцевыми и кварцевыми песчаниками, в подчиненном количестве прослоями алевролитов того же состава, гравелитов, редко- и мелкогалечниковых конгломератов и аргиллитов. В нижней части разреза свиты преобладают кварцевые песчаники, мелкозернистые, более светлой окраски, неравномерно глинистые. Мощность свиты варьирует от 290 до 750 м.

Минаевская свита (RF_{1mn})

Свиту выделила Л.Д. Ожиганова со стратотипом в скважине 7000 Арланская, название отложения получили по дер. Минаевка Краснокамского района Башкортостана²¹. Свита представлена полевошпат-кварцевыми алевролитами красно-бурными, розовыми и светло-серыми с подчиненными прослоями песчаников, сходного с алевролитами состава и облика, доломитами мелкозернистыми серыми и аргиллитами. Мощность свиты 160–280 м

Орьебашская подсерия

Калтасинская свита (RF_{1mn})

Калтасинская свита преимущественно состоит из доломитов, в меньшей степени – известняков. Редко отмечаются прослои и пачки аргиллитов, а также полевошпат-кварцевые алевролиты и песчаники. Мощность свиты колеблется от 1900 до 3700 м.

Кровля и подошва калтасинской свиты – это прекрасные отражающие горизонты при сейсмических исследованиях МОГТ. Дополнительными отражающими горизонтами являются кровля и подошва средней (арланской) подсвиты той же свиты. Поэтому данную свиту считают основной региональной маркирующей толщей в разрезе допалеозойских осадочных

²⁰ Ожиганова Л.Д. Нижний рифей западной Башкирии // Стратиграфия и литология верхнего докембрия и палеозоя Южного Урала и Приуралья. – Уфа: БФАН СССР, 1983. – С. 33-47.

²¹ Морозов С.Г., Андреев Ю.В., Кабиров Б.З. Новые данные по геологии и нефтегазоносности рифейско-вендских отложений Башкирии. / Глубинные исследования докембрия востока Русской плиты..., 1981 г. С. 156-168.

комплексов Волго-Уральской области и используют при межрегиональной корреляции.

Кабаковская свита (RF₁kb)

Наиболее полный разрез свиты представлен в скважине 1 Восточно-Аскинская. Свита состоит из неравномерного чередования аргиллитов, песчаников и алевролитов полевошпат-кварцевых, аркозовых и кварцевых, доломитовых мергелей и доломитов; в основании отмечаются песчаники кварц-доломитового состава. Песчаники присутствуют только в низах разреза свиты, что и определило расчленение ее на две подсвиты: нижнюю (песчаниковую) и верхнюю (карбонатно-алевролитовую). Общая мощность свиты 1100 м²².

²² Козлов В.И., Пучков В.Н., Масагутов Р.Х., Иванова Т.В., Сергеева Н.Д., Горожанин В.М. Рифей-вендские отложения Камско-Бельского авлакогена, вскрытые скважиной 1 Восточно-Аскинская. – СПб.: Недра, 2007. – 136 с.

3.2 Магматизм

В пределах ВУО вулканизм изучен слабо, так как материал ограничивается только керновыми данными. Вулканизм нижнерифейского возраста вскрыт в 203 Мензелино-Актанышской скважине на уровне норкинской свиты.

На Южном Урале в позднем докембрие на нижних границах рубежей неоднократно проявлялась вулканическая активность. Так, согласно представлениям Алексеева А.А., но с учетом новых данных, в геологической истории западного склона Южного Урала выделяют наиболее крупные эпохи магматизма: дорифейскую, рифей-вендскую и ордовик-пермскую эпохи магматизма²³.

В дорифейскую эпоху сформировались вулканогенные и интрузивные образования тараташского метаморфического комплекса (AR-PR₁), александровского метаморфического комплекса (PR₂).

Рифей-вендская эпоха включает интрузивные (бердяшский, кусинско-копанский, повальненский, инзерский, рябиновский и т.д. массивы), дайковые (главная бакальская дайка, дайки в районе г. Куса) и вулканогенные (навышский, машакский, аршинский) комплексы.

Ордовик-пермская эпоха магматизма в данной работе не рассматривается.

Дорифейский магматизм

Тараташский метаморфический комплекс (AR-PR₁)

В северо-восточной части западного склона Южного Урала развиты дорифейские магматические породы, преобразованные в условиях гранулитовой и амфиболитовой фации регионального метаморфизма.

В составе тараташского комплекса выделены двупироксен-плагиоклазовые кристаллические сланцы, гиперстеновые и двупироксеновые гнейсовидные габбро, габбро-диориты и диориты, диафторические амфиболиты, плагиогнейсы и мигматиты. Несмотря на то, что первичных текстурно-структурных и минералогических признаков не сохранилось, по петрохимическим, геологическим и минералогическим признакам было установлено, что первичными породами являются магматиты базальтоидного генезиса.

Так, химический состав двупироксен-плагиоклазовых кристаллических сланцев аналогичен составу подобных пород фундамента древних платформ. По химическим и петрохимическим характеристикам они сходны с

²³ Алексеев А.А., Алексеева Г.В. Схема развития и условия проявления рифейско-вендского магматизма западного склона Южного Урала / Вопросы петрологии и металлогении Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981. С. 36-38.

нормальными континентальными толлеитовыми базальтами и близки к траппам древних платформ²⁴.

Возраст комплекса неоднократно устанавливался с помощью изотопных методов геохронологии. Краснобаев А.А. в результате U-Pb датирования цирконов (методом SHRIMP) получил цифру в 2915 ± 155 млн лет²⁵. С. Синдерн с соавторами U-Pb изохронным методом приводят возраст в 2344 ± 29 млн лет²⁶. Абсолютные датировки гранулитового метаморфизма устанавливают на уровне 2600 млн лет.

Александровский метаморфический комплекс (PR₂)

Александровский комплекс расположен среди нижнерифейских осадочных отложений в зоне Юрюзано-Зюраткульского разлома между тараташским и уфалейским комплексами.

В основном комплекс сложен амфиболитами и биотитовыми плагиогнейсами. Редко наблюдаются гранито-гнейсы, жильные граниты, пегматиты, аплиты. В метаморфитах комплекса распространены разновидности цирконов с возрастом 1,7-2,0 млрд лет реликтового циркона с возрастом 2,34 млрд лет.

Рифей-вендский магматизм

Интрузивные образования

Бердяушский комплекс монцодиорит-сиенит-гранитовый – представлен единственным одноименным массивом на правом берегу р. Бол. Сатка, в 2,5 км юго-западнее пос. Бердяуш. Комплекс состоит из двух фаз: в первую фазу ($\mu\delta RF_2 b_1$) выделяются монцодиориты, кварцевые монцониты, реже габбро, монцогаббродиориты, монцогаббро; во вторую – граниты рапакиви ($\gamma RF_2 b_2$), сиениты, щелочные сиениты, нефелиновые сиениты ($\xi RF_2 b_2$), дайки сиенит-порфиров ($\xi\pi RF_2 b_2$).

Возраст Бердяушского массива различными исследователями оценивается на уровне 1350 ± 10 млн лет²⁷.

Кусинско-копанский комплекс клинопироксенит-габбродиоритовый ($\nu\delta RF_2 kk$) – распространен в Златоустовской подзоне, где представлен массивом, пластовыми телами и дайками. Расслоенные тела сложены клинопироксенит-норит-габбродиоритовыми породами, дайки и силлы – габбродолеритами.

²⁴ Кутолин В.А. Проблемы петрохимии и петрологии базальтов. Новосибирск: Наука, 1972. – 208 с.

²⁵ Краснобаев А.А., Чередниченко Н.В. Цирконовый архей Урала // Доклады РАН. – 2005. – Т. 400, № 4. – С. 510-514.

²⁶ Синдерн С., Ронкин Ю. Л., Крамм У. U-Pb датирование единичных кристаллов цирконов с применением трассера $^{205}\text{Pb}/^{233}\text{U}$ на примере нефелиновых сиенитов Бердяушского массива, Южный Урал // Мат-лы II Российской конференции по геохронологии. – СПб., 2003, с. 461–465.

²⁷ Краснобаев А.А., Бибикина Е.В., Степанов А.И., Ронкин Ю.Л., Грачева Т.В., Лепехина О.П., Макарова В.А. Геохронология и генезис Бердяушского массива (Урал) // Изв. АН СССР, сер. геол., 1984. № 3. С. 3-23.

Рябиновский комплекс гранитовый (γRF_2r) – представлен микропегматитовыми гранитами, залегающие восточнее Кусинско-Копанского массива. Возрастная характеристика получена по циркону U-Pb методом – 1386 ± 34 и 1330 ± 16 млн лет²⁸.

Повальненский комплекс габбро-долеритовый гипабиссальный ($v\beta RF_2p$) – представлен дайками и небольшими изометричными телами габбродолеритов. Комплекс развит в Ямантауском антиклинории. Он состоит из разобщенных дайковых тел базитов, мощностью от 5 до 20-30 м, протяженностью от 10-150 м до 1-1,5 км. Возраст комплекса оценивают в 1004-1128 млн лет с помощью калий-аргонового метода²⁹.

Инзерский комплекс габбро-долеритовый гипабиссальный ($v\beta RF_3in$) – прослеживается субмеридиональной полосой в Западной и Восточной Башкирской СФЗ. Представлен дайками, небольшими телами габбродолеритов, порфировых и микропегматитовых долеритов, габбро-порфиритов. Возраст габброидов определен калий-аргоновым методом в 670-920 млн лет, а с помощью уран-свинцового метода – $721 \pm 6,9$ млн лет³⁰.

Дайковые образования

Дайковые образования БМА представлены прежде всего Главной бакальской дайкой, которая является рудоконтролирующей, а также известен дайковый комплекс около г. Куса.

Вулканогенные образования

Навышский трахибазальтовый комплекс

Вулканогенные породы, объединяемые в навышский комплекс, входят в состав верхней (вулканогенно-осадочной) части навышской подсвиты айской свиты. Вулканиды приурочены к средней и верхней частям и подстилаются аркозовыми и полимиктовыми песчаниками, алевролитами и конгломератами. Вулканогенно-осадочная толща залегают с глубоким размывом и угловым несогласием на кристаллических сланцах и магматитах ТМК.

Лавовая природа горизонтов вулканидов подтверждается геологическими (признаки размыва, согласное залегание и отсутствие контактовых воздействий), текстурно-структурными и химическими признаками (развитие миндалекаменных и пузыристых лав в кровле покровов).

По петрографическим особенностям среди эффузивных пород выделяются трахибазальтовые порфириты, оливиновые и пироксеновые

²⁸ Краснобаев А.А., Ферштатер Г.Б., Беа Ф., Монтеро П. Цирконовый возраст габбро и гранитоидов кусинско-копанского комплекса (Южный Урал) // Ежегодник-2005. Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 2006. С. 300-303.

²⁹ Алексеев А.А. Рифейско-вендский магматизм Западного склона Южного Урала. М.: Наука, 1984. – 136 с.

³⁰ Алексеев А.А., Алексеева Г.В. Новые сведения о распространении эклогитов в белорецком метаморфическом комплексе / Ежегодник-1994. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 1995. С. 53-54.

трахибазальты, очень редко в виде маломощных жил наблюдаются трахиандезит-базальтовые и трахиандезитовые порфириты.

Ранее А.А. Алексеевым высказывалось предположение, что формирование нижнерифейской континентальной щелочной оливин-базальтовой формации связано с тектонической активизацией, дифференциальными блоковыми движениями и заложением на восточной окраине Русской плиты в нижнем рифее обширного перикратонного опускания, охватывающего как современные западный склон Южного Урала и Волго-Уральскую область, так и, возможно, более восточные области. Развитие и заложение перикратонного опускания сопровождалось, видимо, дроблением, образованием глубинных расколов и континентальных рифтогенных структур с локальными излияниями щелочно-базальтовых лав³¹.

Современные геотектонические взгляды подтверждают, что вулканы айсской свиты сопровождали рифтогенный процесс³².

Навышский вулканизм коррелируется с вулканогенными образованиями, вскрытыми на платформе в 203 Мензелино-Актанышской скважине на уровне нижнего рифея.

Машакский липарит-базальтовый комплекс

Машакский комплекс относится к среднему рифею и отвечает особому типу контрастной базальт-риолитовой формаций, ассоциирующей с конгломератами, что, по мнению многих геологов, свидетельствует о формировании данных толщ в рифтогенных условиях.

В машакской свите выделяют 3 подсвиты (кузьелгинская, казавдинская и быковская) и одну толщу (калпакская-ямантауская подсвиты нерасчлененные).

Общая мощность машакской свиты в рассматриваемом районе оценивают в 600-700 м³³.

На основании датирования цирконов из кислых эффузивов возраст машакской свиты устанавливается на уровне среднего рифея. Новые данные, полученные методом SIMS SHRIMP II по цирконам из базальтов и риолитов, определяют возраст свиты в 1380-1385 млн лет³⁴.

³¹ Алексеев А.А. Рифейско-вендский магматизм Западного склона Южного Урала. М.: Наука, 1984. – 136 с.

³² Романюк Т.В., Кузнецов Н.Б., Белоусова Е.А., Горожанин Е.Н. Палеотектоническая и палеогеографические обстановки накопления нижнерифейской айсской свиты Башкирского поднятия (Южный Урал) на основе изучения детритовых цирконов методом «TetragoneChrono» // Геодинамика и тектонофизика. – 2018. - Т.9. № 1. – С. 1-37.

³³ Ларионов Н.Н., Бергазов И.Р., Грановская Н.В., Нигматуллина А.М. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Издание второе. Серия Южно-Уральская. Лист N-40-XXII – Тукан. Объяснительная записка. – М.: МФ ВСЕГЕИ, 2015.

³⁴ Пучков В.Н., Краснобаев А.А., Шмитц М., Козлов В.И., Давыдов В.И., Лепехина Е.Н., Нехорошева А.Г. Новые U-Pb датировки вулкаников машакской свиты рифея Южного Урала и их сравнительная оценка // Геологический сборник № 8 / ИГ УНЦ РАН. – Уфа, 2009. – С. 3-14.

Аршинский трахибазальтовый комплекс

Аршинский вулканизм проявлен в районе Тирлянской мульды Южного Урала. Мощная (до 1,5 км) терригенная толща включает тиллитовидные конгломераты, вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы.

Ранее эти отложения относили к нижнему венду в ранге аршинской свиты. Но изучение цирконов, выделенных из вулканогенных пород, позволило предположить вывод о полихронности аршинского вулканизма – о проявлении двух основных этапов в его эволюции с рубежами $707,0 \pm 2,3$ млн лет и $732,1 \pm 1,7$ млн лет³⁵. Учитывая принятый в настоящее время возраст основания венда (600 ± 10 млн лет), эти данные противоречат отнесению аршинской серии к нижневендскому возрасту.

Поэтому возможно выделение стратона аршиния (завершающего рифея), в составе которого выделяют байнасскую, махмутовскую, игонинскую и шумскую свиты.

³⁵ Краснобаев А.А., Козлов В.И., Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Бушарина С.В. Новые данные по цирконовой геохронологии аршинских вулканитов (Южный Урал) // Литосфера. – 2012. - № 4. – С. 127-139.

3.3 Тектоника

Рассматриваемая территория включает фрагменты двух крупнейших тектонических единиц – Восточно-Европейской древней (эпикарельской) платформы (ВЕП) и Урало-Монгольского складчатого пояса (УМСП) (рис. 3.2). Первая из них охватывает здесь восточную периферию Русской плиты, вторая представлена южной частью «урало-новоземельского» сегмента названной линейной структуры.

Урало-Монгольский складчатый пояс

Объектом нашего изучения являются стратотипические и опорные разрезы базальных свит нижнего рифея, распространенные в пределах Башкирского мегантиклинория (БМА) (см. рис.3.2). Он представляет собой сложно построенную тектоническую структуру антиклинорно-блокового типа, вытянутую субмеридионально. В северном направлении БМА сужается и постепенно выклинивается; на западе граничит с Предуральским прогибом посредством узкой (15-25 км) субмеридиональной внешней зоной складчатости, сложенной палеозойскими породами, нарушенными надвигами и смятыми в антиклинальные и синклинальные складки. Только на небольшом участке, в районе западного окончания Каратауского надвига, БМА непосредственно граничит с Восточно-Европейской платформой. На северо-востоке соседствует с Уралтауским поднятием, в восточной и юго-восточной частях – с северным (Кракинским) ответвлением Зилаирского синклинория, которое здесь разделяет Башкирское и Уралтауское поднятия. На юге, в междуречье Белой и Бол. Ика, происходит резкое погружение рифейских и нижнепалеозойских пород БМА под мощную толщу девонских и каменноугольных образований Зилаирского синклинория. Породы мегантиклинория смяты в разнообразные складки от брахиформных с плоскими сводами и асимметричными крыльями до линейных и изоклинальных, разбитых дизъюнктивными нарушениями большой амплитуды на отдельные чешуи и блоки. В формировании их важная роль принадлежит надвигам преимущественно меридионального и субмеридионального простираний. Вместе с тем, в сводовой части Башкирского мегантиклинория развиты широтные и субширотные разломы.

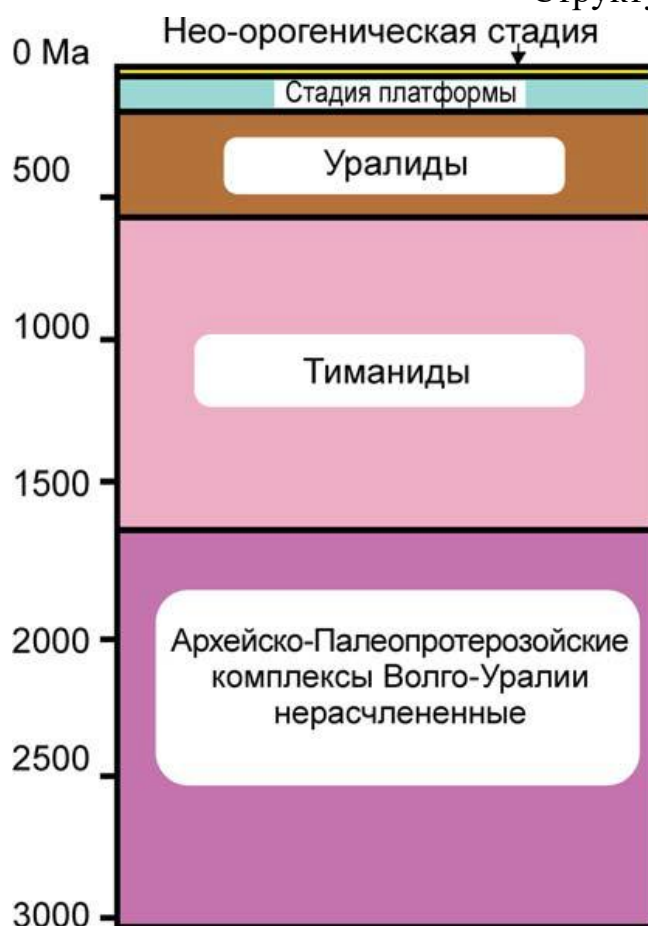
Фундамент БМА представлен метаморфическими породами архейско-протерозойского возраста. Ядро структуры сложено докембрийскими толщами (RF-V), крылья – палеозойскими толщами. Само определение структуры – мегантиклинорий – связано с тем, что в его пределах выделяются структурные единицы нескольких порядков (см. рис. 3.2).

В обобщенном вертикальном разрезе Урала принято выделять следующие структурные этажи, соответствующие наиболее важным стадиям развития литосферы и временным срезам: архейско-протерозойский, примерно отвечающий беломоридам и карелидам (хотя прямых пространственных связей с ними не выявляется), рифейско-вендский, развитие которого закончилось образованием тиманид, палеозойско-раннемезозойский, отвечающий развитию уралид, среднеюрско-палеогеновый платформенный и плиоцен-четвертичный неорогенический (рис. 3.3).

В пределах БМА выделяют три структурных этажа: архейско-палеопротерозойский, рифей-вендский и палеозойский.

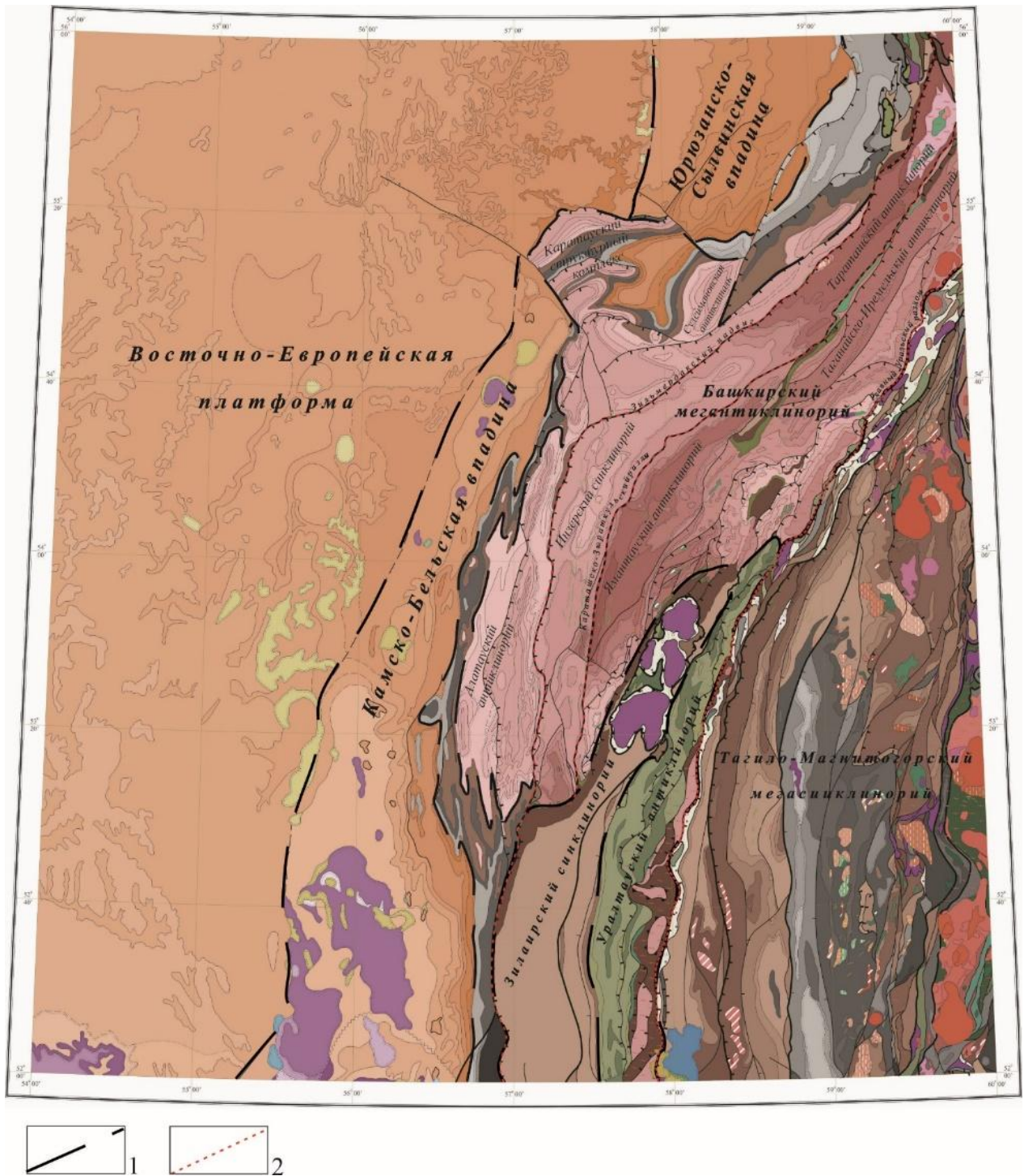
Каждый структурный этаж имеет свою уникальную историю тектонического развития, подчиняется общему порядку развития литосферы - циклу Вилсона.

Рисунок 3.3 – Структурные этажи Урала³⁶



³⁶ Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. – 280 с.

Рисунок 3.2 –
Упрощенная тектоническая схема БМА³⁷



Условные обозначения: 1 – границы основных структур; 2 – границы основных разломов.

³⁷ Рисунок выполнен автором по данным: Князев Ю.Г., Князева О.Ю., Сначев В.И., Жданов А.В., Каримов Т. Р., Айдаров Э.М., Масагутов Р.Х., Арсланова Э.Р. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Уральская. Лист N-40 – Уфа. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2013.

Этап формирования позднепротерозойского складчатого сооружения имел много названий: тиманиды, байкалиды, доуралиды, протоуралиды, рифеиды, кадомиды. В последнее время как в отечественной, так и в иностранной литературе укоренился термин «тиманиды».

Архейско-палеопротерозойский структурный этаж

Архейско-палеопротерозойский ярус представлен кристаллическим фундаментом и выходит на поверхность в пределах Тараташского метаморфического комплекса (ТМК). ТМК состоит из глубоко метаморфизованных пород: двупироксеновых кристаллосланцев, эвлизитов, эндербитов, железистых кварцитов, гнейсов, амфиболитов, с реликтами гранулитового метаморфизма, местами испытавшими диафторез в эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фациях

Возраст Тараташского комплекса определен на уровне 2600 млн лет U-Pb методом SHRIMP по циркону.

Тараташский комплекс считают фрагментом Волго-Уралии – один из трех блоков древней континентальной коры. В конце палеопротерозоя (1700 млн лет назад) Волго-Уралия, Сарматия и Фенноскандия соединились в единый континент Балтику.

Рифей-вендский структурный этаж (комплекс тиманид)

Впервые тиманиды выделил Н.С. Шатский в 30-х годах, такое название связано с Тиманским кряжем на северо-западе России.

Докембрийский период характеризуется развитием глубокого эпикратонного осадочного бассейна, отчасти в условиях аридного климата, осложненное короткими эпизодами рифтогенеза на уровне 1650-1600, 1385-1350, 670-610 млн лет. Формирование рифтов сопровождалось вулканическими процессами, которые помогают в уточнении возрастных границ.

Бассейн, отвечавший территории современного Башкирского мегантиклинория, был тесно связан с авлакогенами края Восточно-Европейской платформы – Камско-Бельским и Серноводско-Абдулинским. Но, вероятнее всего, это были отдельные бассейны.

В венде (600-550 млн лет назад) начала формироваться моласса, источник терригенного материала для которой кардинально сменился, поскольку значительная (восточная) часть бассейна испытала коллизию, орогенез, метаморфизм (локально – до эклогитовой фации) и на ее месте возник складчатый пояс тиманид.

Палеозойский структурный этаж

Палеозойские отложения прослеживаются на крыльях БМА. В восточных разрезах структуры отложения ордовика лежат на рифее с размывом и угловым

несогласием; к западу глубина размыва докембрия уменьшается, угловое несогласие исчезает, а ордовик и затем силур выпадают из разреза так, что на венд ложится сразу такатинская свита нижнего девона.

Восточно-Европейская платформа

Восточно-Европейская платформа (ВЕП) – одна из крупнейших тектонических структур, а также относится к древним (дорифейским) платформам.

Изучаемая Волго-Уральская область занимает юго-восточный край ВЕП, восточнее которой расположены Предуральский краевой прогиб и Уральская складчатая система.

Наиболее крупные положительные структуры в пределах платформы называют антиклизмами, а отрицательные – синеклизмами. В их пределах выделяют своды – обширные относительно приподнятые участки земной коры (Татарский, Токмовский, Жигулевско-Пугачевский и т.д.). Отрицательные структурные элементы в зависимости от формы именуют прогибами или впадинами. Также обособляются выступы – термин применяют к формам поверхности кристаллического фундамента.

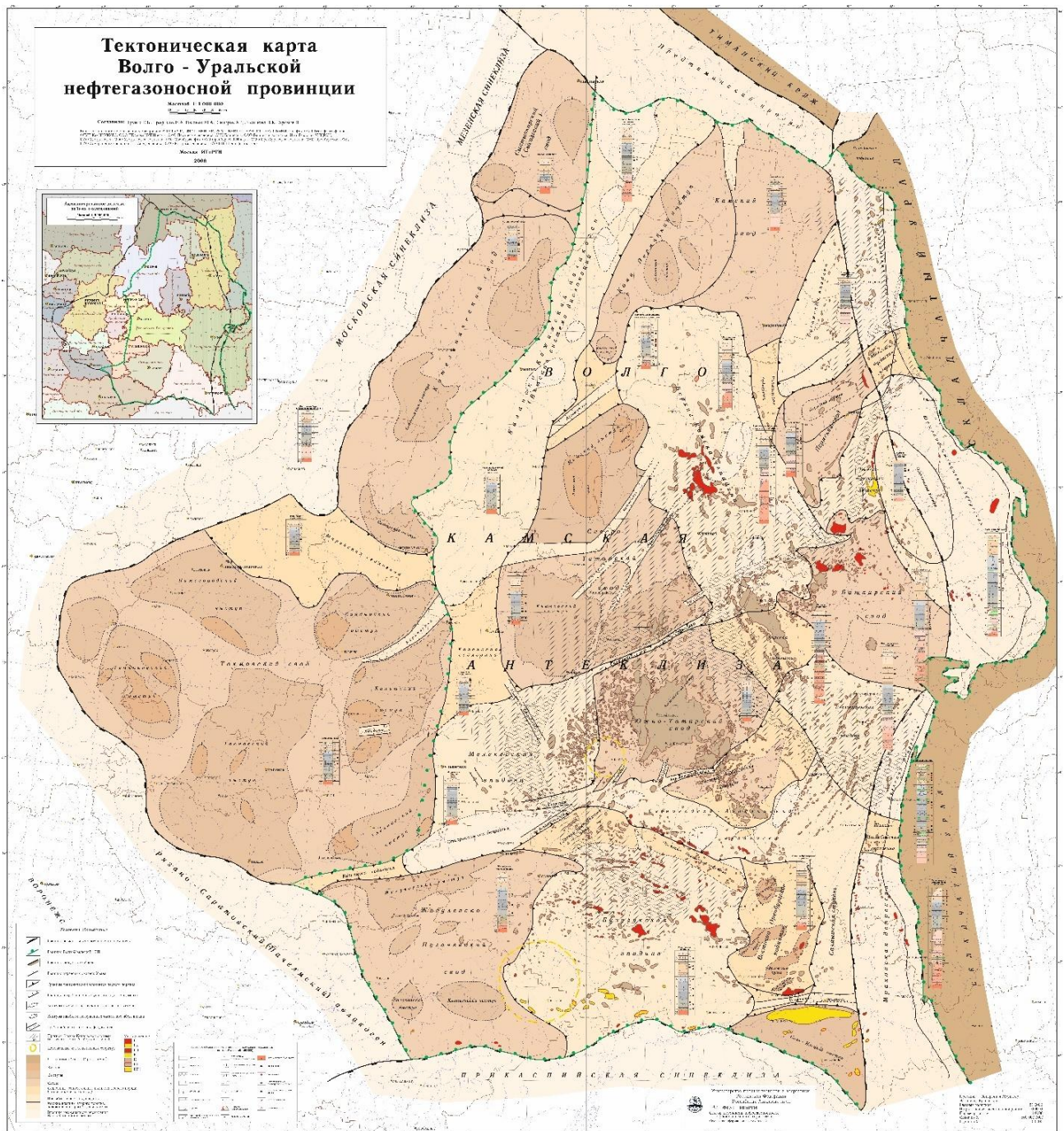
В пределах восточной части ВЕП по геолого-геофизическим данным отложения рифея приурочены к авлакогенам (палеорифтам), а венда – к синеклизам (впадинам).

Нижнерифейские отложения выделяются по данным геофизических и буровых работ в Камско-Бельском, Серноводско-Абдулинском и Рязано-Саратовском авлакогенах (рис. 3.4).

Камско-Бельский авлакоген – крупная отрицательная структура на востоке Волго-Камской антеклизы. Расположена юго-восточнее Коми-Пермяцкого свода, разделяет Северо-Татарский и Южно-Татарский своды на западе, а Пермский и Осинцевский выступы фундамента на востоке. На юге протягивается до выступа Каратау и прилегающих передовых складок Урала. Протяженность впадины около 700 км, ширина 150-200 км.

Борта впадины различны: западный – крутой, а восточный – пологий. Поверхность фундамента сильно расчленена и рассечена сетью разрывных разнонаправленных нарушений.

Серноводско-Абдулинский авлакоген вытянут в субширотном направлении на расстояние свыше 300 км. Он представляет собой пограничную структуру, которая отделяет Бузулукскую впадину и Оренбургское сводовое поднятие от Южно-Татарского свода. Границами выступают разрывные нарушения. Его ширина в восточной части достигает 140-160 км, в западной – сужается до 20-30 км и далее, до полного выклинивания.



³⁸ Грунис Е.Б., Трофимов В.А., Романов Ю.А., Сидоров А.Д., Чепикова И.К., Хромов В.Т. Тектоническая карта Волго-Уральской газоносной провинции. Масштаб 1:1 000 000.: Москва, ИГиРГИ, 2006.

4 Полезные ископаемые

Докембрийские отложения располагают многочисленными объектами полезных ископаемых. Так как месторождения Южного Урала разрабатываются уже длительное время, то большинство из них уже отработаны в той или иной степени. Актуальность поиска углеводородов в древних толщах Волго-Уральской области повышается с каждым годом. Это связано с открытием крупных залежей в Восточной Сибири, а также во многих докембрийских бассейнах мира

4.1 Рудные районы Южного Урала

К изучаемой территории Южного Урала приурочена Суран-Авзянская рудная зона, рудные районы – Зигазино-Комаровско-Инзерский, Авзянский (рис. 4.1)

В Суран-Авзянской рудной зоне можно выделить Суранское месторождение флюорита, приуроченное к одноименной свите. Месторождение имеет малосульфидный флюоритовый тип оруденения. Общие запасы и прогнозные ресурсы жильного и прожилково-вкрапленного флюорита Суранского месторождения оцениваются в 4 млн т. Суранское месторождение оценивается как среднее по запасам с высоким качеством сырья.

Золотоносные россыпи (Кургашлинская, Большой Ключ) известны в долине р. Бол. Авзян, за время их эксплуатации добыто свыше 2 т. золота.

Отложения изучаемой большеинзерской свиты вмещают золото-кварцевого малосульфидного типа месторождения (Улюк-Бар и рудопроявления Кургашлинское и Рамеева жила). Золоторудные объекты расположены вблизи субмеридионального Караташского регионального разлома, протягиваясь цепочкой с юга на север, они образуют Исмакаевскую рудную зону³⁹.

Зигазино-Комаровско-Инзерский рудный район известен наличием более 20 месторождений бурых железняков (Туканское, Тара, Наратай и др)⁴⁰. Они приурочены к зонам региональных надвигов субмеридионального простирания в местах их пересечения с региональными зонами северо-западного простирания. Сводовые части и деформированные западные крылья

³⁹ Мичурин С.В., Шарипова А.А., Крупенин М.Т., Замятин Д.А., Мусина А.М., Попов В.А. Сульфидная минерализация, самородное золото и его геохимические связи в рифейских отложениях Авзянского рудного района (Южный Урал). // Литосфера. – 2018. – Т.18. №1. – С. 61-81.

⁴⁰ Салихов Д.Н., Ковалев С.Г., Ларионов Н.Н., Беликова Г.И. Полезные ископаемые Республики Башкортостан (железные руды). Уфа: Гилем, 2008. – 148 с.

принадвиговых антиклиналей являются структурными ловушками для оруденения.

Установлена стратиграфическая приуроченность к двум основным толщам: катаскинской подсвете авзянской свиты и туканской подсвете зигазино-комаровской свиты. Наиболее крупным и типичным для этого района является Туканское месторождение.

В Авзянском рудном районе выявляют несколько групп месторождений (Кухтурская, Верхне-Авзянская, Куртмалинская, Алакуянская и Бельская). Руды этих месторождений представлены бурыми железняками, залегающими среди рыхлых глиноподобных пород. Оруденение связано с верхним горизонтом туканской подсветы зигазино-комаровской свиты и катаскинской подсветой авзянской свиты. Большинство месторождений отработаны.

4.2 Перспективы нефтегазоносности Волго-Уральской области

Перспективы нефтегазоносности Волго-Уральской области высоко оцениваются многими исследователями. В нижнем рифее нефтематеринскими породами считают отложения калтасинской и кабаковской свит^{41,42}.

Так, на севере Республики Башкортостан была пробурена параметрическая скважина 1 Восточно-Аскинская. В калтасинской свите выявлен пласт (4697,0-4740,0 м) с аномально высокими газопоказаниями (до 2,3% абс.), содержащий углеводородные газы (метан и этан), обогащенные тяжелым изотопом ^{13}C ($\delta^{13}\text{C} = -38,25$ и $-34,36$ ‰, (соответственно), что свидетельствует о генерации газа из органического вещества пород в жестких условиях катагенеза, по предварительной оценке возможный выход УВ из пород калтасинской свиты составляет до 7,5 млрд тонн (геологические ресурсы)⁴³. Песчаники ротковской и тукаевской обладают удовлетворительными коллекторскими свойствами, их относят к мало- и среднеёмким и среднепроницаемым коллекторам⁴⁴.

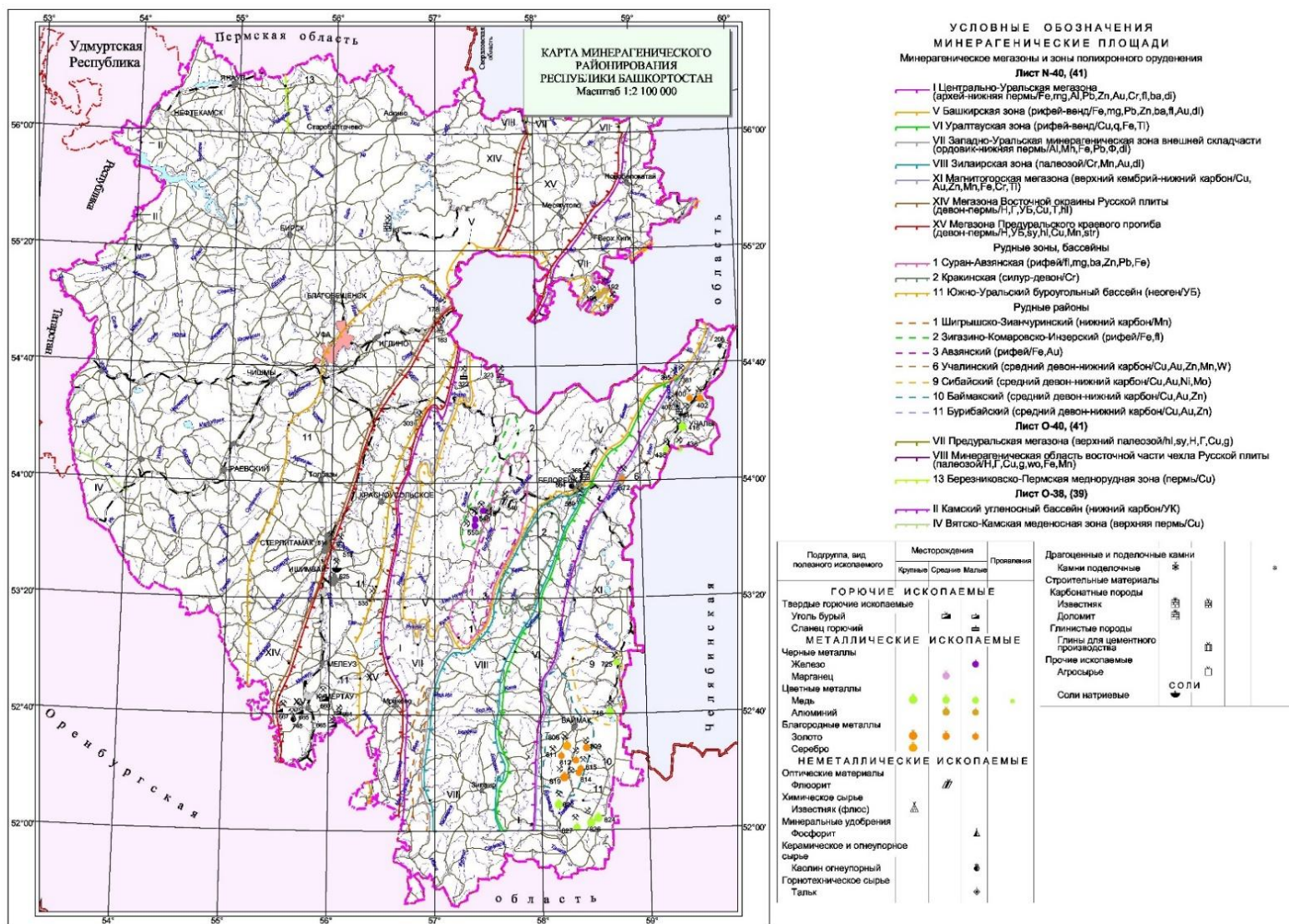
⁴¹ Егорова Н.П. Геохимические критерии нефтегазоносности докембрия Башкирского Приуралья // Проблемы геологоразведочных работ и разработки нефтяных месторождений. 1986. С. 73-82.

⁴² Белоконь Т.В., Козлов В.И., Дулепов Ю.А., Коблова А.З., Козлова О.В. Геохимия пород и флюидов додевонских отложений северо-востока Урало-Поволжья. Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 1991. – 40 с.

⁴³ Карасева Т.В., Балашова М.М., Сиротенко О.И. Эволюция процессов нефтегазообразования в древних толщах востока Русской платформы // Критерии оценки нефтегазоносности ниже промышленно освоенных глубин и определение приоритетных направлений геолого-разведочных работ: Тез. докл. Всеросс.науч.-практ. конф. 8–10 фев. 2000 г. – Пермь: КамНИИКИГС, 2000. – С. 81-82.

⁴⁴ Козлов В.И., Масагутов Р.Х., Лозин Е.В., Иванова Т.В., Сергеева Н.Д., Генина Л.А., Михайлов П.Н., Андреев Ю.В. Стратиграфия и нефтегазоносность верхнего докембрия Волго-Уральской области // Материалы Всероссийского совещания «Стратиграфия, палеонтология и перспективы нефтегазоносности рифея и венда восточной части Восточно-Европейской платформы». Часть 1. Уфа: ИГ УНЦ РАН. 1999. С. 40-48.

Карта минерагенического районирования Республики Башкортостан



5 Литолого-петрографические особенности обломочных пород нижнего рифея и условия их формирования

Изучение обломочных пород, особенно песчаных, является важной составной частью региональных геологических исследований⁴⁵. Песчаники обладают как признаками, позволяющими реконструировать состав материнских пород областей размыва, так и признаками, сформированными непосредственно во время их накопления в конечных водоемах стока. Информация о минералого-петрографическом и химическом составе обломочных пород позволяет восстановить условия формирования отложений в палеобассейне, источники сноса обломочного материала и характер питающей провинции, а также сделать суждение о тектонических обстановках в период формирования отложений⁴⁶.

При интерпретации полученных литолого-петрографических, литогеохимических и минералогических данных использованы классификационные и диагностические диаграммы.

Из числа диаграмм для анализа главных породообразующих обломочных компонентов, слагающих песчаные породы, чаще используют треугольные диаграммы, в вершинах которых присутствуют кварц (Q), полевые шпаты (F) и обломки пород (L).

В работе использованы диаграммы В.Д. Шутова (рис 5.1)⁴⁷. Для их построения делают визуальный подсчет породообразующих компонентов песчаников в петрографических шлифах. Полученные данные пересчитываются на 100% и отображаются на диаграмме. Подобные типизационные диаграммы позволяют классифицировать песчаники по составу, то есть давать им название и связывать их происхождение с составом обломочной части.

Для восстановления палеообстановок осадконакопления или типов источников сноса в работе использованы генетические диаграммы (рис. 5.2). Эти построения выполняются также на основе литолого-петрографических данных (подсчета породообразующих минералов)^{48,49}.

⁴⁵ Шванов В.Н. Петрография песчаных пород (компонентный состав, система, описание минеральных видов). Л.: Недра, 1987. – 269 с.

⁴⁶ Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных. Учебное пособие. - Екатеринбург: Изд. УГГУ, 2005. – 289 с.

⁴⁷ Шутов В.Д. Классификация песчаников // Литология и полезные ископаемые, 1967. - № 5. – С. 86-103.

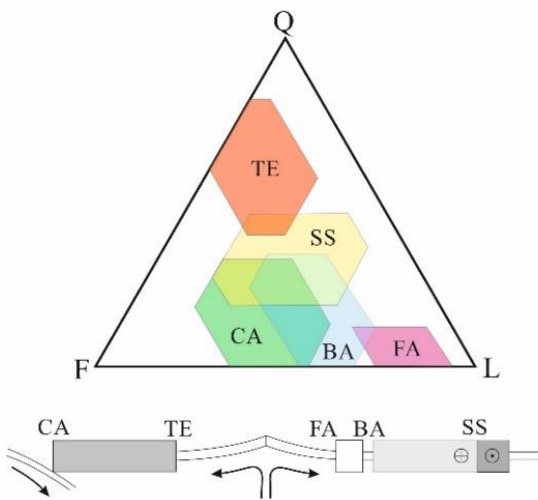
⁴⁸ Dickinson W., Valloni R. Plate setting and provenance of sands in modern ocean basins // Geology, 1983. V.8. – P. 82-86

⁴⁹ Yerino, L.N. and Maynard, J.B., Petrography of modern sands from the Peru-Chile Trench and adjacent areas // Sedimentology, 1984. – P. 83-89.

Рисунок 5.1 –
Типизационная диаграмма по Шутову В.Д.

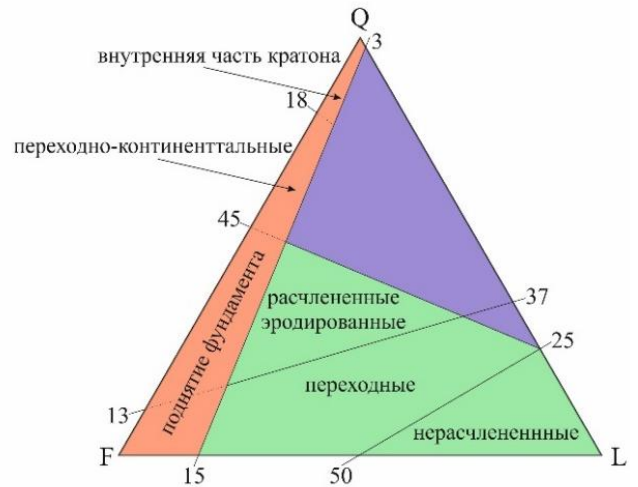


Рисунок 5.2 –
Классификационные диаграммы, отражающие характер обстановок осадконакопления и источников питания



Классификация песчаников по Yerino & Maynard, 1984

TE - пассивные окраины, интерконтинентальные рифты и авлакогены
 SS - обстановки связанные с сдвиговыми деформациями
 CA - окраинно-континентальные дуги
 BA - внутриокеанические островные дуги, задуговые
 FA - внутриокеанические островные дуги, преддуговые



Классификация песчаников по Dickinson, 1983

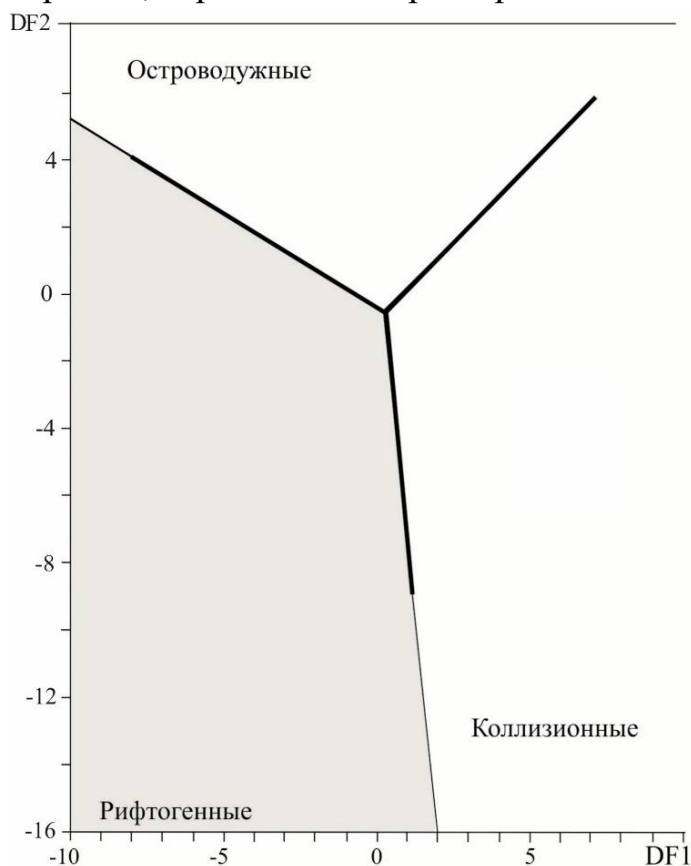
континентальный блок
 магматическая дуга
 орогенетические области (коллизионные области:
 - континент-континент,
 - континент-островная дуга)

Также в работе применяются дискриминантные диаграммы, в которых на основе химического состава песчаников и глинистых образований устанавливаются палеогеодинамические обстановки⁵⁰.

Эти диаграммы основаны на отношении десяти основных элементов к SiO_2 в качестве общего знаменателя и линейного дискриминантного анализа данных отношения (рис. 5.3).

Для анализа были использованы коллекции шлифов Лаборатории геотектоники и региональной геологии ИГ УФИЦ РАН.

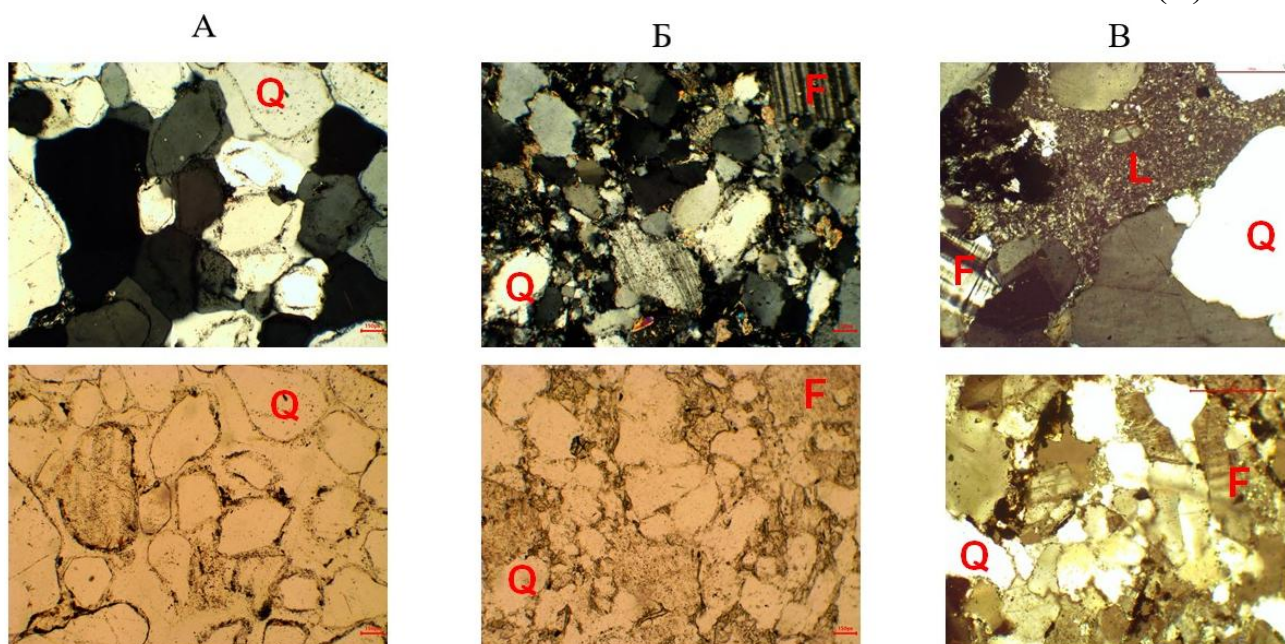
Рисунок 5.3 – Дискриминантная диаграмма, отражающая характер обстановок формирования



Краткое литолого-петрографическое описание песчаников и подсчет основных компонентов песчаников норкинской, айской и большеинзерской свит в шлифах выполнены автором и частично заимствованы из описаний Л.А. Гениной (рис. 5.4). Исследования проводились с использованием поляризационного микроскопа МИН-8.

⁵⁰ Verma S.P., Armstrong-Altrin J.S. New multi-dimensional diagrams for tectonic discrimination of siliciclastic sediments and their application to Precambrian basins // ChemicalGeology, 2013. V. 355. – 117-133.

Рисунок 5.4 –
Микрофотографии песчаников норкинской (А), большеинзерской (Б) и
айской (В) свит



Примечания – Два фото слева в нижнем ряду – без анализатора, остальные – николи скрещены. Q – кварц, F – полево шпат, L – обломки пород.

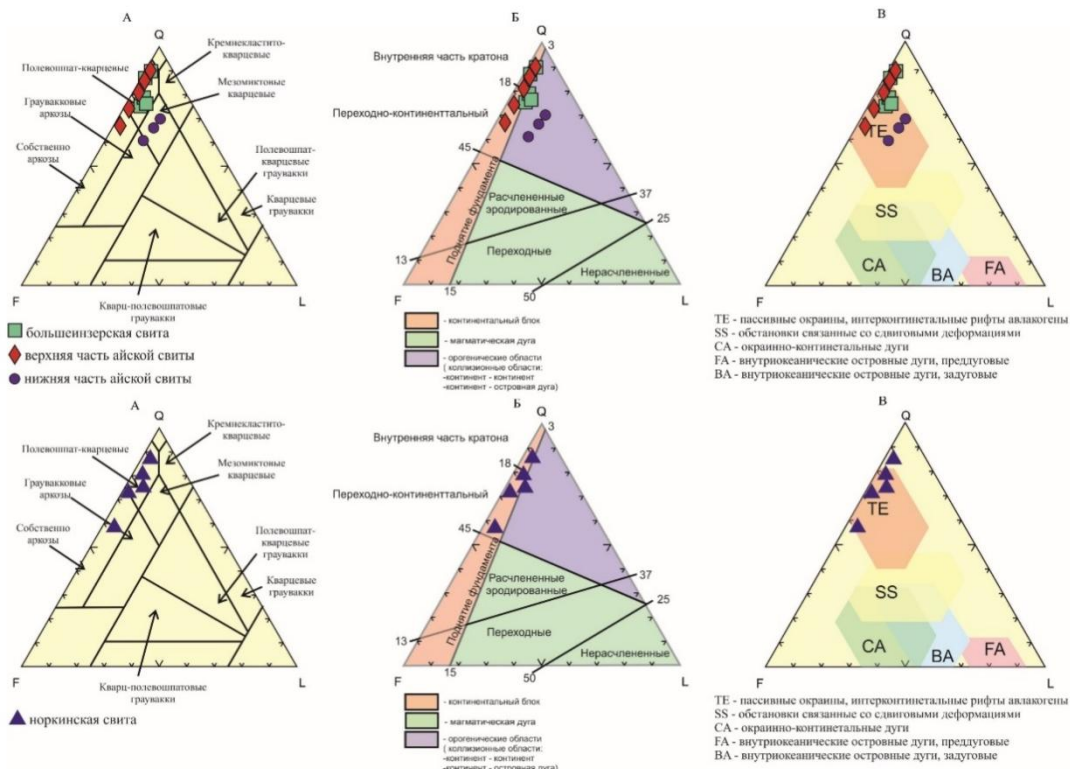
Песчаники норкинской свиты состоят преимущественно из кварца, обломки окатанные, цемент контактовый (см. рис. 5.4 А). Песчаники большеинзерской свиты сложены кварцем, полевым шпатом, минералы представлены угловатыми обломками. Цемент контактовый (рис. 5.4 Б). Песчаники айской свиты сложены кварцем, полевым шпатом и обломками вулканогенных пород. Зерна присутствуют и окатанные, и угловатые. Цемент базальный (рис. 5.4 В).

Песчаники айской и большеинзерской свит уральских разрезов и норкинской свиты сопредельной части платформы состоят в основном из кварца, а обломки пород и полево шпат имеют подчиненное значение (см. рис. 5.4) На классификационной QFL-диаграмме (рис. 5.5 А) фигуративные точки песчаников норкинской, большеинзерской и верхней части айской свит распределились в поле полевошпат-кварцевых и меньше собственно аркозов, что позволяет, исходя из близости вещественного состава обломочных пород, предположить близкий комплекс пород в области сноса. Фигуративные точки песчаников нижней вулканогенно-осадочной части айской свиты обособлены в поле мезомиктовых кварцевых песчаников и единично в поле граувакковых

аркозов. Особенность состава песчаников навышской подсвиты может быть связана с дополнительным источником кластики.

Рисунок 5.5 –

QFL-диаграммы на основе литолого-петрографических данных



На классификационной QFL-диаграмме песчаники всех разрезов, как уральских, так и платформенных, состоят, в основном, из кварца, а обломки пород и полевой шпат имеют подчиненное значение (рис. 5.5 А). Песчаники норкинской, большеинзерской и верхней части айской свит довольно близки по составу (полевошпат-кварцевые, реже собственно аркозовые), за исключением мезомиктовых кварцевых песчаников вулканогенно-осадочной части айской свиты. Соответственно, здесь можно предположить дополнительный, отличный от остальных свит, источник.

Для определения обстановок осадконакопления использованы диагностические треугольные диаграммы (рис. 5.5 Б и В). Песчаники из норкинской и большеинзерской свит, а также верхней части айской свит, по источникам питания распределились в континентальном блоке, включающем внутреннюю часть кратона и переходно-континентальную, что не противоречит геологическим представлениям.

Песчаники вулканогенно-осадочной части айской свиты на диаграмме Б попадают в поле орогенической области, а согласно диаграмме В – рифтогенную область, то есть совершенно противоположные процессы. Но

согласно современным геотектоническим взглядам айское время ознаменовано формированием навышского рифта, с которого начинается крупный тектонический цикл⁵¹. Вывод, диагностическая диаграмма Дикенсона не применима для рассматриваемых отложений.

Для интерпретации палеогеодинамических обстановок формирования терригенных толщ используют данные о валовом химическом составе песчаников. Дискриминантные диаграммы DF1-DF2 широко используются, так как имеют область составов, свойственную рифтогенным обстановкам. Банк данных о валовом химическом составе песчаников собран из фондовых и опубликованных материалов и представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 –

Средние содержания породобразующих оксидов в песчаниках различных структур и значение дискриминантных параметров их состава

Компоненты (ср.зн)	Объекты исследования (свиты)				
	Волго-Уральская область ⁵²			Южный Урал	
	Норкинская 2 пробы	Ротковская 2 пробы	Минаевская 3 пробы	Большеинзерская ⁵³ 2 пробы	Айская ⁵⁴ 12 проб
SiO ₂	60,25	65,27	72,97	56,595	72,02
TiO ₂	0,955	0,28	0,44	0,9	0,50
Al ₂ O ₃	11,745	11,45	9,91	19,76	11,83
Fe ₂ O ₃	3,6	2	1,17	2,13	2,66
MgO	4,075	1,88	1,97	4,1	1,24
CaO	4,33	2,45	1,1	1,12	1,63
Na ₂ O	0,24	0,22	0,19	0,415	1,81
K ₂ O	6,07	7,18	6,47	8,33	5,91
MnO	-	0,06	0,05	0,06	0,03
P ₂ O ₅	-	0,06	0,07	0,1	0,16
DF1	2,303	5,830	5,451	4,706	-0,75
DF2	-6,862	-2,887	-3,894	2,491	-5,59

⁵¹ Романюк Т.В., Кузнецов Н.Б., Белоусова Е.А., Горожанин Е.Н. Палеотектоническая и палеогеографические обстановки накопления нижнерифейской айской свиты Башкирского поднятия (Южный Урал) на основе изучения детритовых цирконов методом «TerraneChrono» // Геодинамика и тектонофизика. – 2018. - Т.9. № 1. – С. 1-37.

⁵² Лозин Е.В., Масагутов Р.Х., Иванов Т.В. Отчет по изучению додевонской осадочной толщи платформенного Башкортостана и обоснование перспектив нефтегазоносности. Этап 3. Обобщение результатов научно-исследовательских работ по додевонским отложениям за 2002 год. – Уфа: ДООО «БАШНИПИНЕФТЬ» ОАО «АНК БАШНЕФТЬ», 2002.

⁵³ Генина Л.А., Балтагирова Н.Е., Гареев Э.З., Михайлов П.Н. Отчет по теме изучения стратотипических разрезов нижнего рифея (бурзяния) Башкирского Урала с целью уточнения легенды для геологических карт масштаба 1:50 000. – Уфа: ПГО «Башкиргеология», 1986.

⁵⁴ Маслов А.В., Подковыров В.Н., Гареев Э.З., Сергеева Н.Д. Синрифтовые песчаники: особенности валового химического состава и положение на дискриминантных палеогеодинамических диаграммах // Геодинамика и тектонофизика. – 2018. – Т. 9, №1. – С. 59-80.

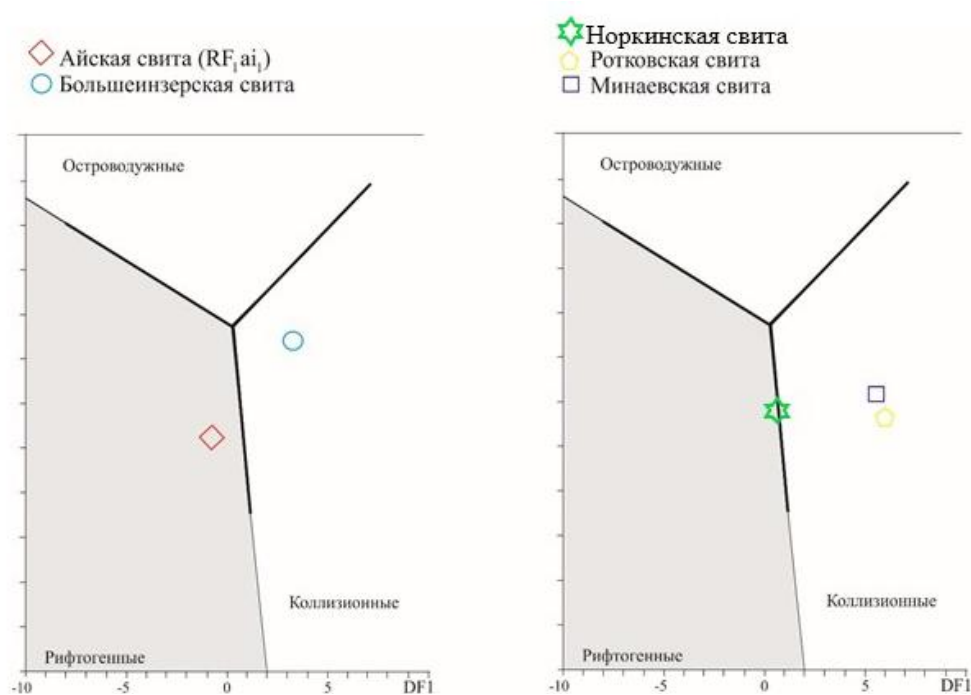
Автором были рассчитаны средние значения DF1 и DF2. Соответствующие им точки распределились в различных полях диаграммы (рис. 5.6).

Согласно дискриминантным диаграммам, фигуративные точки песчаников норкинской и нижней (вулканогенно-осадочной) части айской свиты попадают в поля формирования рифтов, т.е. имеют сходные геотектонические условия образования.

Фигуративные точки большеинзерской, ротковской, минаевской и верхней части айской свит распределились в поле коллизионных обстановок (рис. 5.6). Особенности обстановок формирования рассматриваемых песчаников на дискриминантных диаграммах согласуются с данными классификационных и диагностических диаграмм, приведенными выше.

Рисунок 5.6 –

Дискриминантные диаграммы на основе химического анализа песчаников



Так, согласно типизационным (см. рис.5.5 А) и диагностическим (см. рис. 5.5. Б и В) диаграммам, песчаники норкинской, большеинзерской и верхней части айской свит, имея одинаковый состав породообразующих компонентов и сходные условия формирования, хорошо сопоставляются.

Песчаники вулканогенно-осадочной части айской свиты имеют своеобразный петрографический состав (см. рис. 5.5 А), что обусловлено, как показано на дискриминантных диаграммах (см. рис. 5.6), формированием вулканогенно-осадочных толщ в рифтогенных обстановках. Подобные

(рифтогенные) условия установлены и для норкинской свиты Камско-Бельского авлакогена (см рис. 5.6).

Полученные материалы позволяют провести более детальную корреляцию рассматриваемых отложений. Возрастным аналогом вулканогенно-осадочной части айской свиты на Южном Урале является норкинская свита Восточно-Европейской платформы. Верхней (осадочной) части айской свиты отвечают большеинзерская (уральский разрез) и ротковская и минаевская свиты на сопредельной части платформы. Это подтверждается, как сходным составом песчаников этих свит, так и геотектоническими обстановками их формирования.

6 Акцессорные минералы обломочных пород

Для решения задач расчленения и корреляции терригенных отложений в разобщенных геологических разрезах часто используют минералогический метод исследования минералов тяжелой фракции (искусственных шлихов) дробленных пород (проб-протолок). Количественно-минералогический анализ тяжелой фракции (табл. 6.1) не только дополняет характеристику вещественного состава отложений, но и дает возможность уточнить состав пород области сноса обломочного материала. В работе принята схема обработки проб-протолок, используемая в минералогической лаборатории ИГ УФИЦ РАН, основанная на методических разработках Копченовой Е.В.⁵⁵.

Таблица 6.1 –
Среднее содержание минералов тяжелой фракции (г\т) в базальных свитах
нижнего рифея

	Свиты		
	Айская	Большеинзерская	Норкинская (МА-203)
Количество проб	16	9	25
Минералы			
Кластогенные			
Циркон	225	98	17
Апатит	117	33	+
Турмалин	+	7	17
Слюда	4	47	62
Монацит	-	-	+
Сфен	+	-	-
Сфалерит	-	-	2
Магнетит	+	+	2
Гр. пироксена	+	+	+
Хромшпинелиды	29	+	-
Ильменит	-	+	-
Рутил	6	10	5
Анализ (брукит)	+	+	+
Лейкоксен	178	9	+
Гр. амфибола	+	0,5	+
Гр. эпидота	+	+	+
Гр. граната	-	+	+
Корунд	-	+	-
Золото	-	+	-
Аутигенные			
Лимонит	441	415	108
Пирит (марказит)	+	228	+
Гр. карбоната	1	123	221
Хлорит	-	+	+
Гематит (мартит)	+	+	75
Барит		+	153

⁵⁵ Копченова Е.В. Минералогический анализ шлихов М.: Госгеолиздат, 1951. – 209 с.

Выделялись искусственные шлихи преимущественно из песчаников, а их изучение проводилось с помощью бинокулярного микроскопа. Результаты количественно-минералогического анализа тяжелой фракции сведены в таблицу (см. табл. 6.1), где содержание минералов выражается в граммах на тонну (г/т). Как следует из таблицы, в тяжелой фракции из песчаников рассматриваемых свит определено около 30 минералов, в числе которых важная роль принадлежит акцессорным минералам: циркону, турмалину, рутилу и апатиту, принятым в качестве основных. Эти минералы являются наиболее информативными: составляют основную часть тяжелой фракции, обладают различными типоморфными признаками (окраска, форма, размеры и т.д.), образуют характерные акцессорно-минеральные ассоциации.

Результаты изучения комплексов акцессорных минералов показывают, что для песчаников рассматриваемых стратиграфических подразделений характерны различные акцессорно-минеральные ассоциации. Руководящими минералами в акцессорно-минеральной ассоциации в верхней (осадочной) части айской свиты являются циркон и апатит, а в нижней (вулканогенно-осадочной) – циркон. В песчаниках норкинской свиты руководящими минералами ассоциации служат – циркон и турмалин.

Цирконы, как наиболее информативные минералы, дополнительно изучали на сканирующих электронных микроскопах: Hitachi S-3400N и Hitachi 4000 TMPlus.

В результате минералогического изучения основных акцессорных минералов рассматриваемых отложений выделены следующие их особенности.

Норкинская свита

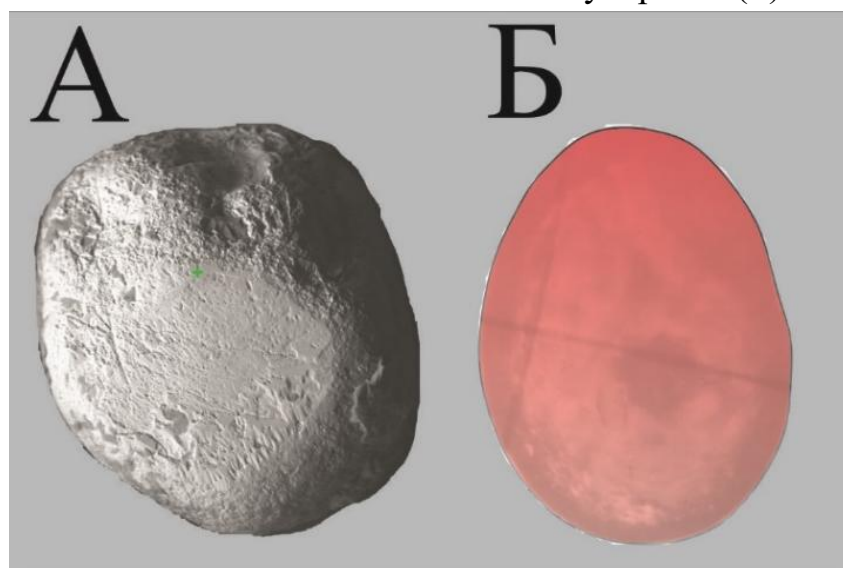
Циркон – окатанные и эллипсоидальные зерна бледно-розовой, почти бесцветной окраски. Размеры – $0,07 \times 0,07$ до $0,2 \times 0,25$ мм (рис. 6.1).

Турмалин – окатанные зерна округлой формы, редко кристаллы, иногда с занозистыми окончаниями и грубой вертикальной решеткой на гранях. На окатанных зернах турмалина отмечается ямчатая поверхность – следы абразии. Цвет – темно-бурый, коричневый, зеленый, единично – синий. Размеры от $0,1 \times 0,1$ до $0,25 \times 0,5$ мм, редко $0,35 \times 1$ мм

Апатит – угловатые обломки неправильной формы, округлые и эллипсоидальные зерна. Бесцветной и оранжево-красной окраски. Размер – $0,1 \times 0,1$ до $0,2 \times 0,25$ мм.

Рутил – окатанные зерна удлиненной и уплощенной формы темно-бурого и черного (ильмено-рутил) цвета. Размеры от $0,07 \times 0,1$ до $0,1 \times 0,25$ мм.

Рисунок 6.1 –
Цирконы из песчаников норкинской свиты под электронным (А) и
бинокулярным (Б) микроскопами



Айская свита

Как было сказано выше, айскую свиту делят на нижнюю (вулканогенно-осадочную) и верхнюю (исключительно осадочную) части, которые отличаются не только характером акцессорно-минеральных ассоциаций, но и морфологическими особенностями минералов. Их признаки представлены в таблице 6.2.

Исходя из состава тяжелых минералов (см. табл. 6.1), характера минеральных ассоциаций и типоморфных признаков акцессорных минералов (см. табл. 6.2) в песчаниках айской свиты разрозненных структур (Тараташской и Липовской антиклиналей) существовали разные источники сноса. На формирование песчаников в пределах Тараташской структуры значительное влияние оказали вулканогенные потоки, что подтверждается наличием вулканогенного материала и кристаллов циркона магматического облика в песчаниках нижней части айской свиты.

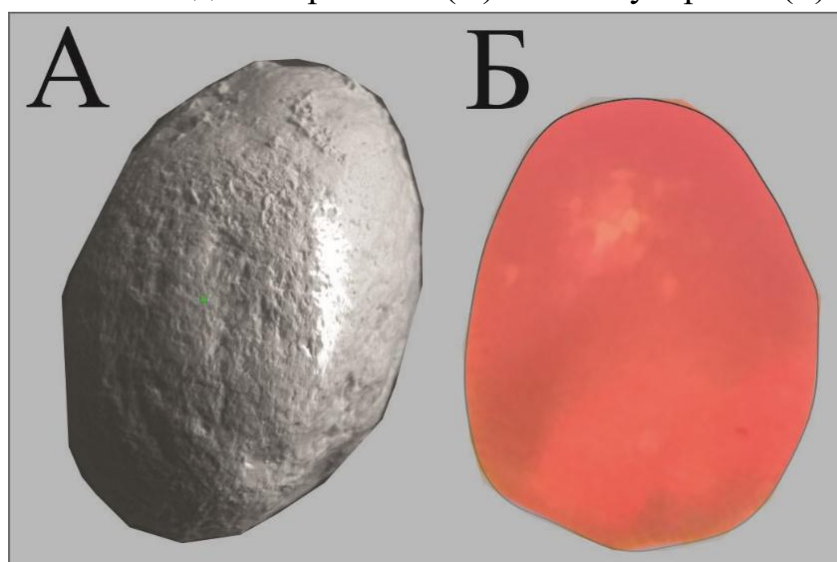
Для песчаников Липовской антиклинали характерно присутствие хорошо окатанных (рециклированных) цирконов темно-розового и малиново-красного цвета, аналогичных древним цирконам метаморфических пород Тараташского архей-нижнепротерозойского комплекса, который послужил источником сноса⁵⁶.

⁵⁶ Краснобаев А.А. Циркон как индикатор геологических процессов. М.: Наука, 1986. – 134 с.

Таблица 6.2 –
Типоморфные признаки акцессорных минералов айской свиты⁵⁷

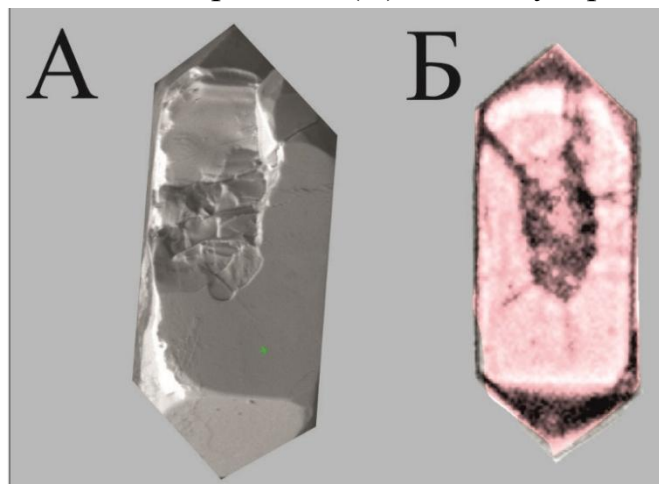
Акцессорные минералы	Типоморфные признаки	
	Тараташская антиклиналь нижняя (вулканогенно-осадочная) часть разреза	Липовская антиклиналь верхняя (исключительно осадочная) часть разреза
Циркон	Преимущественно бледно-розовые, прозрачные кристаллы (рис. 6.2). Реже темно-розовые окатанные зерна. Размеры: от 0,168×0,28 до 0,05×0,025 мм.	Преимущественно окатанные зерна округлой формы, встречаются призмы со сглаженными гранями (рис. 6.3). Цвет темно-розовый, розовый. Размер зерен варьирует 0,14×0,05 мм.
Турмалин	Кристаллы светло-зеленого цвета, встречаются темные разности. Средний размер 0,14×0,28 мм.	Обломки окатанных зерен от светло до темно-бурых, иногда с коричневатым оттенком, единично с голубоватым и зеленоватым. Размер от 0,225×0,125 до 0,18×0,05
Рутил	Удлиненной или неправильной, агрегатной формы. Красного, буровато-, светло-желтого цвета. Средний размер 0,25×0,05 мм.	Окатанные (преобладают) и полуокатанные зерна, удлиненной или неправильной формы. Красного, буровато-, светло-желтого цвета. Средний размер 0,25×0,15 мм.
Апатит	Преобладают окатанные зерна, меньше кристаллы. Бесцветные. Средний размер 0,20×0,15 мм.	Угловатые, угловато-окатанные, реже призмы. Бесцветные. Средний размер 0,125×0,05 мм.

Рисунок 6.2 –
Цирконы из песчаников верхней (осадочной) части разреза айской свиты под электронным (А) и бинокулярным (Б) микроскопами



⁵⁷ Солодова С.А. Основание нижнего рифея в пределах Южного Урала и Волго-Уральской области // Новое в познании процессов рудообразования: Девятая Российская молодёжная научно-практическая Школа с международным участием, Москва, 25-29 ноября 2019 г. Сборник материалов - М.: ИГЕМ РАН, 2019. С. 380-385.

Цирконы из песчаников нижней (вулканогенно-осадочной) части разреза айской свиты под электронным (А) и бинокулярным (Б) микроскопами



Большееинзерская свита

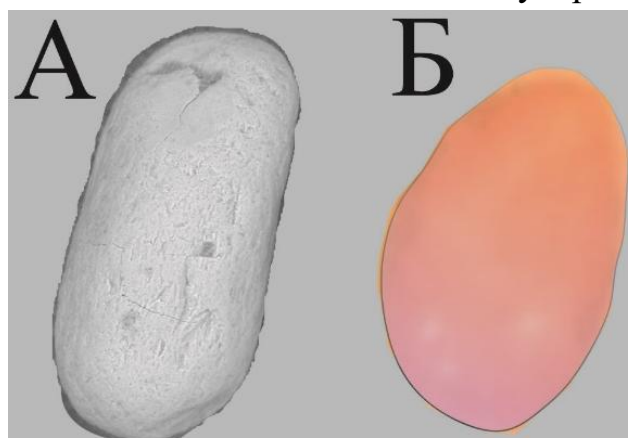
Циркон – розовые с лиловым и малиновым оттенком окатанные зерна (рис. 6.4). Реже бледно-розовые призмы. Размер зерен: 0,26×0,15 мм.

Турмалин – чаще обломки окатанных и полуокатанных зерен и редко призмы с зубчатыми окончаниями. Цвет – темно-бурый и бурый с коричневатым или зеленоватым оттенками. Размеры 0,15×0,1 мм, 0,2×0,125 мм.

Рутил – полуокатанные обломки, уплощенной, иногда удлиненной или неправильной формы, редко призмы. Цвет – красный, оранжево-красный. Размер зерен: 0,20×0,15, 0,325×0,1.

Вероятно, источником сноса для отложений большеинзерской свиты является также Тараташский метаморфический комплекс, так как цирконы близки по типоморфным признакам.

Цирконы из песчаников большеинзерской свиты под электронным (А) и бинокулярным (Б) микроскопами



В качестве минералогических критериев расчленения и корреляции терригенных отложений основания нижнего рифея (айской и большеинзерской свит Уральского стратотипа и норкинской, ротковской и минаевской свит сопредельной части платформы) в дипломной работе использованы данные характера распределения и типоморфизма основных акцессорных минералов.

Для песчаников рассматриваемых стратиграфических подразделений характерны различные акцессорно-минеральные ассоциации, в которых руководящими минералами в большеинзерской и верхней (осадочной) части айской свит являются циркон и апатит, а в нижней (вулканогенно-осадочной) части айской свиты – циркон. В песчаниках норкинской свиты руководящими минералами ассоциации служат циркон и турмалин, а в вышележащих отложениях ротковской и минаевской свит - циркон и апатит.

Из числа руководящих минералов ассоциаций наиболее информативным является циркон. Для отложений большеинзерской, верхней части айской свит характерны темно-розовые и малиново-красные хорошо окатанные (рециклированные) зерна цирконов. Такие цирконы отмечаются многими исследователями в Тараташском метаморфическом комплексе (AR-PR₁), который и рассматривается, как основной источник сноса и область размыва для айской и большеинзерской свит.

В нижней (вулканогенно-осадочной) навышской подсвите айской свиты преобладают розовые цирконы, а также присутствует вышеописанный тип циркона, но есть и цирконы магматического облика (бледно-розовые кристаллы). Хорошая сохранность кристаллов свидетельствуют о недалеком переносе и существовании местного источника сноса для песчаников навышской подсвиты.

Многие исследователи при изучении терригенных отложений докембрия Волго-Уральской области в качества обломочного материала для рифей-вендских осадков рассматривают породы кристаллического фундамента, образующих борта Камско-Бельского и Серноводско-Абдулинского авлакогенов. Для песчаников норкинской, ротковской и минаевской свит характерны хорошо окатанные бледно-розовые цирконы, не типичные для песчаников нижнего рифея уральских разрезов.

Как видим, морфология зерен (окатанность, кристалличность, скульптуры на поверхности зерен и т.д.), окраска цирконов и другие минералогические признаки не всегда позволяют однозначно решить вопросы расчленения и корреляции отложений, определить источники сноса и условия формирования осадков. Поэтому проведены дополнительные исследования цирконов с помощью электронного микроскопа.

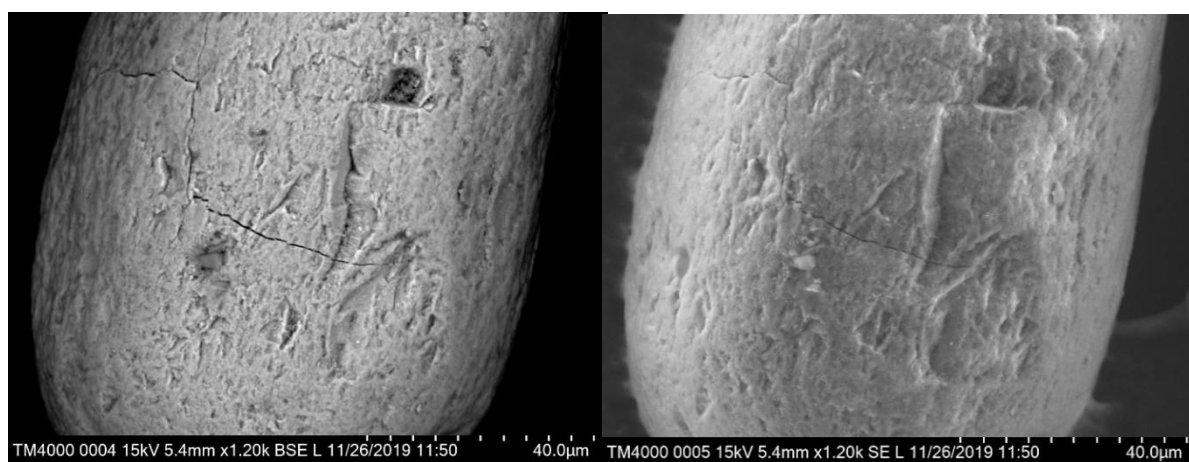
7 Морфологические особенности цирконовой кластики

Циркон стал одним из наиболее используемых минералов для получения информации о генезисе. Он способен выдерживать различные магматические, метаморфические, осадочные процессы, при которых большинство минералов разрушаются. Поэтому даже его внешние типоморфные особенности способны дать большое количество информации. Электронная микроскопия в режиме SE уточняет микроморфологию поверхности циркона.

Нами были изучены цирконы норкинской, айской и большеинзерской свит с помощью электронных микроскопов Hitachi S-3400N и Hitachi 4000 TMRPlus⁵⁸.

По данным электронной микроскопии можно сделать вывод, что цирконы норкинской свиты являются терригенными (рециклированными). Это подтверждается бугорчатым, ямчатым строением поверхности, наличием различных трещин и каверн (рис. 7.1).

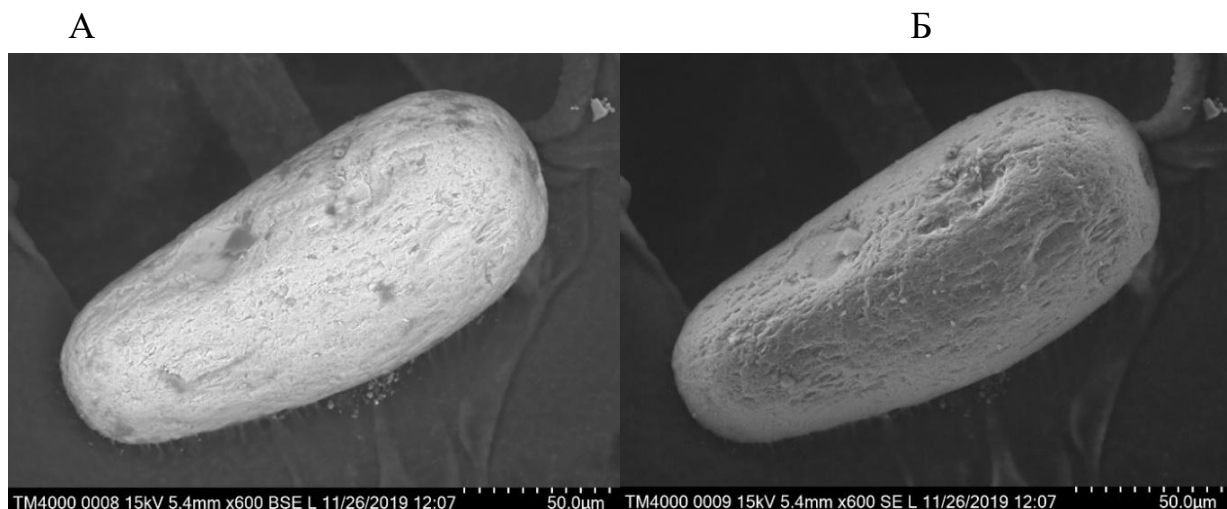
Рисунок 7.1 –
Микроморфология поверхности циркона песчаников норкинской свиты.
Режим SE



Также на поверхности можно наблюдать небольшие светлые наросты, представленные также цирконом (рис. 7.2). Исследователи предполагают, что они возникают в результате поступления нового магматического расплава несколько иного состава, в результате чего на поверхности появляются новые кристаллы.

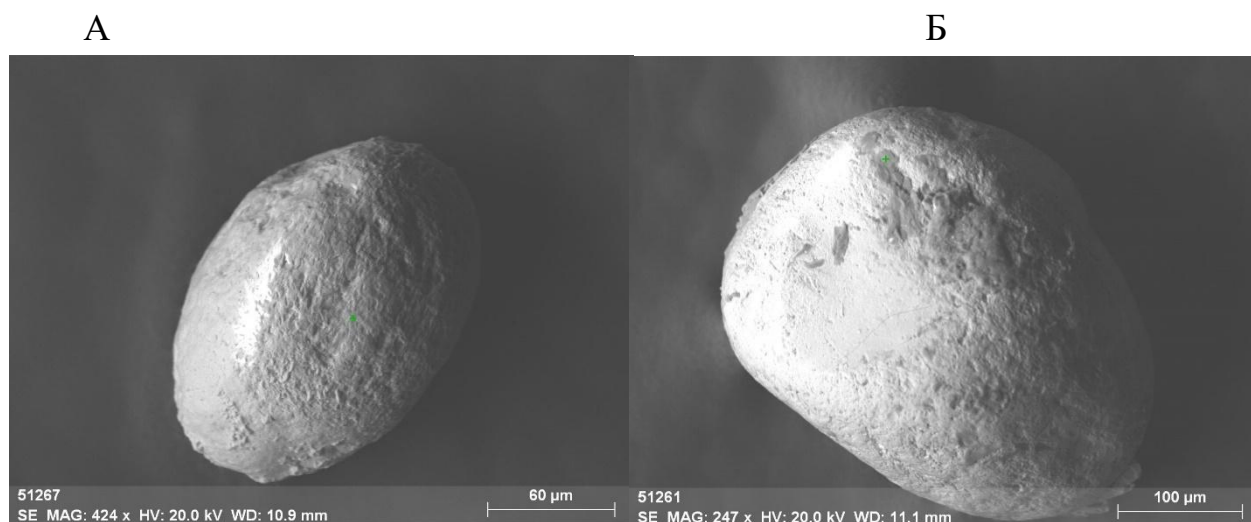
⁵⁸ Солодова С.А. Акцессорные минералы базальных толщ нижнего рифея Южного Урала и Волго-Уральской области // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского: сб. науч. ст. / отв. ред. И.И. Чайковский; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2020. – Вып. 23. – С. 123-129.

Рисунок 7.2 –
Зерно циркона из песчаников норкинской свиты с наростами новых зерен
(светлые участки). Режим BSE (А) и SE (Б)



Как было сказано выше, цирконы верхней (осадочной) части айской (рис. 7.3 А) и большеинзерской (рис. 7.3 Б) свит имеют одинаковый источник сноса (ТМК). На рисунке 7.3 терригенные цирконы айской и большеинзерской свит уральского разреза аналогичны друг другу.

Рисунок 7.3 –
Цирконы песчаников айской (А) и большеинзерской (Б) свит. Режим SE

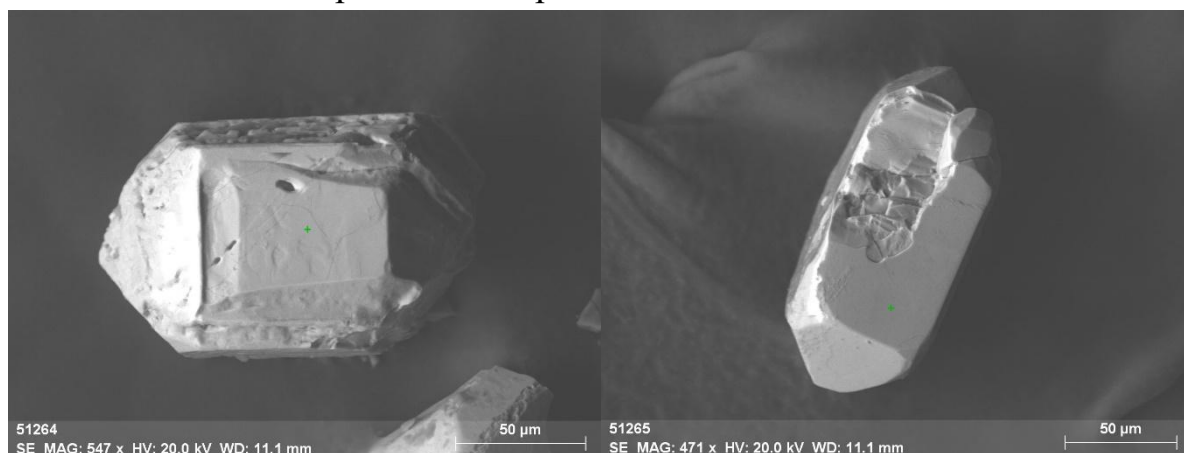


Вулканогенно-осадочная часть разреза имеет в составе, помимо терригенных зерен, цирконовую кластику магматического облика (рис. 7.4).

Кристаллы имеют четкие ребра, но на поверхности граней есть трещины, ямчатая поверхность, которую можно интерпретировать как процесс резорбции – растворения. Также в литературе встречается понятие «разъеденных граней»,

они формируются в процессе поступления расплавов различных составов. Можно сделать вывод, что внешние особенности такого типа цирконов связаны с процессом формирования, а не с механической обработкой при переносе.

Рисунок 7.4 –
Кристаллы цирконов песчаников айской свиты. Режим SE



Таким образом, данные электронной микроскопии дополняют характеристику морфологических особенностей циркона, полученные при оптической микроскопии. Более тонкие исследования поверхности зерен цирконов при электронной микроскопии позволяют отличить терригенные зерна с бугорчатой и ямчатой структурой поверхности от магматогенных цирконов с «разъеденными гранями», которые возникают в процессе формирования циркона из расплавов, а не в результате механической абразии зерен при переносе. Так, полученные данные дополняют типоморфные признаки циркона, используемые при корреляции отложений, и помогают в расшифровке условий формирования и транспортировки обломочного материала.

8 Корреляция разрезов бурзянской и кырпинской серии

При корреляции учитывались литолого-минералогические особенности базальных толщ нижнего рифея, а также новые изотопно-геохронологические данные, полученные в последние годы разными исследователями в регионе.

1. Отложения айской свиты бурзянской серии и прикамской подсерии кырпинской серии перекрыты хорошим маркирующим горизонтом – карбонатными осадками саткинской и калтасинской свит соответственно. Возраст калтасинской свиты определен 1414 ± 40 и 1427 ± 43 млн лет Re-Os изотопным методом по аргиллитам⁵⁹, для карбонатных пород саткинской свиты получен Pb-Pb возраст 1550 ± 30 млн лет⁶⁰. Эти изотопные датировки надежно определяют возраст и стратиграфическую позицию не только карбонатных маркеров, но и подстилающих свит в составе нижнего рифея Южного Урала и Русской плиты.

2. Для вулканитов навышской подсерии айской свиты Уральского разреза U-Pb методом (SHRIMP-II) получена надежная датировка – 1752 ± 11 млн лет⁶¹. K-Ar методом по плагиоклазу определен возраст базальтов, вскрытых на забое в скважине 203 Мензелино-Актанышская – 1686 ± 95 млн лет⁶². Близкий возраст базальтоидного вулканизма в нижнем рифее Южного Урала и сопредельной части платформы позволил провести возрастную корреляцию айской и норкинской свит, содержащие датированные базальты (рис. 8.1).

3. Как следует из типизационных и диагностических диаграмм (рис. 5.5), песчаники прикамской подсерии, большеинзерской и верхней части айской свит близки по литологическому составу (полевошпат-кварцевые, собственно аркозы) и аксессуарно-минеральным ассоциациям, в которых руководящими минералами являются циркон и апатит. Объединяют эти толщи и сходные геотектонические обстановки формирования, что отражено на дискриминантных диаграммах (рис. 5.6). Сходные корреляционные признаки рассматриваемых отложений позволяют сделать следующий вывод.

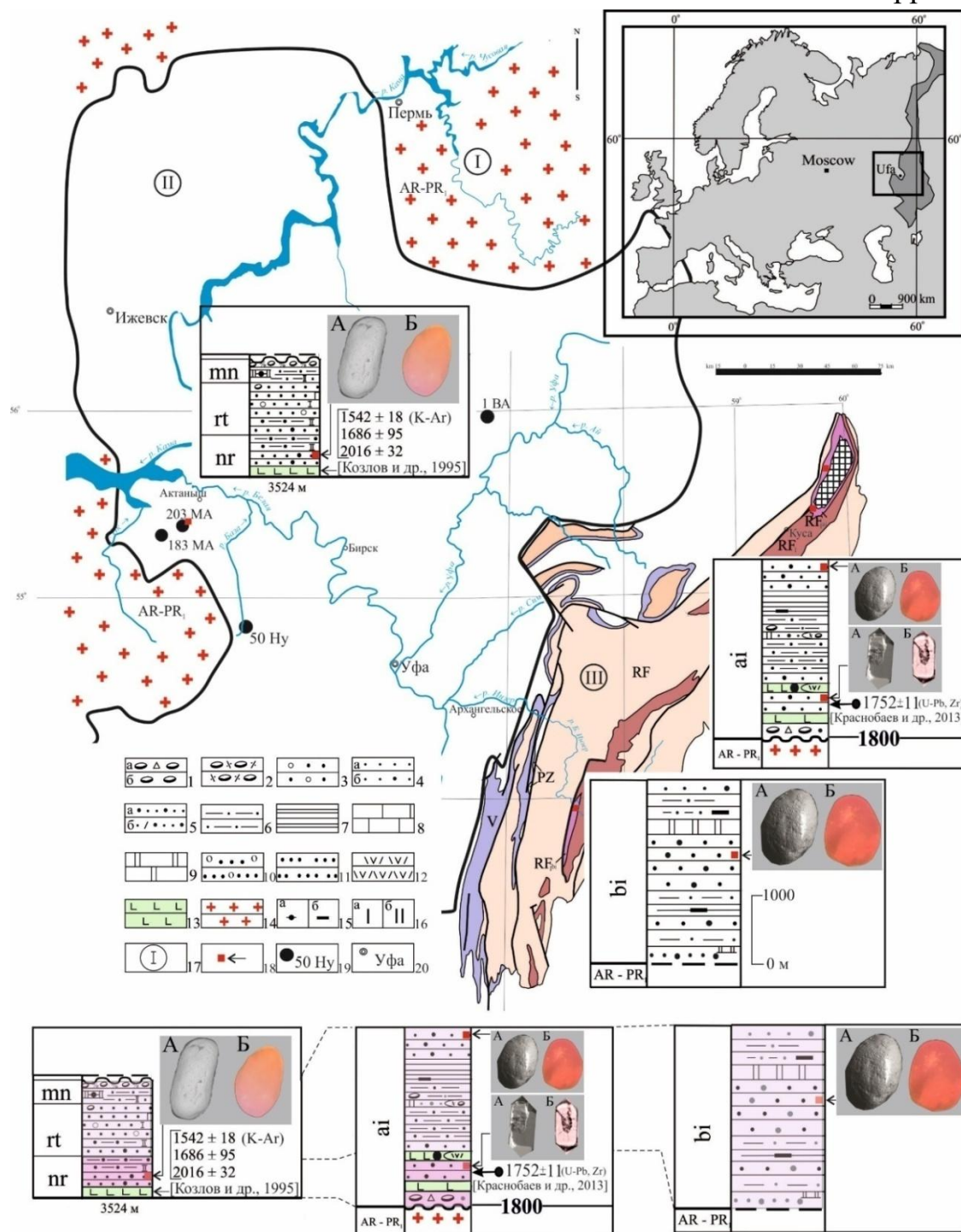
⁵⁹ Sperling E.A., Rooney A.D., Hays L., Sergeev V.N., Vorob'eva N.G., Sergeeva N.D., Selby D., Johnston D.T., Knoll A.H. Redox heterogeneity of subsurface waters in the Mesoproterozoic ocean // *Geobiology*, 2014. – V. 12. – P. 373-386.

⁶⁰ Кузнецов А.Б., Овчинникова Г.В., Семихатов М.А., Горохов И.М., Каурова О.К., Крупенин М.Т., Васильева И.М., Гороховский Б.М., Маслов А.В. Sr изотопная характеристика и Pb-Pb возраст карбонатных пород саткинской свиты, нижнерифейская бурзянская серия Южного Урала // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. – 2008. – Т. 16, № 2. – С. 13-34.

⁶¹ Краснобаев А.А., Пучков В.Н., Козлов В.И., Сергеева Н.Д., Бушарина С.В., Лепехина Е.Н. Цирконология навышских вулканитов айской свиты и проблема возраста нижней границы рифея на Южном Урале // *Доклады РАН*. – 2013. – Т. 448, № 4. – С. 437-442.

⁶² Козлов В.И., Муслимов Р.Х., Гатиятуллин Н.С., Генина Л.А., Сергеева Н.Д., Ларионов Н.Н., Михайлов П.Н., Баранов В.В. Верхний докембрий восточных районов Татарстана и перспективы его нефтегазоносности. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 1995. – 218 с.

Схематическая карта распространения базальных свит нижнего рифея и их корреляция⁶³



Условные обозначения: 1 – конгломерато-брекчии (а), конгломераты (б); 2 – тиллиты и тиллоиды; 3 – гравелиты; 4-5 – песчаники: 4 – кварцевые (а) и полевошпат-кварцевые (б), 5 – аркозовые (а) и полимиктовые (б); 6 –

⁶³ Рисунок выполнен автором по данным: Сергеева Н.Д., Пучков В.Н., Ратов А.А., Козлова О.В. Стратиграфическая корреляция отложений рифея Волго-Уральской области и Южного Урала и их пространственное взаимоотношение в зоне сопряжения платформенных и складчатых структур по сейсмическим материалам // Геологический вестник. – 2018. - №2. С. 79-95.

алевролиты; 7 – аргиллиты; 8 – известняки; 9 – доломиты; 11 – гравийные кварцито-песчаники; 12 – риолиты и риодациты; 13 – метабазальты; 14 – породы кристаллического фундамента; 15 – 16 – характеристика породы: 15 – микрофитолиты (а) и глинистость (б), 16 – известковистость (а) и доломитизация (б); 17 – структуры первого порядка: I – кристаллический фундамент, II – Восточно-Европейская платформа, III – Башкирский мегантиклинорий, 18 – места отбора минералогических проб-протолок, 19 – местоположение скважин (МА – Мензелино-Актанышская, НУ-Новоурнякская, ВА – Восточно-Аскинская), 20 – города.

Верхней (осадочной) части айской свиты отвечают большеинзерская (уральский разрез) и ротковская, минаевская свиты на сопредельной части платформы (рис. 8.1).

Возрастным аналогом вулканогенно-осадочной части айской свиты Южного Урала является норкинская свита Восточно-Европейской платформы. Правомерность такой корреляции подтверждается данными изотопного датирования цирконов из базальтов айской и норкинской свит.

Базальтоидный вулканизм в нижнем рифее, проявившийся в Тараташской структуре и в Камско-Бельском авлакогене на востоке Восточно-Европейской платформы во временном интервале 1680-1752 млн лет, свидетельствует о сходной рифтогенной обстановке формирования отложений айской (навышская подсвита) и норкинской свит, и делает их корреляцию более надежной.

Подобная геологическая обстановка рифтогенеза в этот же временной отрезок (1750-1780 млн лет) с проявлением вулканических процессов описана в кратоне São Francisco (Южная Америка)⁶⁴. Соответственно, можно предположить, что событие этого времени было планетарного масштаба, а вулканы айской и норкинской свит позволяют проводить не только межрегиональную, но и глобальную корреляцию.

⁶⁴ Danderfer Filho A., Lana C.C., Nalini Júnior a H.A., A.F.O. Costa Constraints on the Statherian evolution of the intraplate rifting in a Paleo-Mesoproterozoic paleocontinent: New stratigraphic and..., Gondwana Research (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.gr.2014.06.012>

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с задачами дипломной работы изучены литологические и минералогические комплексы обломочных пород (песчаников) базальных свит нижнего рифея Южного Урала (айской и большеинзерской свит) и Волго-Уральской области (норкинской, ротковской и минаевской свит).

1. В результате анализа литолого-петрографических данных, при интерпретации которых использованы различные типы классификационных и диагностических диаграмм, установлено, что песчаники норкинской, большеинзерской и верхней части айской свит имеют полевошпат-кварцевый, реже аркозовый состав, обусловленный близким комплексом пород в области сноса. Нижняя (вулканогенно-осадочная) часть айской свиты представлена преимущественно мезомиктовыми кварцевыми песчаниками и редко граувакковыми аркозами, что свидетельствует о значительной роли дополнительных источников сноса обломочного материала на начальном этапе формирования айских осадков.

2. Построенные на основе данных химического состава песчаников дискриминантные диаграммы выявили следующие особенности формирования рассматриваемых образований. Нижняя (вулканогенно-осадочная) толща айской свиты (уральского разреза рифея) и норкинская свита (платформенный тип разреза), содержащие в своем составе вулканогенные породы, образуются в условиях рифтогенеза, начальный этап которого связан с проявлением активного вулканизма. Песчаники большеинзерской свиты и верхней (осадочной) части айской свит и их платформенных аналогов (ротковская и минаевская свиты), фигуративные точки которых на дискриминантных диаграммах сконцентрированы в едином поле, имеют сходные геотектонические условия образования.

3. При корреляции геологических разрезов в разобренных структурах и определении источников сноса обломочного материала терригенных отложений основания нижнего рифея в дипломной работе использованы данные характера распределения и типоморфизма основных акцессорных минералов и сделаны следующие выводы.

Для песчаников рассматриваемых стратиграфических подразделений характерны различные акцессорно-минеральные ассоциации, в которых руководящими минералами в большеинзерской и верхней (осадочной) части айской свит являются циркон и апатит, а в нижней (вулканогенно-осадочной) части айской свиты – циркон. В песчаниках норкинской свиты руководящими

минералами ассоциации служат циркон и турмалин, а в вышележащих отложениях ротковской и минаевской свит - циркон и апатит.

Из числа основных акцессорных минералов наиболее информативным является циркон. Установлено, что для отложений большеинзерской, верхней части айской свит характерны темно-розовые и малиново-красные хорошо окатанные (рециклированные) зерна цирконов. Такие цирконы отмечаются многими исследователями в Тараташском метаморфическом комплексе (AR-PR₁), который и рассматривается, как основной источник сноса и область размыва для айской и большеинзерской свит.

В нижней (вулканогенно-осадочной) навышской подсвите айской свиты преобладают розовые цирконы, а также присутствуют магматогенные цирконы бледно-розовые в кристаллах хорошей сохранности, что свидетельствует о недалеком переносе и существовании местного источника сноса для песчаников навышской подсвиты. По мнению автора, к числу таких источников могут принадлежать вулканогенные породы самой айской свиты.

Для песчаников норкинской, ротковской и минаевской свит характерны хорошо окатанные бледно-розовые цирконы, не типичные для песчаников нижнего рифея уральских разрезов. В качестве источника обломочного материала для терригенных отложений норкинской, ротковской и минаевской свит Волго-Уральской области рассматриваются породы кристаллического фундамента, образующие борта Камско-Бельского и Серноводско-Абдулинского авлакогенов.

4. Минералогические признаки, такие как морфология зерен (окатанность, кристалличность, скульптуры на поверхности зерен и т.д.), окраска цирконов, не всегда позволяют однозначно решить вопросы расчленения и корреляции отложений, определить источники сноса и условия формирования осадков. Поэтому проведены дополнительные исследования цирконов с помощью электронного микроскопа.

Исследования поверхности зерен цирконов с помощью электронной микроскопии дополнили характеристику морфологических особенностей циркона, полученные при оптической микроскопии, и позволили отличить терригенные зерна с бугорчатым и ямчатым строением поверхности от магматогенных цирконов с «разъеденными гранями», которые возникают в процессе формирования циркона из расплавов, а не в результате механической абразии зерен циркона при переносе. Полученные данные дополнили типоморфные признаки циркона, используемые при корреляции отложений, и помогли в расшифровке условий формирования и транспортировки обломочного материала.

5. Результаты минералогических, литолого-петрографических и геохимических исследования терригенных пород основания нижнего рифея Южного Урала и Волго-Уральской области и использование новых и геохронологических данных позволили провести более детальную корреляцию рассматриваемых отложений.

Возрастным аналогом вулканогенно-осадочной части айской свиты на Южном Урале является норкинская свита Восточно-Европейской платформы. Правомерность такой корреляции подтверждается данными изотопного датирования цирконов из базальтов айской и норкинской свит. Базальтоидный вулканизм в нижнем рифее проявившийся в Тараташской структуре на Южном Урале и в Камско-Бельском авлакогене на востоке Восточно-Европейской платформы во временном интервале 1680-1752 млн лет свидетельствует о сходной рифтогенной обстановке формирования отложений айской (навышская подсвита) и норкинской свит, и делает более надежной их корреляцию.

Верхней (осадочной) части айской свиты отвечают большеинзерская (уральский разрез) и ротковская, минаевская свиты на сопредельной части платформы. Это подтверждается, как сходным составом песчаников этих свит, так и геотектоническими обстановками их формирования.

Полученные данные согласуются с имеющимися представлениями о развитии Башкирского мегантиклинория Южного Урала и детализируют отдельные моменты истории Восточно-Европейского кратона.

Я подтверждаю, что настоящая работа написана мною лично и не нарушает интеллектуальные права третьих лиц.



Сидорова С.А.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

а) опубликованная

1. Алексеев А.А. Рифейско-вендский магматизм Западного склона Южного Урала. М.: Наука, 1984. – 136 с.
2. Алексеев А. А., Алексеева Г. В. Новые сведения о распространении эклогитов в белорецком метаморфическом комплексе / Ежегодник-1994. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 1995. С. 53-54.
3. Алексеев А.А., Алексеева Г.В. Схема развития и условия проявления рифейско-вендского магматизма западного склона Южного Урала / Вопросы петрологии и металлогении Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981. С. 36-38.
4. Белоконь Т.В., Козлов В.И., Дулепов Ю.А., Коблова А.З., Козлова О.В. Геохимия пород и флюидов додевонских отложений северо-востока Урало-Поволжья. Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 1991. – 40 с.
5. Гафаров Р.А. Сравнительная тектоника фундамента и типы магнитных полей древних платформ (Восточно-Европейской, Сибирской и Северо-Американской). М.: Наука, 1976. – 279 с.
6. Горяинова О.П., Дорофеев Н.В., Наливкин Б.В., Наливкин Д.В., Петров А.М., Рябинин В.Н., Фалькова Э.А., Стратиграфия древних «немых» толщ Западного склона Южного Урала // Изв. ВГРО. 1931. Т. 52. Вып. 70. С. 75-88.
7. Грунис Е.Б., Трофимов В.А., Романов Ю.А., Сидоров А.Д., Чепикова И.К., Хромов В.Т. Тектоническая карта Волго-Уральской газоносной провинции. Масштаб 1:1 000 000.: Москва, ИГиРГИ, 2006.
8. Егорова Н.П. Геохимические критерии нефтегазоносности докембрия Башкирского Приуралья // Проблемы геологоразведочных работ и разработки нефтяных месторождений. 1986. С. 73-82.
9. Иванов А.И. Обоснование сводного стратиграфического разреза древних свит Западного склона Южного Урала // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1949. Т. 24. Вып. 5. С. 31-42.
10. Карасева Т.В., Балашова М.М., Сиротенко О.И. Эволюция процессов нефтегазообразования в древних толщах востока Русской платформы // Критерии оценки нефтегазоносности ниже промышленно освоенных глубин и определение приоритетных направлений геолого-разведочных работ: Тез. докл. Всеросс.науч.-практ. конф. 8–10 фев. 2000 г. – Пермь: КамНИИКИГС, 2000. – С. 81-82.

11. Князев Ю.Г., Князева О.Ю., Сначев В.И., Жданов А.В., Каримов Т.Р., Айдаров Э.М., Масагутов Р.Х., Арсланова Э.Р. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Уральская. Лист N-40 – Уфа. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2013.
12. Козлов В.И., Краснобаев А.А., Ларионов Н.Н., Маслов А.В., Сергеева Н.Д., Бибилова Е.В., Генина Л.А., Ронкин Ю.Л. Нижний рифей Южного Урала. М.: Наука, 1989. – 208 с.
13. Козлов В.И., Масагутов Р.Х., Лозин Е.В., Иванова Т.В., Сергеева Н.Д., Генина Л.А., Михайлов П.Н., Андреев Ю.В. Стратиграфия и нефтегазоносность верхнего докембрия Волго-Уральской области // Материалы Всероссийского совещания «Стратиграфия, палеонтология и перспективы нефтегазоносности рифея и венда восточной части Восточно-Европейской платформы». Часть 1. Уфа: ИГ УНЦ РАН. 1999. С. 40-48.
14. Козлов В.И., Муслимов Р.Х., Гатиятуллин Н.С., Генина Л.А., Сергеева Н.Д., Ларионов Н.Н., Михайлов П.Н., Баранов В.В. Верхний докембрий восточных районов Татарстана и перспективы его нефтегазоносности. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 1995. – 218 с.
15. Козлов В.И., Пучков В.Н., Сергеева Н.Д. Новая схема расчленения разреза параметрической скважины 1 Кулгунинская (Южный Урал). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2011. – 60 с.
16. Козлов В.И., Сергеева Н.Д. Нижний рифей северных районов Волго-Уральской области // Геология и нефтегазоносность северных районов Урало-Поволжья. Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения проф. П.А. Софроницкого / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2010. С.45-49.
17. Козлов В.И., Пучков В.Н., Масагутов Р.Х., Иванова Т.В., Сергеева Н.Д., Горожанин В.М. Рифей-вендские отложения Камско-Бельского авлакогена, вскрытые скважиной 1 Восточно-Аскинская. СПб.: Недра, 2007. – 136 с.
18. Копченлова Е.В. Минералогический анализ шлихов М.: Госгеолиздат, 1951. – 209 с.
19. Краснобаев А.А. Циркон как индикатор геологических процессов. М.: Наука, 1986. – 134 с.
20. Краснобаев А.А., Бибилова Е.В., Степанов А.И., Ронкин Ю.Л., Грачева Т.В., Лепехина О.П., Макарова В.А. Геохронология и генезис Бердяшского массива (Урал) // Изв. АН СССР, сер. геол., 1984. № 3. С. 3-23.

21. Краснобаев А.А., Козлов В.И., Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Бушарина С.В. Новые данные по цирконовой геохронологии аршинских вулканитов (Южный Урал) // Литосфера. – 2012. - № 4. – С. 127-139.
22. Краснобаев А.А., Пучков В.Н., Козлов В.И., Сергеева Н.Д., Бушарина С.В., Лепехина Е.Н. Цирконология навышских вулканитов айской свиты и проблема возраста нижней границы рифея на Южном Урале // Доклады РАН. – 2013. – Т.448, № 4. – С. 437-442.
23. Краснобаев А.А., Ферштатер Г.Б., Беа Ф., Монтеро П. Цирконовый возраст габбро и гранитоидов кусинско-копанского комплекса (Южный Урал) // Ежегодник-2005. Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 2006. С. 300-303.
24. Краснобаев А.А., Чередниченко Н.В. Цирконовый архей Урала // Доклады РАН. – 2005. – Т. 400, № 4. – С. 510-514.
25. Кузнецов А.Б., Овчинникова Г.В., Семихатов М.А., Горохов И.М., Каурова О.К., Крупенин М.Т., Васильева И.М., Гороховский Б.М., Маслов А.В. Sr изотопная характеристика и Pb-Pb возраст карбонатных пород саткинской свиты, нижнерифейская бурзянская серия Южного Урала // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2008. – Т. 16, № 2. – С. 13-34.
26. Кутолин В.А. Проблемы петрохимии и петрологии базальтов. Новосибирск: Наука, 1972. – 208 с.
27. Ларионов Н.Н., Бергазов И.Р., Грановская Н.В., Нигматуллина А.М. Государственная геологическая карта Российской федерации. Масштаб 1:200 000. Издание второе. Серия Южно-Уральская. Лист N-40-XXII – Тукан. Объяснительная записка. – М.: МФ ВСЕГЕИ, 2015.
28. Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных. Учебное пособие. - Екатеринбург: Изд. УГГУ, 2005. 289 с.
29. Маслов А.В., Подковыров В.Н., Гареев Э.З., Сергеева Н.Д. Синрифтовые песчаники: особенности валового химического состава и положение на дискриминантных палеогеодинамических диаграммах // Геодинамика и тектонофизика. – 2018. – Т. 9, №1. – С. 59-80.
30. Мичурин С.В., Шарипова А.А., Крупенин М.Т., Замятин Д.А., Мусина А.М., Попов В.А. Сульфидная минерализация, самородное золото и его геохимические связи в рифейских отложениях Авзянского рудного района (Южный Урал). // Литосфера. – 2018. – Т.18. №1. – С. 61-81.
31. Морозов С.Г., Андреев Ю.В., Кабиров Б.З. Новые данные по геологии и нефтегазоносности рифейско-вендских отложений Башкирии // Глубинные исследования докембрия востока Русской плиты..., 1981 г. С. 156-168.

32. Ожиганова Л.Д. Нижний рифей западной Башкирии // Стратиграфия и литология верхнего докембрия и палеозоя Южного Урала и Приуралья. – Уфа: БФАН СССР, 1983. – С. 33-47.
33. Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. – 280 с.
34. Пучков В.Н., Краснобаев А.А., Шмитц М., Козлов В.И., Давыдов В.И., Лепехина Е.Н., Нехорошева А.Г. Новые U-Pb датировки вулканитов машакской свиты рифея Южного Урала и их сравнительная оценка // Геологический сборник № 8 / ИГ УНЦ РАН. – Уфа, 2009. – С. 3-14.
35. Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Краснобаев А.А. Пограничные стратоны рифея и венда на Южном Урале. Дополнения и изменения в региональную стратиграфическую схему // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Матер. и докл. 10 Межрег.науч.-практ. конф. Уфа, 13–15 мая, 2014 – Уфа: ДизайнПресс, 2014. – С. 77-87.
36. Романюк Т.В., Кузнецов Н.Б., Белоусова Е.А., Горожанин Е.Н. Палеотектоническая и палеогеографические обстановки накопления нижнерифейской айской свиты Башкирского поднятия (Южный Урал) на основе изучения детритовых цирконов методом «TerraneChrono» // Геодинамика и тектонофизика. – 2018. - Т.9. № 1. – С. 1-37.
37. Салихов Д.Н., Ковалев С.Г., Ларионов Н.Н., Беликова Г.И. Полезные ископаемые Республики Башкортостан (железные руды). Уфа: Гилем, 2008. – 148 с.
38. Сергеева Н.Д., Пучков В.Н., Ратов А.А., Козлова О.В. Стратиграфическая корреляция отложений рифея Волго-Уральской области и Южного Урала и их пространственное взаимоотношение в зоне сопряжения платформенных и складчатых структур по сейсмическим материалам // Геологический вестник. – 2018. - №2. С. 79-95.
39. Синдерн С., Ронкин Ю. Л., Крамм У. U-Pb датирование единичных кристаллов цирконов с применением трассера $^{205}\text{Pb}/^{233}\text{U}$ на примере нефелиновых сиенитов Бердяшского массива, Южный Урал // Мат-лы II Российской конференции по геохронологии. – СПб., 2003, с. 461–465.
40. Солодова С.А. Минералогическая корреляция песчаников базальной части айской свиты по аксессуарным минералам (Южный Урал) // Материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Теория и практика современных географических исследований», посвященной 180-летию российского путешественника и натуралиста, исследователя Центральной Азии Н. М.

Пржевальского в рамках XV Большого географического фестиваля. – М.: Издательство «Каллиграф», 2019. – С. 79-82.

41. Солодова С.А. Основание нижнего рифея в пределах Южного Урала и Волго-Уральской области // Новое в познании процессов рудообразования: Девятая Российская молодёжная научно-практическая Школа с международным участием, Москва, 25-29 ноября 2019 г. Сборник материалов – М.: ИГЕМ РАН, 2019. – С. 380-385.

42. Солодова С.А. Акцессорные минералы базальных толщ нижнего рифея Южного Урала и Волго-Уральской области // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского: сб. науч. ст. / отв. ред. И.И. Чайковский; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2020. – Вып. 23. – С. 123-129.

43. Стратиграфическая схема рифейских и вендских отложений Волго-Уральской области. Объяснительная записка. Уфа, 2000, 81 стр. и схема на 2-х листах // Е.М. Аксенов, В.И. Козлов, науч. ред. М.А. Семихатов, С.М. Шик

44. Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). МСК. – Екатеринбург, 1993.

45. Стратотип рифея. Стратиграфия. Геохронология. М.: Наука, 1983. – 183 с.

46. Тимергазин К.Р. Додевонские образования западной Башкирии и перспективы их нефтегазоносности. Уфа: Изд-во Горно-геол. ин-та БФАН СССР, 1959. – 331 с.

47. Шванов В.Н. Петрография песчаных пород (компонентный состав, система, описание минеральных видов). Л.: Недра, 1987. – 269 с.

48. Шутов В.Д. Классификация песчаников // Литология и полезные ископаемые, 1967. - № 5. – С. 86-103.

49. Danderfer Filho A., Lana C.C., Nalini Júnior a H.A., A.F.O. Costa Constraints on the Statherian evolution of the intraplate rifting in a Paleo-Mesoproterozoic paleocontinent: New stratigraphic and..., Gondwana Research (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.gr.2014.06.012>

50. Dickinson W., Valloni R. Plate setting and provenasnce of sands in modern ocean basins // Geology, 1983. V.8. – P. 82-86

51. Verma S.P., Armstrong-Altrin J.S. New multi-dimensional diagrams for tectonic discrimination of siliciclastic sediments and their application to Precambrian basins // ChemicalGeology, 2013. V. 355. – 117-133.

52. Sperling E.A., Rooney A.D., Hays L., Sergeev V.N., Vorob'eva N.G., Sergeeva N.D., Selby D., Johnston D.T., Knoll A.H. Redox heterogeneity of

subsurface waters in the Mesoproterozoic ocean // *Geobiology*, 2014. – V. 12. – P. 373-386.

53. Yerino, L.N., and Maynard, J.B., Petrography of modern sands from the Peru-Chile Trench and adjacent areas // *Sedimentology*, 1984. – P. 83-89.

б) фондовая

54. Генина Л.А., Балтагирова Н.Е., Гареев Э.З., Михайлов П.Н. Отчет по теме изучения стратотипических разрезов нижнего рифея (бурзяния) Башкирского Урала с целью уточнения легенды для геологических карт масштаба 1:50 000. – Уфа: ПГО «Башкиргеология», 1986.

55. Лозин Е.В., Масагутов Р.Х., Иванов Т.В. Отчет по изучению додевонской осадочной толщи платформенного Башкортостана и обоснование перспектив нефтегазоносности. Этап 3. Обобщение результатов научно-исследовательских работ по додевонским отложениям за 2002 год. – Уфа: ДООО «БАШНИПИНЕФТЬ» ОАО «АНК БАШНЕФТЬ», 2002.

56. Лозин Е.В., Масагутов Р.Х., Иванов Т.В. Отчет изучение додевонской осадочной толщи платформенного Башкортостана и обоснование перспектив ее нефтегазоносности. Этап 4. Обобщение результатов научно-исследовательских работ по додевонским отложениям за 2003 год. – Уфа: ООО «ИК БАШНИПИНЕФТЬ», 2003.

57. Козлов В.И., Сергеева Н.Д., Михайлов П.Н., Генина Л.А., Козлова О.В., Басырова И.А., Ратов А.А., Байбикова Д.Р., Зайцева Л.И. Нижний рифей западного склона Южного Урала и смежных районов востока Русской плиты (стратиграфический аспект). Отчет по теме НИР за 2009-2011 гг. Уфа, 2012.

С.А. Саидова

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВЕП – Восточно-Европейская платформа;
ВУО – Волго-Уральская область;
УВ – Углеводороды;
УМСП – Урало-Монгольский складчатый пояс;
ТМК – Тараташский метаморфический комплекс;
ЮУ – Южный Урал.

СПИСОК ТЕРМИНОВ

Авлакоген: глубокий и узкий грабен в фундаменте древней платформы, перекрытый платформенным чехлом. Представляет собой древний рифт, заполненный осадками.

Акцессорные минералы: минералы, входящие в состав горных пород в очень малых количествах (<1 %) и потому не влияющие на классификацию основной породы.

Геодинамика: наука о природе глубинных сил и процессов, возникающих в результате планетарной эволюции Земли, планеты и обуславливающих движение вещества внутри Земли.

Геохронология: комплекс методов определения абсолютного и относительного возраста горных пород или минералов. В число задач этой науки входит и определение возраста Земли как целого.

Рециклинг: неоднократное переотложение осадков.

Резорбция: процесс растворения граней кристалла в магматическом расплаве.

Стратотипическая местность (страторегион): район, в котором находятся стратотип и разрезы, дополняющие его характеристику.

Событийная стратиграфия: раздел стратиграфии, основанный на изучении внезапных и кратковременных событий, документируемых и распознаваемых в стратиграфических разрезах по изменению биотических и абиотических характеристик.

Типоморфизм: явление зависимости свойств минерала (цвета, симметрии, габитуса кристаллов, химического состава (типохимизм), изотопного состава, т.е. любых его измеряемых параметров) от условий образования.