

УДК (550.93 +551.24+552.4) (575.2)

## **ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКСА БОЛЬШОГО НАРЫНА (СРЕДИННЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ)**

**Тербишалиева Б.**

Институт геологии НАН КР

В данной статье оценен вулканоплутонический комплекс, включающий субвулканические sillы риолит-порфиров с применением сканирующего электронного микроскопа для детального петрографического исследования пород, слагающих комплекс Большого Нарына в восточной части хребта Джетим.

**Ключевые слова:** Срединный Тянь-Шань, неопротерозойские, вулканогенные образования, петрографическое изучение, sillы, субвулканические риолит-порфиры, лавы и игнимбриты.

## **ЧОҢ НАРЫН КОМПЛЕКСТИН (ОРТО ТЯН-ШАНЬ) ПЕТРОГРАФИЯЛЫК МҮНӨЗДӨМӨСҮ**

**Тербишалиева Б.**

КР УИА Геология институту

Бул макалада Жетим кырка тоосунун чыгыш бөлүгүндөгү Чоң Нарын комплексин түзгөн тоо тектерин деталдуу петрографиялык изилдөө үчүн сканердик электрондук микроскоптун жардамы менен риолит-порфирлердин субвулкандык тешиктерин камтыган жанар тоо-плутондук комплекс бааланган.

**Баштапкы сөздөр:** Ортоңку Тянь-Шань, неопротерозой, вулканогендик түзүлүштөр, петрографиялык изилдөө, кыртыштар, субвулкандык риолиттик порфириттер, лавалар жана инимбриттер

## **PETROGRAPHIC CHARACTERISTICS OF THE COMPLEX BIG NARYN (MIDDLE TIEN-SHAN)**

**Terbishaliev B.**

Institute of Geology NAS KR

In this article, a volcanoplutonic complex, including subvolcanic rhyolite-porphry sills, was assessed using a scanning electron microscope for a

detailed petrographic study of the rocks that make up the Bolshoi Naryn Complex in the eastern part of the Jetim Range.

**Keywords:** Middle Tien Shan, Neoproterozoic, volcanogenic formations, petrographic study, sills, subvolcanic rhyolite porphyry, lavas and ignimbrites.

## 1. Введение

Основным источником информации о геологическом строении и полезных ископаемых этого региона являются материалы геологических съемок, преимущественно мелкого (1:200000) и среднего (1:50000) масштабов, проведенных еще во времена Советского союза (до 1984 г). Настоящая статья посвящена результатам изучения петрологических характеристик комплекса Большого Нарына в хребте Джетим-Тоо, Кыргызстан. В исследовании, мы используем самые современные методы для углубления знаний о геологической эволюции этого вулканического комплекса в Среднем Тянь-Шане (например, электронный микроскоп Nikon Eclipse E200 и SEM-EDS).

## 2. Характеристика комплекса Большого Нарына

В последние годы большое внимание уделяется вулканизму и седиментации в условиях неопротерозойского эпиплатформенного орогенеза (Алексеев и др., 2016, Миколайчук и др., 2016), и это позволила по-новому изучить природу вулканизма и осадконакопления в верхнем докембрии, особенно в Среднем Тянь-Шане (рис.1а).

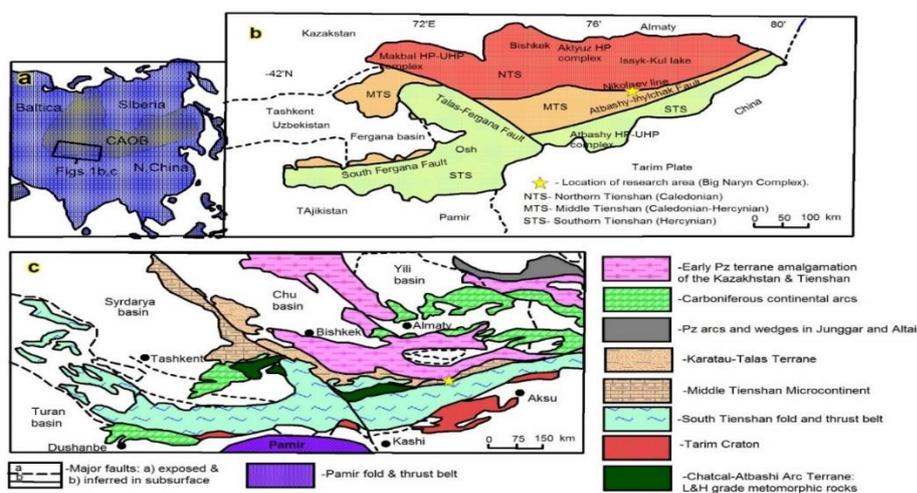


Рис 1. Расположение района исследований на масштабной карте (Terbishaliev et al., 2021).

Район исследования соответствует кондиции цели, поскольку неопротерозойский вулканический комплекс здесь хорошо обнажен, в отличие от других частей блока Среднего Тянь-Шаня (рис.1b), где они либо разделены многочисленными разломами, либо вообще не обнажены. Для разреза верхнего протерозоя на исследуемой территории надежной стратиграфической основы не существует (рис.1с).

Первое геологическое упоминание о вулканических породах «свиты Большого Нарына» принадлежит Шульцу (1948), который назвал ее «кварцевым порфиром Нарынской антиклинали». Вулканоплутонический комплекс сложен пирокластическими, эффузивными и субвулканическими породами. В последствии, он был описан как «Комплекс Большого Нарына», а затем как субвулканический комплекс «Большой Нарын».

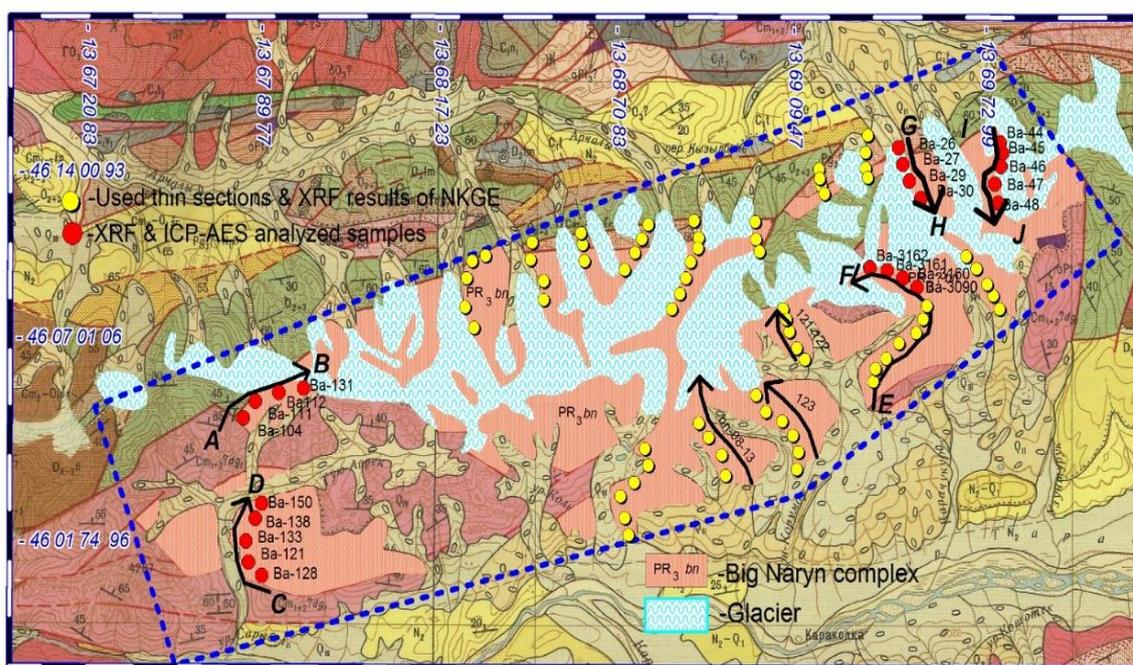


Рис.2. Масштаб карты 1: 180 000. Расположение всех отобранных проб (Terbishaliev et al., 2021).

В 2010-2016 гг автор настоящей статьи, проводила минералогическое и петрографическое изучение материала, отобранного ею. Проведенное в 2016-2018 году исследование в Потсдамском Университете позволило получить U/Pb и K/Ar даты и новые данные о

строении вулканического комплекса Большой Нарына, которые были опубликованы (Terbishaliev, 2018, Terbishaliev et al., 2021). Основные выходы вулканических и субвулканических пород ассоциации, находятся к востоку от рек Большой и Малый Нарын, в хребтах Нарын-Тоо и Джетим-Тоо, а также в западной части хребта Эки-Нарын.

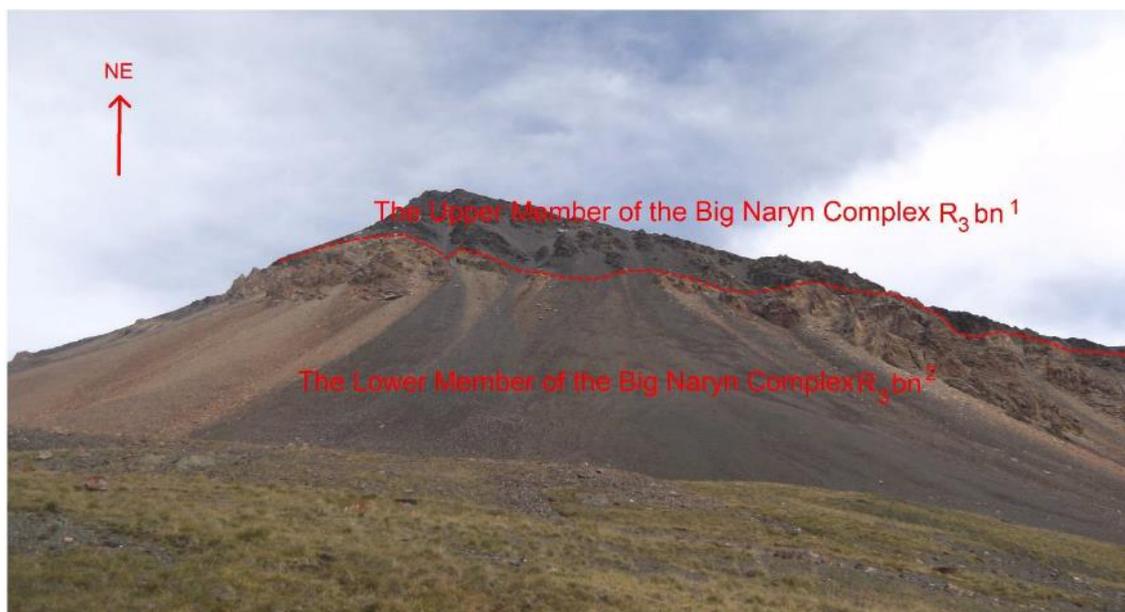


Рис. 3. Полевые наблюдения за комплексом Большой Нарын в долине Карачункур.

Комплекс Большой Нарына обнажен в западной части исследуемой территории, где он составляет до 40% площади и занимает верхние части склонов и водораздела хребта Джетим-Тоо. (Рис.2). Нижняя пачка состоит преимущественно из риолитов и риодацитовых лав и туфов, а также содержит потоки базальтов. Верхняя пачка равномерно сложена игнимбритами, прорванными силлами порфир-риолитов. Субвулканические интрузии локализуются в основном в кровле нижней пачки или прорываются вдоль нижней части и контакта между верхней пачкой (рис. 2 и 3).

### 3. Методы исследования

Стратиграфические разрезы были составлены в течение двух полевых сезонов в 2010 и 2014 годах. Отбор проб производился из каждой литологической разности пород. 247 образцов были вырезаны,

отполированы и отсканированы с использованием обычного сканера, чтобы выделить осадочные структуры и облегчить анализ.

При петрографических исследованиях, большое внимание уделялось качеству изготовления шлифов и используемого для петрографического описания аппаратуры. Шлифы были сделаны в Институте Геонауки Потсдамского университета, Германия. Петрографические наблюдения проводились с помощью поляризационного микроскопа Nikon Eclipse E200. Всего было изучено и описано 24 шлифа (Рис.2, поперечные сечения АВ, ВС, GH, IJ и FE).

Шлифы Ва-111 и Ва-30/2 проанализированы с помощью сканирующей электронной микроскопии (SEM) JEOL JSM-6510) при использовании энергодисперсионной спектроскопии (EDS). SEM обнаруживает основные элементы и текстурные различия в минералах оксида титана в шлифе Ва-111 для определения магнетита и гематита в мелкозернистых материалах в структуре «Фьямме» в Ва-46 (рис. 6).

## 4. Результаты

### 4.1 Нижняя пачка комплекса Большого Нарына

Выше базальной надвиговой поверхности милониты мощностью 50 м (Terbishaliev, 2018) содержат остатки риодацитовых лавовых потоков. Потоки порфиновые и насыщены вкрапленниками щелочно-полевого шпата с розовыми включениями, заключенными в серую стекловидную скрытокристаллическую основную массу. Деформация приводила к образованию мелких пластин толщиной 2–5 мм.

Нижняя пачка комплекса Большого Нарына, перекрывающая милониты, включает 3 различных типа пород:

1. Туфоалевролиты мощностью до 250 м (в местной литературе «алевролиты»), содержащие светло-серые обломки риодацита, прослоенные тонкослоистыми (мм-см) темно-серыми туфами.

2. Метабазальтовые порфиroidы от черного до темно-зеленого цвета мощностью примерно 150 м, содержащие амигдалоиды,

наполненные вторичными минералами, такими как альбит-биотит и микрокристаллический кварц.

3. Лавы риодацита порфиривого состава, насыщенные вкрапленниками кварца и плагиоклаза, составляют 300-350 м от розово-серых до зеленовато-розовых полосчатых порфиривых риодацитов. Серые и зеленые скрытокристаллические прослои могут образовывать бывшее вулканическое стекло. Ближе к кровле нижней пачки за ними следуют светло-серые и светло-зеленые массивные риодациты с редкими вкрапленниками полевого шпата и кварца размером до 1 мм, с подчиненными прослоями стеклокластических туфов размером обломков с песок.

#### 4.1.1 Петрография нижней пачки комплекса Большого Нарына

Образцы риолитов и риодацитов Ва-46/2, Ва-104/1, Ва-104-2, Ва-108, Ва-112, Ва-47, Ва-150 в основном представляют собой порфириновые породы, некоторые с тонкой переслоенностью (например, Ва 104/1 на рис.4). Размер вкрапленников колеблется от 0,4 до 10 мм, часто они сильно трещиноваты и заключены в мелкозернистую основную массу.



Рис. 4. Отсканированные изображения тонких срезов образцов кислой лавы, и расположенные слева направо, чтобы проиллюстрировать изменение размера вкрапленников.

Кварц-пертитовый щелочной полевой шпат и реже плагиоклаз образуют вкрапленники, в большинстве своем идиоморфные; соотношение кварц: полевой шпат составляет с. 1:1, но в некоторых образцах преобладает кварц. Основная масса обладает скрыто-

микроструктурой и слоистой текстурой в миллиметровом масштабе. Вариации обусловлены присутствием вторичного кварца и тонкодисперсных рудных минералов, вероятно, привнесенными гипергенными изменениями. Риолиты и риодациты имеют мелкозернистую основную массу с текучей текстурой, содержащей мелкие идиоморфные вкрапленники кварца и полевого шпата размером до 1 мм (Ba-150). Количество вкрапленников менее 10% от объема породы.

Большинство образцов **базальтов** темно-зеленые и Ba-121 относительно свежие. Вкрапленники представляют собой моноклинный пироксен (авгит), образующий идиоморфные призмы размером 0,5–1 мм, почти бесцветные, со слабым зеленоватым оттенком. Вкрапленники составляют до 10% породы.



Рис. 5. Отсканированные изображения тонких срезов образцов туфа, расположенные слева направо, чтобы проиллюстрировать изменение цемента и гальки в туфе.

Основная масса имеет интерсертальную фактуру. Образец Ba-121 состоит из 53% плагиоклаза, 30% моноклинного пироксена, 15% хлоритизированного стекла и 2% рудных минералов / непрозрачных минералов. Рудный минерал встречается в виде вкрапленных зерен. Хлорит развит в миндалинах.

**Риолитовые туфы и риодациты** представлены крупнозернистыми лито-, витро- и кристаллокластическими, витро- и литокластическими вулканогенно-осадочными брекчиями (Ba 2010), среднезернистыми кристаллокластическими (Ba-3160/b), мелкозернистыми туфогенными (Ba-

111), от средне- до мелкозернистого (Ва-3090/б) и мелкозернистого (Ва-3161/б) вулканокластические породы (Рис.5).

**Литокласты** представляют собой мелкозернистые и тонкозернистые вулканические породы (фельзит, микрофельзит), кварцит, порфирировидные риолиты с мелкими вкрапленниками (Ва-2010) и микрокристаллические известняки, обломки магматического кварца, а также редкие кристаллы и фрагменты кристаллов плагиоклаза и полевого шпата. В кристаллокластических туфах (рис. 5) преобладают резко угловатые обломки кварца, плагиоклаз редок, порода сильно серицитизирована (Ва-128). **Туфо-осадочные породы** представлены тонкозернистыми туфоалевролитами (Ва-3037). Пирокластическая составляющая достигает 30 об.% и представлена угловатыми остроугольными обломками зерен кварца, плагиоклаза и калиевого полевого шпата. Матрица сложена кварц-хлорит-серицитом. Типы пород, подобные таковым в разрезе Эгизколь, встречаются на северном склоне хребта, на северо-восточном берегу реки Кызылбель (Terbishaliev et al., 2020). Над ними присутствуют полосчатые измененные лавы серовато-зеленого и серого, темно-серого цвета с обнаженной мощностью более 300 м.

#### 4.2 Верхняя пачка комплекса Большого Нарына

В отличие от нижней пачки, верхняя пачка Комплекса Большого Нарына характеризуется разнообразием типов пород, включающих риолитовые, риодацитовые и дацитовые игнимбриты.

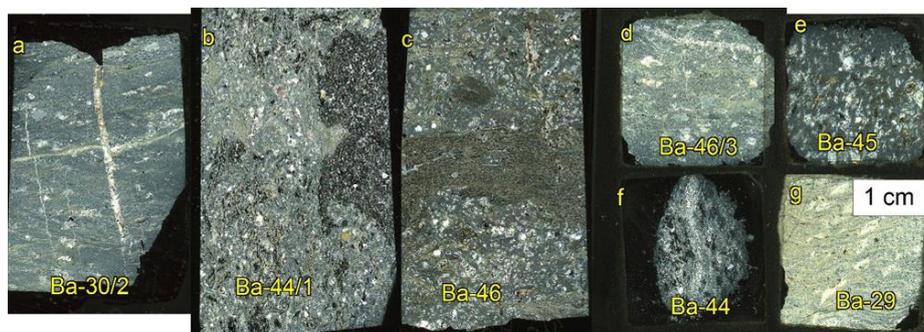


Рис. 6. Отсканированные тонкие срезы образцов игнимбритов. Образцы Ba-44, Ba-44/1 и Ba-46 содержат темные полосчатые структуры потока.

Породы хорошо обнажены, пачка хорошо видна на картах, а типы пород легко распознаются в образцах по разным оттенкам серого цвета. Верхняя пачка представлена вулканическими и вулканокластическими брекчиями, содержащими угловатые или уплощенные обломки риолита и дацита с широким диапазоном размеров, но обычно обломки имеют длину 3-10 см по длинной оси. Матрица - скрытокристаллическая, местами демонстрирующая полосчатость потока. Часто игнимбриты претерпевают изменения, в ходе которых свежие розовые, салатно-зеленые или зеленовато-серые породы меняют цвет на грязно-зеленые оттенки (рис. 6). Минимальная мощность верхней пачки составляет 900 м, что основано на неполных разрезах Эгизколь-1 и Эгизколь-2 (Terbishalieva et al., 2020).

#### 4.2.1 Петрография верхней пачки комплекса Большого Нарына

**Игнимбриты риолитового состава** в основном скрытокристаллические, афировые с течениями, обтекающими кислыми и микрофельзитовыми обломками (рис. 6). Игнимбриты различаются по цвету от серого до черного (Ba-44), имеют разную степень сваривания и содержат обломки горных пород разной формы и размеров от серповидно-клиновидных до удлиненных (Ba-46) и размером от 0,2 до 1,5 мм. Фьямме более светлого цвета размером от 1 до 2,5 мм трудно распознать макроскопически, но легко в шлифах. Некоторые образцы содержат до 10% модальных кристаллов кварца, реже идиоморфные кристаллы

альбитизированного калиевого полевого шпата и фрагменты кристаллов размером от 0,2 до 2,5 мм (Ва-30/2). Измененные и сжатые осколки стенок пузыря бывшего стекла наблюдались в образце Ва-30/2.

**Игнимбриты риодацитового и дацитового состава** (Ва-44, Ва-46, Ва-46/3, Ва-29) характеризуются более темной окраской по сравнению с игнимбритами риолитов. Породы варьируют от скрытокристаллических до мелкозернистых и полосчатых. Сегрегационные линзы и фьямме очень заметны и различимы по микроструктурным особенностям, цвету и составу. Формы фьямме варьируются от полукруглой (Ва-30/2), линзовидных (Ва-29) до слоистых (Ва-44), часто с неровными краями. Некоторые из них сохраняют внутреннюю структуру пемзы. Местами каймы «фьямме» обогащены тонкодисперсными рудными минералами, что приводит к более темным цветам (Ва-44/1). Кристаллы представлены кварцем, плагиоклазом и реже калиевым полевым шпатом, в настоящее время полностью замещенным альбитом. Формы кристаллов варьируют от изометрических, измельченных до неправильных с извилистыми очертаниями. Измельченная масса обожженного туфа витритового черного цвета (Ва-45).

Породы претерпевали различные изменения, в ходе которых образовывались глинисто-серицитовые (аргиллиты Ва-46) и кварц-серицитовые (Ва-44), а местами - серицит-кварцевые и карбонат-кварцевые агрегаты. Основная масса игнимбритов может содержать до 10% вторичного жильного кварца (Ва-30/2) и обломков жил (Ва-29), а также редких кристаллов кварца и плагиоклаза. Образцы содержат большое количество везикул овальной, округлой или неправильной формы размером от 2 до 4 мм, заполненных поздними рудными минералами и вторичным кварцем. Везикулы неправильной формы заполнены поздними рудными минералами и вторичным кварцем. Присутствуют также измененные образцы, содержащие агрегаты хлорита, эпидота, альбита, карбонатов (Ва-106) и карбонат-серицит-кварцевого агрегата (Ва-106/1).

### 4.3 Субвулканические силлы

**Интрузивные породы** вулканоплутонической ассоциации отнесены к двум субвулканическим комплексам: субвулканическим интрузиям (преимущественно силлам) и дайковому комплексу. На исследованном нами участке дайковые комплексы отсутствовали. **Субвулканические интрузии** порфирово-риолитовых пород в основном встречаются в кровле нижней пачки или в зоне контакта нижней и верхней пачек.

Наиболее крупные **субвулканические силлы риолит-порфиров** закартированы в бассейне р. Карачункур. Здесь хорошо обнажены интрузивные связи с вмещающими породами. Субвулканические силлы риолит-порфиров мощностью более 50 м от серого до светло-серого с кремовым оттенком, содержат слабо развитые структуры потока. Основная масса от мелкозернистой до микрогранофировой; вкрапленники кварца, калиевого полевого шпата и плагиоклаза мелкие, размером от 1 до 3 мм и составляют от 10 до 15 об.% породы. Петрографические исследования также показывают, что риолит содержит вторичный кварц и рудные минералы. Вверх по створу реки Карачункур можно увидеть пороги, которые переходят от среднезернистых, зеленовато-серых до различных оттенков серых туфов, содержащих лапилли, литокласты и кристаллокласты, и тонкие слои темно-серых слоистых более мелкозернистых туфов. Мощность туфов от 28 до более 70 м.

#### 4.3.1 Петрография субвулканических риолит-порфиров

На рис. 7 показаны текстурные вариации литологии силлов, которые варьируют от афировых до порфировых риолитов. В зонах эндоконтакта и в тонких телах текстуры варьируют от порфировых до афировых, местами до перлитовых (Ва-130), а текстуры грунтовых масс - от мелкозернистых (Ва-133) до микрографофировых и гранофировых. Редкие мелкие вкрапленники размером до 0,5 мм представлены кварцем, калиевым полевым шпатом, местами почти полностью альбитизированным, реже

плагиоклазом. В центральных частях силлов риолитов вкрапленники нескольких генераций составляют до 15-20% объема породы.

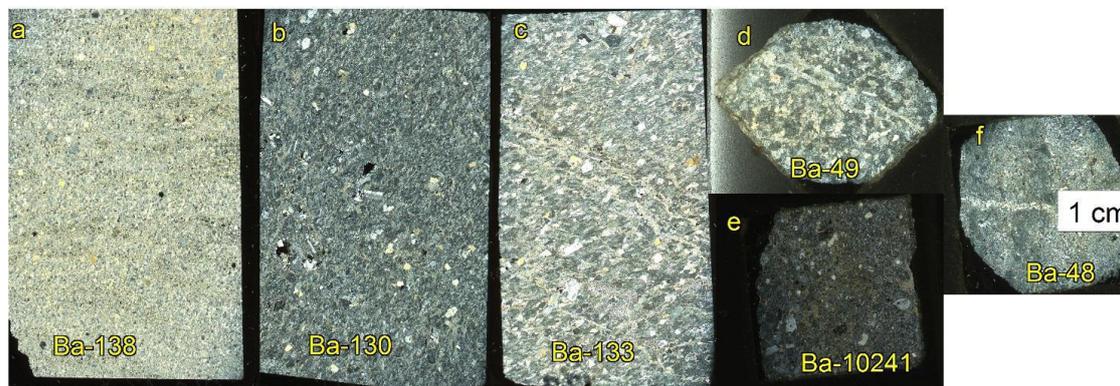


Рис. 7. Отсканированный тонкий срез светом с перекрестной поляризацией. Субвулканический порфирово-риолит с фельзитовой структурой.

Среди крупных зерен первой генерации, размером до 4 мм, преобладают пертитовые до ортоклазо-пертитовые, в незначительном количестве встречаются кристаллы кварца, местами корродированные до 3 мм. Местами присутствуют микропегматитовые сростки кварца и ортоклаза, а также одиночные кристаллы плагиоклаза (олигоклаза). Вторичный немагматический кварц образует мелкие идиоморфные зерна. Изменения в основном проявляются в виде серицитизации (Ba-49) и вторичного окварцевания (Ba-130) различной степени интенсивности, протекающего в виде серицит-кварцевых, жил или гнезд (Рис.7).

#### 4.4. Изменение и метаморфизм пород комплекса Большого Нарына.

В более ранних исследованиях, исследователи вулканических пород комплекса Большого Нарына обращали внимание на особенности их метаморфизма и описали их как порфириоды, метаморфизованные в условиях зеленосланцевой фации (Королев, 1956; Киселев, 1984).

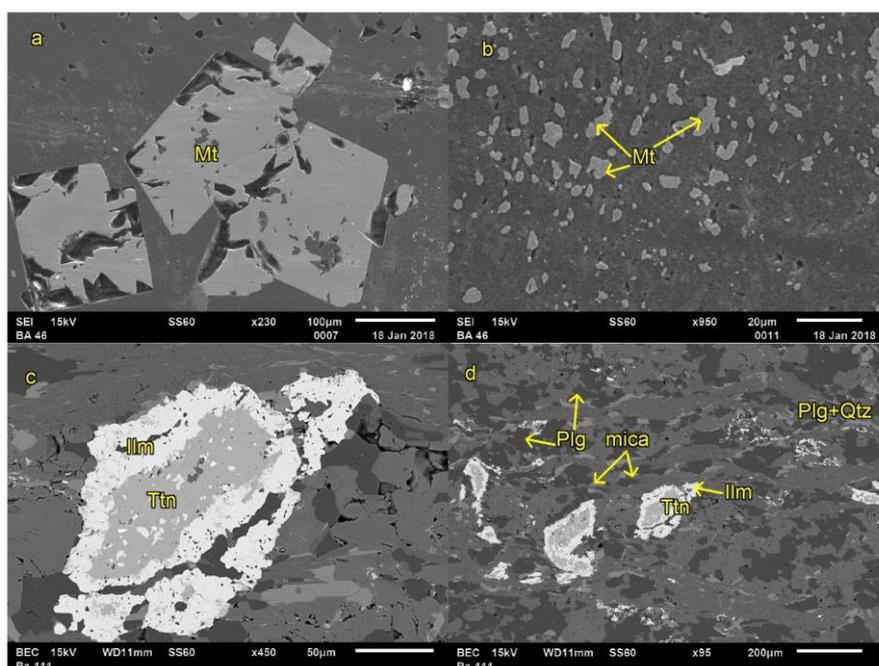


Рис. 8. СЭМ-изображения, показывающие (а) кубические кристаллы магнетита в игнимбрите (Ва-46), (б) дисперсный мелкозернистый вторичный магнетит, вызывающий темную окраску фьямме, показанного на рисунке 6 (игнимбрит Ва-46), (в) ильменит нарастания титанита в андезитовой лаве Ва-111, (г) как (в), но в большем масштабе.

Другие исследователи зафиксировали, что метаморфизм развивался только локально (Додонова, 1972), и в целом, первичные структуры и текстуры эффузивных пород и их субвулканических и пирокластических аналогов хорошо сохранились. Заслуживают внимание широко распространенные изменения и метаморфизм, которые проявляются в пропилитизации, вторичном кварцевании и аргиллизации. Они затронули также породы эффузивной и пирокластической фаций и субвулканические риолит - порфиры.

Эти процессы привели к перекристаллизованным альбиту основной массы, вторичному кварцу, а также к сильно деформированным и мелкозернистым сросткам эпидота и хлорита. Неидентифицируемый мелкозернистый материал в образцах Ва-111 (зеленосланцевая фация) и Ва-46 (игнимбрит с темными полосами течения) был исследован методом

сканирующей электронной микроскопии. Образцы Ва-111 и Ва-24 представляют собой мелкозернистые метаосадки, обогащенные титанитом и ильменитом. Титанит обрастает непрозрачным ильменитом, и в одном образце преобладает титанит (андезитовая лава Ва-111). Кроме того, между зернами перекристаллизованных амфибола образовался ильменит (Рис.8).

## Вывод

Комплекс Большого Нарына, обнаженный в районе хребта Джетим Срединного Тянь-Шаня, состоящий из вулканических пород, были представлены высококалиевыми и известково-щелочными силлами риолит-порфиров. Комплекс Большого Нарына состоит из нижней и верхней пачек с внедренными субвулканическими силлами. Нижняя пачка представлена лавами и туфами с вариациями состава от базальтов до риолитов. Верхняя пачка состоит из игнимбритов и игнимбритов со слоями туфов и лав, которые варьируют по составу от андезита до риолита в которых, наблюдается обилие мелкодисперсного магнетита и гематита. Вблизи к разломам породы интенсивно изменены, в пределах зеленосланцевой фации метаморфизма. Субвулканические силлы, сложенные порфир-риолитами, дислоцированы в зоне контакта между нижней и верхней пачками и в зонах разломов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Д.В., Крёнер А., Рязанцев А.В, Хегнер Е., Третьяков А.А., Рохас-Аграмонте Я., Корсини М., Лиу Д. (2011) Раннепалеозойские метаморфические комплексы в коллизионном поясе Чу-Илийских гор и Северного Тянь-Шаня // Современные проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов: Тез. докл. 5 Междунар. симпозиума, г. Бишкек, 19 - 24 июня 2011 г. Т. 2. - Бишкек: НС РАН, 2011. С. 168-171

2. Додонова Т. А. Формации метасоматических пород// Геология СССР. Том XXV. Киргизская ССР. Кн. 2. М., Недра. 1972. С. 134-137.
3. Киселев В.В., Апяров Ф.Х., Комаревцев В.Т., Цыганок Э.Н., Лукашова Е.М. Изотопный возраст цирконов кристаллических комплексов Тянь-Шаня // Ранний докембрий Центральноазиатского складчатого пояса. С-Петербург. Наука. 1993. С. 99-115. Кирг.ССР. -1955. -Вып.1.
4. Королев В.Г. /Отв. исп./ Геологическая карта листа К-43-95. Масштаб 1:100 000. Отчет по работам Кокджарской геолого-съёмочной партии 1953-1956 гг. Фрунзе. Фонды Госгеолагентства КР.
5. Шульц С.С. Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня //Зап.ВГО. Новая серия. Т.3. М. Географгиз, 1948. 221 с.
6. Миколайчук А.В., Ласовский В.А., Сейитказиев Н., 2016. Пчанской партии о результатах геологической съёмки с общими поисками масштаба 1:50000 на площади листов К-43-95-Б, К-43-96-А, проведенной в 2010-2016 гг. Бишкек, 2016. СКГЭ, 120 стр.
7. Terbishalieva B., 2018. Geodynamic evolution of Big Naryn Complex, Middle Tianshan. Unpublished Master of Science thesis, 101 pp. University of Potsdam, Germany.
8. Terbishalieva B., Timmerman M.J., Mikolaichuk A., Altenberger U., Sláma J., Schleicher A.M., Sudo M., Cichy S. B., Sobel E., (2021). Calc-alkaline geochemistry and 726-728 Ma (Cryogenian) U-Pb zircon ages of the volcanic Big Naryn Complex in the East Djetim-Too Range of the Middle Tianshan, Kyrgyzstan. (DOI: 10.1007/s00531-020-01956-z).