

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 МАГИСТРАТУРЫ

СУЛТАНОВА АННА ГЕННАДИЕВНА

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БОЛЬШЕИНЗЕРСКОЙ СВИТЫ
НИЖНЕГО РИФЕЯ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ И
ГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Выполнил:
Магистранка 2 курса очной формы обучения
Направление подготовки: 05.04.01 «Геология»
Направленность: «Геология и геохимия
полезных ископаемых»

Руководитель
к.г.- м.н., доцент

Н.Н. Ларионов

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Физико-географическая характеристика района работ.....	5
2. Геологическая изученность.....	7
2.1 Геохимическая изученность.....	8
2.2 Минералогическая изученность	11
3. Стратиграфия	12
3.1 Нижний рифей	12
3.2 Средний рифей	16
3.3 Верхний рифей.....	18
4. Интрузивные образования.....	20
5. Тектоника	24
6. Полезные ископаемые	26
7. Методика исследований	32
8. Минералогический состав большеинзерской свиты	34
9. Геохимические особенности отложений большеинзерской свиты	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ	57

ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа посвящена минералогическому и геохимическому изучению отложений большеинзерской свиты нижнего рифея.

Нижнерифейские отложения наиболее широко распространены в сводовой части Ямантауского антиклинория, который входит в состав Башкирского мегантиклинория на Южном Урале. В составе нижнего рифея выделяют (снизу вверх) большеинзерскую, суранскую и юшинскую свиты, являющиеся возрастными аналогами соответственно айской, саткинской и бакальской свит, развитых в его северной части. Породы нижнерифейских свит простираются в субмеридиональном направлении и занимают обширную территорию свыше 1000 км². Однако, несмотря на это изучение минералогии и геохимии затрагиваются только в единичных публикациях^{1,2}. Исследования были опубликовано около 20–30 лет назад. Результаты основывались на приближенно-количественном спектральном анализе, которые уступают по точности современным аналитическим методам. В связи с этим изучение минералогических и геохимических особенностей пород большеинзерской свиты представляется актуальным.

В отложениях большеинзерской свиты локализовано золото-кварцевое малосульфидного типа месторождение Улюк-Бар и рудопроявления Кургашлинское и Рамеева жила. В связи с этим велико и практическое значение исследования минералогических и геохимических особенностей. Золоторудные объекты протягиваются цепочкой с юга на север вдоль субмеридионального Караташского регионального разлома и образуют Исмакаевскую рудную зону.

Целью исследований являлось установление минералогического состава и геохимических особенностей отложений большеинзерской свиты и оценка степени их золотоносности.

В связи с этим поставлены следующие задачи:

1. Изучение фондовых научных материалов и опубликованной литературы по теме выпускной квалификационной работе
2. Проведение полевых исследований с отбором каменного материала
3. Изучение образцов под бинокулярным микроскопом для определения минералогического состава
4. Проведение геохимического опробования обнажений большеинзерской свиты

¹ Гареев Э.З. Геохимия осадочных пород стратотипического разреза рифея: Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. М.: ГЕОХИ, 1989. 24 с.

² Сергеева Н.Д. Сопоставление айской и большеинзерской свит нижнего рифея Башкирского мегантиклинория Южного Урала по аксессуарным минералам // Верхний докембрий и палеозой Южного Урала (стратиграфия и литология). Уфа: БФАН СССР, 1982. С. 20–26.

5. Оценка золотоносности аллювиальных отложений ручьев Бзяк и Безымянный, дренирующие породы большеинзерской свиты
6. Выявление минералогических особенностей песчаников большеинзерской свиты, в связи с их потенциальной золотоносностью

В качестве объектов изучения отобраны и изучены шлиховые пробы из аллювиальных отложений ручьев Бзяк (обр. М-1001) и Безымянный (обр. М-1002), дренирующих отложения большеинзерской свиты, а также проб-протолочек коренных пород этой свиты, отобранных с поверхности и в обнажениях в районе д. Бзяк.

Фактический материал был собран при прохождении производственной практики с сотрудниками лаборатории геохимии и изотопной геологии ИГ УФИЦ РАН при решении научно-исследовательских задач. Автор занимался отбором образцов, описанием разрезов и горных пород. Подготавливал пробы на различные виды анализов. Интерпретация полученного материала выполнена автором при поддержке старшего научного сотрудника ИГ УФИЦ РАН к.г.-м.н., С.В. Мичурина.

Автор выражает свои благодарности научному руководителю Н.Н. Ларионову за ценные замечания и рекомендации по улучшению качества работ. Автор искренне признателен С.В. Мичурину за полученный огромный опыт при выполнении научно-исследовательских работ, за помощь при подготовке к участию на различных конференциях. Автор благодарен аналитической группе ИГ УФИЦ РАН за выполнение геохимических анализов: м.н.с., З.Р. Биктимировой, м.н.с., Г.М. Казбулатовой, м.н.с., В.Ф. Юлдашбаевой, м.н.с., Г.С. Ситдиковой.

Результаты проведенных исследовательских работ освещены в тезисах различных конференций:

- XII Межрегиональной конференции «Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий», 2018, 2020 г.Уфа

- VI Всероссийской молодежной геологической конференции «Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий», 2018, 2019 г.Уфа

- в научно-практической конференции посвященной дню геолога, 2019, г.Уфа

- в научных чтениях памяти П.Н. Чирвинского, Пермь, 2019.

В статьях научных журналов:

- Вестник Академии наук Республики Башкортостан

- Вестник Воронежского университета

- Известия Отделение наук о Земле и природных ресурсов

1. Физико-географическая характеристика района работ

Район исследования в административном отношении находится в юго-западной части Белорецкого района Республики Башкортостан, в 75 км от г. Белорецка (рис.1.1).

В региональном тектоническом плане район расположен в центральной части Ямантауского антиклинория и входящий в состав Башкирского мегантиклинория (БМА) на Южном Урале.

По абсолютным значениям высотных отметок, степени расчлененности и морфологическим особенностям рельеф района относится к среднегорному типу. В орографическом отношении облик района определяют горные массивы западного склона Южного Урала: хребты Бол. Шатак (1271,7), Мал. Шатак (950,5), вытянутые в северо-восточном направлении, согласно с общим простиранием слагающих их горных пород. Водораздельные части этих хребтов сложены устойчивыми к выветриванию породами. В целом район характеризуется расчлененным рельефом с абсолютными отметками от 490 м в долине р. Бол.Авзян до 575 м. Вдоль участков речных долин, секущих геологические структуры вкрест простирания, расчлененность рельефа увеличивается. Склоны хребтов и гор сглаженные и заселенные. Здесь развиты толщи делювиальных отложений на склонах хр. Бол. Шатак мощностью до 70 м. Коренные обнажения встречаются редко, а все седловины, склоны гор заселены и, зачастую заболочены.

Основная водная артерия района – река Бол.Авзян, правый приток р. Белой. Из других рек можно отметить Караелгу, Кургашлю, Бзяк, Большой Ключ. Река Бол. Авзян имеет быстрое течение. Питание преимущественно снеговое. Ручьи мелководны с каменистым дном.

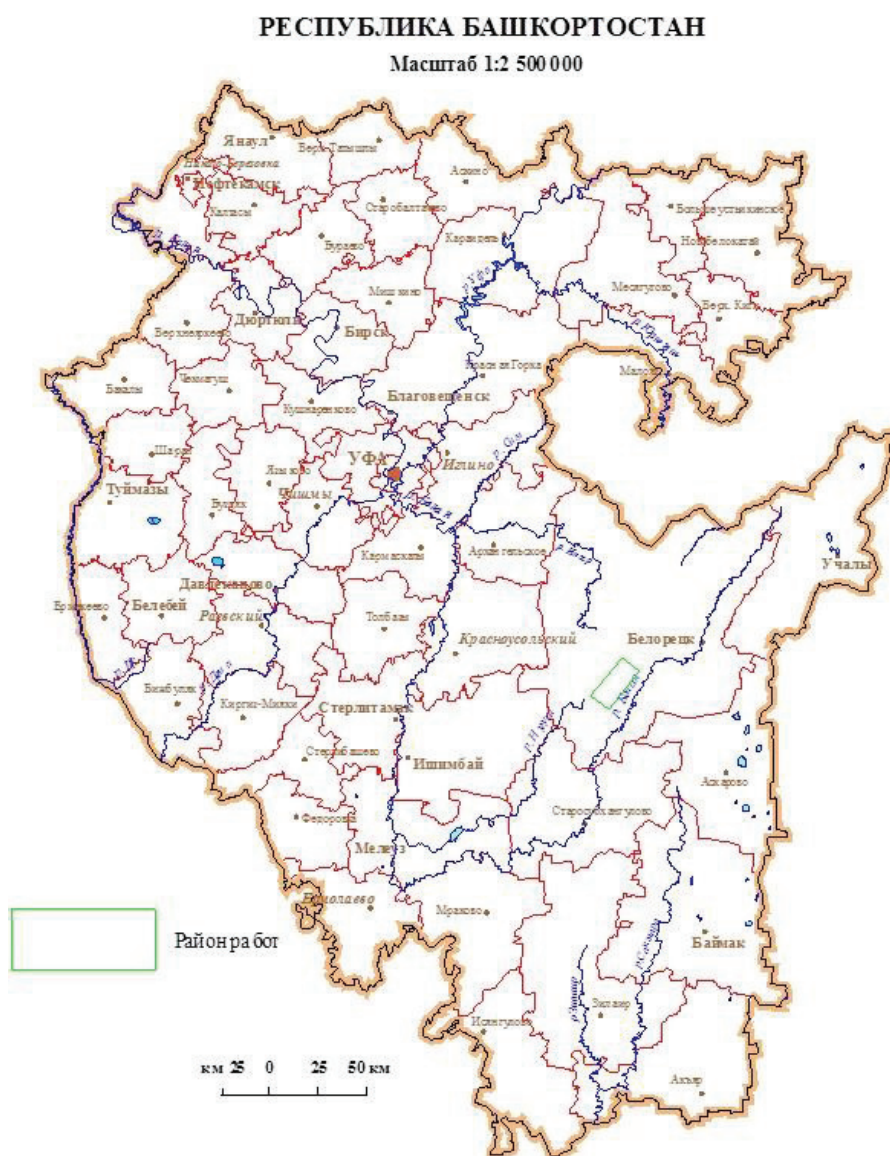
Климат района резко континентальный, с затяжной зимой и обильными снегопадами. Самый холодный месяц – январь со среднемесячной температурой - 17°С (минимальная достигает - 50°С); самый теплый месяц – июль со среднемесячной температурой + 17° С (максимальная достигает +30° С). Снег начинает выпадать в конце сентября, снеготаяние начинается в апреле и заканчивается в мае, но еще в конце мая – начале июня в защищенных от солнца местах сохраняется снег. Годовое количество осадков колеблется от 440 до 600 мм.

Район относится к горно-таежной области западного склона Южного Урала, почти сплошь покрытый древесной растительностью. Преобладают смешанные леса. По долинам рек в нижней части склонной и на вершинах некоторых водоразделов находятся сенокосные поляны.

Населен район слабо. Близкими населенными пунктами являются села Исмакаево, В.Авзян, Бзяк, Ахмерово. Дороги, связывающие эти поселения немногочисленные и труднопроходимы для автотранспорта. Ближайшая железнодорожная станция Улу-Елга (Трасса Белорецк-Уфа) находится в 45 км северо-восточнее д. Исмакаево. В 85 км от последнего находится г. Белорецк (районный центр), где есть железнодорожная станция.

Экономика района определяется лесопромышленным комплексом пос. В. Авзян. Основное занятие местного населения – обслуживание лесозаготовок и лесхозов.

Рисунок –1.1
Обзорная карта³



³ Высоцкий И.В. Отчет о результатах работ по объекту «Поисковые работы на золото в Авзяно-Белорецком рудном районе Рреспублика Башкортостан») за 2003-2006 гг.

2. Геологическая изученность

На западном склоне Южного Урала первые систематические геологические исследования начаты в конце XIX века. В пояснительной записке к геологической карте масштаба 1:200 000 систематизированы сведения о работах, выполненных до 1962 года включительно⁴.

С 1962 года на территории (БМА) проводится планомерная геологическая съемка масштаба 1:50 000. Выполнялись эти работы геологами Башкирского территориального геологического управления Н.Ф. Решетниковым (1966 г.), А.В. Кузнецовым (1967 г.), А.В. Клочихиным (1969 г.), В.В. Радченко (1973 г.) и др. За период с 1962 по 1985 год на всю территорию района составлены геологические карты масштаба 1:50 000. На заключительном этапе этого периода геолого-съемочных работ (с 1978 года) в наиболее перспективных районах осуществлялись работы по геологическому доизучению масштаба 1:50 000 ранее закартированных территорий^{5,6}. Параллельно с региональными геолого-съемочными проводились тематические работы. В.И. Козловым и др., в 1980 г. разработана новая легенда серии листов, в которой существующая стратиграфическая схема была несколько изменена.

В 1999-2004 гг. ОАО «Башкиргеология» проводилось геологическое доизучение площади (ГДП-200) листа N-40-XXII с целью создания Государственной геологической карты масштаба 1:200 000 (новая серия) известного горнорудного района Южного Урала (Ларионов, 2004).

Основные результаты исследований следующие.

Проведено картирование рифей-вендских, палеозойских и кайнозойских отложений разреза Центрально-Уральского поднятия. Рифей-вендские и палеозойские осадочные комплексы закартированы по структурным зонам. Выделен ряд новых местных стратиграфических подразделений (свит и толщ). Впервые в качестве самостоятельного геологического тела показаны коллизионные отложения полимиктового тектонического меланжа, обрамляющего гипербазитовые массивы Крака.

Среди интрузивных комплексов выделены: раннерифейские, среднерифейские, позднерифейский, ранневендский и палеозойские магматические комплексы. Дана подробная характеристика всех постдиагенетических и метаморфических преобразований осадочных и

⁴ Яковлев Г.Б., Решетников Н.Ф. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Южно-Уральская. Лист N-40-XXII. Объяснительная записка. М.: Недра, 1967, 84 с.

⁵ Ротару З.М., Ротару А.Ф., Быкова Л.С. Отчет по ГДП масштаба 1:50 000 Тирляно-Белорецкой зоны за 1978-1984 гг. Уфа, 1984.

⁶ Ларионов Н.Н., Рудниченко В.П., Быкова Л.С., Ротару З.М. и др. Отчет о геологическом доизучении в масштабе 1:50000 по объекту «Авзянская площадь» 1979-85 гг. Уфа. Фонды Башкор. фил-ла ФБУ «ГФГИ по ПФО», 1985.

магматических пород. Показано увеличение степени преобразований с запада на восток. Границами зон метаморфизма служат, как правило, региональные разрывные нарушения.

Проведено структурно-тектоническое районирование территории. Получены принципиально новые данные, существенно повлиявшие на представление о геологическом строении всей Западно-Уральской мегазоны в целом и отдельных её структур. В частности: выделены структуры автохтона, параавтохтона, парааллохтона, неоавтохтона и неоаллохтона; установлены существенные различия стиля тектоники в разных зонах; существенно уточнено строение зоны сочленения Башкирского мегантиклинория и Зилаирского синклинория, а также Кракинских гипербазитовых массивов.

Геоморфологическая характеристика территории основана на морфогенетическом анализе и концепции эволюции горных стран путём педипланации. Выделены различные типы рельефа: структурный (тектоногенный), структурно-денудационный, денудационный, аккумулятивный, техногенный. Установлено, что денудационные поверхности контролируют размещение всех бурожелезняковых месторождений. Наиболее крупные из них (Зигазино-Комаровский рудный район) приурочены к домиоценовым педипланам. Педипленизированные поверхности являются также перспективными для формирования всех месторождений, связанных с корами выветривания: каолинов, железооксидных минеральных пигментов, оксидномарганцевых руд по марганецсодержащим карбонатным породам, золотоносных и никеленосных кор выветривания.

На основе комплексного анализа геологических, геохимических и геофизических материалов установлены основные закономерности размещения многих полезных ископаемых.

2.1 Геохимическая изученность

Геохимические исследования, проводившиеся на площади работ, условно подразделяются на два этапа. Первый включает в себя геохимические работы, выполненные в процессе геологической съемки и доизучения масштаба 1:50 000, второй – специализированные геохимические исследования. Изучение проводилось как по первичным, так и по вторичным ореолам рассеяния.

На первом этапе проводилось внесмасштабное литохимическое опробование коренных пород с плотностью менее 1 точки на 1 км². В результате этих работ даны литогеохимические характеристики коренных пород и рыхлых отложений, выявлены многочисленные геохимические аномалии, приуроченные большей

частью к известным месторождениям, рудопроявлениям, площадям развития кор выветривания и зонам региональных разрывных нарушений.

На втором этапе проводились специализированные геохимические работы на перспективных участках, располагающихся преимущественно в зоне Караташского глубинного разлома. А.А. Пацковым и др. (1980) выделены 3 субмеридиональные зоны с различной геохимической специализацией. На месторождение Улюк-Бар в породах установлены прямые корреляционные связи золота с медью, свинцом, цинком, никелем и кобальтом. Участок положительно оценен на оруденение золотосульфидного типа. В сульфидных концентратах выявлено наличие тонкодисперсного золота в количествах 0,001-2,0 г/т.

Позднее, тем же автором, при опережающих геофизических и геохимических поисках золото-сульфидных руд на Юрматинском участке, выделено 5 рудоперспективных зон на основе поискового комплекса элементов: золота, серебра, мышьяка и вольфрама. Дан положительный прогноз на выявление золотосульфидного оруденения в сланцевых толщах зигазино-комаровской и суранской свит, в зоне контакта терригенных пород с карбонатами, а также оценены уровни эрозионного среза этих зон.

Благодаря детальным поискам коренного золота на Центральном участке⁷ обобщены геохимические данные А.Г. Потехина (1977), выделены уровни эрозионного среза по методике, предложенной Л.А. Логиновой (1982), установлены основные закономерности распределения золота в разрезе.

В 1980-1983 гг. проводилась литохимическая съемка района масштаба 1:50 000⁸. Эти работы установили большое количество аномалий золота в рыхлых отложениях, коренных породах и аллювиальных отложениях. В связи с этим установлена перспективность территории на обнаружение золото-сульфидного оруденения.

Наиболее полно материалы всех выполненных до 1990 года геохимических исследований обобщены Л.А. Логиновой и Г.И. Богатыревой (1992). Основные результаты этого обобщения следующие.

1. Установлены геолого-геофизические факторы, контролирующие размещение геохимических аномалий и полезных ископаемых, на основании которых выделены геохимические поля и зоны. Основными факторами являются геохимические поля северо-восточного простирания, линейные (субширотные и субмеридиональные) геохимические зоны, субизометричные поля. По этим данным предполагается связь отдельных элементов с осадконакоплением, с зоной

⁷ Чернов А.П., Алексеев А.А. и др. Отчет по детальным поискам коренного золота на Центральном участке за 1972–82 гг. Уфа. Фонды Башкор. фил-ла ФБУ «ГФГИ по ПФО», 1982.

⁸ Макушин А.А. и др. Отчет о результатах общих поисков по объектам: «Суранская площадь», «Белорецко-Авзянская площадь», «Ишлинский участок» и «Шатакская площадь» за 1980-1983 гг. Уфа, 1983.

обрамления массивов Крака, с глубинными «скрытыми» разломами, с надынтрुзивными зонами.

2. Выявлены геохимические признаки оруденения (литохимические и гидрохимические аномалии).

3. Проведена перспективная оценка аномалий и геохимическое прогнозирование на различные виды полезных ископаемых: золота – в узлах сопряжения субмеридиональных и субширотных глубинных разломов, а также в связи с надынтрुзивными зонами; вольфрама, бериллия, молибдена – в надынтрुзивных зонах; редких земель - в надынтрुзивных зонах и в связи с предполагаемыми карбонатитами (по Sr-Zr-La-Ce) геохимической специализации в северо-западном обрамлении массива Крака; флюорита – по косвенным геохимическим признакам (обогащенность пород Be и W); барита и полиметаллов стратиформного типа – в зоне Туканского надвига.

4. Выделены перспективные участки, рекомендованные к проверке.

5. Установлена вертикальная зональность в строении ореолов золоторудных объектов «Улюк-Бар» и «Кургашля», проявившаяся в изменении соотношений в распределении Cu, Zn, Mo. Первые два элемента отмечаются преимущественно в верхних горизонтах, последний - на нижних, причем содержания его достигают 0,01%. Сопоставление ореолов «Улюк-Бара» и «Кургашли», опосредованных до глубины 500-700 м, с ореолами «Горного Прииска» и «Багряшки», изученных геохимически до глубины 160 м, позволило авторам выявить сходство и различие: сходство – в наличии характерных элементов (Ag, As, W, Cu, Zn, Pb) для всех объектов; различие – в содержаниях Mo и Sb, из которых первый характерен для нижних горизонтов «Улюк-Бара» и «Кургашли», второй – для «Горного Прииска» и «Багряшки». Исходя из общетеоретического ряда зональности, авторы прогнозируют на более глубоких горизонтах двух последних объектов промышленное золотое оруденение.

6. Составлена прогнозно-геохимическая карта Центрально-Уральского поднятия масштаба 1:200 000.

2.2 Минералогическая изученность

В фондовых отчетах о поисково-разведочных работах на россыпное золото в Авзянском рудном районе приводятся краткие сведения о минералогическом составе черного шлиха водотоков р. Б. Авзян⁹. Авторами указываются следующие рудные минералы: сидерит – шаровидные конкреции светло-желтого цвета; ильменит – таблитчатые, угловатые зерна с неровной поверхностью черного

⁹ Дуношкин В.П., Мокринский А.В. Отчет о поисково-оценочных работах на россыпное золото по территории деятельности бывшего «Горного прииска» в 1978-82 гг. Уфа. Фонды Башкор. фил-ла ФБУ «ГФГИ по ПФО», 1983.

цвета; ильмено-гематит – таблитчатые, угловатые, редко ромбоэдрические зерна черного цвета; магнетит – октаэдры, обломки октаэдров, зерна черного цвета; мартит – зерна неправильной формы, редко октаэдры, красно-бурого, бурого, темно-бурого цвета; хромит – октаэдры, обломки октаэдров, зерна неправильной формы черного цвета; пирит – кубы, зерна неправильной формы, лучистые агрегаты латунно-желтого цвета; галенит – кубы, таблички, на отдельных зернах отмечается ступенчатая спайность, цвет серый; киноварь – окатанные зерна красно-малинового цвета; золото; отмечено единичное зерно меди буровато-красного цвета дендритовидной формы.

В классе силикатных и алюмосиликатных минералов отмечены: циркон – в виде призматических, изометрических окатанных зерен розового, бесцветного, малинового, желтого, красного цвета; турмалин – призматические зерна бурого цвета; гранаты – изометрические зерна, часто ромбододекаэдры розового цвета; пироксены – удлиненные зерна бледно-зеленого, бледно-желтого цвета, поверхность неровная; эпидот – зерна неправильной формы зеленого цвета, с различными оттенками; монацит – таблитчатые, призматические, уплощенные и удлиненные зерна серого, желтого, красновато-желтого цвета; амфиболы – удлиненные обломки зерен зеленого цвета; рутил – шестоватые, призматические зерна красного, бурого, темно-бурого цвета; лейкоксен – зерна таблитчатой формы желтого, редко серого цвета.

Среди легких минералов при описании отмечены: кварц – составляет основную массу легких минералов, присутствует в виде бесцветных, желтых, серых, иногда водянопрозрачных зерен, часто слабожелезненных. Встречаются слюда, обсидиан, обломки карбонатных пород, полевые шпаты редки.

3. Стратиграфия

Описываемая площадь охватывает центральную часть Ямантауского антиклинория, которую слагают в основном осадочные и вулканогенно-осадочные образования верхнего протерозоя (рифей). В восточной части площади, в зоне сочленения этой структуры с Зилаирским синклинорием, рифейские отложения с угловым несогласием перекрываются фаунистически охарактеризованными толщами палеозоя от ордовика до карбона включительно. Рифейские и палеозойские образования местами перекрыты корами выветривания мезозойского возраста, достигающей иногда значительной мощности, а также чехлом рыхлых отложений кайнозоя различных генетических типов.

Рифейские отложения на западном склоне Южного Урала имеют цикличное строение. Циклы разделены перерывами, которые фиксируются обычно угловыми несогласиями. Соответствующие каждому циклу осадконакопления серии осадков выделены под названиями бурзянской, юрматинской, каратауской и ашинской. Эти серии традиционно рассматривались как типы трех общих подразделений рифей: нижнего, среднего и верхнего. Рифейские отложения несогласно перекрываются терригенными образованиями венда.

3.1 Нижний рифей (бурзянская серия)

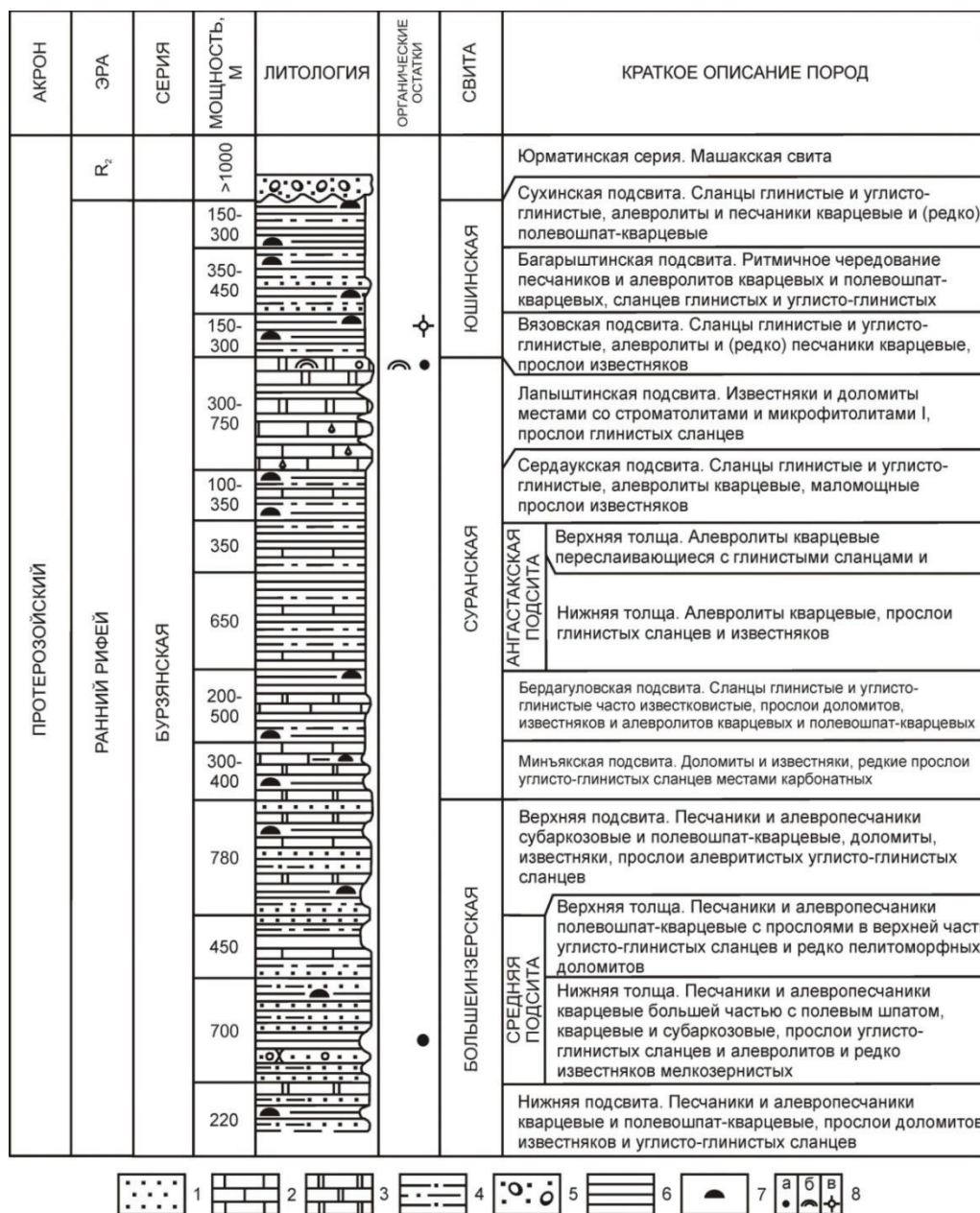
Нижнерифейские отложения наиболее широко распространены в сводовой части Ямантауского антиклинория. Впервые стратиграфическое расчленение нижнерифейских отложений было дано А.И. Ивановым (1937, 1956), который выделил три свиты (снизу вверх): большеинзерскую, суранскую и юшинскую, являющиеся возрастными аналогами соответственно айской, саткинской и бакальской свит Бакало-Саткинского района^{10,11,12} (рис.3.1)

¹⁰ Гарань М.И. Верхний докембрий (рифей): Стратиграфия//Геология СССР. М.: Недра. 1969. Т. 12. Пермская, Свердловская, Челябинская и Курганская области. Ч. I: Геологическое описание. С. 149-200.

¹¹ Иванов А.И. Возраст древних свит западного склона Южного Урала / Башкир.геол. упр. Уфа, 1946. 90 с.

¹² Келлер Б.М. Рифейские отложения краевых прогибов Русской платформы. Труды ИГН АН СССР: вып. 109, геол. сер. № 37. Москва: Изд-во АН СССР, 1952. 62 с.

Рисунок – 3.1
Стратиграфическая колонка нижнего рифея (бурзяния)
Ямантауского антиклинория¹³



1 – пески; 2 – известняки; 3 – доломиты; 4 – алевролиты; 5 – кварцевые песчаники; 6 – аргиллиты; 7 – кремни; 8 – органические остатки: микрофитолииты (а), строматолиты (б), микрофоссилии (в);

Большеинзерская свита (RF₁ bi)

Большеинзерская свита выделена А.И. Ивановым в 1937 году. Залегает в основании разреза нижнего рифея Башкирского мегантиклинория. Контакт ее с

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

подстилающими образованиями не вскрыт эрозией. Выходы отложений приурочены к сводовой части Ямантауского антиклинория и прослеживаются в субмеридиональном направлении более чем на 40 км от бассейна р. Бол. Инзер на севере до р. Богряшка на юге непрерывной полосой, ширина которой составляет от 1 до 4–5 км. Несмотря на большую площадь распространения большеинзерская свита обнажена плохо.

В составе большеинзерской свиты выделяют нижнюю, среднюю и верхнюю подсвиты¹⁴.

Нижняя подсвита (RF_1bi_1) представлена в основном кварцевыми мелкозернистыми, участками известковистыми песчаниками с прослоями пелитоморфных доломитов и известняков; единичные прослои кварцевых алевролитов и углисто-глинистых сланцев; весьма редко отмечаются прослои грубозернистых песчаников полевошпат-кварцевого состава, содержащих тонкие "лепешки" серых глинистых сланцев. Слагающие подсвиту породы находятся в неравномерном грубом переслаивании. Нижняя граница подсвиты не вскрыта эрозией, видимая мощность её в разрезе р. Бол. Инзер около 220 м.

Средняя подсвита (RF_1bi_2) имеет наибольшее распространение по площади, однако обнажена довольно слабо. Сложена кварцевыми и полевошпат-кварцевыми песчаниками, преимущественно среднезернистыми, с прослоями углисто-кварцево-глинистых сланцев и кварцевых алевролитов и единичными прослоями пелитоморфных доломитов и известняков, редко и мелкогалечных конгломератов.

Верхняя подсвита (RF_1bi_3) сложена кварцевыми и полевошпат-кварцевыми песчаниками, преимущественно среднезернистыми с прослоями углисто-глинистых сланцев. По существу, верхняя подсвита большеинзерской свиты состоит из чередующихся двух- и трехчленных ритмов. В строении двухчленных ритмов участвуют мелко- и среднезернистые песчаники (от 3-6 до 150-185 см) и черные углисто-глинистые сланцы (от 2-3 до 20-70 см) или сланцы (от 1-2 до 6-10 см) и известняки (от 6-10 до 20-32 см). Трехчленные ритмы являются как бы продолжением двухчленных. Они сложены алевропесчаниками (от 0,4 до 2 м), сланцами (от 1-5 до 20-50 см) и доломитами или известняками (от 0,3 до 1-6 м). По составу и внешнему облику терригенные и карбонатные породы верхней подсвиты близки к соответствующим разностям в нижней и средней подсвитях.

Мощность верхней подсвиты 760 м, а в целом большеинзерской свиты - около 2150 м.

¹⁴ Козлов В.И. Стратиграфия рифея Южного Урала // Доордовикская история Урала. Свердловск, 1980, с. 3-32.

Суранская свита ($RF_1 sr$)

Суранская свита выделена А.И. Ивановым в 1937 году. В нижней и верхней частях разреза сложена карбонатными породами, в средней – сланцами, алевролитами и песчаниками. Она подразделяется (снизу вверх) на миньякскую, бердагуловскую, ангастакскую, сердаукскую и лапыштинскую подсвиты.

Миньякская подсвита ($RF_1 sr_1$) (мощность 300–400 м) сложена, преимущественно, доломитами и известняками с маломощными прослоями низкоуглеродисто-глинистых и глинистых сланцев.

Бердагуловская подсвита ($RF_1 sr_2$) (мощность 400–550 м) представлена глинистыми, низкоуглеродисто-глинистыми сланцами, часто известковистыми алевролитами, содержащие прослой известняков и доломитов.

Ангастакская подсвита ($RF_1 sr_3$) (мощность 200–650 м) сложена преимущественно алевролитами кварцевыми, сланцами серицит-глинистыми и серицит-кварцевыми, часто с хлоритом, мергелями с прослоями известняков и доломитов.

Сердаукская подсвита ($RF_1 sr_4$) (мощность 200–600 м) представлена преимущественно глинистыми и низкоуглеродисто-глинистыми сланцами, алевролитами с прослоями известняков и доломитов.

Лапыштинская подсвита ($RF_1 sr_5$) (мощность 200–550 м) сложена известняками и доломитами с прослоями мелкозернистых песчаников, алевролитов и низкоуглеродисто-глинистых сланцев.

С подстилающей большеинзерской свитой она связана постепенным переходом. Мощность свиты 1700–1900 м.

Юшинская свита ($RF_1 js$)

Сложена преимущественно серицит-глинистыми и углисто-глинистыми сланцами, кварцевыми и полевошпат-кварцевыми песчаниками, с маломощными единичными прослоями доломитов и известняков. По литологическим особенностям и характеру чередования осадочных последовательностей свита расчленена на согласно залегающие друг на друге вязовскую, багарыштинскую и сухинскую подсвиты.

С подстилающей суранской свитой она связана постепенным переходом. Мощность юшинской свиты 900–1100 м, она завершает разрез нижнего рифея Ямантауского антиклинория, где его мощность колеблется от 4750 до 5150 м.

3.2 Средний рифей (юрматинская серия)

Согласно унифицированной и корреляционной стратиграфической схеме Урала (утвержденной Межведомственным стратиграфическим комитетом СССР 30 января 1978 года) юрматинская серия включает (снизу вверх): машакскую, зигальгинскую, зигазино-комаровскую и авзянскую свиты.

Машакская свита (RF_2ms)

Машакская свита ($R_2m\check{s}$) выделена А.И.Ивановым в 1937 году на хр. Машак и г. Ямантау. В результате геологосъемочных работ установлено, что шатакская и машакская свиты – суть одно и то же и могут картироваться как единая машакская свита, сформированная в период среднерифейского рифтогенеза¹⁵.

Машакская свита развита в восточном крыле Ямантауского антиклинория, где заполняет ряд узких грабенов, расположенных кулисообразно по отношению друг к другу. Здесь выделяются: Шатакский, Ямантауский, Узьянский, Ишлинский и Кухтурский грабены. Наиболее полный разрез свиты имеется в Шатакском и Ямантауском грабенах, где мощность достигает 3500 м.

До 1984 года на геологических картах разного масштаба машакская свита расчленялась на 3 подсвиты: ерикташскую, шакитарскую и кувышскую, которые в районе хр. Бол. Шатак образуют «сдвоенный» разрез. При ГДП-50 Белорецко-Авзянской площади выделено 8 подсвит, последовательно залегающих друг на друге (снизу вверх): кузьелгинская, казавдинская, быковская, калпакская, куянтавская, каранская, шакитарская и ямантауская¹⁶.

Кузьелгинская подсвита (RF_2ms_1) залегает с угловым несогласием на различных горизонтах юшинской свиты и представлена метапесчаниками граувакковыми и олигомиктовыми, метаалевролитами. Линзовидные прослои гравелитов, конгломератов и пелитовых сланцев. Потоки лав базальтоидов и кислых пород нормального и умеренно-щелочных рядов. Общая мощность отложений кузьелгинской подсвиты 400-450 м.

Казавдинская подсвита (RF_2ms_2) сложена песчаниками граувакковыми и олигомиктовыми, с прослоями метаалевролитов и филлитизированных пелитовых сланцев. Потоки лав и кластолав базальтоидного состава. Мощность 230-300 м.

Быковская подсвита (RF_2ms_3) представлена сланцами углеродисто-глинистыми, филлитизированными, с прослоями алевролитов, которые тяготеют в

¹⁵ Ротару А.Ф. Машакская свита рифея Южного Урала (стратиграфия, формационный состав, тектоническая природа) // Автореф. дисс. канд. геол.-минер. наук. Свердловск, 1983. 31 с.

¹⁶ Ротару З.М., Ротару А.Ф., Быкова Л.С. Отчет по ГДП масштаба 1:50 000 Тирляно-Белорецкой зоны за 1978-1984 гг. Уфа, 1984.

разрезах хр. Бол. Шатак к верхней части подсвиты, образуя хорошо выраженную в рельефе пачку. Мощность отложений 130-200 м.

Калпакская подсвита (RF_2ms_4) представлена лавами основного состава с прослоями гравелитов, песчаников и алевролитов. Мощность 250 м.

Куянтавская подсвита (RF_2ms_5) представлена переслаиванием кварцевых песчаников и туфопесчаников с редкими (до 10 м) прослоями конгломератов. Породы куянтавской подсвиты отличаются присутствием хлоритоида и большим содержанием гематита (до 4 %). Мощность отложений 480 м.

Каранская подсвита (RF_2ms_6) сложена эффузивами основного состава, песчаниками, туфопесчаниками, конгломератами, алевролитами. Мощность отложений до 570 м.

Шакитарская подсвита (RF_2ms_7) представлена песчаниками и кварцито-песчаниками кварцевого состава с прослоями туфопесчаников и алевролитов. Мощность отложений 460 м.

Ямантауская подсвита (RF_2ms_8) сложена углисто-кварц-глинистыми сланцами, кварцитопесчаниками, туфами основного и кислого состава. Мощность отложений 350-450 м.

Н.Н.Ларионовым (2004ф) на основании литолого-петрографических и петрохимических характеристик машакская свита расчленена на четыре подсвиты (толщи), образующие на хр. Бол. Шатак сдвоенный разрез. Первые три практически совпадают с ранее выделенными кузьелгинской, казавдинской и быковской подсвитами. Верхняя (четвертая) толща показана как нерасчлененные калпакская, куянтавская, каранская, шакитарская и ямантауская.

Зигальгинская свита (RF_2zg)

Породы свиты слагают вершину и восточный склон г. Калашникова, а также прослеживаются в виде скальных обнажений вдоль западного борта долины р. Бол. Авзян. В составе свиты преобладают песчаники кварцитовидные, кварциты, конгломераты с маломощными прослоями сланцев и алевролитов. Мощность отложений 200-250 м.

Зигазино-комаровская свита (RF_2zk)

Отложения свиты распространены вдоль западного крыла Ямантауского антиклинория, где она расчленяется на три подсвиты (снизу вверх): серегинскую, амбарскую и туканскую.

Серегинская подсвита (RF_2zk_1) сложена углисто-глинистыми сланцами переслаивающимися с тонкослоистыми кварцевыми алевролитами. Мощность отложений 300-350 м.

Амбарская подсвита (RF_2zk_2) представлена хлорит-серицит-кварцевыми, углисто-глинистыми сланцами с прослоями алевролитов и песчаников. Мощность отложений 150-200 м.

Туканская подсвита (RF_2zk_3) сложена углисто-глинисто-хлоритовыми сланцами с прослоями алевролитов. Мощность отложений 250-280 м.

Авзянская свита (RF_2av)

Отложения свиты развиты на западном крыле Ямантауского антиклинория, протягиваясь полосой, ширина которой составляет от 2 до 5 км. Свита расчленяется на три подсвиты: нижнюю, среднюю и верхнюю.

Нижняя подсвита (RF_2av_1) состоит из двух толщ - катауской ($RF_2av_1^1$) и малоинзерской ($RF_2av_1^2$), первая из которых сложена известняками и доломитами с подчиненными прослоями глинистых и углисто-глинистых сланцев, вторая – преимущественно алевролитами и сланцами, содержащими линзы и прослои карбонатных пород.

Средняя подсвита (RF_2av_2) состоит из двух толщ: ушаковской ($RF_2av_2^1$) и куткурской ($RF_2av_2^2$). Первая сложена доломитами, вторая - пестроокрашенными алевролитами и аргиллитами.

Верхняя подсвита (RF_2av_3) состоит из двух толщ: реветской ($RF_2av_3^1$), представленной доломитами и известняками и тюльменской ($RF_2av_3^2$), сложенной алевролитами, песчаниками и сланцами. Мощность подсвиты до 330 м.

3.3 Верхний рифей (каратауская серия)

В составе верхнего рифея выделяются (снизу вверх): зильмердакская, катавская, инзерская и миньярская свиты.

Зильмердакская свита (RF_3zl)

Отложения свиты являются базальными слоями каратавия и представлены разнозернистыми песчаниками с линзами гравелитов и мелкогалечных конгломератов. По литологическому составу свита разделяется на подсвиты (снизу вверх): бирьянскую, нугушскую, лемезинскую и бедерышинскую.

Бирьянская подсвита (RF_{3zl_1}) представлена преимущественно песчаниками разной зернистости, гравелитами и конгломератами с подчиненным значением алевролитов, аргиллитов и глинистых сланцев. Мощность отложений 320-450 м.

Нугушская подсвита (RF_{3zl_2}) сложена пестроцветными, преимущественно терригенными породами (аргиллитами, алевролитами и песчаниками) с подчиненными прослоями карбонатов. По цвету пород выделяется две толщи - нижняя красноцветная и верхняя зеленоцветная. Граница толщ проводится по подошве горизонта песчаников, имеющего региональное распространение, довольно выдержанную мощность, но характеризующегося относительно изменчивым составом - от кварцевого до полевошпат-кварцевого и полимиктового. Мощность отложений 200-250 м.

Лемезинская подсвита (RF_{3zl_3}) имеет однородный, выдержанный состав и является надежным маркирующим горизонтом. Она сложена светлоокрашенными (белыми, светло-, желтовато- и розовато-серыми) кварцевыми, преимущественно среднезернистыми песчаниками. Мощность отложений 180-250 м.

Бедерышинская подсвита (RF_{3zl_4}) представлена песчаниками кварцевыми и полимиктовыми, алевролитами, сланцами, доломитами. Мощность 300-350 м.

Катавская свита (RF_{3kt})

Распространена в восточной части площади и представлена пестроокрашенными слюдистыми известняками. Мощность отложений 180-200 м.

Инзерская свита (RF_{3in})

Распространена в виде узкой полосы в районе п. Кага на севере до среднего течения р. Кургашля на юге. Сложена свита терригенными отложениями, состоящими из песчаников кварцевых и полевошпат-кварцевых, алевролитов, сланцев с прослоями глинистых известняков и доломитов. Мощность отложений 500-800 м.

Миньярская свита (RF_{3mn})

Развита в восточной части площади и представлена в основном доломитами и доломитизированными известняками общей мощностью 450-700 м.

4. Интрузивные образования

На площади работ широко развиты дайки и небольшие тела основного, реже ультраосновного, среднего и кислого состава. В соответствии с геологическими и радиогеохронологическими данными выделяются: нижнерифейский, среднерифейский, вендский и ниже-среднепалеозойский интрузивные комплексы.

Нижнерифейский комплекс представлен дайками габбро, диабазов, диабазовых порфиритов, апопироксенитов, вытянутыми узкой полосой от р. Бол. Авзян на юге до р. Лапышта на севере. Дайки комплекса прорывают отложения большеинзерской и суранской свит. В тектоническом отношении они распространены в ядрах Ишлинской и Еланьской структур, линейно прослеживающихся вдоль зон Лапыштинского и Юшинского разломов.

Все породы комплекса были подтверждены зеленокаменному метаморфизму в условиях актинолит-хлоритовой фации. Они характеризуются пониженной титанистостью ($TiO_2 < 1\%$) и железистостью (K_f до 50), повышенной магнезиальностью ($K_{Mg} = 1-1,5$) и относятся к калиевой и калиево-натриевой сериям, а по коэффициенту al^1 к низкоглиноземистым разностям. В соответствии с «Классификацией магматических горных пород» основные породы нижнерифейского комплекса относятся к субщелочному ряду.

Среднерифейский комплекс. Магматические образования этого комплекса развиты наиболее широко. К ним относятся интрузивные тела (силлы пикритов и пикрит-диабазов, дайки габбро-диоритов, габбродиабазов, габброамфиболитов) и субвулканические образования (риолиты и диабазы).

Прослеживаются они по водоразделам вдоль р. Суран, в верховьях ручьев Верх. Лапышта, Караелга, Юша, по водоразделу р. Бол. Авзян и руч. Караелга. Описываемые тела прорывают отложения суранской свиты и пространственно связаны с дайками нижнерифейского и палеозойского комплексов. В тектоническом отношении интрузии развиты в ядрах Лапыштинской, Еланьской и Ишлинской структур, прослеживающихся вдоль Лапыштинского, Юшинского, Восточно-Суранского и Зюраткульского разломов. Основные породы комплекса характеризуются повышенной щелочностью ($TiO_2 = 1,8-3\%$; $\Sigma_{щелочей} = 2,8-5\%$; наличие высокощелочных минералов). Кислые породы обогащены SiO_2 , K_2O и Al_2O_3 , обеднены TiO_2 ($< 1\%$) и относятся к высокоглиноземистым разностям калиевой серии.

Известны Кусинско-Копанский перидотит-пироксенит-норитовый расслоенный комплекс и Бердяушский массив гранитов рапакиви в северной части района.

Кусинско-Копанский комплекс. Ранне-среднерифейский Кусинско-Копанский комплекс с титан-железо-ванадиевым оруденением расположен в северной части Машакской палеорифтовой системы и приурочен к Юрюзано-Зюраткульскому глубинному разлому. В интегральном геофизическом поле он выражен как линейный магнитно-гравитационный максимум. В геологической литературе последних десятилетий комплекс рассматривается как типичная платформенная стратиформная интрузия, комагматичная среднерифейской риолит-базальтовой формации^{17,18}, или как представитель перидотит-пироксенит-норитовой формации расслоенных интрузий¹⁹.

Наиболее полно вопросы геологии, петрологии, металлогении комплекса рассмотрены в работах А.А. Алексеева с соавторами^{20,21}.

По составу и характеру макрорасслоенности, вскрытой в настоящее время части разреза, выделяются (снизу вверх): габброноритовая, габброидная и диорит-гранитная зоны.

Габброноритовая зона сложена ильменитовыми габброноритами, габброамфиболитами и апогабброноритовыми амфиболитами мощностью 300-320 м.

Габброидная зона (650-700 м) представлена разнообразными по составу и структурам габбро, при подчиненном количестве пироксенитов, горнблендитов и анортозитов. В основании ритмов залегают меланократовые габбро, чаще всего - габбронориты, реже - оливинсодержащие разновидности габброидов и пироксениты. В кровле ритмов развиты мезократовые и лейкократовые габбро, в том числе и анортозиты. Мощности ритмов изменяются от 0,5-1 м до 30-40 м.

Диорит-гранитная зона (до 250 м) слагает верхнюю часть известного разреза и представлена гранофировыми гранодиоритами и гранитами.

В породах комплекса отчетливо проявлена также и скрытая зональность, заключающаяся в уменьшении магнезиальности темноцветных минералов и основности плагиоклазов в разрезах интрузий снизу вверх. Наиболее четко эта зональность прослеживается на примере плагиоклаза, содержание анортита в котором изменяется от 67% в оливинсодержащих габброидах нижней части габброидной зоны до 40% в диоритах и 25-30% и менее в гранитах.

¹⁷ Штейнберг Д.С. Геологическая история Урала и петрология // Магматизм, метаморфизм и рудообразование в геологической истории Урала / УНЦ АН СССР, Свердловск, 1974, с. 39-58.

¹⁸ Алексеев А.А. Рифейско-вендский магматизм западного склона Южного Урала. М.: Наука, 1984, 136 с.

¹⁹ Румянцева Н.А., Смирнов Ю.Д. Формационный анализ магматических образований западного склона Урала: Тр. ИГГ УНЦ АН СССР, вып. 95. Свердловск, 1972. С. 9-19.

²⁰ Алексеев А.А., Алексеева Г.В., Ковалев С.Г. Кусинско-Копанский расслоенный интрузивный комплекс: новые данные, представления и перспективы / Препринт доклада Президиуму Башкирского научного центра УрО РАН. Уфа, 1992. 20 с.

²¹ Алексеев А.А., Алексеева Г.В., Ковалев С.Г. Расслоенные интрузии западного склона Урала. Уфа: Гилем, 2000. 188 с.

На основании проведенных исследований А.А. Алексеевым с соавторами²² сделаны следующие выводы:

по характеру дифференциации и оруденения Кусинско-Копанский комплекс аналогичен Бушвельдскому плутону, отличаясь от него отсутствием обнаженной зоны ультраосновных пород;

обосновано наличие большого объема нескрытых ультраосновных и переходных к основным пород в нижней, пока неизвестной, части разреза;

положительно оцениваются перспективы нескрытой части на медно-никелевое, платинометальное и хромитовое оруденение;

по геолого-геофизическим данным латеральные размеры комплекса могут составлять 1000-1500 кв. км и более.

Вендский комплекс. Интрузивные образования вендского возраста развиты севернее п. Кага в междуречье р. Белой и ее правого притока р. Ирли, на площади распространения верхнерифейских отложений. Представлены эти образования дайками и дайкообразными телами диабазов и габбродиабазов. По данным Ротару и др. (1984) дайковый комплекс вендского возраста ничем не отличается от подобных пород Машакской палеорифтовой зоны и относится к габбродиабазам нормального ряда толеитовой серии. Данные абсолютного возраста (К-Аг метод), выполненные М.А. Гаррис (580 млн. лет), могут свидетельствовать о возрасте переработки первичного субстрата в период вендской коллизии.

Нижне-среднепалеозойский комплекс. К этому комплексу относятся дайки основного (габбро, долериты) и небольшие тела ультраосновного (пикриты, серпентиниты) состава, вытянутые в субмеридиональном направлении. Наиболее протяженными являются две полосы даек, заключенные между Туканским и Караташским разломами. Их протяженность составляет около 80 км.

Дайки комплекса прорывают отложения большеинзерской, суранской, зигазино-комаровской, авзянской и зильмердакской свит. В палеозойском комплексе в основных породах полностью сохраняется ассоциация первичных магматических минералов. Они характеризуются повышенной титанистостью ($TiO_2=1-3\%$), несколько пониженной магнезиальностью ($K_{Mg}<1$) и железистостью ($K_{Fe}=63$), а так же средними значениями al^1 . По этим показателям они относятся к калиево-натриевой, натриевой сериям и умеренно-низкоглиноземистым разностям. Датировки абсолютного возраста комплекса по данным К-Аг метода составляют от 300 до 530 млн. лет.

Дайки разных комплексов, кроме К-Аг датировок абсолютного возраста различаются по ряду петрохимических и геохимических показателей:

²² Алексеев А.А., Алексеева Г.В., Ковалев С.Г. Кусинско-Копанский расслоенный интрузивный комплекс: новые данные, представления и перспективы / Препринт доклада Президиуму Башкирского научного центра УрО РАН. Уфа, 1992. 20 с.

по содержанию TiO_2 . Для даек нижнерифейского комплекса характерно низкое содержание $TiO_2 < 1\%$, в остальных комплексах содержание $TiO_2 = 2-3\%$;

по величине коэффициента железистости (K_{ϕ}). В дайках нижнерифейского комплекса $K_{\phi} < 50$, в палеозойских и среднерифейских $K_{\phi} = 60-72$;

по величине коэффициента магнезиальности (K_{Mg}). В дайках нижнерифейского комплекса $K_{Mg} = 1-1,5$, в остальных не более 1%;

по величине петрохимических характеристик a , b . В дайках нижнерифейского комплекса a не более 4-5, редко 6; $b > 30$. Среднерифейского – $a = 7-8$, редко 10; $b = 28-30$;

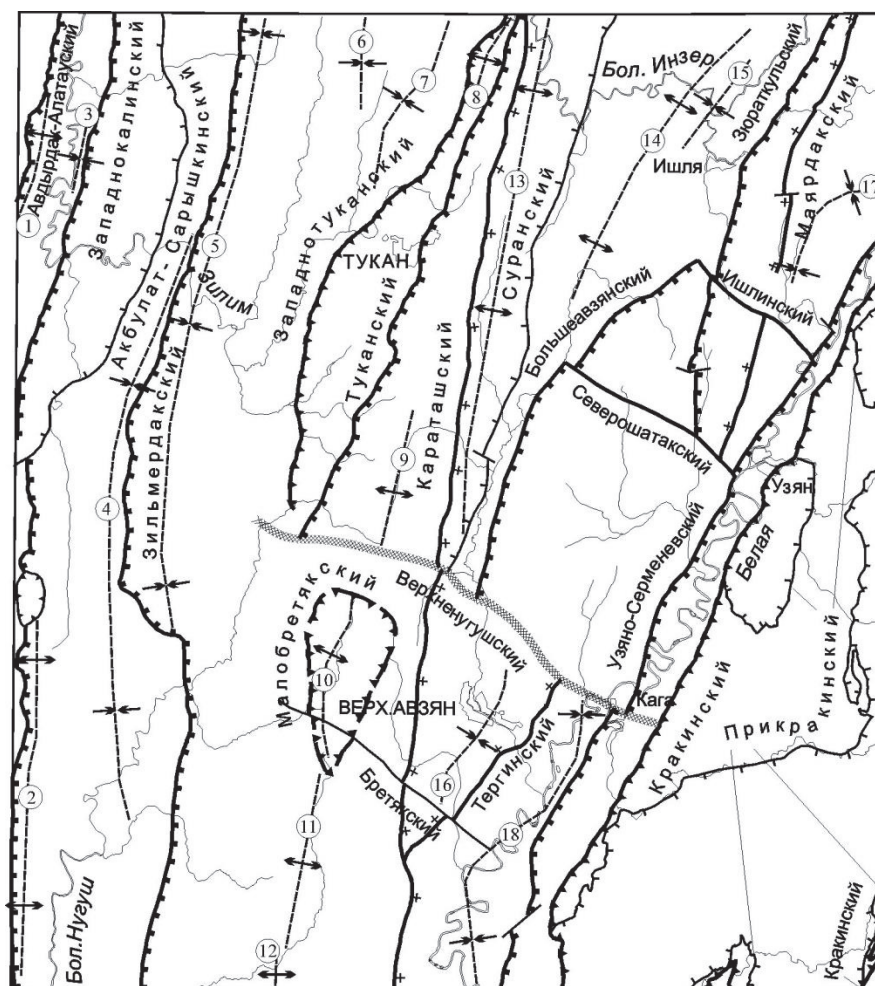
по геохимическим характеристикам.

5. Тектоника

В структурном отношении район работ располагается в пределах *Ямантауского антиклинория* - структуры III порядка (рис.5.1).

Рисунок – 5.1

Структурно-тектоническая схема листа N-40-XXII²³



1-2 – оси пликативных структур: 1 – антиклиналей, 2 – синклиналей. Обозначения разрывных нарушений показаны в соответствии с условными обозначениями на геологической карте (граф. прил. 1). Цифры в кружках – названия пликативных структур: антиклинали: 1 – Саралинская, 2 – антиклиналь хребта Калу, 8 – Калыштинская, 9 – Большенугушская, 10 – Бретьякская, 11 – Аскардовская, 12 – Кургасская, 13 – Айгирская, 14 – Еланская; синклинали: 3 – Зилимская, 4 – Куртазинская, 5 – Акмурунская, 6 – Кызыльярская, 7 – Салдыкская, 15 – Ишлинская, 16 – Авзянская, 17 – Карсарташская, 18 – Криволукская.

²³ Ларионов Н.Н. и др. Геологическое доизучение в масштабе 1:200000 листа N-40-XXII по объекту «Авзянская площадь». Уфа, ТГФ РБ, 2004.

Ямантауский антиклинорий сложен комплексами осадочных пород нижне- и среднерифейского возраста. В плане он представляет собой клинообразную структуру, раскрывающуюся на север и выклинивающуюся на юге на широте р. Богряшка. Характерной особенностью антиклинория является линейная вытянутость его структур в направлении С-СВ – Ю-ЮЗ. Этому направлению подчинены как основные разрывные нарушения, так и пликативные структуры. Из разрывных нарушений наиболее существенными являются Суранский, Лапыштинский и Юшинский разломы, разделяющие широкое поле рифейских образований на широкие полосы, в пределах которых характер пликативной тектоники закономерно изменяется с запада на восток. Падение плоскостей сместителя разломов, как правило, крутое - 65-85°. Направление падения в основном восточное. Исключением является Суранский разлом, имеющий очень крутое западное падение, что подтверждено данными описания стратотипического разреза большеинзерской свиты и материалами разведочных и эксплуатационных работ на Суранском месторождении флюорита. Юго-восточным ограничением Ямантауского антиклинория, как уже отмечалось выше, является Большеавзянский надвиг, плоскость сместителя которого под острым углом «срезает» все структуры антиклинория.

Ямантауский антиклинорий имеет резко выраженное асимметричное строение, что проявляется: 1) в различной крутизне крыльев (западное – крутое, восточное – пологое); 2) различиях мощностей одновозрастных образований на крыльях; 3) отсутствием отложений машакской свиты в западном крыле антиклинория. Западное крыло структуры осложнено Караташским глубинным разломом древнего заложения и сопряженным с ним разломом более низкого ранга, которые образуют зону Караташского разлома шириной до 5 км. Восточное крыло антиклинория характеризуется более сложным строением. Здесь выделяется ряд синклиналей и антиклиналей сменяющих друг друга – Лапыштинская синклиналь, Еланьская антиклиналь, Ишлинская синклиналь, и, несколько южнее, Караелгинская синклиналь.

Эти структуры являются линейно вытянутыми вдоль основных разрывных нарушений. Степень деформированности структур закономерно убывает с запада на восток. Наиболее деформирована Айгирская антиклиналь, формирование которой тесно связано с перемещениями по Караташскому глубинному разлому (взбросу). Западное крыло антиклинали имеет почти вертикальное падение местами с элементами запрокидывания. Восточное крыло несколько положе, хотя элементы залегания пород так же достаточно крутые (40-85°). Линейность антиклинали выражена весьма отчетливо, соотношение длинной и короткой оси составляет более 10:1.

Еланская антиклиналь располагается в 5-10 км восточнее Айгирской и, так же как последняя является сопряженной с разломом (Лапыштинским). Степень осевого сжатия этой структуры существенно ниже, соотношение осей от 6:1 на севере до 2:1 на юге. Асимметрия практически не проявлена. Падение крыльев меняется от 30 до 60°.

Ещё восточнее находится Ишлинская синклиналь, ядро которой сложено карбонатными породами суранской свиты. Падение крыльев синклинали изменчиво, но в целом довольно крутое (от 50 до 80°). Соотношение осей в среднем составляет 3,5-4:1.

В пределах Ямантауского антиклинория аномалии силы тяжести имеют северо-восточное простирание. Гравитационное поле характеризуется чередованием линейно-вытянутых положительных и отрицательных аномалий силы тяжести. Наиболее интенсивной положительной аномалией силы тяжести выделяется структура Шатакского грабена, выполненная вулканогенными образованиями машакской свиты. В электрическом поле антиклинорий характеризуется чередованием вытянутых в северо-восточном направлении низкоомных и высокоомных зон. Наиболее мощная низкоомная зона шириной до 4 км, пространственно совпадающая на севере с положением Караташского взброса, на широте горного Прииска приобретает широтное простирание.

6. Полезные ископаемые

В пределах района работ известны месторождения и проявления, магнезита, рудного и россыпного золота.

Исмакаевское месторождение магнезитов расположено в 0,3 км северо-западнее с. Исмакаево на правом берегу р. Бол. Авзян. Доломиты миньякской подсвиты суранской свиты (R_1sr_1) вмещают данное оруденение. Морфологически рудное тело представлено пластообразной залежью мощностью до 400 м, падающей на ЮВ под углами $36-55^\circ$ и залегающей согласно с вмещающими доломитам. По простиранию оно прослежено на 1100-1200 м. Минеральный состав: магнезит, доломит, кварц, очень редко пирит, графит, тальк. Генезис: гидротермальный магнезиально-метасоматический, эксгалиционно-осадочный. Содержание MgO - 40,54 %; CaO - 2,08 %; SiO_2 - 5,6 %; P_2O_5 - 5,36 %; n.p.n.- 46,35 %.

В результате исследований установлено, что окварцованные магнезиты могут быть обогащены флотационным методом (при этом содержание кремнезема снижается до 1-1,5%). После обогащения магнезиты отвечают требованиям ГОСТ 1216-41 и могут служить строительным, отделочным и термоизоляционным материалом, а также пригодны для получения безобжиговых периклазфорстеритовых кирпичей и магнезитовых металлических порошков.

Глубина подсчета запасов – 180 м. По состоянию на 01.01.2002 г. балансовые запасы категорий C_1+C_2 составляют 113 млн. т, в том числе категории C_1 – 13,1 млн. т. Прогнозные ресурсы оцениваются в количестве 61,4 млн. т.²⁴

Исмакаевская рудоносная зона включает месторождения коренного золота, прослеживающегося вдоль Караташского разлома, отмечается развитой изоклиальной складчатостью, дайками пород основного состава, литохимическими аномалиями и шлиховыми ореолами золота. В пределах зоны известны рудопроявления золото-кварцевой формации: Улюк-Бар, Рамеева жила, Кургашлинское.

Рудопроявление Улюк-Бар расположено в 2,0 км к западу от п. Исмакаево. Эксплуатировалось до революции. Сведений о добыче нет.

По материалам А.Л. Чернова (1980), Н.Н. Ларионова (1985) рудовмещающие породы по литологии, химическому и минералогическому составу в целом близки породам стратотипического разреза большеинзерской свиты нижнего рифея, при этом средняя концентрация золота в них составила 0,2 г/т (по данным 74 анализов). Рассеянная сульфидизация осадочных толщ представлена в основном пиритом 3-х генераций, реже пирротинном. Количество

²⁴ Жариков В.Г. Объяснительная записка к карте размещения полезных ископаемых Белорецкого района Республики Башкортостан. Уфа, 1993. 192 с.

сульфидов не превышает 2-3 %. Монофракции пирита и пирротина содержат золото 1-3,7 г/т.

Мощность отдельных жил в раздувах достигает 2 м, протяженность редко превышает 30 м. Суммарная прослеженная протяженность кварцево-жильной зоны 300 м при ширине от 10 до 90 м. В обогащенных рудных кустах содержания золота достигают сотен г/т, но в целом в пересчете на жильную массу невысоки – 2-5 г/т. Золотоносные жилы прослежены до глубины 200 и более м. Отмечено залегание рудной зоны в целом, при пологом падении отдельных кварцевых жил.

В качестве околорудных метасоматических преобразований описаны маломощные зонки околужильных кварц-серицит-карбонатных березитоподобных метасоматитов с сульфидной вкрапленностью (до образования небольших линзочек густой вкрапленности сульфидов). Состав сульфидов - пирит с небольшой примесью арсенопирита, халькопирита, сфалерита, галенита.

Возможность эффективного обогащения прожилково-вкрапленных руд штокверкового типа доказывает изученная в 1982 г. ЦНИГРИ технологическая валовая проба весом 1132 кг, отобранная по валу минерализованных пород штока рудопроявления Улюк-Бар. Содержание золота в пробе 1,7 г/т. Количество сульфидов в ней не превышает 1 %. Основная их часть сосредоточена в прослойках углистых сланцев и представлена пиритом и арсенопиритом при подчиненной роли антимонита, сфалерита, галенита (на 0,01 %). Обращает внимание различие в степени окисленности сульфидов в жильном кварце (почти нацело замещены лимонитом) и во вмещающих породах, значительно менее окисленных. Химический состав пробы показал, что золотоносная порода на 88 % сложена кремнеземом при незначительном количестве глинозема (4,8 %), окислов калия (0,94 %) и натрия (0,61 %). Содержание мышьяка 0,4 %, цветных металлов – сотые доли процента. Минералогический состав пробы характеризуется преобладанием жильного и метасоматического кварца (65 %) при заметном количестве альбита, серицита, хлорита, подчиненном - биотита.

Основная часть золота (62 %), содержащаяся в крупных классах -500+250, -250+150, -150+100, извлекается гравитационным способом. Цианидная перемелка хвостов гравитационного обогащения повышает извлечение золота до 93,7 %.

Рудопроявление Кургашлинское по геологическим и вещественно-минералогическим характеристикам близко к изученным на рудопроявлении Улюк-Бар. Встречаются лестничного типа прожилково-жильные зоны, имеющие крутое падение, близсогласные осевым поверхностям складок. Изменяются как по мощности, так и по протяженности.

В 1,5 км южнее рудопроявления Улюк-Бар расположено рудопроявление Рамеева жила. Оно локализовано в сланцево-алевритовой толще большеинзерской

свиты и залегает стратиграфически выше рудовмещающих пород рудопроявления Улюк-Бар. Рудопроявление локализовано в ядре антиклинали. Присутствует серия золотоносных кварцевых жил, протягивающихся в субмеридиональном положении. Содержания золота в рудовмещающих породах до 0,2 г/т.

Рудопроявление по структурным и минералогическим особенностям и характеру золотоносности сходно с рудопроявлениями Улюк-Бар и Кургашлинским и локализовано в единой с ними зоне тектонических преобразований.

В целом прогнозные ресурсы категории P_1 потенциально рудоносной зоны, с учетом рудопоявлений, до глубины 200 м ("Центральная" рудоносная зона, А.Л. Чернов и др., 1982ф) были определены в 5 т., не оконтуренных до настоящего времени по простиранию и падению.

Структура Исмакаевской перспективной зоны представляется, как система сходящихся крутопадающих разрывов в приосевой области антиклинали. Продуктивная минерализация подчинена разно ориентированным зонам тектонитов, сочленяющихся с ветвью регионального Караташского разлома. Малосульфидные кварцевые жильные и прожилково-жильные тела, а также связанная с ними прожилково-вкрапленная кварц - сульфидная минерализация сливаются в общую каркасную систему.

Геохимическое изучение морфологически разнотипной золоторудной минерализации показало ее однообразие в наборе рудных элементов - примесей с положительным кларком концентрации (Ni, Cr, Ti, As, Cu, Zn, Pb, Sb).

Все перечисленные рудопоявления Исмакаевской зоны сопровождаются линейно-площадными корами выветривания. Широкое развитие линейных и площадных кор выветривания мезокайнозойского возраста обусловлено наличием многочисленных горизонтов химически активных пород (карбонатов, сульфидизированных фаций), интенсивным динамометаморфизмом в зонах разломов. Приразломные линейные коры выветривания обладают наибольшей интенсивностью и масштабом преобразования пород субстрата.

Россыпные месторождения связаны с коренными источниками – рудопоявлениями Улюк-Бар, Кургашлинское и приурочены к бассейну р. Белой. В данном районе выделяют россыпи р. Бол. Авзян – Авзянская, Надеждинская и ее притоков – Бол. Ключ, Кургашля).

Россыпь Авзянская расположена в долине р. Бол. Авзян в 5 км к северу от п. Верхний Авзян. Ее генезис аллювиальный, морфологический тип долинный, возраст верхнеплейстоценовый. Россыпь известна с 1908 г., разрабатывалась Тамьяно-Тангауровским товариществом золотых приисков и Авзянским приисковым управлением в период с 1908 по 1949 гг. Добыча составила 580 кг (Деханов, 1966ф). В геоморфологическом строении долины на участке развития

россыпи участвуют пойма и фрагменты I надпойменной террасы (аллювиальные отложения голоцена и верхнего плейстоцена). Литологически осадки голоцена представлены глинами, суглинками, песчано-галечно-валунным материалом, песками с галькой, гравием и мелкими валунами. Мощность отложений колеблется от 0,5-1,0 м до 3,0-5,0 м. Аллювий верхнего плейстоцена залегает в основании разреза россыпи и представлен коричневыми и коричневато-серыми песчано-галечно-валунными отложениями, в нижней части с глинистой примазкой. Мощность осадков колеблется от 2,7-3,0 м в расширенных участках долины, до 5,0 м и более в узких ее частях. Плотиком россыпи служат трещиноватые сланцы зигальгинской и зигазино-комаровской свит верхнего протерозоя. Поверхность его ровная, средний уклон 0,006.

В плане россыпь имеет лентообразную форму, в вертикальном разрезе – пластовую. В целом промышленная золотоносность приурочена к нижней части разреза голоцена и осадкам верхнего плейстоцена. Протяженность россыпи 1,8 км, средняя ширина 45 м, средняя мощность горной массы 4,6 м, в том числе «торфов» – 3,2 м, «песков» – 1,4 м. Содержания золота на горную массу по выработкам колеблются от 74 до 568 мг/м³.

По данным гранулометрического анализа ЦКЛ ПО «Уралгеология» золото в россыпи имеет средний класс крупности. Крупный класс (от 1,0 мм до 3,0 мм) составляет 27%, средний (от +0,25 мм до +0,5 мм) – 71,3 %, мелкий (от –0,1 мм до +0,1 мм) – 1,7 %. Пробность золота колеблется от 939 до 971, средняя - 950. По состоянию на 01.01.2001 г. запасы россыпи составляли 678 тыс. м³ горной массы, 123 кг золота со средним содержанием 181 мг/м³.

Россыпь Надеждинская расположена в 0,5 км к юго-юго-востоку от д. Исмакаево в долине р. Бол. Авзян между устьями ручьев Бол. Ключ и Кургашля. Россыпь аллювиальная, долинная. Возраст ее верхнеплейстоценовый. Известна с 1927 г., разведывалась и эксплуатировалась в 1927-1949 гг. Количество добытого в этот период металла не установлено.

В россыпи выделяются три струи с промышленными содержаниями золота. Первая приурочена к отложениям I надпойменной террасы (верхи верхнего плейстоцена), подстилающими пойменные осадки голоцена. Образования голоцена представлены песчано-галечными отложениями полимиктового состава с валунистостью до 20 %, убогой золотоносностью и мощностью 2,0-8,8 м. Отложения I надпойменной террасы, представляющие промышленную золотоносность, сложены слабо глинистым песчано-галечным материалом полимиктового состава с валунистостью 25-30 % и размером валунов до 0,5 м. Мощность аллювия колеблется от 1,0 до 8,2 м. Золото локализовано в нижней приплотиковой части разреза, мощность продуктивного пласта составляет 1,2-3,0 м. Протяженность разведанной части россыпи 780 м при ширине 40-180 м. Золото

мелкое, форма золотин уплощенная, пластинчатая, дендритовидная и копьевидная. Зерна окатанные и хорошо окатанные. Пробность золота - 942.

Вторая золотоносная струя располагается параллельно первой в пределах II и III надпойменных террас правобережья. В разведанной части ее протяженность составляет около 300 м при ширине до 130 м. Мощность горной массы изменяется в пределах 1,5-11,5 м, средняя - 4,4 м. Золота распределено неравномерно и представлена крупными размерами с комковатой, копьевидной и пластинчатой формой. Зерна золотин полуокатанные и окатанные. Пробность золота - 942. По состоянию на 01.01.2001 г. суммарные запасы двух золотоносных струй составляли 525 тыс. м³ горной массы, 97 кг золота со средним содержанием 185 мг/м³.

Третья струя приурочена к IV надпойменной террасе правобережья и имеет простирание вверх по долине руч. Кургашля. Здесь произведен оперативный подсчет запасов в трех блоках, выделенных между линиями шурфоскважин 0 и 2 (2000 г.) и линией шурфов 294 (1981 г.). Представленный ГУП УКГЭ «Уралзолоторазведка» прирост запасов категории С₁ составлял 140,3 тыс. м³ горной массы, 22,5 кг золота при среднем содержании 160 мг/м³.

Россыпь Большой Ключ расположена в 2 км к юго-западу от д. Исмакаево в долине руч. Бол. Ключ, правого притока р. Бол. Авзян. Россыпь аллювиальная, долинная. Возраст ее верхнеплейстоценовый. Известна с 1895 г., добыча мускульным способом составила 250,8 кг золота (Никифоров, 1949ф).

В геоморфологическом отношении приурочена к пойме и надпойменным террасам. Золотоносными являются аллювиальные отложения поймы и III надпойменной террасы. В пойменной части долины длина золотоносной струи 900 м, ширина 40 м. Мощность горной массы от 3,0 м до 4,0 м, средняя - 3,5 м. Промышленная концентрация золота наблюдается по всему разрезу пойменных отложений.

Вторая золотоносная струя расположена в пределах III надпойменной террасы. Длина ее 1750 м, ширина 40 м, мощность колеблется в пределах 1,5-2,0 м. Промышленная концентрация приурочена к аллювиальным песчано-валунно-галечным отложениям приплотиковой части разреза. Плотиком россыпи являются переотложенные коры выветривания представленные дресвой и щебнем коренных пород – углисто-глинистых сланцев и песчаников большеинзерской свиты.

Золото крупное, класс крупности +1,0 мм составляет 58 %, класс -1,0 мм +0,25 мм – 41,1%, класс -0,25 мм - 0,9 %. Форма золотин комковидная, дендритовидная, проволоочная, крючковатая, пластинчатая. Зерна полуокатанные, окатанные и совершенно окатанные. Цвет золотин золотисто-желтый, поверхность ямчатая, шероховатая, неровная. Средняя пробность 865. Запасы категории С₂ составляют 718,3 тыс.м³ горной массы, 72 кг золота со средним

содержанием 100 мг/м^3 . Поисково-оценочными работами, проведенными ГУП УКГЭ «Уралзолоторазведка» в 1998-2001 г.г., обнаружен самородок золота весом 20,5 грамм.

Россыпь Кургашля расположена в долине одноименного ручья, правого притока р.Бол. Авзян в 0,75 км к западу от д. Исмакаево. Россыпь аллювиальная, долинная. Известна с 1908 г., разведывалась и разрабатывалась до 1949 г. Добыто 950 кг золота. Общая длина разработок около 3 км, ширина 20-200 м. Золотоносный пласт мощностью 1,4-2,5 м приурочен к приплотиковой части россыпи. Мощность «торфов» 2,0-22,0 м. Средние содержания золота на пласт колебались в пределах $0,5-5 \text{ г/м}^3$.

Геологическое строение россыпи аналогично строению россыпи руч. Бол. Ключ. В основании разреза надпойменных террас залегают глинистые песчано-валунно-галечные отложения полимиктового состава мощностью 1,0-8,0 м. Они перекрываются делювиальными глинами и суглинками мощностью до 15 м. В пойменной части долины ручья песчано-валунно-галечный материал хорошо отсортирован. Мощность пойменных отложений колеблется от 2,0 до 6,0 м. Плотик россыпи сложен углисто-глинистыми сланцами юшинской свиты в различной степени выветрелыми. Поверхность плотика ровная.

Золотоносность рыхлых отложений в остаточно-целиковых частях россыпи слабая. Поисково-оценочными работами ГУП УКГЭ «Уралзолоторазведка» установлено, что россыпь выработана.

7. Методика исследований

Проведенные по теме выпускной квалификационной работы исследования включали в себя изучение фондовых научных материалов, проведение полевых исследований с отбором каменного материала, минералогический анализ и проведение аналитических исследований.

Шлиховые пробы М-1001 (руч. Бзяк) и М-1002 (руч. Безымянный) отобраны из неглубоких копушей в местах отмели и промыты в лотках до серого шлиха. Пробы-протолочки коренных пород большеинзерской свиты, отобраны с поверхности и в обнажениях в районе д. Бзяк.

Минералогические исследования осуществлены согласно стандартной методике²⁵. Образец разделили в тяжелой жидкости (бромформе), далее выделили магнитную и немагнитную фракции, с последующим выделением электромагнитной и неэлектромагнитной фракции. Определение минералов проводилось под бинокулярным микроскопом, осуществлялся отбор отдельных минералов для изучения растровым электронным микроскопом и рентгенофазовым анализом.

Геохимический анализ проводился по данным рентгенофлуоресцентного, атомно-абсорбционного, рентгеноспектрального с индуктивно связанной плазмой (ISP-AES) методов. На растровом электронном микроскопе (РЭМ) JEOL JSM 7100F осуществлялось определение химического состава отдельных минералов.

Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) проводился в ИГ УФИЦ РАН (г. Уфа) на спектрометре VRA-30 («Карл Цейсс», Германия), в котором использована рентгеновская трубка с W-анодом (30 кВ, 40 мА). Истертую пробу весом 5 г со связующим (5 капель ПВС-8) прессовали при давлении 25–27 т/см² на подложке из борной кислоты. Предел обнаружения при измерении SiO₂, Al₂O₃ составлял 0.1 мас. %; TiO₂, Fe₂O₃, MnO, CaO, K₂O, P₂O₅, S_{общ} – 0.01 мас. %; MgO – 0.2 мас. %; As, Pb – 0.001 мас. %. Определение петрогенных (Ti, Fe, Mn, Mg, Ca, P) и редких элементов (Li, Be, B, Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Ge, Se, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Cd, Sn, Sb, Te, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Tl, Pb, Th, U) проводилось методами ИСП АЭС на спектрометре ICPE-9000 (Shimadzu, Япония) в ЦКД КМТНХ Института нефтехимпереработки (г. Уфа), аналитик З.Р. Биктимерова.

Определение элементов (Ti, Fe, Mn, Mg, Ca, P, Li, Be, Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Eu, Dy, Yb, Pb) атомно-эмиссионным с индуктивно связанной плазмой (метод ИСП АЭС) выполнено на спектрометре ICPE-9000 (Shimadzu, Япония) с распылителем VeeSpray и стеклянной

²⁵ Бакулина Л.П. Шлиховое опробование и анализ шлиховых проб. Ухта, Изд-во ФГБОУ ВПО «УГТУ», 2014. 126 с.

распылительной камерой циклонного типа в Институте нефтехимпереработки (г. Уфа) с пробоподготовкой в ИГ УФИЦ РАН, аналитик З.Р. Биктимерова.

Содержание фтора определялось фотометрическим методом²⁶ (аналитик Г.М. Казбулатова, ИГ УФИЦ РАН) посредством образования ализаринкомплексоната фторида лантана с пределом обнаружения 0,01 мас. %. Рентгенофазовый анализ проведен на дифрактометре ДРОН-4 (аналитик Г.С. Ситдикова, ИГ УФИЦ РАН), в котором реализован фокусный метод (схема гониометра «Брэгг-Брентано»). Основной задачей рентгенофазового анализа является идентификация различных фаз в их смеси на основе анализа дифракционной картины, даваемой исследуемым образцом. Съёмка выполнена в $\text{Cu K}\alpha$ излучении. Для расчетов использована длина волны $\text{K}\alpha_1=1,54060 \text{ \AA}$, полученная при напряжении и токе на рентгеновской трубке 40 кВ и 40 мА, соответственно. Съёмка осуществлена с шагом $0,02^\circ$ и временем счета, равным 10 с. Навеска образцов составляла 100–1000 мг.

Атомно-абсорбционный анализ выполнен на спектрофотометре Спектр-5 в ИГ УФИЦ РАН, аналитик Н.Г. Христофорова. Определение Au и Ag проведено с экстракционным концентрированием дифинилтиомочевинной в пробе навеской 10 г. Предел обнаружения при измерении Au составлял 0.01 мкг/мл, Ag – 0,001 мкг/мл. Определение химического состава золота выполнялось на растровом электронном микроскопе (РЭМ) JEOL JSM 7100F (аналитик Г.С. Ситдикова, ИГ УФИЦ РАН).

Определение химического состава золота выполнялось на растровом электронном микроскопе JEOL JSM 7100F (аналитик Г. С. Ситдикова, ИГ УФИЦ РАН), совмещенной с энергодисперсионной системой количественного анализа INCA ENERGY, в безэталоном режиме с нормализацией к 100 %, при ускоряющем напряжении 10 кВ, расстоянии между поверхностью образца и детектором 10 мм и диаметром лазерного пучка около 10 мкм. Вакуумирование образца ($5 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}$) производилось в течение 20 мин.

²⁶ Хализова В.А., Полупанова Л.И., Бебешко Г.И., Алексеева А.Я., Гельман Е.М. Инструкция НСАМ 139-Х. Химические методы. Фотометрический метод определения фтора в горных породах, минералах и растворах по реакции образования ализаринкомплексоната фторида церия. – М.: 1976. 25 с.

8. Минералогический состав большеинзерской свиты

В отложениях большеинзерской свиты сосредоточены золото-кварцевого малосульфидного типа месторождение Улюк-Бар и рудопроявления Кургашлинское и Рамеева жила. Золоторудные объекты образуют Исмакаевскую рудную зону и расположены вблизи субмеридионального Караташского регионального разлома, протягивающиеся цепочкой с юга на север.

Выходы отложений большеинзерской свиты приурочены к сводовой части Ямантауского антиклинория и прослеживается в субмеридиональном направлении более чем на 40 км от бассейна р. Бол. Инзер на севере до р. Богряшка на юге непрерывной полосой, ширина которой составляет от 1 до 4–5 км. Однако, несмотря на это изучение минералогии затрагиваются только в единичных публикациях^{27,28}. Исследования были опубликовано около 20–30 лет назад. В связи с этим изучение минералогических особенностей пород большеинзерской свиты представляется актуальным.

Проведено изучение минералогического состава шлиховых проб из ручьев Бзяк и Безымянный, дренирующих отложения большеинзерской свиты, а также проб-протолок коренных пород этой свиты, отобранных с поверхности и в обнажениях в районе д. Бзяк (рис. 8.1). Целью исследований являлось установление минералогического состава отложений, а также оценка их золотоносности.

Ручей Безымянный протекает примерно в 14–15 км севернее д. Исмакаево в районе д. Бзяк, который ранее²⁹ был отнесен к перспективным участкам в отношении золото-сульфидно-кварцевого оруденения. Вблизи от д. Бзяк берет свое начало одноименный ручей, впадающий в реку Бол. Авзян в 2–3 км севернее д. Исмакаево. Южнее этой деревни в долине р. Бол. Авзян известны Кургашлинская, Большой Ключ, Надеждинская и другие золотоносные россыпи, за время эксплуатации которых добыто свыше 2 тонн золота.

²⁷ Гареев Э.З. Геохимия осадочных пород стратотипического разреза рифея: Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. М.: ГЕОХИ, 1989. 24 с.

²⁸ Сергеева Н.Д. Сопоставление айской и большеинзерской свит нижнего рифея Башкирского мегантиклинория Южного Урала по аксессуарным минералам // Верхний докембрий и палеозой Южного Урала (стратиграфия и литология). Уфа: БФАН СССР, 1982. С. 20–26.

²⁹ Мичурин, С. В. Генезис сульфатов и сульфидов в нижнерифейских отложениях Камско-Бельского авлакогена и Башкирского мегантиклинория / С. В. Мичурин, С. Г. Ковалев, В. М. Горожанин. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2009. – 192 с.



Условные обозначения. 1–7 – отложения нижнего рифея, свиты: 1–2 – большеинзерская, подсвиты: 1 – средняя (RF_{1bi_2}), 2 – верхняя (RF_{1bi_3}); 3–5 – суранская, подсвиты: 3 – миньякская (RF_{1sr_1}), 4 – бердагуловская (RF_{1sr_2}), 5 – ангастакская (RF_{1sr_3}); 6–7 – юшинская, подсвиты: 6 – вязовская (RF_{1js_1}), 7 – багарыштинская (RF_{1js_2}); 8–12 отложения среднего рифея, свиты: 8–11 – машакская, подсвиты: 8 – кузьелгинская (RF_{1ms_1}), 9 – казавдинская (RF_{1ms_2}), 10 – быковская (RF_{1ms_3}), 11 – верхняя ($RF_{1ms_{4-8}}$); 12 – зигальгинская (RF_{2zk_1}); 13 – четвертичные отложения (Q); 14 – дайки магматических пород; 15 – границы свит; 16 – тектонические нарушения разного порядка; 17 – точки отбора проб: синие – коренных пород, черные – шлиховых проб; 18 – реки и ручьи; 19 – населенные пункты; 20 – золотоносные россыпи: 1 – Кургашлинская; 2 – Надеждинская; 3 – Большой Ключ; 21 – рудопоявления и месторождение коренного золота Исмакаевской рудной зоны (1 – Кургашлинское, 2 – Улюк-Бар, 3 – Рамеева жила); 22 – кварцевая жила; 23 – границы исследуемого участка.

³⁰ Ларионов Н. Н., Бергазов И. Р. и др. 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 с внесенными автором изменениями.

После разделения в бромформе шлиховых проб М-1001 – ручей Бзяк (200,3 г) и М-1002 – ручей Безымянный (195,5 г) получены легкая и тяжелая фракции. Основную часть в обеих пробах составляет легкая фракция, составляющая 97,4 и 96,8 мас. % соответственно. Далее из тяжелой фракции были выделены магнитная и немагнитная фракции. Электромагнитная и неэлектромагнитная фракции были выделены из немагнитной фракции (табл. 8.1).

Таблица – 8.1

Выделенные классы в составе тяжелой фракции проб из ручьев Бзяк и Безымянный и их вес³¹

№ образца	магнитная фракция	немагнитная фракция	
		Электромагнитная	неэлектромагнитная
М-1001 (руч. Бзяк)	0,3 г (6,2 мас. %)	4,5 г (93,8 мас. %)	0,3 г (6,2 мас. %)
М-1002 (руч. Безымянный)	0,08 г (2,9 мас. %)	2,9 г (89,1 мас. %)	0,3 г (9,97 мас. %)

В легкой фракция шлиховых проб установлен преимущественно **кварц**, который наблюдается в виде зерен угловатой и неправильной формы желтоватой, молочно-белой и серых цветов. Встречаются прозрачные и полупрозрачные разновидности, часто слабожелезненные.

Магнитная фракция состоит из **магнетита** черного и часто красновато-бурого цвета, в основном неправильной формы и в кристаллах кубической сингонии, встречаются единичные зерна ромбододекаэдра. В шлиховой пробе М-1002 из руч. Безымянный обнаружены магнитные шарики в количестве 5 шт размером приблизительно от 0,1 до 0,3 мм. Ранее Н.Д. Сергеевой³² магнитные шарики такого же размера зафиксированы в отложениях большеинзерской свиты. Обычно магнитные микросферы связывают с внеземным происхождением в результате падения метеоритов или поступлением на Землю космической пыли³³.

Минералогический состав в тяжелой фракции пробы М-1001 (руч. Бзяк) представлен рутилом, пиритом, цирконом, флюоритом, апатитом, эпидотом,

³¹ Таблица составлена автором по результатам минералогического анализа

³² Сергеева Н.Д. Сопоставление айской и большеинзерской свит нижнего рифея Башкирского мегантиклинория Южного Урала по аксессуарным минералам // Верхний докембрий и палеозой Южного Урала (стратиграфия и литология). Уфа: БФАН СССР, 1982. С. 20–26.

³³ Глухов М.С. Магнетитовые микросферы в мезозойских отложениях каспия. I Всероссийская молодёжная геологическая конференция с международным участием «Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий», Уфа, 19–22 ноября 2013 г. С. 143-148

актинолитом, ильменитом. В тяжелой фракции пробы М-1002 (руч. Безымянный) – рутил, пирит, циркон, флюорит, золото.

Циркон в пробе М-1001 наблюдается в основном темно-красного и светло-розового цветов, присутствуют редкие зерна серого цвета. Зерна с хорошей степенью окатанности округлой и сфероидальной формы, прозрачной и полупрозрачной разности.

В пробе М-1002 циркон красного цвета встречается преимущественно в окатанных и полуокатанных зернах округлой формы. Реже встречаются серые и розовые зерна удлиненной формы. Присутствуют призматические кристаллы, которые относят к цирконам гиацинтового типа³⁴.

Рутил встречается в основном темного до черного (нигрин), реже коричневого цвета столбчатой формы, часто в призмах «карандашиках» с вертикальной штриховкой на гранях и коленчатых двойниках, в основном со сrostками.

Гетит наблюдается в виде почковидных зерен черного цвета.

Пирит в пробе М-1001 красновато-бурого цвета (лимонит?) представлен в кристаллах кубической сингонии. Присутствуют единичные «свежие» зерна латунно-желтого цвета, размерами от 0,06 x 0,07 до 0,21 x 0,28 мм, преимущественно 0,07 x 0,13 мм, в пробе М-1002 встречены 2 зерна, размерами 0,06 x 0,15 и 0,07 x 0,12 мм.

Флюорит присутствует в виде зеленого и темно-зеленого цветов, прозрачной и полупрозрачной разности неправильной формы.

Апатит наблюдается в бесцветных зернах неправильной формы, прозрачной и полупрозрачной разностью и шероховатой поверхностью. Проведена качественная реакция на 10% раствор соляной кислоты и молибденовокислого аммония, которая показывает присутствие фосфора в составе этого минерала.

Эпидот представлен угловато-окатанными зернами неправильной формы и в виде призматических обломков, иногда с вертикальной штриховкой. Цвет эпидота желтовато-зеленый, зеленый и фишашково-зеленый. Иногда зерна содержат включения темноцветных минералов.

Актинолит темно-зеленого цвета присутствует в виде таблитчатой, листоватой формы преимущественно со сrostками.

Ильменит темного цвета наблюдается в полуокатанных зернах неправильной формы с гладкой поверхностью. Иногда на поверхности встречаются налеты ожелезнения и сrostки белого цвета.

³⁴ Сергеева Н.Д. Сопоставление айской и большеинзерской свит нижнего рифея Башкирского мегантиклинория Южного Урала по аксессуарным минералам // Верхний докембрий и палеозой Южного Урала (стратиграфия и литология). Уфа: БФАН СССР, 1982. С. 20–26.

По результатам рентгенофазового анализа установлены следующие минералы: кварц, мусковит, клинохлор, каолинит, гетит, титанит, рутил, ортоклаз, анортит (табл. 8.2). В результате изучения двумя методами отмечается некоторое расхождение, связанное с отсутствием в данных рентгенофазового анализа циркона, флюорита, пирита в обеих пробах и апатита, ильменита, эпидота, актинолита в пробе из руч. Бзяк, которое объясняется их незначительным содержанием ($\leq 0,1\%$).

Таблица – 8.2

Минералогический состав шлиховых проб из ручьев Бзяк и Безымянный и пробы-протопочки из песчаника большеинзерской свиты в районе д. Бзяк по результатам рентгенофазового анализа³⁵

Минерал	Содержание, (%)		
	М-1001 (руч. Бзяк)	М-1002 (руч. Безымянный)	М-1007 (проба-протопочка)
Кварц	88,0–93,0	88,0–93,0	87,0–92,0
Мусковит	0,8–1,3	0,9–1,1	0,3–0,7
Клинохлор	0,5–1,0	0,6–0,9	0,4–0,8
Каолинит	0,9–1,3	0,8–2,1	1,5–2,0
Гетит	0,5–1,0	0,7–1,0	0,1–0,4
Титанит	1,4–1,9	0,4–0,8	0,2–0,6
Рутил	0,4–0,8	0,1–0,5	0,1–0,6
Ортоклаз	1,0–1,5	1,3–1,7	0,9–1,4
Анортит	2,0–2,5	1,5–1,9	1,0–1,5

По результатам рентгенофазового анализа в пробе-протопочке (М-1007) из коренных пород большеинзерской свиты в районе д. Бзяк установлен тот же состав минералов, что и в шлиховых пробах. Что говорит о том, что установленные минералы в целом отражают минеральный состав песчаников свиты.

Интересно и важно отметить присутствие в шлиховых пробах прозрачные и полупрозрачные зерна флюорита неправильной формы зеленого и темно-зеленого цветов. Их размер в пробе М-1001 колеблется от 0,12x0,16 до 0,21x0,28 мм, в пробе М-1002 составляет 0,23x0,37 мм. Это необычные находки для отложений большеинзерской свиты, поскольку при детальном минералогическом изучении коренных пород стратотипического разреза свиты на р. Бол. Инзер флюорит в них не установлен³⁶. Вероятно, в шлиховые пробы флюорит попал в результате размыва пород суранской свиты, который располагается стратиграфически выше

³⁵ Таблица составлена автором по результатам рентгенофазового анализа

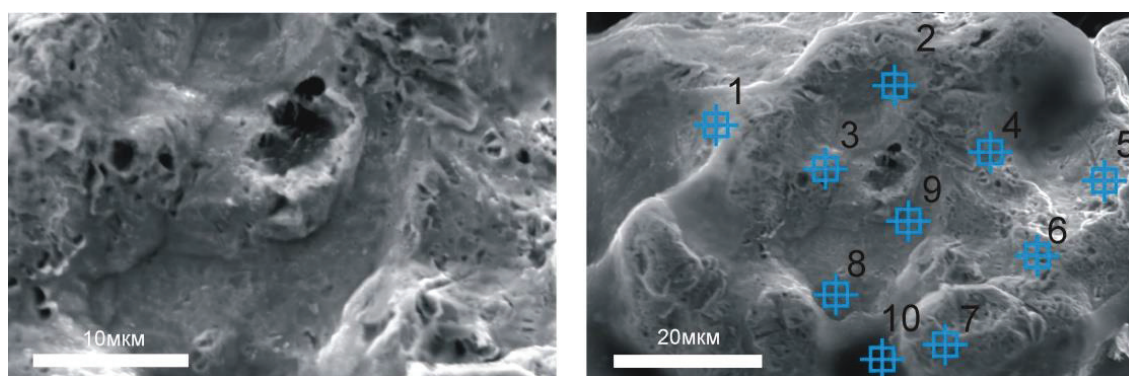
³⁶ Козлов В. И., Краснобаев А. А., Ларионов Н. Н., Маслов А. В., Сергеева Н. Д., Бибикова Е. В., Генина Л. А., Ронкин Ю. Л. Нижний рифей Южного Урала. М.: Наука, 1989. 208 с.

песчаников большеинзерской свиты и вмещающие флюоритовые проявления и Суранское месторождение флюоритов, расположенное в 5–6 и 12–14 км на север от точек отбора проб из ручьев Безымянный и Бзяк соответственно. Однако необходимо отметить, что флюорит впервые установлен нами и в коренных породах большеинзерской свиты – в пробах-протоочках песчаников (пробы М-549, М-551, М-568, М-571), отобранных в районе д. Бзяк. Флюорит представлен двумя разновидностями: 1) в виде прозрачных зерен неправильной формы с раковистым изломом, зеленоватым оттенком и стекляннным блеском размером до 0,5 x 0,8 мм; 2) неправильные обломки кристаллов с постепенным переходом от полупрозрачного с фиолетовым оттенком до фиолетово-черного цвета размером до 0,2 x 0,4 мм. Была проведена, обработка плавиковой кислотой при температуре 140–150°C в течение 1 часа, которая не привела к растворению зерен, из чего можно заключить, что они являются флюоритом.

Происхождение флюорита в большеинзерских песчаниках, отобранных в районе д. Бзяк, вероятнее всего, гидротермальный, поскольку здесь же в тяжелой фракции пробы М-1002 из руч. Безымянный найдена пластинка золота, размером 0,10 x 0,12 мм. Поверхность золота слабо окатанная и ямчатая (рис. 8.2). Состав золота в (мас. %): Au – 84,25–95,92 (ср. 89,21, n = 10), Ag – 0,00–9,78 (ср. 3,36) (табл. 8.3), Au/Ag отношение в среднем равно 27,3. Данное значение близко к отношению Au/Ag в золоте из коры выветривания месторождения Улюк-Бар Исмакаевской рудной зоны, в котором оно равно 27–28³⁷.

Рисунок – 8.2

Поверхность золота из руч. Безымянный и точки энергодисперсионного анализа³⁸



³⁷ Захарова А. Г., Мичурин С. В., Шарипова А. А. Минералогические и геохимические особенности отложений бердагуловской подсвиты суранской свиты нижнего рифея по результатам шлихового опробования (Южный Урал). // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Сборник статей 12-ой Межрегиональной научно-практической конференции, Уфа, 21–23 мая 2018 г. – Спб: Своё издательство, 2018. – С. 227–237.

³⁸ Фотография поверхности золотинки при исследовании на растровом электронном микроскопе

Химический состав золота по данным изучения на растровом электронном микроскопе (мас.%)³⁹

Элемент	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10
S	0,41	0,40	0,00	1,35	1,48	1,86	0,00	0,83	1,64	0,00
Ti	0,00	0,11	0,19	0,03	0,00	0,17	0,00	0,05	0,13	0,00
Fe	0,27	0,56	0,04	0,30	0,00	1,08	0,00	0,30	0,07	0,14
Co	0,10	0,05	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,16
Ni	0,00	0,05	0,15	0,04	0,26	0,42	0,00	0,14	0,03	0,00
Cu	0,65	0,14	0,10	0,25	0,47	0,31	0,97	0,00	0,56	0,99
As	0,56	0,44	0,20	0,00	0,51	0,00	0,00	0,21	0,49	0,00
Se	0,93	0,50	0,00	0,87	0,00	0,07	0,00	0,00	0,22	0,00
Mo	0,00	0,00	2,69	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00
Rh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,36	0,00
Ag	3,41	0,00	4,75	9,78	5,21	1,17	0,00	2,48	5,55	1,31
Sn	0,16	0,00	0,58	0,45	0,00	0,00	0,52	0,00	0,42	0,00
Sb	0,14	0,00	0,30	0,00	0,00	1,12	0,74	0,08	0,53	0,00
Te	0,27	0,00	0,28	0,19	0,00	0,76	0,99	0,47	0,14	0,00
Ta	0,39	0,00	0,00	0,55	0,00	0,72	0,00	0,00	0,14	0,00
W	0,00	0,00	0,00	0,68	0,00	0,55	0,42	0,22	0,20	0,65
Pt	0,00	0,00	1,54	0,00	0,87	0,78	2,63	1,45	1,48	0,00
Au	89,46	86,85	84,25	85,51	88,16	90,67	92,54	92,90	85,91	95,92
Hg	2,44	4,13	4,85	0,00	1,98	0,00	0,00	0,00	1,09	0,83
Bi	0,82	0,00	0,00	0,00	1,06	0,00	0,00	0,88	0,97	0,00
Σ	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Примечание. T-1 – T-10 – точки энергодисперсионного анализа, показанные на рис. 5. В составе золота определялся Pd, который не был обнаружен.

В составе золота установлена примесь Rh до 0,36 и Pt до 2,63 мас. % (см. табл. 8. 3). Ранее примеси Rh до 0,28, Pd до 0,79 и Pt до 3,1, мас. % выявлены в золотилах месторождения Улюк-Бар С.Г. Ковалевым и И.В. Высоцким⁴⁰, которые считают, что это указывает на привнос Au металлоносными флюидами мантийного генезиса. Редко в составе золота из руч. Безымянный фиксируются содержания (в мас. %) Co (0–0,16), Ti (0–0,19), Ta (0–0,72), Mo (0–2,69), Bi (0–0,97). В связи с положительной связью Bi с As и S, с коэффициентами корреляции 0,73 и 0,40 соответственно, можно предположить, что Bi присутствует в микровключениях арсенопирита на поверхности золота. Также S обнаруживает связь с Fe ($K_{\text{корр}} = 0,42$) и Ni (0,59), что, возможно, указывает на присутствие микровключений пирита и герсдорфита на поверхности золота. Необходимо

³⁹ Таблица составлена автором по результатам анализа золотинок на растровом электронном микроскопе

⁴⁰ Ковалев С. Г., Высоцкий И. В. Геохимия золота западного склона Южного Урала. Геология и перспективы расширения сырьевой базы Башкортостана и сопредельных территорий. Мат-лы IV Респ. геол. конф. Уфа, 2001, С. 134–140.

отметить, что ранее⁴¹ на месторождение Улюк-Бар установлена постоянная примесь Вi в арсенопирите, пирите, герсдорфите, пирротине и галените.

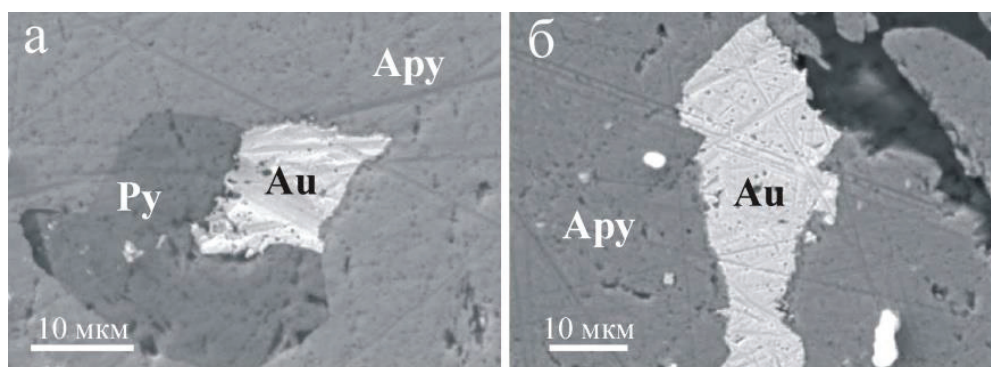
Высокое содержание Hg (0–4,13 мас. %) в золоте из руч. Безымянный дает считать его ртутистым. Также, в его составе установлены примеси (в мас. %) Se (0–0,93), Sn (0–0,58), Sb (0–1,12), Te (0–0,99). Отметим при этом, что ранее незначительные примеси ртути до 0,1 мас. %⁴² зафиксированы в золотилах месторождения Улюк-Бар.

Следует отметить содержание Cu (среднее содержание 0,44 мас. %) в золоте из руч. Безымянный, что не свойственно для золота Исмакаевской рудной зоны. Au имеет положительную корреляцию с единственными элементами Cu и W в найденной золотине, с коэффициентами 0,54 и 0,44 соответственно. Содержание W в среднем составляет 0,27 мас. % (см. табл. 8.3). Присутствие вольфрама в золоте объяснить сложно, однако, отметим, что W в золото-кварцевых месторождениях наряду с Ag и As имеет наибольшие кларки концентраций⁴³.

Для сравнения нами был взят образец песчаника большеинзерской свиты (скв. №7852, гл. 673 м) с вкрапленностью пирита и арсенопирита, в которых установлены выделения золота (рис. 8.3). В составе, которого установлено в (мас. %) Au – 79,30–91,41 (ср. 83,56, n = 15) и Ag 7,06–17,39 (ср. 13,75). Средняя пробность составляет 836. Au/Ag отношение колеблется от 4,7 до 12,9 при среднем значении 6,1 (табл. 8.4).

Рисунок – 8.3

Золото в пирите (Py) и арсенопирите (Apy) в песчанике из месторождения Улюк-Бар⁴⁴



⁴¹ Ковалев С. Г., Высоцкий И. В., Пучков В. Н., Маслов А. В., Гареев Э. З. Геохимическая специализация структурно-вещественных комплексов Башкирского мегантиклинория. Уфа: дизайнпресс, 2013. 88 с.

⁴² 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.

⁴³ Чекваидзе В. Б., Миляев С. А., Исакович И. З. (2004) Комплексная петрографо-минералого-геохимическая методика поисков золоторудных месторождений. М.: «Бородино-Е», 132 с.

⁴⁴ Фотография золота в пирите и арсенопирите в песчанике по результатам микронзонда

Таблица – 8.4
Состав золота (мас. %) из месторождения Улюк-Бар⁴⁵

№	Au	Ag	S	Fe	Co	Ni	Cu	As	Te	Mo	Hg	Pb
1	83,77	13,36	–	0,18	<ПО	0,20	–	0,45	0,33	1,70	–	<ПО
2	83,34	12,96	–	0,17	<ПО	<ПО	–	2,16	<ПО	1,37	–	<ПО
3	82,77	13,92	–	0,50	<ПО	<ПО	–	0,35	<ПО	2,45	–	<ПО
4	91,41	7,06	–	1,12	–	–	–	0,41	–	–	–	–
5	84,99	14,21	–	0,30	<ПО	0,13	<ПО	–	0,37	–	–	–
6	84,94	14,27	–	0,30	<ПО	0,13	<ПО	–	0,37	–	1,82	–
7	85,65	13,27	–	0,70	–	–	–	–	0,38	<ПО	2,86	1,01
8	83,05	13,07	–	0,58	–	<ПО	0,19	<ПО	0,29	2,82	<ПО	<ПО
9	81,55	13,86	–	0,54	0,09	<ПО	–	0,95	<ПО	3,00	–	<ПО
10	83,95	13,87	–	0,23	<ПО	<ПО	–	0,29	<ПО	1,65	–	<ПО
11	81,39	13,40	–	0,74	<ПО	<ПО	–	1,12	<ПО	3,36	–	<ПО
12	83,11	13,36	–	0,94	<ПО	<ПО	–	0,53	0,17	1,89	–	<ПО
13	82,21	17,39	<ПО	0,22	<ПО	<ПО	<ПО	0,18	–	–	–	–
14	81,99	17,22	<ПО	0,47	<ПО	<ПО	<ПО	0,32	–	–	–	–
15	79,30	15,10	1,06	2,88	<ПО	<ПО	<ПО	1,65	–	–	–	–

Примечание. <ПО – содержание элемента ниже предела обнаружения. Прочерк – нет данных.

При сравнении установлено, что в золоте из месторождения Улюк-Бар, также как и в золоте из ручья Безымянный, встречаются примеси (мас. %) Mo (0–3,36), Hg (0–2,86), Fe (0–2,8), As (0,18–2,16), Te (0–0,38), S (0–1,06), изредка фиксируются незначительные содержания Ni, Co, Cu до 0,1–0,2 мас. %. Однако в одном анализе зафиксировано сравнительно высокое содержание Pb 1,01 мас. % и в золоте из месторождения Улюк-Бар отсутствуют Pt, Bi и W. Таким образом, по химическому составу найденная пластинка золота в аллювиальных отложениях ручья Безымянный в целом сходно с золотом из месторождения Улюк-Бар. Данная находка золота показывает перспективность исследованного участка в районе д. Бзяк на золотоносность.

По результатам атомно-абсорбционного анализа, установлены, что в песчаниках этого участка на контакте с кварцевой жилой, мощностью около 8–9 м, содержания Au и Ag составляют приблизительно 0,5 г/т (табл. 8.5), что также подтверждает перспективность исследованного участка. Отметим, ранее в породах этого участка был обнаружен золотосодержащий кобальтин⁴⁶. Следует отметить присутствие в песчаниках (проба М-1007) обломков призматических кристаллов турмалина светло-розового цвета размером от 0,04 x 0,07 мм до 0,07 x 0,18 мм, что можно отнести здесь к минералогическим особенностям. Турмалин присутствует только в этой пробе, в котором установлено максимальное

⁴⁵ Таблица составлена автором по результатам исследования золота

⁴⁶ Мичурин С. В., Ковалев С. Г., Горожанин В. М. Генезис сульфатов и сульфидов в нижнерифейских отложениях Камско-Бельского авлакогена и Башкирского мегантиклинория. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2009. 192 с

содержание Au в проанализированной выборке, и, вероятнее всего, его образование связано с золоторудным процессом.

Таблица – 8.5

Содержание Au и Ag (г/т) в песчаниках большеинзерской свиты из района д. Бзяк по результатам атомно-абсорбционного анализа⁴⁷

№ образца	Характеристика образца	Ag	Au
1001	шлих, руч. Бзяк	0,25	0,13
1002	шлих, руч. Безымянный	0,15	<0,1
1004	Песчаник	0,16	<0,1
1005	Песчаник	0,20	0,11
1006	Песчаник	0,43	0,46
1007	песчаник на контакте с кварцевой жилой	0,56	0,48
1007/1	кварцевая жила	0,60	0,20

Выводы

1. Минералогический состав песчаников большеинзерской свиты нижнего рифея представлен кварцем (преобладает), полевыми шпатами, клинохлором, каолинитом, мусковитом и акцессорными минералами. К которым относятся титанит, рутил, пирит, ильменит, апатит, флюорит, циркон, эпидот, актинолит, турмалин. Титанит (около 1%) является преобладающим минералом в шлиховых пробах.

2. Найдена пластинка золота в аллювиальных отложениях ручья Безымянный. По химическому составу оно сходно с золотом из месторождения Улюк-Бар Исмакаевской рудной зоны. Данная находка золота и установленные содержания Au до 0,5 г/т в песчаниках большеинзерской свиты, отобранных севернее известных в районе коренных месторождений и рудопроявлений золота показывают перспективность исследованного участка в районе д. Бзяк на золотоносность.

3. Появление флюорита и турмалина можно отнести к минералогическим особенностям песчаников большеинзерской свиты, которые могут быть связаны с золоторудным процессом. Флюорит имеет более широкое распространение по сравнению с турмалином, отражая, по-видимому, общую гидротермальную проработку золотоносного участка. Он встречается локально в наиболее обогащенных Au породах участка.

⁴⁷ Таблица выполнена автором по результатам атомно-абсорбционного анализа

9. Геохимические особенности отложений большеинзерской свиты

Интересным представляются изучение геохимии фтора и хлора в породах большеинзерской свиты.

Фтор с хлором, бромом и йодом относится к распространенным природным галогенам. Содержание этих элементов в горных породах могут служить геохимическими индикаторами⁴⁸ фациальных условий осадконакопления. На фоне относительно равномерного распределения в осадочных породах выделяются геологические образования, существенно обогащенные содержанием фтора⁴⁹. Их содержания в осадках увеличиваются при смене осадков, образованных в гумидном климатическом условии, к осадкам сформировавшихся в аридном климате, от континентальных отложений к морским⁵⁰. Таким образом, высокие содержания фтора свойственны для эвапоритовых отложений.

В рифейских отложениях Башкирского мегантиклинория изучением геохимии фтора, в том числе в породах большеинзерской свиты, ранее занимались многие исследователи^{51,52,53,54,55} и др. Результаты работ позволили предположить эвапоритовую модель осадконакопления^{56,57}. Что актуально для геологии региона, поскольку формирование магнезитов и флюоритов, связывается с циркуляцией флюидов эвапоритового происхождения^{58,59}.

⁴⁸ Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия). – Сыктывкар: Геопринт, 2011. – 742 с.

⁴⁹ Аксюк А.М. Режим фтора в глубинных гидротермальных флюидах и приповерхностных водах (экспериментальные исследования): Дис. докт. Геолого-минералог. наук.– Москва: Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского РАН, 2009.– 59 с.

⁵⁰ Аничкина Н.В. Исследование биогеохимии фтора в компонентах геосистем // Биологические науки. – 2016. – № 3. – С. 5–23.

⁵¹ Анфимов Л.В., Ковальчук А.И. Галогены и бор в карбонатных породах нижнего рифея на Южном Урале // Ежегодник-1979. Информационные материалы. Свердловск: Ин-т геологии и геохимии УНЦ АН СССР, 1980. С. 95–97.

⁵² Анфимов Л.В., Бусыгин Б.Д., Еремеева А.В. Геохимические особенности карбонатных пород нижнего рифея в Бакало-Саткинском районе на Южном Урале // Геохимия платформенных и геосинклинальных осадочных пород и руд фанерозойского и верхнепротерозойского возраста: Тез. докл. – М.: ГЕОХИ, 1980. С. 207–209.

⁵³ Анфимов Л.В., Крупенин М.Т., Петрищева В.Г. Микроэлементы и их корреляционное значение в карбонатных породах рифея Башкирского мегантиклинория / Геохимия вулканических и осадочных пород Южного Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. С. 47–56.

⁵⁴ Парначев В.П. Фтор и хлор в позднедокембрийских осадочных породах Башкирского мегантиклинория в связи с вопросами их седиментогенеза / Геохимия вулканических и осадочных пород Южного Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. С. 35–47

⁵⁵ Гареев Э.З. Геохимия осадочных пород стратотипического разреза рифея. Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М: ГЕОХИ, 1989. 23 с.

⁵⁶ Широбокова Т.И. Стратиформное полиметаллическое и баритовое оруденение Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1992. – 137 с.

⁵⁷ Широбокова Т.И. Фтор и хлор в породах Кужинского месторождения // Ежегодник-1988. Информационные материалы. Свердловск: Ин-т геологии и геохимии УрО АН СССР, 1989. – С. 103–104.

⁵⁸ Крупенин М.Т., Прохаска В., Ронкин Ю.Л. Природа фтора и рудообразующих растворов флюоритового месторождения Суран (Башкирский мегантиклинорий) по данным изучения лантаноидов, флюидных включений и Sr-Nd систематики // Литосфера, 2012. № 5. С. 126–144.

⁵⁹ Крупенин М.Т., Мичурин С.В., Шарипова А.А., Гараева А.А., Замятин Д.А., Гуляева Т.Я. Условия формирования Mg-Fe метасоматических карбонатов в нижнерифейских терригенно-карбонатных толщах Южного Урала // Литология и полезные ископаемые, 2019. № 3. С. 262–277.

Однако изучение геохимии фтора в рифейских отложениях проводилось в конце прошлого столетия и не однозначным является вопрос о минералах-носителях фтора в осадочных породах. В данной главе приводятся результаты определения содержания фтора в отложениях большеинзерской свиты и закономерности их изменений в зависимости от минералогического состава пород. А также распределение хлора в отложениях БМА.

Нами проведено изучение терригенных (14 проб песчаников) и терригенно-карбонатных (5 проб) коренных пород средней подсвиты большеинзерской свиты, которые обнажаются в 1 км юго-восточнее д. Бзяк.

В песчаниках этого разреза установлены содержания фтора от 0,013 до 0,1 (среднее 0,054) мас. %, при этом вблизи мощной (около 8,5 м) кварцевой жилы отмечаются максимальные концентрации. Здесь же, как писалось ранее, в породах установлены содержания Au, достигающие 0,5 г/т. Фтор в этом разрезе обладает слабой связью с CaO (0,64), Na₂O (0,46) и Fe₂O₃ (0,35). Коэффициенты корреляции равны около 0,2 с Al₂O₃, K₂O, P₂O₅, с Rb отсутствует геохимическая связь.

В терригенно-карбонатных породах этого обнажения содержания фтора составляют 0,065–0,136 (среднее 0,093) мас. % (табл.9.1). Значительные положительные связи установлены с Al₂O₃ (1,0), K₂O (0,99), Na₂O (0,97), Rb (0,97), TiO₂ (0,73), Fe₂O₃ (0,61) и обнаруживает слабую связь с оксидами Ca и Mg, а также с серой.

Таблица – 9.1

Химический состав (мас. %) в терригенно-карбонатных породах верхней подсвиты большеинзерской свиты и содержание в них редких элементов (г/т) по результатам рентгенофлуоресцентного анализа⁶⁰

Элемент	M-567	M-568	M-569	M-570	M-571
SiO ₂	54,74	52,74	58,20	53,77	58,32
TiO ₂	0,300	0,237	0,300	0,229	0,364
Al ₂ O ₃	7,52	6,71	7,78	7,82	8,52
Fe ₂ O ₃	4,13	3,67	4,09	5,04	3,92
MnO	0,042	0,054	0,027	0,035	0,035
MgO	7,22	6,21	6,75	7,60	5,52
CaO	11,39	13,48	10,09	10,02	8,67
Na ₂ O	0,53	0,51	0,57	1,17	1,48
K ₂ O	1,03	0,58	0,99	0,92	1,00
P ₂ O ₅	0,130	0,106	0,144	0,045	0,168
S _{общ}	0,106	0,115	0,065	0,128	0,011
ППП	13,72	15,26	11,91	13,19	11,76
сумма	100,85	99,72	100,91	99,97	99,77
F	0,070	0,065	0,136	0,073	0,097
Cl	151,4	68,9	25,6	174,6	107,7

⁶⁰ Таблица составлена автором по данным рентгенофлуоресцентного анализа

Co	14,9	<5,0	15,1	19,1	<5,0
Ni	33,0	25,9	32,1	30,8	32,5
Cu	40,5	23,8	42,5	51,9	34,2
Zn	62,5	29,3	60,0	61,0	55,2
Rb	76,4	25,4	68,5	70,7	80,5
Sr	132,4	112,3	113,4	122,5	111,8
Zr	126,4	116,6	136,8	126,0	161,8
Pb	8,1	18,6	17,3	10,6	13,9

Для сравнительного анализа проведено изучение терригенных (16 проб) и терригенно-карбонатных пород (24 пробы) стратотипического разреза верхней подсвиты большеинзерской свиты, расположенного на правом берегу р. Бол. Инзер в 2–3 км ниже устья руч. Суран (табл.9.2; 9,3).

Таблица – 9.2

Химический состав (мас. %) в терригенных породах верхней подсвиты большеинзерской свиты стратотипического разреза и содержание в них редких элементов (г/т) по результатам рентгенофлуоресцентного анализа⁶¹

	M 1584	M 1587	M 1595	M 1596	M 1597	M 1598	M 1602	M 1603	M 1604	M 1605
	M 1584	M 1587	M 1595	M 1596	M 1597	M 1598	M 1602	M 1603	M 1604	M 1605
	56,437	63,421	73,142	52,237	77,809	73,746	84,120	57,794	70,706	77,318
	0,136	0,149	0,306	0,840	0,358	0,176	0,165	0,843	0,336	0,438
	4,867	4,835	4,590	21,287	10,919	5,138	4,378	18,698	10,039	8,222
	1,388	1,315	1,714	4,992	2,392	1,871	1,651	5,757	5,121	2,623
	0,011	0,009	0,018	0,000	0,000	0,021	0,014	0,000	0,032	0,028
	5,347	2,675	3,960	6,168	2,229	4,000	2,165	4,400	3,216	3,000
	13,502	12,155	5,818	0,093	0,188	5,582	2,327	0,151	2,223	2,198
	0,446	0,823	0,990	0,555	1,013	1,000	1,031	0,540	1,005	1,300
	2,371	2,736	2,109	8,804	3,284	1,466	0,304	7,023	2,808	1,422
	0,037	0,037	0,065	0,068	0,082	0,059	0,000	0,000	0,018	0,009
	0,039	0,015	0,032	0,289	0,044	0,040	0,021	0,245	0,033	0,109
	0,012	0,001	0,003	0,005	0,000	0,006	0,005	0,000	0,003	0,001
	0,017	0,014	0,019	0,556	0,106	0,041	0,011	0,170	0,081	0,031
	0,000	0,001	0,002	0,010	0,003	0,002	0,002	0,009	0,003	0,003
	0,002	0,003	0,007	0,004	0,002	0,003	0,004	0,007	0,004	0,005
	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,002	0,001
	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,006	0,002
	0,002	0,005	0,002	0,011	0,002	0,003	0,003	0,009	0,008	0,002
	0,000	0,001	0,001	0,003	0,002	0,001	0,001	0,003	0,004	0,001
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,001	0,004	0,005	0,022	0,009	0,005	0,002	0,014	0,008	0,004
	0,032	0,028	0,001	0,005	0,003	0,006	0,004	0,003	0,004	0,003
	0,011	0,011	0,012	0,023	0,029	0,015	0,012	0,017	0,013	0,050
	0,017	0,015	0,042	0,073	0,052	0,047	0,026	0,073	0,031	0,033
	0,002	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,003	0,000
	0,008	0,002					0,011		0,008	0,010

⁶¹ Таблица составлена автором по данным рентгенофлуоресцентного анализа

Эл-т	M 1614	M 1613	M 1612	M 1611	M 1610	M 1606
SiO ₂	79,344	85,719	78,917	79,418	62,311	67,682
TiO ₂	0,264	0,237	0,365	0,330	0,827	0,385
Al ₂ O ₃	5,493	6,387	10,427	9,529	20,129	7,702
Fe ₂ O ₃	1,288	1,760	2,733	2,923	3,002	2,444
MnO	0,012	0,009	0,000	0,000	0,000	0,029
MgO	2,400	1,013	1,000	2,020	2,941	4,000
CaO	3,475	0,701	0,105	0,140	0,198	7,143
Na ₂ O	1,300	0,507	1,350	1,364	0,980	1,400
K ₂ O	1,613	1,970	2,826	2,307	7,147	1,407
P ₂ O ₅	0,074	0,038	0,085	0,017	0,071	0,071
Собщ	0,008	0,022	0,187	0,099	0,000	0,000
Cl	0,005	0,005	0,003	0,002	0,003	0,002
F	0,009	0,010	0,051	0,102	0,187	0,029
V	0,003	0,002	0,007	0,006	0,011	0,003
Cr	0,004	0,003	0,003	0,004	0,007	0,003
Co	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000
Ni	0,001	0,002	0,001	0,003	0,002	0,001
Cu	0,002	0,002	0,005	0,001	0,005	0,002
Zn	0,002	0,000	0,001	0,002	0,003	0,002
As	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000
Rb	0,003	0,001	0,010	0,009	0,011	0,003
Sr	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,001
Zr	0,026	0,018	0,021	0,020	0,018	0,029
Ba	0,036	0,041	0,050	0,052	0,084	0,028
Pb	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Ce	0,015	0,013				0,009

Таблица – 9.3

Химический состав (мас. %) в терригенно-карбонатных породах верхней подсвиты большеинзерской свиты стратотипического разреза и содержание в них редких элементов (г/т) по результатам рентгенофлуоресцентного анализа⁶²

M 1591 a	M 1590(?)	M 1590	M 1589	M 1588	M 1586	M 1585	M 1583
1,341	1,763	1,529	22,375	2,218	28,592	26,866	13,909
0,008	0,049	0,022	0,244	0,020	0,194	0,107	0,097
0,686	0,511	0,623	5,773	0,884	6,366	5,189	4,138
0,910	1,132	1,252	2,829	0,386	1,458	1,496	1,024
0,022	0,019	0,022	0,030	0,000	0,010	0,009	0,009
21,588	19,386	20,294	13,312	2,458	3,048	2,190	1,027
29,195	29,941	30,336	21,811	52,224	30,277	32,855	42,613
0,411	0,377	0,423	0,256	0,205	0,406	0,469	0,514
0,078	0,375	0,137	4,458	0,844	3,605	3,411	2,869
0,000	0,000	0,030	0,038	0,000	0,040	0,000	0,000
0,008	0,008	0,006	0,033	0,035	0,125	0,074	0,011
0,045	0,020	0,020	0,005	0,003	0,004	0,003	0,000
0,000	0,000	0,000	0,261	0,000	0,110	0,081	0,162
0,001	0,001	0,001	0,002	0,000	0,002	0,001	0,001
0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,002	0,001	0,000
0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000
0,001	0,001	0,000	0,002	0,002	0,002	0,000	0,003
0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002	0,009	0,004
0,000	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,003	0,003	0,002
0,004	0,005	0,022	0,035	0,083	0,060	0,059	0,086
0,001	0,002	0,003	0,006	0,003	0,007	0,005	0,005
0,009	0,005	0,005	0,016	0,002	0,016	0,003	0,005
0,001	0,002	0,000	0,000	0,002	0,001	0,003	0,001
0,004	0,003	0,003	0,005	0,002	0,004	0,001	0,002

⁶² Таблица составлена автором по данным рентгенофлуоресцентного анализа

Эл-т	M 1619 б	M 1619 а	M 1616/1	M 1616	M 1615	M 1609	M 1608	M 1607	M 1601	M 1600	M 1599	M 1594	M 1593	M 1592	M 1591 в	M 1591 б
SiO ₂	4,074	17,806	0,330	3,516	30,660	6,660	1,966	7,331	2,789	10,671	8,569	2,064	0,982	1,137	1,201	1,224
TiO ₂	0,037	0,180	0,010	0,092	0,222	0,077	0,020	0,023	0,031	0,089	0,063	0,015	0,000	0,014	0,019	0,000
Al ₂ O ₃	1,890	7,134	0,000	1,356	5,079	3,373	1,042	1,031	1,762	2,628	1,633	1,290	0,000	0,637	1,108	0,717
Fe ₂ O ₃ общ	1,679	1,778	1,972	1,980	2,771	1,424	0,616	0,961	0,596	0,957	2,034	0,779	1,055	1,063	1,139	0,838
MnO	0,044	0,031	0,052	0,055	0,040	0,019	0,018	0,042	0,016	0,011	0,043	0,022	0,026	0,025	0,020	0,022
MgO	20,240	15,600	22,000	20,100	11,858	2,170	0,422	1,886	0,410	3,000	17,000	4,028	21,189	21,315	21,501	21,688
CaO	28,134	20,450	28,540	28,542	18,784	43,892	53,594	48,417	52,275	44,600	29,997	48,638	31,080	30,247	28,940	29,258
Na ₂ O	1,012	0,400	0,270	0,452	1,401	1,356	0,422	0,566	0,492	1,000	0,100	0,101	0,454	0,254	0,408	0,460
K ₂ O	0,840	4,315	0,006	0,963	2,552	0,748	0,088	0,372	0,412	1,897	1,473	0,727	0,045	0,270	0,200	0,077
P ₂ O ₅	0,028	0,067	0,000	0,050	0,041	0,000	0,039	0,010	0,000	0,040	0,034	0,000	0,026	0,021	0,000	0,000
Сообщ	0,009	0,013	0,006	0,009	0,028	0,078	0,024	0,048	0,010	0,065	0,013	0,041	0,011	0,021	0,012	0,000
Cl	0,021	0,011	0,031	0,017	0,007	0,004	0,005	0,011	0,007	0,001	0,008	0,005	0,049	0,026	0,043	0,050
F	0,000	0,041	0,000	0,000	0,089	0,014	0,018	0,000	0,010	0,103	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
V	0,002	0,004	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000
Cr	0,001	0,002	0,000	0,000	0,002	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000
Co	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ni	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,000	0,001	0,000		0,001	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001
Cu	0,006	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Zn	0,002	0,002	0,003	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,000
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rb	0,002	0,007	0,001	0,001	0,003	0,002	0,001	0,000	0,000	0,002	0,002	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
Sr	0,011	0,003	0,021	0,007	0,007	0,066	0,091	0,061	0,095	0,111	0,015	0,058	0,004	0,001	0,003	0,006
Zr	0,004	0,005	0,001	0,005	0,010	0,005	0,004	0,003	0,005	0,006	0,005	0,003	0,002	0,003	0,001	0,002
Ba	0,012	0,019	0,006	0,012	0,028	0,008	0,004	0,005	0,006	0,014	0,003	0,002	0,008	0,003	0,007	0,008
Pb	0,000	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000
Ce	0,008	0,010	0,004	0,007	0,008	0,002	0,001	0,004	0,003	0,005	0,001	0,002	0,004	0,002	0,003	0,002

Терригенная примесь – вариации суммы содержаний SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O и K_2O в терригенно-карбонатных породах большеинзерской свиты (24 пробы) по результатам РФА и АЭС составляют от 29 до 69 мас. %. F изменяется от менее 0,01 до 0,261 (среднее 0,037) мас. %. Он обнаруживает сильную прямую зависимость с петрогенными окислами со следующими коэффициентами корреляции K_2O (0,80), TiO_2 (0,63), Al_2O_3 (0,60), SiO_2 (0,44), Fe_2O_3 (0,44). С редкими элементами наиболее сильные связи F фиксируются с Co (0,52), Ni (0,47), Rb (0,46).

Хлор (-0,47) как и оксиды MgO (-0,33), MnO (-0,22), CaO (-0,19) имеет отрицательный коэффициент корреляции, обозначающий обратную зависимость между этими элементами. Хлор при этом, напротив, положительно коррелирует с оксидами MgO (0,80), MnO (0,27). С Се хлор не имеет связи, коэффициент корреляции равен 0.

В терригенных породах большеинзерской свиты (16 проб) содержание фтора колеблется от 0,01 до 0,555 (среднее 0,089) мас. %. Максимальное содержание фтора отмечается в сланцах. Фтор обнаруживает сильную связь с K_2O (0,86), Al_2O_3 (0,83), TiO_2 (0,77), Fe_2O_3 (0,66), $S_{\text{общ}}$ (0,71) и MgO (0,54). С редкими элементами наиболее сильные связи F фиксируются с Rb (0,92), V (0,76), Cu (0,74), Ba (0,68), Zn (0,57), Co (0,46).

С хлором фтор имеет отрицательный коэффициент корреляции, равный - 0,02, обозначая обратную зависимость между этими элементами, такую же, как и между F и оксидами SiO_2 (-0,59), MnO (-0,44), CaO (-0,41), Na_2O (-0,35). Хлор при этом, напротив, положительно коррелирует с оксидами CaO (0,47), MgO (0,40), MnO (0,10), и P_2O_5 (0,09), а из редких элементов со Sr (0,49) и крайне слабо с Се (0,21), As (0,10) и Pb (0,09).

Довольно высокие содержания фтора ранее установлены полевошпат-кварцевых песчаниках большеинзерской свиты в с гидрослюдистым цементом до 0,15 мас. % при изменениях от менее 0,01 до 0,25 мас. % (n=15)⁶³. Автором была отмечена прямая связь между содержаниями в породах фтора и гидрослюдистого материала. По его мнению, гидрослюдистый материал большей частью замещает тонкую пепловую пирокластику, а в карбонатных породах присутствует в виде пелитовой составляющей. В целом к главным минералам-носителям фтора для всех типов позднедокембрийских пород БМА он относит гидрослюды, монмориллонит, хлорит, апатит и турмалин.

Анализ корреляционных зависимостей фтора с петрогенными и редкими элементами по всей выборке терригенных и терригенно-карбонатных пород большеинзерской свиты, который показывает его наиболее сильные связи с Rb (0,82), K_2O (0,73), Al_2O_3 (0,7), TiO_2 (0,69), Zn (0,65), P_2O_5 (0,63), SiO_2 (0,59)⁶⁴. В связи с эти были предположено, что главными фтор-содержащими минералами в породах являются мусковит и фторапатит.

⁶³ Парначев В.П. Фтор и хлор в позднедокембрийских осадочных породах Башкирского мегантиклинория в связи с вопросами их седиментогенеза / Геохимия вулканических и осадочных пород Южного Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. С. 35–47.

⁶⁴ Султанова А.Г., Мичурин С.В., Шарипова А.А. Минералогические особенности песчаников большеинзерской свиты нижнего рифея (Южный Урал) в связи с рудообразованием // Вестник Воронежского университета, 2019 № 3. С 16–22

Нами был проведен эксперимент по определению фтора в нерастворимом остатке для подтверждения вывода о том, что главным минералом-носителем фтора в породах является мусковит. Было взято 4 пробы с наибольшим содержанием фтора, которые были раздроблены до фракции менее 0,25 мм. Далее обработаны горячей 10-% соляной кислотой для удаления карбонатной составляющей и отмучены. Отмученную часть проб фракция менее 0,05 мм проанализировали методом ИСП АЭС, на содержание фтора и рентгенофазовым анализом. Предполагалось, что мусковит сконцентрируется в отмученной части за счет тонкочешуйчатого сложения и сил поверхностного натяжения воды, вследствие чего в ней увеличится по сравнению с исходной породой концентрация фтора. Что и подтвердилось. В отмученной части проб содержания фтора выросли в 4–10 раз и составили 0,8–1,75 мас. %. По данным рентгенофазового анализа отмученная часть пород была представлена в основном кварцем (24–49 %), F-содержащим мусковитом (16–29 %), мусковитом двух генераций (8–23 %), микроклином (3–30 %), альбитом (2–9 %), железистой слюдой ряда аннит-флогопит (0–5 %), ортоклазом (1–4 %), хлоритом (1–4 %), каолинитом (1–4 %).

Проведенный корреляционный анализ (таблица 9.4) между содержаниями фтора, петрогенных и редких элементов и концентрациями минералов в тонкой фракции раздробленных и отмученных пород показал наиболее высокую связь фтора с F-содержащим мусковитом (0,72). Также сравнительно высокие коэффициенты корреляции фтора на уровне 0,44–0,54 оказались с микроклином, железистой слюдой аннит-флогопитового ряда и одним из мусковитов другой генерации (см. табл. 9.4). Таким образом, F-содержащий мусковит является главным минералом-носителем фтора в породах большеинзерской свиты, при этом, микроклин и слюды других генераций, в гораздо меньшем количестве также содержат фтор.

Таблица – 9.4

Коэффициенты корреляции концентраций фтора, петрогенных и редких элементов с содержанием основных минералов в карбонатных и терригенно-карбонатных породах (фракция менее 0,05 мм) большеинзерской свиты⁶⁵

	Q	fl	mu-1	mu-2	mi	mu-3 (F)
Al	-0,986	0,782	0,882	0,135	0,423	0,266
Ba	-0,369	-0,025	-0,042	0,219	0,659	0,655
Ca	0,115	0,109	-0,024	0,800	-0,383	0,578
Ce	0,332	-0,661	-0,351	-0,161	0,529	-0,517
Cr	-0,517	0,381	0,432	0,212	0,431	-0,007
Cu	0,421	0,128	-0,011	0,125	-0,615	-0,232
Fe	-0,033	0,527	0,376	-0,109	-0,828	-0,291
La	0,338	-0,711	-0,401	-0,071	0,600	-0,386
Li	-0,325	0,009	-0,080	0,185	0,461	0,877
Mg	-0,436	0,538	0,277	0,245	-0,255	0,780
Mn	0,735	-0,344	-0,622	-0,258	-0,766	-0,260

⁶⁵Таблица составлена автором

Na	0,130	-0,123	-0,358	-0,046	-0,169	0,709
Ni	-0,651	0,345	0,236	-0,207	0,517	0,477
P	0,312	-0,694	-0,394	-0,187	0,587	-0,427
Sc	-0,478	0,870	0,796	-0,005	-0,464	-0,253
Sr	0,086	0,222	0,064	0,755	-0,504	0,503
Ti	-0,620	0,617	0,554	0,054	0,179	-0,016
V	-0,717	0,503	0,392	0,155	0,349	0,627
Zn	-0,733	0,481	0,374	-0,398	0,446	0,287
Zr	0,248	0,018	-0,150	-0,005	-0,229	-0,304
F	-0,781	0,450	0,438	0,045	0,540	0,717

Примечание: q – кварц, fl – железистая слюда аннит-флогопитового ряда, mu-1 и mu-2 – мусковиты разных генераций, mu-3 (F) – фтор-содержащий мусковит, mi – микроклин; жирным выделены значения коэффициентов корреляции больше 0,4.

Отметим, что нами установлен флюорит в разрезе в песчаниках и терригенно-карбонатных породах большеинзерской свиты. Что считается необычным явлением, поскольку ранее флюорит не отмечался в минералогическом составе песчаников и других пород этой свиты⁶⁶. Также песчаники обогащены золотом с примесями мантийных элементов⁶⁷ ртути и платины⁶⁸. Повышенные в несколько раз против кларка концентрации фтора в породах и образование в них флюорита здесь объясняется циркуляцией флюидов магматогенного происхождения. В данном случае флюорит наряду с самородным золотом является определенной минералогической меткой, результатом воздействия магматогенных флюидов на осадочные породы.

Относительно природы различных генераций мусковита, в том числе и его F-содержащей разновидности в изученных породах, однозначно сказать сложно. По петрографическому описанию породы представляют собой доломиты, имеющие мелкокристаллическую структуру и слоистую текстуру. Тонкая слоистость их преимущественно обусловлена присутствием в них терригенной примеси, представленная в основном полуокатанными зёрнами кварца, полевого шпата алевритовой размерности. Они встречаются в породах в рассеянном виде, а также в виде тонких слойков, совокупность которых можно принять за «mid-cuplet», сдвоенные глинистые слойки приливно-отливного типа. К этим терригенным слойкам тяготеют и послойно расположенные скопления пластинок слюды типа мусковита, которые имеет обломочный генезис. Редкие пластинки могут располагаться под углом к слоистости и находиться в карбонатном или вне терригенных слойков. Данное расположение может быть обусловлено большей мобильностью чешуек слюды в приливно-отливной зоне осадконакопления.

Существуют много различных литологических, минералогических, изотопных и геохимических данных, которые приводят к выводу о

⁶⁶ Нижний рифей Южного Урала / В.И. Козлов, А.А. Краснобаев, Н.Н. Ларионов, А.В. Маслов, Н.Д. Сергеева, Е.В. Бибикина, Л.А. Генина, Ю.Л. Ронкин. М.: Наука, 1989. 208 с.

⁶⁷ Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия). – Сыктывкар: Геопринт, 2011. – 742 с.

⁶⁸ Султанова А.Г., Мичурин С. В., Шарипова А. А. Особенности минералогического состава песчаников большеинзерской свиты нижнего рифея (Южный Урал) в связи с рудообразованием // Вестник Воронежского университета. 2019. № 3. С 16–22

существовании эвапоритовых обстановок в раннерифейском бассейне осадконакопления^{69,70,71}. К минералогическим индикаторам относят находки гипса в отложениях суранской свиты⁷² и ангидрита в нижнерифейских отложениях сарапульской свиты в Камско-Бельском авлакогене⁷³, который в рифее представлял единую структуру с Башкирским мегантиклинорием. Геохимическими индикаторами например, считают данные по распределению ионов Cl^- , Na^+ и Br^- во флюидных включениях магнезитов Стакинского месторождения и флюоритов Суранского месторождения. К числу изотопных индикаторов можно отнести данные по изотопному составу серы в рассеянном пирите в породах большеинзерской и суранской свит, значительно обогащенного «тяжелым» $\delta^{34}\text{S}$ изотопом по сравнению с метеоритным стандартом⁷⁴. Эвапориты или галогенно-сульфатные отложения выступают как источник определенных компонентов, которыми обогащаются метасоматические флюиды.

По данным С.В. Мичурина⁷⁵ изучение распределение хлора четко подчиняются литологическому контролю – увеличение его концентраций происходит в ряду: известняки–доломиты–магнезиты, подтверждая метасоматическую природу доломитов и магнезитов, в которых хлор преимущественно находится в виде солевых растворов во флюидных включениях.

Как видно из диаграммы (рис. 9.1), содержания хлора в породах связано с изотопным составом серы рассеянного в них пирита. Между этими величинами установлен сравнительно высокий коэффициент корреляции – 0,45–0,53. Концентрации хлора на диаграмме рассматриваются в двух вариантах. В одном случае приводятся реально установленные (рис. 9.1б), в другом — расчетные значения на 100-% доломит (рис. 9.1в), исходя из установленной связи хлора только с содержанием MgO в породах. По результатам проведенного анализа можно сделать вывод о том, что относительно высокие концентрации хлора в доломитах обусловлены их образованием из метасоматических эвапоритовых флюидов/рассолов. Параллельно в доломитах происходило формирование эпигенетической сульфидной минерализации.

⁶⁹ Крупенин М.Т., Прохаска В. Эвапоритовая природа флюидных включений в кристаллических магнезитах саткинского типа // ДАН. 2005. Т. 403. № 5. С. 1–3.

⁷⁰ Горожанин В.М., Мичурин С.В. Литологические и изотопно-геохимические признаки эвапоритовых обстановок в раннем рифее Южного Урала // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ. 2008. № 12. С. 102–108.

⁷¹ Крупенин М.Т., Мичурин С.В., Шарипова А.А., Гараева А.А., Замятин Д.А., Гуляева Т.Я. Условия формирования Mg-Fe метасоматических карбонатов в нижнерифейских терригенно-карбонатных толщах Южного Урала // Литология и полезные ископаемые, 2019. № 3. С. 262–277.

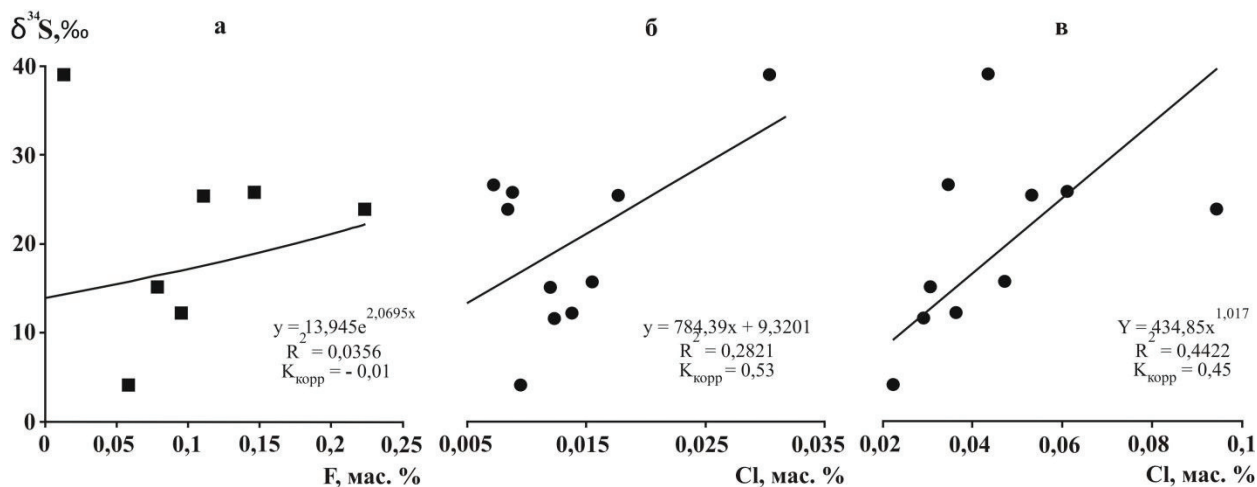
⁷² Филиппов В.А. Формационные комплексы Башкирского мегантиклинория и их металлогения. Доклады АН СССР. 1983. Т. 271. № 4. С. 935–938.

⁷³ Иванова Т.В., Масагутов Р.Х., Андреев Ю.В. Литологические толщи-реперы в составе рифейских отложений платформенного Башкортостана // Минерально-сырьевая база Республики Башкортостан: реальность и перспектива / Материалы Республиканской научно-практической конференции. Уфа: Тау. 2002. С. 155–170.

⁷⁴ Мичурин С.В., Ковалев С.Г., Горожанин В.М. Генезис сульфатов и сульфидов в нижнерифейских отложениях Камско-Бельского авлакогена и Башкирского мегантиклинория. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2009. 192 с.

⁷⁵ Рисунки вставлены по данным: Мичурин С.В., Шарипова А.А. Изотопно-геохимические особенности рудопроявления золота Богряшка (Южный Урал) // Геологический сборник № 12. ИГ УНЦ РАН. 2015. С. 144–158.

Связь изотопного состава серы в пирите из пород большеинзерской и суранской свит и содержаний в них фтора (а) и хлора (б, в) (пояснения в тексте)⁷⁹



Фтор и хлор связаны обратной зависимостью, по всем пробам коэффициент корреляции составляет 0,52. Поэтому нельзя сделать подобное заключение по относительным изменениям концентраций фтора. В целом высокие содержания фтора устанавливаются в подземных водах с высоким содержанием магния и, соответственно, с высоким отношением в них Mg/Ca. Считают при этом, что источником магния в подземных водах являются доломитовые породы^{76,77}. В нашем случае концентрации фтора имеют отрицательную корреляцию с содержанием MgO в породах, в связи с этим, этот элемент не связан с содержанием в них доломита. Таким образом, можно предположить, что фтор не связан с метасоматическим происхождением доломитов и эвапоритовой природой метасоматических флюидов. Его источник в породах, вероятно, другой. В этой связи стоит отметить, что анализ геохимических признаков флюоритов Суранского месторождения показал, что, несмотря на эвапоритовую природу образовавшего их рассольного флюида, источником фтора в нем, наиболее вероятно, являлись рифтогенные гранитоиды из зоны машакского грабена⁷⁸. На диаграмме (см. рис. 9.1а) содержания фтора в породах большеинзерской свиты не коррелируют ($K_{корр} = -0,01$) с увеличением доли ^{34}S изотопа в составе пирита из этих пород, вместе с тем, в данном случае для анализа имеется мало данных и окончательный вывод о связи концентраций фтора с эвапоритами в рифейских отложениях или с эвапоритовыми флюидами еще нельзя делать.

⁷⁶ Лиманцева О.А., Рыженко Б.Н., Черкасова Е.В. Модель формирования фтороносных вод в каменноугольных отложениях Московского артезианского бассейна // Геохимия. № 9. 2008. С. 981–998.

⁷⁷ Алексеев В.А., Кочнова Л.Н., Черкасова Е.В., Тютюнник О.А. О причинах повышенных содержаний фтора в подземных водах карбонатных пород // Геохимия. № 1. 2010. С. 74–88.

⁷⁸ Крупенин М.Т., Меллер П., Дульски П. Редкоземельные и малые элементы во флюоритах и вмещающих доломитах (нижний рифей, Южный Урал) // Геохимия, 1999. № 11. С. 1165–1177.

Выводы:

1. В породах большеинзерской свиты Ямантауского антиклинория установлены высокие содержания F, изменяющиеся от менее 0,01 до 0,261 мас. % (среднее 0,105 мас. %). Наибольшие коэффициенты корреляции с концентрациями в них Rb, Li, K₂O, Al₂O₃, TiO₂, Zn, P₂O₅, SiO₂. Установлено, что F-содержащий мусковит и фторапатит являются главными минералами-носителями фтора в породах, также возможно фтор в меньших количествах содержится в других минералах.

2. Только в одном обнажении в песчаниках и терригенно-карбонатных породах большеинзерской свиты, обогащенных Au установлен флюорит. Генезис флюорита связан с циркуляцией флюидов магматогенного происхождения.

3. Между содержаниями в породах фтора и хлора установлена обратная зависимость. На сегодняшний день данные не позволяют точно утверждать о связи высоких содержаний фтора в породах большеинзерской свиты с эвапоритовыми обстановками осадконакопления в раннем рифее.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных минералогических и геохимических исследований отложений большеинзерской свиты нижнего рифея были получены следующие результаты:

1. Минералогический состав песчаников большеинзерской свиты нижнего рифея представлен кварцем (преобладает), полевыми шпатами, клинохлором, каолинитом, мусковитом и акцессорными минералами. К которым относятся титанит, рутил, пирит, ильменит, апатит, флюорит, циркон, эпидот, актинолит, турмалин. Титанит (около 1%) является преобладающим минералом в шлиховых пробах.

2. Найдена пластинка золота в аллювиальных отложениях ручья Безымянный. По химическому составу оно сходно с золотом из месторождения Улюк-Бар Исмакаевской рудной зоны. Данная находка золота и установленные содержания Au до 0,5 г/т в песчаниках большеинзерской свиты, отобранных севернее известных в районе коренных месторождений и рудопроявлений золота показывают перспективность исследованного участка в районе д. Бзяк на золотоносность.

3. Появление флюорита и турмалина можно отнести к минералогическим особенностям песчаников большеинзерской свиты, которые могут быть связаны с золоторудным процессом. Флюорит имеет более широкое распространение по сравнению с турмалином, отражая, по-видимому, общую гидротермальную проработку золотоносного участка. Он встречается локально в наиболее обогащенных Au породах участка.

4. В породах большеинзерской свиты Ямантауского антиклинория установлены высокие содержания F, изменяющиеся от менее 0,01 до 0,261 мас. % (среднее 0,105 мас. %). Наибольшие коэффициенты корреляции с концентрациями в них Rb, Li, K₂O, Al₂O₃, TiO₂, Zn, P₂O₅, SiO₂. Установлено, что F-содержащий мусковит и фторапатит являются главными минералами-носителями фтора в породах, также не исключено присутствие в породах других минералов, содержащих фтор в меньших количествах.

5. Между содержаниями в породах фтора и хлора установлена обратная зависимость. На сегодняшний день данные не позволяют точно утверждать о связи высоких содержаний фтора в породах большеинзерской свиты с эвапоритовыми обстановками осадконакопления в раннем рифее.

Таким образом, поставленные задачи решены, а цель достигнута.

Рекомендации для дальнейшего изучения могут быть связаны с дополнительным изучением связи высоких содержаний фтора в породах большеинзерской свиты с эвапоритовыми обстановками осадконакопления в раннем рифее.

«Работа выполнена мною самостоятельно и не имеет неправомерных заимствований». *Фирма* Султанова Анна Геннадиевна

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксюк А.М. Режим фтора в глубинных гидротермальных флюидах и приповерхностных водах (экспериментальные исследования): Дис. докт. Геолого-минералог. наук.– Москва.: Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского РАН, 2009.– 59 с.

2. Алексеев А.А. Рифейско-вендский магматизм западного склона Южного Урала. М.: Наука, 1984, 136 с.

3. Алексеев А.А., Алексеева Г.В., Ковалев С.Г. Кусинско-Копанский расслоенный интрузивный комплекс: новые данные, представления и перспективы / Препринт доклада Президиуму Башкирского научного центра УрО РАН. Уфа, 1992. 20 с.

4. Алексеев А.А., Алексеева Г.В., Ковалев С.Г. Расслоенные интрузии западного склона Урала. Уфа: Гилем, 2000. 188 с.

5. Алексеев В.А., Кочнова Л.Н., Черкасова Е.В., Тютюнник О.А. О причинах повышенных содержаний фтора в подземных водах карбонатных пород // Геохимия. № 1. 2010. С. 74–88.

6. Аничкина Н.В. Исследование биогеохимии фтора в компонентах геосистем // Биологические науки. – 2016. – № 3. – С. 5–23.

7. Анфимов Л.В. Литогенез в рифейских осадочных толщах Башкирского мегантиклинория (Ю. Урал). Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1997. 290 с.

8. Анфимов Л.В., Бусыгин Б.Д., Еремеева А.В. Геохимические особенности карбонатных пород нижнего рифея в Бакало-Саткинском районе на Южном Урале // Геохимия платформенных и геосинклинальных осадочных пород и руд фанерозойского и верхнепротерозойского возраста: Тез. докл. – М.: ГЕОХИ, 1980. С. 207–209.

9. Анфимов Л.В., Ковальчук А.И. Галогены и бор в карбонатных породах нижнего рифея на Южном Урале // Ежегодник-1979. Информационные материалы. Свердловск: Ин-т геологии и геохимии УНЦ АН СССР, 1980. С. 95–97.

10. Анфимов Л.В., Крупенин М.Т., Петрищева В.Г. Микроэлементы и их корреляционное значение в карбонатных породах рифея Башкирского мегантиклинория / Геохимия вулканических и осадочных пород Южного Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. С. 47–56.

11. Бакулина Л.П. Шлиховое опробование и анализ шлиховых проб. Ухта, Изд-во ФГБОУ ВПО «УГТУ», 2014. 126 с.

12. Гарань М.И. Верхний докембрий (рифей): Стратиграфия//Геология СССР. М.: Недра. 1969. Т. 12. Пермская, Свердловская, Челябинская и Курганская области. Ч. I: Геологическое описание. С. 149-200.

- 13.Гареев Э.З. Геохимия осадочных пород стратотипического разреза рифея. Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М: ГЕОХИ, 1989. 23 с.
- 14.Горожанин В.М., Мичурин С.В. Литологические и изотопно-геохимические признаки эвапоритовых обстановок в раннем рифее Южного Урала // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ. 2008. № 12. С. 102–108.
- 15.Глухов М.С. Магнетитовые микросферы в мезозойских отложениях каспия. I Всероссийская молодёжная геологическая конференция с международным участием «Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий», Уфа, 19–22 ноября 2013 г. С. 143-148
- 16.Захарова А. Г., Мичурин С. В., Шарипова А. А. Минералогические и геохимические особенности отложений бердагуловской подсвиты суранской свиты нижнего рифея по результатам шлихового опробования (Южный Урал). // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Сборник статей 12-ой Межрегиональной научно-практической конференции, Уфа, 21–23 мая 2018 г. – Спб: Свое издательство, 2018. – С. 227–237.
- 17.Иванов А.И. К стратиграфии и древнему орогенезу древних свит западного склона Южного Урала // Труды Башкир. геол. треста. 1937. Вып. 7. С. 2–28.
- 18.Иванов А.И. Возраст древних свит западного склона Южного Урала / Башкир.геол. упр. Уфа, 1946. 90 с.
- 19.Иванова Т.В., Масагутов Р.Х., Андреев Ю.В. Литологические толщиреперы в составе рифейских отложений платформенного Башкортостана // Минерально-сырьевая база Республики Башкортостан: реальность и перспектива / Материалы Республиканской научно-практической конференции. Уфа: Гау. 2002. С. 155–170.
- 20.Карамова А.М., Казбулатова Г.М., Мичурин С.В., Захарова А.Г. Фотометрический метод определения фтора в горных породах посредством образования ализаринкомплексоната фторида лантана // Башкирский химический журнал. 2019, г. Уфа Т. 26 № 1. С. 42–47
- 21.Келлер Б.М. Рифейские отложения краевых прогибов Русской платформы. Труды ИГН АН СССР: вып. 109, геол. сер. № 37. Москва: Изд-во АН СССР, 1952. 62 с.
- 22.Ковалев С. Г., Высоцкий И. В. Геохимия золота западного склона Южного Урала. Геология и перспективы расширения сырьевой базы Башкортостана и сопредельных территорий. Мат-лы IV Респ. геол. конф. Уфа, 2001, С. 134–140.

23. Ковалев С. Г., Высоцкий И. В., Пучков В. Н., Маслов А. В., Гареев Э. З. Геохимическая специализация структурно-вещественных комплексов Башкирского мегантиклинория. Уфа: дизайнпресс, 2013. 88 с.
24. Крупенин М.Т., Меллер П., Дульски П. Редкоземельные и малые элементы во флюоритах и вмещающих доломитах (нижний рифей, Южный Урал) // Геохимия, 1999. № 11. С. 1165–1177.
25. Крупенин М.Т., Мичурин С.В. Изотопно-геохимические характеристики сульфидов из магнезитовых месторождений Южно-Уральской провинции // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ №16. Уфа, 2011. С. 64–80.
26. Крупенин М.Т., Мичурин С.В. Индикаторные изотопно-геохимические характеристики сульфидов из Саткинского магнезитового месторождения (Южно-Уральская провинция) // ДАН, 2018. Т. 478, № 3. С. 328–331.
27. Крупенин М.Т., Мичурин С.В., Шарипова А.А., Гараева А.А., Замятин Д.А., Гуляева Т.Я. Условия формирования Mg-Fe метасоматических карбонатов в нижнерифейских терригенно-карбонатных толщах Южного Урала // Литология и полезные ископаемые, 2019. № 3. С. 262–277.
28. Крупенин М.Т., Прохаска В. Эвапоритовая природа флюидных включений в кристаллических магнезитах саткинского типа // ДАН. 2005. Т. 403. № 5. С. 1–3.
29. Ларионов Н. Н., Бергазов И. Р. и др. 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.
30. Лиманцева О.А., Рыженко Б.Н., Черкасова Е.В. Модель формирования фтороносных вод в каменноугольных отложениях Московского артезианского бассейна // Геохимия. № 9. 2008. С. 981–998.
31. Мичурин С.В., Шарипова А.А. Изотопно-геохимические особенности рудопроявления золота Богряшка (Южный Урал) // Геологический сборник № 12. ИГ УНЦ РАН. 2015. С. 144–158.
32. Мичурин С.В., Ковалев С.Г., Горожанин В.М. Генезис сульфатов и сульфидов в нижнерифейских отложениях Камско-Бельского авлакогена и Башкирского мегантиклинория. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2009. 192 с.
33. 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.

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

35. Парначев В.П., Ротарь А.Ф., Ротарь З.М. Среднерифейская вулканогенно-осадочная ассоциация Башкирского мегантиклинория. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. 103 с.

36. Парначев В.П. Фтор и хлор в позднедокембрийских осадочных породах Башкирского мегантиклинория в связи с вопросами их седиментогенеза / Геохимия вулканических и осадочных пород Южного Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. С. 35–47.

37. Ротарю А.Ф. Машакская свита рифея Южного Урала (стратиграфия, формационный состав, тектоническая природа) // Автореф. дисс. канд. геол.-минер. наук. Свердловск, 1983. 31 с.

38. Румянцева Н.А., Смирнов Ю.Д. Формационный анализ магматических образований западного склона Урала: Тр. ИГГ УНЦ АН СССР, вып. 95. Свердловск, 1972. С. 9-19.

39. Сергеева Н.Д. Сопоставление айской и большеинзерской свит нижнего рифея Башкирского мегантиклинория Южного Урала по акцессорным минералам // Верхний докембрий и палеозой Южного Урала (стратиграфия и литология). Уфа: БФАН СССР, 1982. С. 20–26.

40. Сергеева Н.Д. Акцессорные минералы терригенных пород стратотипических разрезов рифея на Южном Урале // Верхний докембрий Южного Урала и востока Русской плиты: Сб. статей. Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 1988. С. 46–53.

41. Султанова А.Г., Мичурин С.В., Шарипова А.А. Минералогические особенности песчаников большеинзерской свиты нижнего рифея (Южный Урал) в связи с рудообразованием // Вестник Воронежского университета, 2019. № 3. С. 16–22.

42. Филиппов В.А. Формационные комплексы Башкирского мегантиклинория и их металлогения. Доклады АН СССР. 1983. Т. 271. № 4. С. 935–938.

43. Хализова В.А., Полупанова Л.И., Бебешко Г.И., Алексеева А.Я., Гельман Е.М. Инструкция НСАМ 139-Х. Химические методы. Фотометрический метод определения фтора в горных породах, минералах и растворах по реакции образования ализаринкомплексоната фторида церия. – М.: 1976. 25 с.

44. Чекваидзе В. Б., Миляев С. А., Исаакович И.З. (2004) Комплексная петрографо-минералого-геохимическая методика поисков золоторудных месторождений. М.: «Бородино-Е», 132 с.

45. Шатский Н.С. Очерки тектоники Волго-Уральской нефтеносной области и смежной части западного склона Южного Урала. Изд. МОИП, 1945.

46. Широбокова Т.И. Стратиформное полиметаллическое и баритовое оруденение Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1992. – 137 с.

47. Широбокова Т.И. Фтор и хлор в породах Кужинского месторождения // Ежегодник-1988. Информационные материалы. Свердловск: Ин-т геологии и геохимии УрО АН СССР, 1989. – С. 103–104.

48. Штейнберг Д.С. Геологическая история Урала и петрология // Магматизм, метаморфизм и рудообразование в геологической истории Урала / УНЦ АН СССР, Свердловск, 1974, с. 39-58.

49. Яковлев Г.Б., Решетников Н.Ф. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Южно-Уральская. Лист N-40-XXII. Объяснительная записка. М.: Недра, 1967, 84 с.

Фондовая литература

50. Дунюшкин В.П., Мокринский А.В. Отчет о поисково-оценочных работах на россыпное золото по территории деятельности бывшего «Горного прииска» в 1978-82 гг. Уфа. Фонды Башкор. фил-ла ФБУ «ТФГИ по ПФО», 1983.

51. Ключихин А.В. и др. «Геологическое строение северной части Зилаирского мегасинклинория и сопредельных территорий». Отчет о геологической съемке масштаба 1:50000, проведенной Кагармановской геолого-съемочной партией в 1962-1969 гг. Уфа, БТГУ, 1969, 613 с.

52. Козлов В.И. Стратиграфия рифея Южного Урала // Доордовикская история Урала. Свердловск, 1980, с. 3-32.

53. Кузнецов А.В., Казаков Р.С. Геологическое строение района хребтов Бол. Шатак и Юрматау на Южном Урале. Отчет Машакской партии по геологической съемке масштаба 1: 50 000 за 1963-1966 гг. Уфа, 1967.

54. Кучеревский П.Г., Минькин К.М., Кадымов О.Д., Курбанов Н.К. Оценить перспективы выявления крупнообъемного золото-сульфидного оруденения и определить направления поисковых работ в Башкирской части Южного Урала. Москва, 1999. 233с.

55. Жариков В.Г. Объяснительная записка к карте размещения полезных ископаемых Белорецкого района Республики Башкортостан. Уфа, 1993. 192 с.

56. Ларионов Н.Н., Рудниченко В.П., Быкова Л.С., Ротару З.М. и др. Отчет о геологическом доизучении в масштабе 1:50000 по объекту «Авзянская площадь» 1979-85 гг. Уфа. Фонды Башкор. фил-ла ФБУ «ТФГИ по ПФО», 1985.

57. Ларионов Н.Н. и др. Геологическое доизучение в масштабе 1:200000 листа N-40-XXII по объекту «Авзянская площадь». Уфа, ТГФ РБ, 2004.

58. Логинова Л.А., Богатырева Г.И. Отчёт по теме: Обобщение геохимических материалов по Центрально-Уральскому поднятию в пределах Башкирской АССР с целью подготовки геохимической основы прогнозных карт. Уфа. Фонды Башкор. фил-ла ФБУ «ТФГИ по ПФО», 1992.

59. Макушин А.А. и др. Отчет о результатах общих поисков по объектам: «Суранская площадь», «Белорецко-Авзянская площадь», «Ишлинский участок» и «Шатакская площадь» за 1980-1983 гг. Уфа, 1983.

60. Пацков А.А., Бердников П.Г. Отчет о поисках золото-сульфидного оруденения на Северо-Авзянском участке геофизическими и геохимическими методами в 1978-1980 гг. Уфа, 1980, 154 с.

61. Потехин А.Г., Пацков А.А. Отчет о ревизионно-поисковых работах на золото на Авзянском участке (по работам Авзянского отряда за 1975-1977 гг.). Уфа, 1977.

62. Радченко В.В. и др. Геологическое строение южной части Башкирского мегантиклинория (верховья рек М. Нугуш, Алакуян). Отчет о геологической съемке масштаба 1:50 000 за 1970-1972 гг. Уфа, 1973. 262 с.

63. Решетников Н.Ф. Геологическое строение центральной части Ю. Урала в районе г. Белорецка. Отчет Серменевской геолого-съёмочной партии за 1962-1966 гг. Уфа, 1966.

64. Ротару З.М., Ротару А.Ф., Быкова Л.С. Отчет по ГДП масштаба 1:50 000 Тирляно-Белорецкой зоны за 1978-1984 гг. Уфа, 1984.

65. Чернов А.П., Алексеев А.А. и др. Отчет по детальным поискам коренного золота на Центральном участке за 1972–82 гг. Уфа. Фонды Башкор. фил-ла ФБУ «ТФГИ по ПФО», 1982.

66. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия). – Сыктывкар: Геопринт, 2011. – 742 с.

67. Яковлев Г.Б., Решетников Н.Ф. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000, серия Южно-Уральская, лист №-40-XXII. Объяснительная записка. Уфа. Фонды Башкор. фил-ла ФБУ «ТФГИ по ПФО», 1967. 170 с.



Султанова Анна Геннадиевна